

**studium przypadku**  
**case study**

## **Model zarządzania kryzysowego dużą aglomeracją miejską**

**s.102**

**Crisis  
Management  
Model for  
Large Urban  
Agglomerations**

**p.102**



Nowa koncepcja ochrony  
przeciwwybuchowej urządzenia  
wykorzystująca osłonę  
nadciśnieniową oraz stacjonarną  
instalację azotu **s.94**

A New Concept of  
Electrical-Equipment Explosion  
Protection Utilising Pressurised  
Enclosures and Stationary  
Nitrogen Installations **p.94**

Model matematyczny zmian  
stężenia wodoru w atmosferze.  
Rzeczywista sytuacja obliczeniowa  
dla obiektu z systemem  
wentylacji **s.66**

A Mathematical Model of the  
Change of Hydrogen Concentration.  
Sample Computations  
for a Real-Life Situation  
in a Ventilated Room **p.66**

Dynamika cząsteczek proszku  
gaśniczego podczas  
podawania go w kierunku  
pożaru metodą impulsową  
**s.76**

The Dynamics of Dry Chemical  
Powder Particles Towards the Fire  
Source During Their Pulse Feeding  
into the Combustion Zone **p.76**





## Szanowni Czytelnicy,

Kwestie związane z możliwością zapewnienia bezpieczeństwa zarówno w wymiarze narodowym, jak i międzynarodowym stały się obecnie znacznie trudniejsze niż kiedykolwiek w historii dziejów. Charakter aktualnych, jak i przyszłych zagrożeń sprawia, że bezpieczeństwo stało się jednym z najważniejszych problemów funkcjonowania państw, regionów i świata. Dynamicznemu rozwojowi kulturalno-cywilizacyjnemu towarzyszą zmiany oraz przewartościowania środowiska wyzwań i zagrożeń, z którymi często musi zmierzyć się społeczność międzynarodowa, w tym też społeczeństwo polskie.

Jednym z najważniejszych zadań stojących przed organami administracji rządowej i samorządowej oraz szeregu funkcjonujących służb, straży i inspekcji jest zapewnienie ochrony życia i zdrowia ludności oraz równowagi (niezakłóconego) funkcjonowania. Poszukiwanie skutecznych koncepcji i rozwiązań w zakresie możliwości zapewnienia bezpieczeństwa ludności staje się naturalną potrzebą prowadzenia prac badawczych przez wielu specjalistów i praktyków reprezentujących różne dziedziny i dyscypliny naukowe. Biorąc pod uwagę złożoność przedmiotu badań, jakim jest bezpieczeństwo narodowe, upowszechnianie wyników badań naukowych, jak też wymiana doświadczeń w tym zakresie są szczególnie cenne i pożądane.

Jednym z nośników informacji oraz źródeł najnowszych wyników badań z obszaru bezpieczeństwa jest kwartalnik naukowy „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” wydawany w otwartym dostępie przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi – Państwowy Instytut Badawczy. W czasopiśmie swoją wiedzę i rezultatami badań dzielą się specjaliści w dziedzinie inżynierii, ratownictwa medycznego czy nauk społecznych i humanistycznych. Tak interdyscyplinarne podejście pozwala na prezentowanie problemów bezpieczeństwa z wielu istotnych perspektyw. Publikacja jest więc cennym źródłem wiedzy w przedmiotowej problematyce oraz stanowi dużą wartość poznawczą i użyteczną. Aktualność i ważność poruszanej problematyki, jak też interesujący sposób jej przedstawienia, może sprawić, że treść kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” spotka się z dużym zainteresowaniem instytucjonalnym i społecznym.

Serdecznie polecam lekturę tego periodyku.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a circle with a vertical line through it and some stylized letters.

PROREKTOR

AKADEMII SZTUKI WOJENNEJ

płk prof. dr hab. inż. Grzegorz SOBOLEWSKI

## KOMITET REDAKCYJNY / EDITORIAL COMMITTEE

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

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

Redakcja językowa / Language editing:

mgr inż. Julia Mazur  
mgr Julia Pinkiewicz  
mgr Katarzyna Szulejewska  
AGIT Agnieszka Rydz

Projekt okładki i layoutu/Cover and layout design: mgr Julia Pinkiewicz

ISSN 1895-8443  
DOI: 10.12845/bitp  
© by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej  
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](mailto:kwartalnik@cnbop.pl)  
www: [Bitp.cnbop.pl](http://Bitp.cnbop.pl)



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

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. Andriy Kuzyk  
Lviv State University of Life Safety, Ukraine

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

PLATFORMY KSIĘGARSKIE I BIBLIOTEKI /  
BOOKSTORE PLATFORMS & LIBRARIES

Google Play  
Electronical Journals Library, University of Regensburg  
Vernadsky National Library of Ukraine  
Yakub Kolas Central Scitific Library of NAS of Belarus  
CyberLeninka  
[ibuk.pl](http://ibuk.pl)  
[Academia.edu](http://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).

**Wytyczne dla Autorów dostępne na stronie**

**[Bitp.cnbop.pl](http://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**



mł. bryg. dr n. med. Mariusz Chomonic

**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,

Przedstawiamy Państwu pierwszy numer kwartalnika naukowego „BiTP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” za rok 2018. W wydaniu opublikowanych zostało dziesięć oryginalnych artykułów, dotyczących problemów bezpieczeństwa, które spotkały się z pozytywnym odbiorem recenzentów.

W tym roku obchodzimy setną rocznicę odzyskania przez Polskę niepodległości. To święto przypomina nam, że bezpieczeństwo jest najcenniejszym dobrem, które musimy nieustannie współtworzyć. W obecnych czasach zagrożenia bezpieczeństwa podlegają ciągłym zmianom i dotyczą coraz szerszych aspektów życia. Można je rozpatrywać w wymiarze całego państwa oraz na poszczególnych szczeblach administracji publicznej. Reagowanie na zagrożenia powinno być skuteczne oraz zorganizowane w ramach dobrze funkcjonującego modelu systemu zarządzania kryzysowego. O tym problemie mogą Państwo przeczytać w artykule pt. *Model zarządzania kryzysowego dużą aglomeracją miejską* autorstwa prof. Tadeusza Szczurka i dr Patrycji Bryczek-Wróbel. Autorzy przeprowadzili analizę porównawczą wybranych aglomeracji oraz struktur zarządzania kryzysowego podmiotów tworzących te aglomeracje. Szczególną uwagę poświęcono rozwiązaniom na szczeblu aglomeracji warszawskiej, którą poddano badaniom metodą sondażu diagnostycznego przeprowadzonego wśród pracowników administracji samorządowej. Serdecznie zapraszamy do lektury.

Tematy związane z bezpieczeństwem łączą różnorodne dziedziny i dyscypliny nauki. W związku z rosnącym zainteresowaniem tą tematyką oraz dążeniem redakcji do upowszechnienia publikowanej wiedzy podjęliśmy decyzję o rozszerzeniu licencji, na której udostępniane są artykuły w BiTP, do kategorii CC-BY-SA. Dzięki udostępnieniu artykułów na wolnej licencji CC-BY autorzy oraz czytelnicy będą mogli swobodnie korzystać z opublikowanych wyników, z zachowaniem właściwego oznaczenia autorstwa cytowanej pracy. Jest to kolejna zmiana, którą wprowadzamy, podążając za trendami nowoczesnych wydawnictw.

Oddając w Państwa ręce nowy numer kwartalnika, chcielibyśmy także złożyć serdeczne podziękowania za dotychczasową współpracę dr n. med. Magdalenie Witt, pełniącej funkcję redaktora działu tematycznego Ratownictwo i Medycyna Katastrof. Wraz z początkiem roku 2018 obowiązki opieki nad działem przejął mł. bryg. dr n. med. Mariusz Chomonicik.

Zapraszamy Czytelników do zapoznania się ze wszystkimi pracami opublikowanymi w bieżącym numerze, żywiąc nadzieję, że okażą się dla Państwa interesujące.

*Komitet Redakcyjny*

# DEAR READERS,

We present to you the first 2018 issue of the scientific quarterly "BiTP. Safety & Fire Technique". This issue contains ten original articles that deal with security issues. All of them have received favourable reviews.

This year, we are celebrating the hundredth anniversary of Poland's regained independence. This anniversary reminds us that security is the most valuable good that we must constantly co-create. Nowadays, security threats are subject to constant changes and affect increasingly broad areas of our lives. They can be considered from the perspective of the state at large, as well as from various levels of public administration. Responding to these threats should be effective and organised within a well-functioning crisis management system. This issue is discussed in the article entitled *Crisis Management Model for Large Urban Agglomerations* by prof. Tadeusz Szczurek and Patrycja Bryczek-Wróbel, Ph.D. The authors performed a comparative analysis of selected agglomerations and crisis management structures of the entities forming these agglomerations. Particular attention was paid to solutions at the level of the Warsaw agglomeration, which was studied by means of a diagnostic survey conducted among local-government administration employees. We wish you an interesting read.

Security-related topics are common to different fields and disciplines of science. Due to the growing interest in this subject and our intention to disseminate the published knowledge, we have decided to extend the license under which we publish the articles in BITP to the CC-BY-SA license. With the articles being now available under the CC-BY-SA license, the authors and readers will have more freedom in using the published results, subject to citation requirements. This is another change that we have introduced in response to the latest publishing trends.

We would also like to take this opportunity to thank Magdalena Witt, MD for her cooperation. She was the editor of the "Rescue and Disasters Medicine" section. As of 2018, this section is edited by Mariusz Chomoncik, brig. MD.

All the articles in this issue are highly recommended. We hope this will be an interesting read for you.

*Editorial Committee*



# УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ,

Представляем вам первый номер научного ежеквартального журнала «WiTR. Безопасность и Пожарная Техника» за 2018 год. В нем опубликовано десять оригинальных статей, посвященных вопросам безопасности, которые были положительно восприняты рецензентами.

В этом году мы отмечаем столетнюю годовщину восстановления независимости Польши. Этот юбилей напоминает нам о том, что безопасность – это самая дорогая ценность, о которой мы должны постоянно заботиться. В настоящее время угрозы безопасности часто меняются и затрагивают все больше и больше сфер жизни. Их можно рассматривать как с точки зрения государства, так и различных уровней государственного управления. Реакция на угрозы должна быть эффективной и организованной в рамках хорошо функционирующей модели системы кризисного управления. Об этой проблеме Вы можете прочитать в статье под названием *Модель кризисного управления в большой городской агломерации* проф. Тадеуша Щурка и д-ра Патриции Брычек-Врубель. Авторы провели сравнительный анализ отдельных агломераций и структур кризисного управления субъектов, образующих эти агломерации. Особое внимание было уделено решениям на уровне Варшавской агломерации, которые были подвергнуты исследованиям с помощью диагностического опроса, проведенного среди сотрудников органов самоуправления. Приглашаем вас прочитать эту работу.

Темы, связанные с безопасностью, объединяют различные области и дисциплины науки. Из-за растущего интереса к этому вопросу и стремления редакции распространять опубликованные знания, мы решили расширить лицензию статей в WiTR до лицензии CC-BY-SA. Благодаря появлению статей на основании свободной лицензии CC-BY-SA, авторы и читатели смогут использовать опубликованные работы с меньшими ограничениями, сохраняя при этом надлежащие обозначения авторства цитируемой статьи. Это еще одно изменение, которое мы вводим, следуя тенденциям современных издательств.

В этом номере мы также хотели бы выразить искреннюю благодарность за сотрудничество доктору Магдалене Витт, которая занимала должность редактора тематического раздела „Служба спасения и медицина катастроф”. В начале 2018 года этот раздел возглавил д-р медицинских наук Мариуш Хомончик.

Приглашаем читателей ознакомиться со всеми работами, опубликованными в данном выпуске, с надеждой, что они окажутся интересными.

*Редакционный Совет*

# BiTP

BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA  
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

## WE INVITE YOU TO COOPERATION

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

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



Free open access publishing



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

- 14** Nie patrz mi na ręce. Wpływ obecności świadków na realizację zadań ratowniczych  
Paweł Strojny, Agnieszka Strojny, Weronika Kałwak, Anna Bańbura
- 24** Ochrona cyberprzestrzeni – wyzwanie naszych czasów?  
Magdalena El Ghamari
- 34** Wstęp do teorii bezpieczeństwa  
Jarosław Prońko, Beata Wojtasiak
- 50** Pojmowanie wyzwań, zagrożeń i ryzyka w bezpieczeństwie państwa  
Andrzej Glen

---

## BADANIA I ROZWÓJ

- 60** Innowacyjna metoda dostarczania wody do spożycia w sytuacjach kryzysowych  
Sławczo Denczew
- 66** Model matematyczny zmian stężenia wodoru w atmosferze. Rzeczywista sytuacja obliczeniowa dla obiektu z systemem wentylacji  
Anna Zieliń, Tomasz Drzymała, Sylwester Kieliszek, Aneta Łukaszek-Chmielewska
- 76** Dynamika cząsteczek proszku gaśniczego podczas podawania go w kierunku pożaru metodą impulsową  
A.I. Kitsak
- 86** Zastosowanie technologii laserowych i światłowodowych w celu zwiększenia skuteczności pracy nowoczesnych optycznych czujek dymu  
Y.S. Ivanov, A.P. Lushchik, A.I. Kitsak, D.L. Yesipovich
- 94** Nowa koncepcja ochrony przeciwwybuchowej urządzenia wykorzystująca osłonę nadciśnieniową oraz stacjonarną instalację azotu  
Szymon Ptak

---

## STUDIUM PRZYPADKU – ANALIZA ZDARZEŃ RZECZYWISTYCH

- 102** Model zarządzania kryzysowego dużą aglomeracją miejską  
Tadeusz Szczurek, Patrycja Bryczek-Wróbel

---

## WYDARZENIA

- 118** Innowacyjne technologie w straży pożarnej  
KONFERENCJA NAUKOWA

# CONTENT/СОДЕРЖАНИЕ

---

## HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES IN THE CONTEXT OF SAFETY/

### ГУМАНИСТИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ НА БЛАГО БЕЗОПАСНОСТИ

- 14** Take Your Eyes off Me. The Effect of the Presence of Witnesses on the Conduct of Rescue Operations/ Не смотри мне под руки. Влияние присутствия свидетелей во время спасательных действий  
Paweł Strojny, Agnieszka Strojny, Weronika Kałwak, Anna Bańbura
- 24** Cyberspace Protection – the Challenge of Our Time?/Защита киберпространства – вызов нашего времени?  
Magdalena El Ghamari
- 34** An Introduction to the Theory of Safety/Введение в теорию безопасности  
Jarosław Prońko, Beata Wojtasiak
- 50** Understanding Challenges, Threats and Risks related to National Security/Понимание требований, угроз и рисков в безопасности государства  
Andrzej Glen

---

## RESEARCH AND DEVELOPMENT/ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ

- 60** An Innovative Method for Supplying Water for Consumption in Crisis Situations/Инновационный метод доставки питьевой воды в кризисных ситуациях  
Sławczo Denczew
- 66** A Mathematical Model of the Change of Hydrogen Concentration. Sample Computations for a Real-Life Situation in a Ventilated Room/Математическая модель изменения концентрации водорода в атмосфере. Расчёт реальной ситуации для объекта с системой вентиляции  
Anna Zielić, Tomasz Drzymała, Sylwester Kieliszek, Aneta Łukaszek-Chmielewska
- 76** The Dynamics of Dry Chemical Powder Particles Towards the Fire Source During Their Pulse Feeding into the Combustion Zone/Динамика частиц огнетушащего порошка на пути к очагу пожара при импульсном способе подачи его в зону горения  
A.I. Kitsak
- 86** The Application of Laser and Fibre-Optic Technologies for the Improvement of the Efficiency of Modern Optical Smoke Detectors/Применение лазерных и оптоволоконных технологий для повышения эффективности работы современных оптических дымовых пожарных извещателей  
Y.S. Ivanov, A.P. Lushchik, A.I. Kitsak, D.L. Yesipovich
- 94** A New Concept of Electrical-Equipment Explosion Protection Utilising Pressurised Enclosures and Stationary Nitrogen Installations/Новая концепция защиты устройства от взрыва, использующая защиту для высокого давления и стационарной установки с азотом  
Szymon Ptak

---

## CASE STUDY – ANALYSIS OF ACTUAL EVENTS

### ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ – АНАЛИЗ РЕАЛЬНЫХ СОБЫТИЙ

- 102** Crisis Management Model for Large Urban Agglomerations/Модель кризисного управления в большой городской агломерации  
Tadeusz Szczurek, Patrycja Bryczek-Wróbel

Paweł Strojny, Ph.D.<sup>a),b),\*</sup>, Agnieszka Strojny, Ph.D.<sup>a),b)</sup>, Weronika Kałwak, Ph.D.<sup>a),c)</sup>, Anna Bańbura, M.A.<sup>a),c)</sup>

<sup>a)</sup>Nano Games sp. z o.o.

<sup>b)</sup>Faculty of Management and Social Communication, Jagiellonian University

<sup>c)</sup>Institute of Psychology, Jagiellonian University

\*Corresponding author: p.strojny@uj.edu.pl

## Take Your Eyes off Me. The Effect of the Presence of Witnesses on the Conduct of Rescue Operations

Nie patrz mi na ręce. Wpływ obecności świadków na realizację zadań ratowniczych

Не смотри мне под руки. Влияние присутствия свидетелей во время спасательных действий

### ABSTRACT

**Aim:** During rescue operations, firefighters function in a social setting, and therefore they remain under social influence and exert it themselves. One of the subtle manifestations of social influence is the social facilitation effect in changing the speed and quality of operations as a result of being watched by other people. This phenomenon seems to be explained by the attentional model, which predicts that in the presence of third parties attention is narrowed, which may lead to deterioration of, or improvement in, task performance (depending on conditions). The authors addressed the research question whether firefighters are affected by the phenomenon of social facilitation during rescue operations – the presence of bystanders affecting the performance of their tasks.

**Design and methods:** To answer the question of whether, during rescue operations, firefighters may be subject to the phenomenon of facilitation induced by the presence of bystanders, we conducted an exploratory qualitative study based on 18 partially-structured interviews inspired by the phenomenological method, with rescuers from the State Fire Service. The interviewees' responses were subjected to content analysis in terms of the behaviour of bystanders witnessing their activities. Interviews were analysed according to IPA with the use of qualitative data analysis software Atlas.ti.

**Results:** Our analysis of the interviews suggests that social circumstances during rescue operations are conducive to the occurrence of the phenomenon of social facilitation. The collected data indicating the witnesses' impact on firefighters allowed two different types of bystander behaviour, which impair the work of firefighters during operations: documenting actions of firefighters by witnesses (e.g. by recording) and conscious hindering of fire-fighting operations. The collected material also allows us to draw the conclusion that, for the rescuers in these situations, the presence of witnesses is emotionally charged – the witnesses evoke emotions (such as fear of consequences).

**Conclusions:** The results suggest that the course of rescuers' operations is influenced by bystanders. In addition, we identified some factors that especially hinder these activities. From a practical point of view, the filming of rescue operations by bystanders seems to be the most problematic. It is likely that this practice, which has a negative impact on the course of rescue activities, will intensify in the near future. Thus the system should be prepared for the increasing pressure from witnesses, and in particular should provide training to equip rescuers with the skills necessary to minimise the negative consequences of the audience effect.

**Keywords:** audience effect, social influence, rescue operations, social facilitation

**Type of article:** short scientific report

Received: 30.11.2017; Reviewed: 12.01.2018; Accepted: 10.04.2018;

Percentage contribution: P. Strojny – 50%; A. Strojny – 20%; W. Kałwak – 20%; A. Bańbura – 10%;

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 14–22, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.1;

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

### ABSTRAKT

**Cel:** Strażacy podczas działań ratowniczych funkcjonują w otoczeniu społecznym, w związku z tym pozostają pod wpływem społecznym i sami go wywołują. Jednym z subtelnych przejawów wpływu społecznego jest efekt facylitacji społecznej polegający na zmianie w szybkości i jakości wykonania zadań w wyniku bycia obserwowanym przez inne osoby. Zjawisko to zdaje się wyjaśniać model uwagowy, który przewiduje, że pod wpływem obecności osób trzecich zawężeniu ulega uwaga, co może prowadzić do pogorszenia lub poprawy (w zależności od warunków) wykonania zadania. Autorzy postawili hipotezę, że strażacy podczas działań ratowniczych podlegają zjawisku facylitacji społecznej – obecność osób postronnych wpływa na przebieg wykonywanych przez nich zadań.

**Projekt i metody:** Aby odpowiedzieć na pytanie, czy strażacy podczas działań ratowniczych mogą podlegać zjawisku facylitacji wywołanemu przez obecność osób postronnych, przeprowadzono eksploracyjne badanie jakościowe oparte na osiemnastu inspirowanych metodą fenomenologiczną i częściowo-ustrukturyzowanych wywiadach z ratownikami Państwowej Straży Pożarnej. Wypowiedzi badanych analizowano pod kątem zachowań osób postronnych będących świadkami prowadzonych działań. Treść wywiadów była rozpatrywana zgodnie z wytycznymi IPA, przy użyciu oprogramowania wspomagającego analizę jakościową (Atlas.ti).

**Wyniki:** Analiza wywiadów pozwala przypuszczać, że okoliczności społeczne podczas działań ratowniczych sprzyjają występowaniu zjawiska facylitacji społecznej. Zgromadzone dane, wskazujące na oddziaływanie świadków zdarzenia na strażaków, pozwoliły na wyodrębnienie dwóch grup zachowań osób postronnych, które w szczególności pogarszają funkcjonowanie strażaków podczas działań: dokumentowanie działań przez świadków (np. poprzez nagrywanie) oraz świadome utrudnianie działań. Zebrany materiał pozwala również na wyciągnięcie wniosku, że dla ratowników w tych sytuacjach obecność świadków jest nacechowana emocjonalnie – świadkowie wzbudzają emocje (np. lęk przed konsekwencjami).

**Wnioski:** Uzyskane wyniki wspierają hipotezę o wpływie osób postronnych na przebieg wykonywanych przez ratowników działań. Dodatkowo wskazano czynniki, które w szczególności sposób te działania utrudniają. Z praktycznego punktu widzenia szczególną uwagę przyciąga problem filmowania akcji ratowniczych. Można przewidywać, że to negatywnie wpływające na przebieg działań zjawisko, będzie w najbliższym czasie się nasilać. Rodzi to konieczność przygotowania systemu na coraz większą presję ze strony świadków zdarzeń, zwłaszcza poprzez szkolenie ratowników w zakresie minimalizowania negatywnych konsekwencji efektu audytorium.

**Słowa kluczowe:** efekt audytorium, wpływ społeczny, działania ratownicze, facylitacja społeczna

**Typ artykułu:** doniesienie wstępne

Przyjęty: 30.11.2017; Zrecenzowany: 12.01.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Procentowy wkład merytoryczny: P. Strojny – 50%; A. Strojny – 20%; W. Kałwak – 20%; A. Bańbura – 10%;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 14–22, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.1;

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

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Пожарные во время спасательных действий работают в социальной среде. В связи с этим они подвергаются социальному влиянию, а также сами его создают. Одним с тонких проявлений социального влияния является эффект социальной фасилитации, заключающийся в изменении скорости и качества выполнения задач в результате нахождения под наблюдением других лиц. Это явление объясняет модель внимания, согласно которой под влиянием присутствия третьих лиц ограничивается внимание, что может привлечь к ухудшению или улучшению (в зависимости от условий) выполнения задачи. Авторы представили гипотезу, что пожарные во время проведения ими спасательных действий подвергаются эффекту социальной фасилитации и присутствие третьих лиц влияет на ход выполняемых ими действий.

**Проект и методы:** Чтобы ответить на вопрос о том, могут ли пожарные во время спасательных действий находиться под влиянием фасилитации, вызванной присутствием посторонних лиц, было проведено исследование на основе восемнадцати частично структурированных интервью с пожарными Государственной Пожарной Службы, подготовленных с учетом феноменологического метода. Ответы респондентов были подвергнуты анализу согласно поведению посторонних лиц, которые были свидетелями проводимых действий. Содержание интервью было проанализировано в соответствии с рекомендациями интерпретативного феноменологического анализа (IPA), с использованием программного обеспечения, поддерживающего качественный анализ (atlas.ti).

**Результаты:** Анализ интервью предполагает, что социальные обстоятельства во время спасательных действий способствуют возникновению социальной фасилитации. Собранные данные, свидетельствующие о влиянии свидетелей события на пожарных, позволили идентифицировать две группы поведения третьих лиц, которые особенно ухудшают работу пожарных: документирование действий свидетелями (например, путем видео-записи) и сознательное усложнение действий. Собранный материал также позволяет сделать вывод, что у спасателей в этих ситуациях присутствие свидетелей вызывает эмоциональное напряжение (например: страх перед последствиями).

**Выводы:** Полученные результаты подтверждают гипотез о влиянии посторонних лиц на ход действий выполняемых спасателями. Кроме того, указаны факторы, которые особенно мешают в этих действиях. С практической точки зрения особое внимание уделяется проблеме съемок спасательных работ. Можно предсказать, что это явление, негативно влияющее на ход действий, будет в ближайшем будущем усиливаться. Это приводит к необходимости подготовки системы на увеличивающееся давление со стороны свидетелей инцидентов, в частности, путем обучения спасателей того, как они могут свести к минимуму негативные последствия эффекта аудитории.

**Ключевые слова:** эффект аудитории, социальное влияние, спасательные действия, социальная фасилитация

**Вид статьи:** предварительный отчет

Принята: 30.11.2017; Рецензирована: 12.01.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Процентное соотношение участия в подготовке статьи: P. Strojny – 50%; A. Strojny – 20%; W. Kałwak – 20%; A. Bańbura – 10%;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 14–22, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.1;

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/>).

## Introduction

Participation in rescue operations is associated with physical and psychological risks and difficulties, therefore improving training for firefighters also includes psychological factors. The qualitative research on the experiences of firefighters participating in rescue operations shows that one of the most difficult

challenges they meet is the presence and inappropriate behaviour of witnesses and bystanders. These must be regarded primarily as hindrances of a psychological nature, although study participants also stressed the resulting physical threat to the health and life of both the witnesses and themselves, as well as a threat to the success of the rescue operation. An important skill for firefighters is therefore the ability to deal with



bystanders during their operations. The main area of interest is the psychological aspects of the presence of witnesses; one of these may be the social facilitation effect, which is the topic of this paper.

In this paper we present a selected part of results from the broader research project designed to describe and understand the experience of active participation in rescue operations. Especially the psychological states and their possible influence on the conduct of rescue operations were of our interest in the project. This part concerns firefighters' experience of witnesses' presence during rescue operations. Although the aim and method of our research were basically exploratory, the interpretative-phenomenological approach that we adopted allowed us to draw from existing concepts and theories in the later steps of our qualitative data analysis, whenever it facilitated better understanding of the phenomenon in question [1]. Therefore, we decided to propose an interpretation of the experience of witnesses' presence during rescue operation in terms of social facilitation theory. The results based on reports on subjective experiences interpreted in the course of research do not show whether the effect of social facilitation occurs in this context. However, they may be an interesting starting point for further qualitative and quantitative analyses and experiments, focused precisely on social facilitation, identifying outcomes potentially important for practice.

In this paper our focus is not on the general characteristics of the firefighters' experience of rescue operations, but we rather explore its relatively narrow segment, which is understood here in terms of the social influence to which firefighters are exposed during their operations. We focus on the facilitation effects and social inhibition, which, as suggested by the theory of social influence, can affect firefighters' efficiency. The following sections present the analysis of the psychological situation firefighters find themselves in, as viewed from a societal perspective, a brief review of the literature on the beneficial and harmful effects of the presence of witnesses, and selected results of our own research concerning witness behaviour experienced by firefighters that, according to our interpretation, could result in social facilitation or inhibition. The last section presents some practical conclusions and outlines future research directions.

Because of the explorative nature of this study, special emphasis was placed on gathering data from participants representing various specializations and levels of experience.

## Are firefighters affected by social influence?

Social influence is defined as a process which induces changes in individual behaviour, opinions or feelings, as a result of what other people do, think or feel [2]. According to this definition, people interact with each other in a continuous and mutual fashion, and the only condition for social influence is the existence of a social relationship between a minimum of two people. The will to influence any party is not necessary, nor is the awareness of the fact of being subject to influence.

However, the widespread phenomenon of social influence should not be equated with more specific concepts such as social influence techniques [3] and conformity [4]. The effects of social influence may not always be presented as spectacular proneness to making obvious mistakes under group pressure, as in the classic experiments by Asch [5], or increased susceptibility to granting requests as a result of the application of the techniques of social influence (e.g. "Fear-Then-Relief" [6], [7]) investigated in recent years. In everyday life we succumb far more often to the much more subtle interactions with other people, which may have specific consequences.

Given the fact that firefighters remains in contact with many people during rescue operations, it is expected that they will be subject to social influence. This has also been noted by other researchers – for example Kassin, Fein and Markus [8], who postulate participation in exercises aimed at preventing the adverse effects of the presence of observers during real rescue operations. These exercises may be carried out both by conventional methods and through virtual reality simulators.

One of the phenomena studied extensively in the field of social influence is the twin effect of social facilitation and inhibition. These effects involve the unconscious tendency to change one's behaviour due to the presence of observers. Asking questions about the circumstances, causes and consequences of the social facilitation effect in the context of firefighters, who almost never work in isolation, seems to be justified.

## The effect of social facilitation

The phenomenon of social facilitation/inhibition (sometimes also called "the audience effect" or "the facilitation effect") is defined as the tendency to change one's behaviour due to the influence of observers [9]. The first researcher to describe the effect of social facilitation was Norman Triplett [10], who compared the times achieved by cyclists depending on whether they took part in a race alone or in a group. He discovered that people riding in a group achieved better results than those racing individually. This phenomenon explained the existence of "hidden" capabilities, which are activated in the presence of other people.

This effect was first described in the 19th century, but perhaps the most groundbreaking results were published by Zajonc, Heingartner and Herman in their 1969 paper [11]. The results they obtained gave rise to the identification of the "other side" of the effect: social inhibition – they provided evidence for detrimental consequences of an audience presence in some conditions. This phenomenon is also well-established in studies far beyond the typical psychological laboratory [11].

Growing interest in the duality of the nature of the audience effect, which could lead to both improvement in, and deterioration of, efficiency, has resulted in numerous empirical papers. According to the results of a meta-analysis of 241 studies on this effect [12], the presence of third parties increases the speed and accuracy of execution of simple, well-learned tasks, but decreases these when the tasks are complex and poorly trained/rehearsed.

An interesting trend in recent years has been the study into the facilitation effect in interaction with virtual reality. Results of Murray et al. [13] and previous research (e.g. [14], [15], [16]) provide evidence not only on the shift in the effectiveness of actions due to the influence of third parties, but also on the ability to summon this effect using computer-generated “observers”.

Psychological literature abounds in research reports documenting the occurrence of the facilitation effect using different operationalisations of variables, but from the perspective of this study, the authors decided to limit themselves to presenting the above few examples. They are connected by the fact that the dependent variable is not in their case psychological in nature (e.g. solving arithmetical problems) but remains in close connection with the activities of firefighters; in each of the three studies the effectiveness of the operations was determined not only by mental acuity, but also by the ability to motivate oneself to perform physical exercise.

### The mechanism of social facilitation and inhibition

As mentioned previously, the audience effect may cause either deterioration of, or improvement in, a given action. Attempts to explain this duality have been based on different approaches; one of the two most important ones is that put forward by Zajonc [17], who sees the mechanism of the observed interaction in the growth of excitation due to the influence of the observer. In contrast, the second approach (Baron [18]) postulates that the presence of observers affects the functioning of attention, forcing greater concentration, which can lead to better or worse performance of the tasks under certain conditions. Despite its theoretical character, this dispute may be crucial for formulating a hypothesis concerning the relationship between the presence of witnesses and the occurrence of facilitation or inhibition in firefighters.

Proponents of Zajonc's concept argue that the presence of observers causing deterioration in task performance is mediated by physiological arousal. In other words, it can be expected that a third party observing the actions of the subjects raises the firefighters' level of stimulation. It is known that increased stimulation leads to an increase in the likelihood of a dominant reaction in given circumstances. For example, if experienced firefighters undertake medical rescue operations, their prevailing response (as a result of multiple exercises and acquired experience) is first the assessment of the airway, breathing and circulation, and only then further medical assessment (based on the document *The principles of organisation of medical rescue in the national fire and rescue service*, July, 2013, procedure no. 2). Following Zajonc's line of reasoning, the greater their agitation, the more likely they are to use frequently practised procedures in the correct order. In contrast to professionals, untrained witnesses trying to help may proceed in a different way, giving vent to natural curiosity, for example looking at harmless injuries attracting their attention prior to the assessment of the airway, breathing and circulation. According to the predictions of Zajonc's model, the greater their stimulation, the greater the likelihood of a dominant response – in

this case an incorrect one. Difficult tasks, according to Zajonc's approach, are those that have not been rehearsed.

Baron proposes a different mechanism for inducing the effect of social facilitation. According to his definition, a task defined as difficult is one that is complex and requires an attentional selection of stimuli – for example, ignoring unnecessary information. This model predicts that a third party may act as a distractor and force the individual to save their attention resources. Distracting attention from the task may affect performance in two ways. If the task is simple, all that is necessary for its implementation is readily available information, the task will be performed faster and more efficiently – thanks to the filtering of unnecessary clues. However, if the task is complex and its implementation requires consideration of many factors, filtering out some important clues means it will lose quality and pace. Using the previous example, it can be expected that firefighters can perform better in the presence of a third party with an uncomplicated case; they will perform the procedure faster partly because their limited attention will not allow them to search for rare symptoms, which in this case are not present. However, if the injured person exhibits unexpected symptoms (i.e., injuries are seemingly harmless but in fact require increased attention), this limited focus can lead to a deterioration in task performance.

The difference between these two approaches lies in the understanding of the difficulty of the task and the observed central point of different situations. Zajonc's approach focuses on the differences in the learned tasks, while according to Baron, these differences affect the proposed mechanism for explaining the phenomenon. In the context of rescue operations this is not a trivial dispute. It is easy to see that if Zajonc were right, then for the facilitation effect to occur it would be necessary to increase the stimulation of firefighters performing in the presence of third parties. During rescue operations, firefighters may be subject to extreme stimulation, which manifests itself as a significantly increased heart rate. According to Barnard and Duncan's research [19], this may be an average increase by 47 beats per minute in response to the alarm signal itself. Taking this into account, it is difficult to expect further significant growth in stimulation due to the influence of third parties, thus it would be difficult to expect the social facilitation effect. If Baron's model was, in turn, correct, a similar restriction should not take place because the focus is not on the growth in stimulation, but rather on avoiding distraction. Firefighters' mental situation in this case allows us to expect opportunities for active allocation of attention resources because, according to the results of other authors, the attention of firefighters is more extensive than intensive (specific distinction of types of attention: [20]). This means that they do not focus exclusively on one task, but rather cover the entire area of activity, so there is a reserve of attention in the event of the need for further concentration.

### Behaviour of witnesses which may cause the social facilitation effect

Other research on the facilitation effect provides additional information on the likelihood of it occurring in specific

situations. Many papers on this topic have shown that the determining factor is not so much the mere presence of others, but the extent to which they focus their attention on the individual. In other words, sometimes the very fact that someone is present during the execution of a task is not enough, because it is necessary that they focus their attention on the activities of the individual. This phenomenon occurred in the research by Huguet et al. [21]: the audience, which itself was evidently occupied with its task, did not affect the effectiveness of the subjects in a statistically significant way. Circumstances that clearly improved the performance of the task occurred when the third parties watched the actions of the subject; in this particular situation a strong social facilitation effect was revealed. This fact may also be relevant to the specific situation of rescue operations. It can be expected that the presence of other people involved in their tasks (e.g. other rescue operatives) will only slightly affect the occurrence of the facilitation effect. However, bystanders – who by definition are not involved directly in the operation – can cause this effect. The question arises: can these witnesses, provided that their presence is noticed by firefighters, constitute a source of the social facilitation effect for the rescuers? The answer for this question was the central objective of the qualitative data analysis described below.

## Method

We conducted 18 semi-structured interviews, inspired by an interpretative-phenomenological approach (IPA) [1], based on an interview guide serving as a reference for collecting detailed descriptive qualitative data on fire-fighters experience of participation in rescue operations. The sample included operatives from the National Fire Brigade with a wide range of length of service, rank and type of tasks performed in the service (rescue operatives, firefighters, drivers, commanders, instructors), and members of the Voluntary Fire Brigade (three out of 18 people). Because the process of recruiting experts or members of public trust professions to qualitative interviews may be challenging [22], we opted for relatively relaxed criteria and a compound scheme of recruiting participants. We invited firefighters to participate in the research mainly by snowball sampling, although every round of sampling was purposefully started separately in the firebrigade unit we managed to involve in cooperation with our research team following permission from the unit's commander.

The only criteria adopted in snowball sampling was, first, active participation in rescue operations of all firefighters in the group and, second, the variety of functions and types of duty related to the seniority of participants (we directly asked them to contact us with colleagues having various work experience). The reason for this was not a presupposition of any specific relationship between seniority or function in the fire brigade and subjective experience of participation in rescue operation, since we had no basis for any such hypotheses. Instead, we wanted to obtain data giving access to as wide a range of firefighters' experiences as possible. Because of the exploratory character of our research, we had no reasons to initially restrict

the group to participants with any specific work experience or type of duty. We intended to get detailed descriptions of their subjective experience of participation in rescue operations, as diverse as possible, in order to gain some initial understanding of the phenomenon in question. To meet the requirements of the adopted approach, the number of participants was initially determined as 15-30. IPA methodology consists of idiographic as well as nomothetic phases and demands very detailed analysis. Therefore, the number of participants must be restricted and at the same time large enough to provide sufficient material for identification of at least initial tendencies in the data. Finally, we interviewed 18 participants because at this stage we seemed to have achieved data saturation.

Following the confidentiality principles and research ethics, all subjects agreed in writing to participate in the interviews, which were audio-recorded with their consent. All of the interviews were conducted in similar, comfortable conditions, by one researcher with no other witnesses. During interviews, lasting from 30 to 90 minutes, participants were asked to recall one or more events in which they had participated in the past and to describe how they had experienced it. The fully transcribed qualitative interviews, which served to reconstruct the practices and experience of participation in rescue operations, were analysed according to IPA [1] with the use of qualitative data analysis software Atlas.ti. One of the themes emerging from the exploratory analysis was the role of bystanders, witnesses, victims and other individuals in the course of operations. Here we focus entirely on this theme by presenting five major categories of firefighters' experience related to social influence, interpreted in light of the facilitation/inhibition theory. Our study was conducted on the basis of a positive opinion from the Ethics Committee of the Applied Psychology Institute at the Jagiellonian University, and was conducted in compliance with the rules of ethics.

## Results

Presentation of the results is structured around five categories of firefighters' experience interpreted in light of social influence theory that we expressed as questions referring to the theory of social facilitation.

**Do firefighters notice the presence of bystanders?** This seemingly trivial question concerns the basic condition of the facilitation effect: the awareness of the presence of witnesses. This category is built around a contrast found in firefighters' reports of routine events with relatively low risk vs. those in which the risk to the lives of the participants increases their motivation. On the one hand, awareness of the presence of bystanders and the problems this entailed was one of the most frequently discussed topics. Common statements concerned their being fully aware of the presence of witnesses, especially when their behaviour attracted attention (e.g. Participant 3: "You don't see those people, except it's also a question of their behaviour. Because if we know that we have to act, we have orders, and then someone suddenly enters that zone or behaves badly, they also attract our attention"; Participant 16: "Because generally once you've run out of water, then all those onlookers

also start creating stress. Everyone is shouting, everyone knows best, even though they aren't doing anything and are just causing extra stress"). On the other hand, when firefighters are highly motivated during a particularly dangerous event, they do not even notice the bystanders. In such situations, the awareness of the presence of witnesses is very low, especially in highly experienced personnel. In those cases, the likelihood of the facilitation effect influenced by bystanders appears to be lower. It is notable that firefighters actively seek and exchange information on whether they expect to see bystanders, which may be evidence of the fact that they experience it as a problem, including the facilitation effect/social inhibition (e.g. Participant 1: "Of course there is a whole communication network telling us that media are arriving at the scene, that people are calling in to ask what's going on, telling us to get ready. So it serves as useful information for us, helping us prepare for the arrival of the press at any moment"). It is also notable that bystanders are sometimes actually asked for help with minor and safe tasks, in a way engaging them with the rest of the rescue team and shifting their role from "observers" to "participants"; this means we should ask about how the likelihood of the social facilitation changes in such a situation.

**Do firefighters think that the bystanders focus on the rescue operatives?** According to the evaluation apprehension model devised by Cottrell [23], the presence of bystanders may be insufficient to bring about the social facilitation effect; it only occurs when the actors anticipate that they will be assessed by witnesses. Empirical studies confirm that the mere presence of people who are not showing any interest in the actors may be insufficient to cause the facilitation effect, and the key element is the bystanders' attention, e.g. [24]. In this light, if firefighters believed that the bystanders focus their attention on them, this would increase the likelihood of the facilitation effect in this context. This is not as obvious as it sounds, since many rescue operations include events of particular interest to bystanders. In the subjective view of firefighters, rescue operations could be more attractive than their participants; on the flip side, firefighters may believe that they are the main source of interest. Rescue operatives report that they can feel it when bystanders focus their attention on them. This is described verbally (e.g. witnesses trying to interact with firefighters, Participant 1: "Sometimes they want to ask something, you know. And sometimes they want to say they've seen something. Sometimes they are people who took part, maybe as witnesses: 'You wouldn't believe what I've seen, I know better, that's not how it was'"). Sometimes, statements of witnesses describing their interest in rescue operatives are not aimed at them directly (e.g. Participant 1: "The crowd had already assembled, and you could hear in the distance, 'Hey! Guys, grab some buckets, the firefighters can't put the fire out!'"). Additionally, reports of non-verbal responses reveal a strong sense of being the centre of witnesses' attention (e.g. documentation of rescue operations; Participant 6: "There are crowds of onlookers filming everything. In the beginning it's like... how can I describe it... It means a sense of uncertainty, because when someone films your every move then it doesn't matter what you're doing, you know you're being

recorded"). There can be no doubt that the attention of bystanders is perceived as being focused on firefighters.

**Are there any interactions between firefighters and bystanders?** If interactions do occur between firefighters and bystanders, it makes social facilitation in rescue operations all the more likely. Interviews with firefighters reveal many statements on various degrees of interaction (verbal, physical; e.g. attempts to strike up a conversation as quoted above, or bystanders entering the area of the rescue operation). In many reports, the participants also reported actively avoiding interaction, most frequently citing marking and isolating the incident, screening off the area where help is being given or asking people trying to engage to talk to other operatives (e.g. Participant 1: "So then, if those people really have something constructive to say, we ask them to talk to the police"; Participant 4: "It makes us extra sensitive to keep an eye on bystanders, who often get in the way of rescue operations. They come over, ask questions, you know. We're supposed to be doing our job, making decisions, and these people sometimes wander around, so we have to work with the police who are also called to these situations, specifically to work together and get them to remove such people from the site"). Isolating and screening off the area where help is being given has become or at least is becoming a permanent element of procedures forming part of rescue operations; it can be regarded as practical and expected evidence for the existence of social inhibition. Many years of experience indicate that the presence of bystanders makes it difficult for firefighters to focus their attention on carrying out their actions quickly and efficiently; this means that even without naming the effect, solutions have been introduced to minimise the intensity of social inhibition.

**What kinds of behaviour have a particularly strong effect on the actions of rescue operatives?** The interviews we analysed feature two types of behaviour which clearly stand out for the participants: documentation of their actions, and deliberate, frequently malicious, hindering of their actions. This does not mean situations when the individuals cannot be held fully responsible for hampering rescue operations (for example out of grief or despair, or out of fear for their own lives), but rather those when the source of difficulties are the bystanders themselves. Although the social facilitation effect does not devote much attention to specific actions taken by witnesses, the strong focus on those issues means the topic cannot be ignored. Reports on how rescue operations are documented are consistent; one of the common motives is that of bystanders taking out their phones and recording the scene, even to the point of interrupting their previous activities (Participant 1: "It's really common for passers-by who have no part in the event to stop to look, peer in, take photos, use flash. For them it's really important to find out what happened"). Participants also reported other ways in which bystanders hinder their actions, frequently mentioning malicious verbal comments (e.g. Participant 4: "People who haven't the first idea of putting out fires or... of correct actions or procedures, who stand around and make comments or laugh"; Participant 16: "[...] these people shout [...], 'Go put the fire out there, that's where it's burning, don't just stand there!'") or violating basic safety principles



(Participant 5: "They push and shove because they desperately want to get their head in the window to see everything"; Participant 16: "And just being recorded on site of the operations when we're working, there are a lot of people wandering around, filming, gawping at us. They can just brazenly walk up to us and keep filming even though we're in a separated zone which they shouldn't enter") which frequently results in diverting the available resources when one of the rescue operatives has to leave their post to protect and herd away witnesses (Participant 8: "It also makes things more difficult, because one member of our team has to stop what they were doing"; Participant 4: "The role of this person is to gather those individuals, and tell them 'Please move along, please leave because this is the zone of operations,' right"). In both types of situations, the participants expressed their concern about the negative intentions of witnesses (e.g. Participant 7: "And now this person who was driving a different car can stand there filming and saying, 'Look, they're not helping that one there under that car'. And how am I supposed to know there's a pedestrian trapped underneath?"; Participant 9: "And in general bystanders don't know any of the sort of details firefighters simply need to think about. And when we have to think, that takes a second or whatever, so it's just a waste of our time. And someone goes, 'What are they doing?! Standing and looking! They could have done something by now!' Sure, maybe they could, but they could have died, or put someone else at risk of injury"). As well as natural sources of concern rooted in the context of their work and worry about malice (especially notable when it comes to filming, when firefighters expressed direct concern for their personal safety if the author of the recording chose to use it against them, e.g. Participant 6: "And anyone can post it online and later, I don't know, a supervisor, commander, colleague can see it and there will be consequences later"; Participant 16: "Luckily I have never found a video of myself online. But I think that it's personal for everyone, you know. We're already used to the fact that there's always someone with a mobile phone. We get photo reporters. They can get in anywhere, even when you explicitly tell them not to, they can squeeze through anyway. Even when you move them along they keep taking photos. You think after the end of the operation"), the emotional charge resulting from the presence of witnesses can also be regarded as evidence supporting the existence of social inhibition in this instance, perceived pre-reflexively as a general problem resulting from the presence of other people; the experience is described by firefighters as having the significance described above. If we take a look at the most powerful audience effect, we reveal a common characteristic which may be decisive in terms of the strength of the facilitation and inhibition effects. In those situations, the presence of bystanders has an emotional effect on firefighters: for example, they perceive their actions being documented as a potential risk of revealing real or perceived errors and fear the consequences of their being made public. Witnesses themselves frequently experience powerful emotions which can make them respond or act in certain ways, for example members of a victim's family may not come to terms with their injury or death and are highly distressed. It should

be noted that in its classical setting, social facilitation occurs "when the intensity of one animal's behaviour increases or decreases in the presence of another animal which does not otherwise interact with it" [25, p. 1]. This raises the question whether in situations of such a powerful effect of witnesses on rescue operatives we are not, in fact, dealing with an interaction which is a step beyond observation, and whether we are still dealing with the audience effect. There is no simple answer to this; on the one hand recording the actions of firefighters by bystanders is not an interaction per se, but on the other, it does involve stepping beyond normal behaviour. As such, it may be perceived as interfering in their work, which is clearly more than simple observation. Another important element is the aspect of recording the activities. In light of Cottrell's evaluation apprehension model [23], the very fact of recording video or taking photos of firefighters is clearly going to be perceived as direct evidence of being threatened by evaluation of witnesses, which should enhance the social facilitation effect.

**Do firefighters recognise the psychological consequences of the presence of witnesses?** The social facilitation effect does not assume that it will be consciously perceived; however, it seemed pertinent to ask whether this does happen with rescue operatives. Such a powerful perception of bystanders by firefighters unprepared for the interaction can not only contribute to a subtle social inhibition effect, but in certain cases it can cause irreparable harm to the rescue operation. Study participants can be divided into two groups: those declaring that such situations do not affect them (e.g. Participant 5: "If we're talking about getting stressed about other people's behaviour then sure, we often get it when someone under the influence of alcohol starts going on about something, raises their voice and so on. But I am not afraid of this sort of thing, it doesn't stress me out") vs. those who see it as a problem (e.g. Participant 1: "It can be stressful to know that you can make a mistake and then someone who has recorded it uses it against you"). However, this should not be used to conclude that resistance to the behaviour of witnesses is a constant; on the contrary, it depends on a range of factors varying between individuals and situations (e.g. the firefighter's experience, the significance and seriousness of a given rescue operation), especially given that the participants talked about taking part in many incidents. The motif of experience, in particular of serious rescue operations posing a threat which in turn increases the resistance to the inhibition effect, can support the theory about the benefits of training firefighters in acting while exposed to being witnessed by bystanders (for example using simulations).

## Summary

The paper presents the phenomenon of social facilitation and inhibition as one that potentially concerns firefighters during rescue operations.

Taking into consideration the specific tasks performed by firefighters (such as controlling the site of the operation), we

can posit that they may be more at risk of the phenomenon than other individuals who perform tasks which are equally physically demanding but which do not attract the attention from bystanders. Results of analyses confirm that firefighters and witnesses notice one another and occasionally enter into interactions. The main factors identified by firefighters as hindering their work are the fact of being filmed and witnesses' engaging in malicious interference. The former in particular is likely to become increasingly significant in the near future due to the growing access to devices which can be used for audio-visual recording. Therefore, social inhibition should be considered a possible negative consequence of video surveillance alongside other consequences such as decreased job satisfaction and affective commitment [26]. It is important to distinguish the purpose of recording, according to Welles, Moorman and Welner [27], monitoring perceived as aimed at development is associated with higher levels of job satisfaction, organizational commitment, and perceived obligation in comparison to monitoring intended to assess the person; in the case of video-recording performed by casual onlookers the perceived goal will be probably harmful in the majority of cases. Qualitative analyses did not suggest that firefighters were aware of the social facilitation effect *per se*. In the context of previous research, this comes as no surprise; for example, Murray et al. [13] identified the facilitation effect in rowers who were unaware of it themselves. However, this does not change the fact that firefighters' reports regularly mention witnesses who affect their actions by making them more difficult; this may suggest that firefighters intuitively perceive the facilitation effect.

Qualitative studies have a defined aim; they can be used to explore the entire issue at hand, but in and of themselves they do not provide a basis for drawing conclusions on the existence of the phenomenon in a larger population. In spite of the fact that qualitative analyses have identified factors which support the social facilitation effect, there is a need to conduct future standardised experiments with the participation of firefighters to allow us to learn whether the effect is present and what drives it. The next step should focus on counteracting the social inhibition effect and on promoting social facilitation where possible. Both aims can be achieved through experiments conducted during training courses through traditional exercises, simulations and using innovative tools such as simulators of rescue operations. This study forms part of a project designed to develop a prototype of such a tool.

Following the study, we can draw two practical recommendations. The first concerns the need to prepare systems for the increasing pressure from witnesses. Our results highlight potential problems resulting from the growing access to new technologies; when firefighters are aware of their actions and any mistakes' being potentially made public, they may tend to focus more on concealing such errors than on their work. The situation may get more difficult in the coming years given the increasing popularity of remote devices such as drones. The second conclusion concerns tools used in training; they must be devised in such a way that the participants can experience virtual pressure from witnesses in order to become accustomed to it. Tools which are likely to become especially useful

are virtual reality simulations, some of which are already used in the training on acting under social pressure (such as public performances [28]).

## Acknowledgements

The project is implemented by Nano Games and co-financed under the Smart Growth Operational Programme, Sub-measure 1.1.1. Industrial research and development work implemented by enterprises. The total project value is PLN 5,154,457.56; the grant value is PLN 3,565,775.11.

## Literature

- [1] Smith J.A., Flower P., Larkin M., *Interpretative Phenomenological Analysis: Theory, Method and Research*, Sage, London 2009.
- [2] Wojciszke B., *Psychologia Społeczna*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa 2011.
- [3] Cialdini R., *Influence: Science and practice (4th ed.)*, Allyn & Bacon, Boston 2001.
- [4] Deusch M., Gerard H.B., *A study of normative and informational social influences upon individual judgment*, "The Journal of Abnormal and Social Psychology" 1955, 51(3), 629–636.
- [5] Asch S.E., *Opinions and social pressure*, "Scientific American" 1955, 193, 35–35.
- [6] Doliński D., Nawrat, R., *"Fear-Then-Relief" Procedure for Producing Compliance: Beware When the Danger Is Over*, "Journal of Experimental Social Psychology" 1998, 34, 27–50.
- [7] Gruszyła K., *Czy grozi nam potop? Wpływ huśtawki emocji na uległość wobec komunikatów perswazyjnych*, "Psychologia Społeczna" 2007, 2 01(03), 42–51.
- [8] Kassir S., Fein S., Markus H.L., *Social Psychology*. Wadsworth, Belmont 2010.
- [9] Strauss B., *Social facilitation in motor tasks: a review of research and theory*, "Psychology of Sport and Exercise" 2002, 3(3), 237–256.
- [10] Triplett N., *The dynamogenic factors in pacemaking and competition*, "The American Journal of Psychology, 18989 (4), 507–533.
- [11] Zajonc R.B., Heingartner A., Herman E.M., *Social enhancement and impairment of performance in the cockroach*, "Journal of Personality and Social Psychology" 1969, 13, 83–92.
- [12] Bond C.F., Titus L.J., *Social facilitation: A meta-analysis of 241 studies*, "Psychological Bulletin" 1983, 94, 265–292.
- [13] Murray E., Neumann D., Moffitt R., Thomas P., *The effects of the presence of others during a rowing exercise in a virtual reality environment*, "Psychology of Sport and Exercise" 2016, 22, 328–336.
- [14] Emmerich K., Masuch M., *The influence of virtual agents on player experience and performance*, "Materials of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play" (CHI PLAY), Austin 2016, 10–21.
- [15] Hall B., Henningsen D.D., *Social facilitation and human-computer interaction*, "Computers in Human Behavior", 2008, 24(6), 2965–2971.
- [16] Hoyt C.L., Blascovich J., Swinsh K.R., *Social inhibition in virtual environments*, "PRESENCE: Teleoperators & Virtual Environments" 2003, 12, 183–195.
- [17] Zajonc R.B., *Social facilitation*, "Science" 1965, 149, 269–274.
- [18] Baron R.S., *Distraction-conflict theory: Progress and problems*, [in:] *Advances in experimental social psychology*, L. Berkowitz (ed.), Academic Press, New York 1989, 1–40.
- [19] Barnard R.J., Duncan H.W., *Heart rate and ECG responses of fire fighters*, "Journal of Occupational Medicine" 1975, 17(4), 247–250.



- [20] Kolańczyk A., *Uwaga ekstensywna. Model Ekstensywności vs. intensywności uwagi*, „Studia Psychologiczne” 2011, 49, 7–27.
- [21] Huguet P., Galvaing M.P., Monteil J.M., Dumas F., *Social Presence Effects in the Stroop Task: Further Evidence for an Attentional View of Social Facilitation*, “Journal of Personality and Social Psychology” 1999, 77, 1011–1025.
- [22] Bogner A., *Expert Interviews – An Introduction to a New Methodological Debate*, [in:] *Interviewing Experts*, A. Bogner, B. Littig, W. Menz (eds.), Palgrave Macmillan, New York 2009.
- [23] Cottrell N.B., *Social Facilitation*, [in:] *Experimental Social Psychology*, McClintock C.G. (ed.), Holt, Rinehart and Winston, New York 1972.
- [24] Cottrell N.B., Wack D.N., Sekerak G.J., Rittle R.H., *Social facilitation of dominant responses by presence of others*, “Journal of Personality and Social Psychology” 1968, 9(3), 245–250.
- [25] Guerin B., *Social facilitation*. Cambridge, University Press, Cambridge 2009.
- [26] Jeske D., Santuzzi A.M., *Monitoring what and how: psychological implications of electronic performance monitoring*, “New Technology, Work and Employment”, 2015, 30(1), 62–78.
- [27] Wells D.L., Moorman R.H., Werner J.M., *The Impact of the Perceived Purpose of Electronic Performance Monitoring on an Array of Attitudinal Variables*, “Human Resource Development Quarterly” 2007, 18(1), 121–138.
- [28] Poeschl S., Doering N., *Effects of Simulation Fidelity on User Experience in Virtual Fear of Public Speaking Training – An Experimental Study*, “Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine”, 2014, 12, 66–70.

**PAWEŁ STROJNY, PH.D.** – is an associate professor at the Institute of Applied Psychology at the Jagiellonian University, and head of R&D at Nano Games sp. z o.o.. He is interested mainly in social relationships mediated by electronic media and factors determining engagement in computer games.

**AGNIESZKA STROJNY, PH.D.** – an experimental social psychologist. She works at the R&D department at Nano Games sp. z o.o. and as associate professor at the Institute of Applied Psychology at the Jagiellonian University. She is a member of the Polish Society of Social Psychology and Centre for Social Cognitive Studies Krakow. She is interested mainly in attribution processes and methodology of research into electronic media.

**WERONIKA KALWAK, PH.D.** – holder of Ph.D. in psychology and M.A. in philosophy from Jagiellonian University. She specialises in qualitative methodologies in psychology, and in particular in the context of studying the body, actions and perceptions, as well as experimental psychology.

**ANNA BAŃBURA, M.A.** – a Ph.D. student at the Health Psychology Unit at the Institute of Psychology at the Jagiellonian University. She works in qualitative methodology, existential psychology and evolutionary psychology and psychiatry. Her Ph.D. focuses on the stigma faced by people with mental disorders.

# BiTP

BEZPIECZEŃSTWO I TECHNIKA POŻARNICZA  
SAFETY & FIRE TECHNIQUE

## МЫ ПРИГЛАШАЕМ ВАС К СОТРУДНИЧЕСТВУ

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

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



Журнал индексирован  
в международных базах  
научных исследований

Бесплатная  
публикация  
в открытом доступе

Реклама статей на  
интернет-порталах  
для учёных

Журнал в перечне  
польского Министерства  
Науки и Высшего  
Образования

dr Magdalena El Ghamari<sup>a)</sup>\*

<sup>a)</sup>Collegium Civitas, Centrum Badań nad Ryzykami Społecznymi i Gospodarczymi CC, Pracownia Bezpieczeństwa Kulturowego / Collegium Civitas, Centre for Social and Economic Risk Research, Cultural Security Workshop

\*Autor korespondencyjny/Corresponding author: elghamari@op.pl

## Ochrona cyberprzestrzeni – wyzwanie naszych czasów?

Cyberspace Protection – the Challenge of Our Time?

Защита киберпространства – вызов нашего времени?

### ABSTRAKT

**Cel:** Głównym celem niniejszych rozważań jest identyfikacja ochrony cyberprzestrzeni w świetle Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej z 2014 roku, polskiej legislacji w zakresie ochrony przed cyberprzestępczością, polityki ochrony cyberprzestrzeni oraz postawy Unii Europejskiej wobec cyberterrorizmu.

**Wprowadzenie:** Pojęcia takie jak bezpieczeństwo Polski, cyberterrorizm, kontrola operacyjna, służby mundurowe czy służby specjalne nie są medialnymi czołówek. Nie jest to jednak efekt potrzeby chwili, medialności, aktualnej sytuacji międzynarodowej czy zmian organizacyjnych, a niestety efekt wieloletnich zaniedbań w tym ważnym aspekcie, jakim jest symulowanie, prognozowanie i reagowanie na potencjalne zagrożenia bezpieczeństwa. Wraz z postępem cywilizacyjnym ostatniej dekady, nastąpiły zmiany technologiczne, społeczne, polityczne, czy kulturowe. Jednym z ważniejszych elementów powyższych zmian jest rozwój dotyczący globalnych procesów wymiany, a także przekazywania i przetwarzania informacji. Daje to korzyści dla wielu państw, jednocześnie powoduje uzależnienie od technologii informatycznych. Wspomniane zmiany niosą ze sobą jednak pewnego rodzaju zagrożenia dla państw, określane mianem cyberterrorizmu. Mówi się o tzw. wojnie informacyjnej, która oznacza wszelkie działania mające na celu uzyskanie przewagi informacyjnej poprzez wpływ na informacje, procesy informacyjne, systemy informatyczne oraz sieci komputerowe przeciwnika przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony własnym zasobom informacyjnym. Została ona zdefiniowana już wcześniej, jednak w erze Internetu zyskała na znaczeniu.

**Projekt i metody:** Do określenia istoty ochrony cyberprzestrzeni przedstawiono rozważania dotyczące metodologicznych podstaw badanego obszaru, w dziedzinie bezpieczeństwa cyberprzestrzeni Polski, NATO oraz Unii Europejskiej. Wykorzystano metodę monograficzną, analizę materiałów źródłowych oraz weryfikację danych zastanych.

**Wyniki:** Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że wszelkie działania, decyzje podejmowane na mocy Konwencji Rady Europy o cyberprzestępczości są zgodne z innymi aktami prawa, lecz również mają na względzie poszanowanie praw człowieka, zgodnie z którymi ma on prawo do wolności, w tym możliwość głoszenia swoich opinii, czy wyrażania własnych poglądów. Współpraca państw na arenie międzynarodowej w obszarze cyberprzestrzeni ma za zadanie ujednolicanie aktów prawnych, wszelkiego typu regulacji, w celu łatwiejszego i skoordynowanego działania w zakresie cyberbezpieczeństwa. Normy prawne państw, które są ze sobą skoordynowane, ułatwiają namierzenie, ściganie i karanie cyberprzestępców.

**Wnioski:** Wnioski przedstawione w artykule pozwalają określić działania mające na celu identyfikację ryzyk wynikających z zagrożeń w cyberprzestrzeni i jego ustawodawstwa.

**Słowa kluczowe:** cyberprzestrzeń, bezpieczeństwo, współpraca, wojna informacyjna, służby mundurowe, wymiana informacji, cyberterrorizm, cyberataki

**Typ artykułu:** z praktyki dla praktyki

Przyjęty: 04.12.2017; Zrecenzowany: 05.01.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Proszę cytować: BITP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 24–33, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.2;

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

### ABSTRACT

**Aim:** The main purpose of these considerations is to identify the cyberspace protection issues in the light of the National Security Strategy of the Republic of Poland of 2014, Polish legislation in the field of cybercrime protection, the cyberspace protection policy and the attitude of the European Union to cyber-terrorism.

**Introduction:** Concepts such as the security of Poland, cyberterrorism, operational control, uniformed services or special services have remained the front-page story. However, this is not the outcome of the current need, media coverage, current international circumstances or organizational changes, but rather the effect of many years of neglecting this important aspect of simulation, forecasting and reacting to potential security threats. Along with the civilization development in the last decade, technological, social, political or cultural changes have occurred. One of the most important elements of the above changes is the development concerning global processes of information exchange, as well as information transfer and processing. While providing

benefits to many countries, it causes dependence on IT technologies. The reference changes entail a kind of threat to the states, which is referred to as cyber-terrorism. One can speak of the so-called information war, which means all actions aimed at gaining an informational advantage by influencing information itself, information processes, IT systems and computer networks of the opponent, while ensuring the protection of one's own information resources. This term was coined earlier, but it grew in importance in the Internet age.

**Project and methods:** To determine the essence of cyberspace protection, considerations were made regarding the methodological foundations of the studied area, in the field of security of the Polish, European Union and NATO's cyberspace. A monographic method was employed, together with the analysis of source materials and verification of existing data.

**Results:** On the basis of the conducted research, it was found that all the actions and decisions taken under the Council of Europe Convention on Cyber-crime are consistent with other legal acts, as well as respect human rights, including the right of freedom and the opportunity to express one's opinions and views. International cooperation between in the area of cyberspace is aimed at harmonising legal acts and all kinds of regulations, in order to facilitate and coordinate actions in the field of cyber security. The legal standards of different countries, when they are coordinated with one another, make it easier to track, prosecute and punish cybercriminals.

**Conclusions:** The conclusions presented in this paper enable us to define the actions needed to identify the actual risks resulting from cyberspace threats, along with related legislation.

**Keywords:** cyberspace, security, cooperation, information war, uniformed services, information exchange, cyber-terrorism, cyber attacks

**Type of article:** best practice in action

Received: 04.12.2017; Reviewed: 05.01.2018; Accepted: 10.04.2018;

Please cite as: BITP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 24–33, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.2;

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

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Основной целью этих размышлений является определение защиты киберпространства в свете Стратегии Национальной Безопасности Республики Польша от 2014 года, польского законодательства в области защиты от киберпреступности, политики защиты киберпространства и отношения Европейского Союза к кибертерроризму.

**Введение:** Такие понятия, как безопасность Польши, кибертерроризм, оперативный контроль, силовые структуры или специальные службы, очень часто присутствуют в заголовках СМИ. Однако, это не является следствием необходимости, заинтересованности СМИ, текущей международной ситуации или организационных изменений, а, к сожалению, последствием многолетнего пренебрежения такими важными аспектами, как моделирование, прогнозирование и реагирование на потенциальные угрозы безопасности. Наряду с развитием цивилизации на протяжении последнего десятилетия произошли технологические, социальные, политические и культурные изменения. Одним из наиболее важных составляющих вышеуказанных изменений является развитие, связанное с глобальными процессами обмена, передачи и обработки информации. Оно благотворно для многих государств, но в то же время вызывает зависимость от информационных технологий. Однако, вышеперечисленные изменения несут определённую угрозу для стран, именуемую кибертерроризмом. Речь идёт о так называемой информационной войне, которая представляет собой разного рода действия, направленные на получение информационного превосходства с помощью влияния на информацию, информационные процессы, ИТ-системы и компьютерные сети противника при обеспечении защиты собственных информационных ресурсов. Определение информационной войны существовало давно, но в эпоху Интернета оно приобрело большее значение.

**Проект и методы:** С целью определения сути значения защиты киберпространства были представлены идеи, касающиеся методологических основ изучаемой области в сфере безопасности киберпространства в Польше и НАТО. Был использован монографический метод, метод анализа исходных материалов и проверки имеющихся данных.

**Результаты:** На основе проведенных исследований было установлено, что все действия и решения, принятые исходя из Конвенции Совета Европы о киберпреступности согласованы с другими правовыми актами и учитывают права человека, согласно которым он имеет право на свободу, в том числе возможность высказывания своего мнения или выражения своих собственных взглядов. Сотрудничество стран на международной арене в области киберпространства направлено на гармонизацию законодательных актов, разного рода правил, с целью упрощения и координации действий в области кибербезопасности. Согласование правовых норм разных стран облегчает отслеживание, уголовное преследование и наказание киберпреступников.

**Выводы:** Выводы, представленные в статье, позволяют определить действия, направленные на выявление рисков, связанных с угрозами в киберпространстве, и соответствующее законодательство.

**Ключевые слова:** киберпространство, безопасность, сотрудничество, информационная война, силовые структуры, обмен информацией, кибертерроризм, кибератаки

**Вид статьи:** с практики для практики

Принята: 04.12.2017; Рецензирована: 05.01.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BITP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 24–33, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.2;

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/>).

## Wprowadzenie

Już dekadę temu J. Piłżys wykazał istnienie 109 definicji terroryzmu, w których pojawiają się takie określenia, jak: „przemoc,

siła (83%); polityczny (65%); strach, podkreślenie terroru (51%); groźba (47%); (psychologiczne) skutki i (przewidywane) reakcje (41,5%); rozróżnienie ofiara – cel (37,5%); celowa, planowana, systematyczna, zorganizowana akcja (32%); metody walki,

strategia, taktyka (30,5%); nienormalność, konflikt z przyjętymi regułami, brak humanitarnych ograniczeń (30%); wymuszanie, zniewolenie, powodowanie uległości (28%); aspekt rozgłosu, reklamy (21,8%)” [1].

Wspomniane definicje nie obrazują w pełni omawianego zjawiska. Dzięki analizie można dostrzec w nich wspólne elementy, którymi są:

- 1) stosowanie przemocy i siły,
- 2) skutki i reakcje psychologiczne przeprowadzonych działań,
- 3) wywoływanie strachu,
- 4) groźbę jako element zastraszania,
- 5) polityczny aspekt czynu [2].

Pojęcie „cyberterroryzm” nadal stwarza wiele problemów i wątpliwości. Za jego twórcę uważa się B. Collina, który w latach 80. połączył w jeden wyraz słowa „terroryzm” i „cyberprzestrzeń”. Według niego cyberterroryzm jest to „świadome wykorzystanie systemu informacyjnego, sieci komputerowej lub jej części składowych w celu wsparcia lub ułatwienia terrorystycznej akcji” [3]. Postrzeganie tego zjawiska można podzielić na trzy grupy: „pojęcia prezentowane w mediach; definicje obowiązujące w gronie specjalistów; definicje stworzone na użytek innych dziedzin działalności człowieka w dziedzinie informatyki” [4]. Według D. Denning cyberterroryzm jest to „(...) groźba lub bezprawny atak wymierzony w system informatyczny lub zgromadzone dane, w celu zastraszania czy wymuszenia na władzach państwowych lub jej przedstawicielach ustępstw lub oczekiwanych zachowań, w celu wsparcia określonych celów (np. politycznych). Aby działania takie zostały zakwalifikowane jako terroryzm informacyjny, atak powinien powodować znaczne straty lub takie skutki, które wywołują powszechne poczucie strachu” [5]. Z kolei J. Lewis pojęcie to określa jako „(...) wykorzystanie sieci komputerowych jako narzędzia do sparaliżowania lub poważnego ograniczenia możliwości efektywnego wykorzystania struktur narodowych (takich jak energetyka, transport, instytucje rządowe, itp.) bądź też do zastraszania czy wymuszenia na rządzie lub populacji określonych działań” [6].

Podczas definiowania pojęć związanych z atakami terrorystycznymi dotyczącymi systemów informatycznych należy również zwrócić uwagę na pojęcie cyberprzestępczości, która stanowi coraz większe zagrożenie współczesnego świata – świata na wysokim poziomie z informatyzowania oraz usieciowienia.

Cyberprzestępczość wiąże się z cechą transgraniczności, poprzez możliwość przekraczania wszelkich barier (na przykład państw). Cyberprzestrzeń w kontekście niniejszych rozważań oznacza przestrzeń przetwarzania i wymiany informacji tworzoną przez systemy teleinformatyczne wraz z powiązaniami pomiędzy nimi oraz relacjami z użytkownikami.

„Bezpieczeństwo sieci i systemów informatycznych”, inaczej „cyberbezpieczeństwo” lub „bezpieczeństwo teleinformatyczne” oznacza odporność systemów i sieci teleinformatycznych, przy określonym poziomie zaufania, na wszelkie działania naruszające dostępność, autentyczność, integralność lub poufność przechowywanych, przekazywanych bądź przetwarzanych w nich danych lub oferowanych w nich usług.

Bezpieczeństwo cyberprzestrzeni we współczesnych uwarunkowaniach i przy stale postępującym zagrożeniu cyberprzestrzeni jest niezwykle istotnym wyzwaniem, a także powinnością. W związku z powyższym istnieje potrzeba jego rozwijania i angażowania w ten rozwój państw oraz międzynarodowych, krajowych, regionalnych organizacji. Niezwykle ważna jest skoordynowana współpraca, która ma za zadanie zapewnić państwu skuteczną ochronę, poprzez stosowanie nowych technologii i technik niwelujących zagrożenie, dostosowanych do zmian, jakie zachodzą w cyberatakach.

Głównymi wątkami niniejszego artykułu, w kontekście najnowszych dyskusji w metodologii badań naukowych, jest identyfikacja ochrony cyberprzestrzeni w świetle Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej z 2017 roku oraz charakterystyka podejścia badawczego, które pozwalałoby w adekwatny sposób prowadzić badania w zakresie bezpieczeństwa cyberprzestrzeni wybranych aktów normatywnych, jako jednego z elementów szeroko rozumianego bezpieczeństwa.

Trudność tkwi przede wszystkim w tym, że nauki o bezpieczeństwie obejmują zróżnicowane aspekty, które w bardziej tradycyjnym ujęciu odpowiadają konglomeratowi różnych dyscyplin, ale jednocześnie oczekuje się – m.in. ze względu na rekomendacje na podstawie badań – że wynik będzie miał charakter spójny i jednolity. Tego rodzaju problem obserwuje się nie tylko w badaniach nad bezpieczeństwem, lecz – z uwagi na rosnącą złożoność podejść do przedmiotu badania – również w przypadku wielu dyscyplin w obrębie szeroko rozumianych badań społecznych. Odzwierciedleniem tej tendencji jest szereg studiów nad „interdyscyplinarnością”, „mutli-dyscyplinarnością” czy „trans-dyscyplinarnością” w badaniach nad bezpieczeństwem [7].

W niniejszym artykule autorka zawęża rozważania dotyczące metodologicznych podstaw badanego obszaru do badań w dziedzinie bezpieczeństwa cyberprzestrzeni Polski oraz Unii Europejskiej i NATO. Umożliwiają one szerokie postrzeganie problematyki obrony oraz ochrony cyberprzestrzeni, a stosowane w nich metody i techniki badawcze mają zastosowanie w pozostałych naukach społecznych.

Głównym celem niniejszych rozważań jest identyfikacja ochrony w świetle Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, polskiej legislacji w zakresie ochrony cyberbezpieczeństwa polityki ochrony cyberprzestrzeni oraz postawy Unii Europejskiej wobec cyberterroryzmu.

Ochrona cyberprzestrzeni powinna być realizowana przez sprecyzowane działania poszczególnych krajów oraz organizacji zajmujących się ową tematyką. Ważne jest również bezpieczeństwo w obszarze zarządzania kryzysowego na szczeblu państwa. Wśród metod i sposobów walki z zagrożeniami cyberprzestrzeni wyróżnia się metody fizyczne, specjalne, techniczne, a także organizacyjno-administracyjne. Metody użyte w sposób poprawny są skuteczne i służą do ochrony informacji oraz systemów teleinformatycznych. Mogą one efektywnie bronić cyberprzestrzeni przed zagrożeniami, na które jest ona narażona. Skuteczne działanie powyższych metod jest zauważalne pod warunkiem ich kompleksowego stosowania.



W badaniach związanych z cyberbezpieczeństwem „przestrzeń online” staje się ważnym aspektem badań w obszarze nauk społecznych. Coraz częstsze ataki w sieci ukazują, że ryzyko potencjalnych zagrożeń ukierunkowanych na bezpieczeństwo stało się faktem, przez co właśnie skuteczna ochrona i świadomość zagrożenia jest wyzwaniem stojącym zarówno przed Polską, jak i jej obywatelami. Pieczę nad bezpieczeństwem cybernetycznym sprawuje administracja państwa przy pomocy podmiotów, które zostały specjalnie powołane do tego zadania.

Zapewnienie bezpieczeństwa cyberprzestrzeni stało się dla międzynarodowych organizacji, kooperacji w skali całego globu i poszczególnych regionów zadaniem priorytetowym. Doskonałym przykładem są działania, jakie podejmuje administracja Unii Europejskiej czy Paktu Północnoatlantyckiego wraz z państwami członkowskimi powyższych organizacji.

NATO odgrywa istotną rolę w niwelowaniu cyberterroryzmu. W 2002 roku na szczycie w Pradze zostały podjęte pierwsze decyzje NATO, które dotyczyły właśnie kwestii cyberobrony. Wówczas przyjęty został program cyberobrony, *The Cyber Defense Program*, a także program dotyczący reakcji na pojawiające się komputerowe incydenty *The Computer Incident Response Capability*. Sześć lat później w styczniu 2008 roku w Brukseli NATO podjęło decyzję o przyjęciu strategii Obrony Cyberprzestrzeni, *The policy on cyber defense* [8]. Swoją działalność na rzecz obrony cyberprzestrzeni NATO kształtowało także w roku 2010, kiedy to na szczycie w Lizbonie, została przyjęta Koncepcja Strategiczna NATO. Zwalczanie cyberterroryzmu stało się celem priorytetowym dla działań politycznych oraz militarnych państw członkowskich. W punkcie 12 Koncepcji zapisano, że „Cyberataki stają się coraz częstsze, lepiej zorganizowane i bardziej kosztowne biorąc pod uwagę szkody, jakie wyrządzają administracjom rządowym, biznesowi, gospodarce, a potencjalnie także transportowi, sieciom dostaw i innej infrastrukturze krytycznej: mogą one osiągnąć poziom, którego przekroczenie zagraża narodowemu i euroatlantyckiemu dobrobytowi, bezpieczeństwu i stabilności. Źródłem takich ataków mogą być obce siły wojskowe i służby wywiadowcze, zorganizowane grupy przestępcze, terrorystyczne i/lub grupy ekstremistyczne” [9]. Koncepcja wyodrębniła odpowiednie struktury, którym zostało powierzono zadanie obrony przed cyberatakami w zawartym „Sojuszu”. W Programie zostały wyznaczone trzy cele:

- 1) **wspieranie poszczególnych sojuszników** – państwa uczestniczące w sojuszu mogą otrzymać pomoc, jednak muszą one spełniać wyznaczone warunki, procedury;
- 2) **badania i szkolenia** – dopracowano warunki i zasady, według których prowadzona jest obrona w sieci przed atakami cyberterrorystycznymi. Wyciągnięto wnioski i zauważono potrzebę utworzenia jednolitych zasad i działań dla wszystkich państw Sojuszu. Zgłoszono chęć szkolenia i edukowania na temat obrony przy pomocy Centrum Kompetencyjnym w Tallinie;
- 3) **współpraca z partnerami w postaci koordynacji działań i doradztwa** – podkreślono, iż niezwykle ważna jest skoordynowana współpraca państw Sojuszu. Istotną rolę

odgrywa także podejmowanie wspólnych działań z sektorem prywatnym i akademickim.

Według zasad Sojuszu niezbędne jest również organizowanie ćwiczeń z zakresu cyberataków. Tego rodzaju działania są szansą sprawdzenia swoich możliwości nie tylko dla państw członkowskich Sojuszu, ale również państw partnerskich, służb wojskowych i specjalnych. Działania te mają usprawniać reagowanie na pojawiające się zagrożenia, zwalczanie ich, a także nawiązywanie międzynarodowej współpracy i wymianę informacji na różnych szczeblach. Przeciwdziałanie cyberterroryzmowi stało się jednym z priorytetów dla wspólnych działań politycznych i militarnych sojuszników. W punkcie 12 zapisano: Ataki w cyberprzestrzeni stają się coraz częstsze, lepiej zorganizowane i bardziej kosztowne – biorąc pod uwagę szkody, jakie wyrządzają administracjom rządowym, biznesowi, gospodarce, a potencjalnie także transportowi, sieciom dostaw i innej infrastrukturze krytycznej. Mogą one osiągnąć poziom, którego przekroczenie zagraża narodowemu i euroatlantyckiemu dobrobytowi, bezpieczeństwu i stabilności. Źródłem takich ataków mogą być obce siły wojskowe i służby wywiadowcze, zorganizowane grupy przestępcze, terrorystyczne i/lub grupy ekstremistyczne”. Zgodnie z Koncepcją wdrażaniem postanowień obrony przed cyberatakami w Sojuszu zajmują się właściwe, wymienione w dokumencie struktury NATO.

W lutym 2012 roku powstało NATO Computer Incident Response Capability w skrócie – NCIRC. Projekt ten kosztował 58 mln euro i z założenia obejmuje wszystkie sieci komputerowe państw NATO programem wspólnej, scentralizowanej ochrony przed włamaniami i atakami. Pierwotnie NCIRC miało osiągnąć pełną gotowość do działania do końca 2012 roku.

Działania w tym obszarze prowadzi także Unia Europejska; jako zjednoczenie państw współpracujących ze sobą w różnym zakresie, zajmuje się również kwestią cyberataków.

W celu identyfikacji i symulowania potencjalnych zagrożeń cyberbezpieczeństwa powstał dokument Strategia bezpieczeństwa cyberprzestrzeni Unii Europejskiej: otwarta, bezpieczna i chroniona cyberprzestrzeń, który został opublikowany 7 lutego 2013 roku. Dokument ten przedstawia całościowe spojrzenie na wspólne dla wszystkich krajów członkowskich Unii Europejskiej kwestie bezpieczeństwa w sieci. Strategia zawiera wizję Unii Europejskiej dotyczącą efektywnego zapobiegania powstającym zakłóceniom i atakom, a także reakcji na tego rodzaju ataki. Ma na celu zapewnienie i promowanie wolności, demokracji oraz pomocy w utrzymaniu bezpiecznego rozwoju gospodarki cyfrowej. Działania Strategii są nakierowane na zapewnienie bezpieczeństwa systemów informacyjnych i niwelowanie cyberprzestępczości. Poprzez realizację strategii ma nastąpić wzmocnienie polityki międzynarodowej Unii Europejskiej w zakresie cyberbezpieczeństwa.

Bezpieczeństwo cyberprzestrzeni według unijnej strategii składa się z 5 priorytetów, do których zaliczają się:

- „osiągnięcie odporności w dziedzinie bezpieczeństwa cyberprzestrzeni;
- radykalne ograniczenie cyberprzestępczości;
- opracowanie polityki obrony cyberprzestrzeni i rozbudowa zdolności w dziedzinie bezpieczeństwa cyberprzestrzeni

o w powiązaniu ze wspólną polityką bezpieczeństwa i obrony (w skrócie: WPBiO);

- rozbudowa zasobów przemysłowych i technologicznych na potrzeby bezpieczeństwa cyberprzestrzeni;
- ustanowienie spójnej międzynarodowej polityki w zakresie cyberprzestrzeni dla Unii Europejskiej i promowanie podstawowych wartości UE” [10].

## Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej

Strategia została podpisana 5 listopada 2014 roku przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Bronisława Komorowskiego, zastępując tym samym Strategię Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej z 2007 roku. Strategię z 2007 i 2014 roku różnią się przede wszystkim rodzajem zagrożeń, jakie mogą występować. Nowo podpisany dokument podkreśla rolę Rosji, która poprzez podejmowane działania militarne, stała się źródłem zagrożeń. Obejmuje zagadnienia dotyczące narodowego bezpieczeństwa i ujmuje je w sposób całościowy. Pokazuje, jak skutecznie i efektywnie wykorzystywać zasoby państwa, zarówno w sferze ochronnej, społecznej, jak i obronnej, przy pomocy integracji dostępnych zasobów w systemie bezpieczeństwa narodowego. Ukazana została zależność polskiego bezpieczeństwa od realizacji narodowych interesów. Wg tego dokumentu: „Bezpieczeństwo Europy determinowane będzie przez cztery główne czynniki: NATO, Unię Europejską, strategiczną obecność USA na kontynencie europejskim oraz relacje z Rosją” [11].

Na podstawie strategii oceniono ryzyko występowania na obszarze Polski konfliktów o lokalnym oraz regionalnym charakterze, a także podkreślono, że Polska jest zależna od wpływów politycznych, które mogą wywoływać zagrożenia wojenne i kryzysowe. Przedstawiono strategiczne cele Polski w zakresie bezpieczeństwa kraju. „Wskazano na potrzebę zrównoważonego umiędzynarodawiania i samodzielności w zakresie bezpieczeństwa naszego państwa, w tym zwiększenie strategicznej odporności kraju na różnego rodzaju zagrożenia. Określono w niej trzy priorytety polityki bezpieczeństwa:

- zapewnienie gotowości i demonstracja determinacji do działania w sferze bezpieczeństwa i obrony oraz wzmocnienie narodowych zdolności obronnych, ze szczególnym traktowaniem tych obszarów bezpieczeństwa narodowego, w których sojusznicze (wspólne) działania mogą być utrudnione;
- wspieranie procesów służących wzmocnieniu zdolności NATO do kolektywnej obrony, rozwój Wspólnej Polityki Bezpieczeństwa i Obrony UE, umacnianie strategicznego partnerstwa (w tym z USA) oraz strategicznych relacji z partnerami w regionie;
- wspieranie i selektywny udział w działaniach społeczności międzynarodowej, realizowanych na podstawie prawa międzynarodowego, mających na celu zapobieganie powstawaniu nowych źródeł zagrożeń, a także reagowanie na zaistniałe kryzysy oraz przeciwdziałanie ich rozprzestrzenianiu się [11]”.

W trzech priorytetach ujęto działania, jakie Polska podejmuje w celu niwelowania zagrożenia bezpieczeństwa. Priorytet I Strategiczne wysiłki Polski skoncentrowane na bezpieczeństwie obywateli oraz terytorium kraju. Priorytet II określa wspieranie przez Polskę konsolidacji NATO, pogłębianie współpracy w ramach uczestnictwa w UE. Ważną rolę ogrywa Priorytet III „Jego realizacja wymaga m.in. wzmocnienia ONZ, kontynuacji starań o dokonanie przeglądu norm prawa międzynarodowego oraz wzmocnienia skuteczności regulacji w obszarze kontroli zbrojeń i rozbrowienia, w tym środków budowy zaufania i bezpieczeństwa. W wymiarze regionalnym istnieje potrzeba odbudowy znaczenia OBWE. Zgodnie z przyjętymi priorytetami, Polska organizuje i prowadzi strategiczne działania obronne, ochronne oraz w sferze bezpieczeństwa społecznego i gospodarczego.

**Działania w sferze militarnej** ukierunkowane są na utrzymywanie i demonstrowanie wszechstronnej gotowości państwa do skutecznego reagowania na militarne zagrożenia dla niepodległości i integralności terytorialnej Polski.

**Celem działań ochronnych** jest zapewnienie warunków do utrzymywania ładu konstytucyjnego, wewnętrznej stabilności państwa, bezpieczeństwa powszechnego i porządku publicznego, zarówno wspólnych, jak i indywidualnych zasobów materialnych i niematerialnych, a także funkcjonowania infrastruktury krytycznej.

**Istotą działań społecznych** w sferze bezpieczeństwa jest stworzenie bezpiecznych warunków do godnego życia obywateli. Do kluczowych działań należą: ochrona dziedzictwa narodowego, w tym zapewnienie jego bezpiecznego rozwoju, zwłaszcza w sferze ekonomicznej, społecznej i intelektualnej oraz niematerialne wsparcie systemu bezpieczeństwa narodowego” [11].

## Rządowy Program Ochrony Cyberprzestrzeni Rzeczypospolitej Polskiej na lata 2009–2011

Rządowy Program Ochrony Cyberprzestrzeni Rzeczypospolitej Polskiej został utworzony w celu wykreowania odpowiednich działań, które zagwarantują bezpieczeństwo Polski w cyberprzestrzeni.

Program zawiera trzy podstawowe założenia: działania w sferze technicznej, edukacyjnej oraz organizacyjno-prawnej. Odbiorcami programu są obywatele polscy mieszkający i korzystający z sieci poza granicami kraju oraz wszyscy użytkownicy sieci na terytorium państwa. Zaproponowane rozwiązanie przewiduje wypracowanie i skuteczne wdrożenie regulacji prawnych, określających miejsce i rolę instytucji prawnych w obszarze cyberprzestrzeni, ale również definiujących rolę zwykłych użytkowników sieci. Do istotnych założeń programu zalicza się wypracowanie systemu, który miałby ułatwić i zabezpieczyć proces wymiany informacji pomiędzy prywatnym sektorem i publicznym.

W obszarze technicznym programu podejmowano badania naukowe dotyczące rozwoju ochrony cyberprzestrzeni kraju. Przez ośrodki badawcze prowadzące badania nad

rozwojem technologicznym wypracowane zostały narzędzia, pozwalające analizować zagrożenie, skutecznie je zwalczać i zapewniać dalsze bezpieczeństwo. Znaczący wkład wnieśli również przedsiębiorcy, mogący indywidualnie badać, opracowywać i wdrażać środki ochrony i metody walki z cyberatakami, jednocześnie dzieląc się zdobytą wiedzą z sektorem publicznym.

Na znaczeniu zyskał również obszar edukacji, w ramach którego miały się odbywać szkolenia z zakresu wykrywania zagrożenia oraz prawidłowej obsługi Internetu. Szkolenia te prowadzone były w szkołach i miały docierać do zwykłych użytkowników sieci, aby uświadamiać im, że istnieją zagrożenia, które mogą prowadzić do negatywnych skutków. Edukacja dotyczy także urzędników oraz funkcjonariuszy i instytucji, na których spoczywa zapewnienie cyberbezpieczeństwa.

Zmiany wprowadzone w kwestii funkcjonalno-organizacyjnej, pozwalały na delegowanie zadań i podział odpowiedzialności za bezpieczeństwo w cyberprzestrzeni. Podział ról usprawnia funkcjonowanie mechanizmu obronnego i umożliwia szybsze reagowanie na pojawiające się zagrożenie.

Wart podkreślenia jest fakt, iż Polska podejmuje działania nie tylko obronne, ale również ofensywne. W efekcie kraj staje się przeciwnikiem równorzędnym w obszarze cyberprzestrzeni [16].

## Legislacja polska w zakresie cyberprzestępczości

W Polsce ciągle brakuje prawnych regulacji, które w skumulowany i kompleksowy sposób normowałyby kwestię cyberterroryzmu oraz ochrony cyberprzestrzeni. Odpowiedzialność za bezpieczeństwo w cyberprzestrzeni jest rozproszona pomiędzy Ministerstwo Obrony Narodowej, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Ministerstwo Cyfryzacji oraz Radę Ministrów, Agencję Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Komendę Główną Policji, Ministerstwo Sprawiedliwości, Urząd Komunikacji Elektronicznej, a także przez CERT Polska znajdujący się w strukturze Naukowej i Akademickiej Sieci Komputerowej (NASK). Funkcjonują także zespoły publiczne oraz prywatne ds. reagowania na incydenty komputerowe CERT, które swoim zakresem obejmują wojskową administrację, policję, a także administrację rządową. Istnieją również zespoły utworzone z inicjatywy operatorów telekomunikacyjnych. Istotnym problemem, z którym borykają się wymienione podmioty, jest niedoprecyzowanie granic, po których przekroczeniu mają one podejmować reakcję i wdrażać działania zapobiegawcze. Niezbędnym warunkiem do prawidłowego funkcjonowania polskiego systemu jest szereg szkoleń, ćwiczeń, które będą dopracowane i tworzone na podstawie warunków i norm. Nie powinny one odzwierciedlać ćwiczeń prowadzonych w innych krajach, które mogą być niedostosowane do sytuacji i rodzaju cyberataków pojawiających się w sieci. Problem stanowi także brak szacowania możliwego do wystąpienia ryzyka. Usprawniłoby ono funkcjonowanie systemu obrony i pozwoliło określić potrzeby, jakie niesie ze sobą wypracowanie systemu barier obronnych dla cyberprzestrzeni.

Dotychczasowe działania podmiotów państwowych związane z ochroną cyberprzestrzeni były prowadzone w sposób rozproszony i bez spójnej wizji systemowej [12]. Przykładem mogą być polskie samorządy, potencjalnie zagrożone cyberatakami ze względu na fakt, iż dysponują ogromnymi bazami danych oraz dokonują niejednokrotnie dużych operacji finansowych.

Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej Bronisław Komorowski 27 września 2011 roku podpisał nowelizację ustawy o stanie wojennym. Kluczowym celem ustawy było wprowadzenie i usystematyzowanie w polskim porządku prawnym definicji cyberprzestrzeni. Oznacza ona „przestrzeń przetwarzania i wymiany informacji tworzoną przez systemy teleinformatyczne, w rozumieniu art. 3 pkt 3 ustawy z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne (Dz. U. Nr 64, poz. 565, z późn. zm.) wraz z powiązaniem pomiędzy nimi oraz relacjami z użytkownikami” [13].

Powyższe działania legislacyjne umożliwiły utworzenie podstaw prawnych do rozpoczęcia praktycznych prac planistycznych oraz organizacyjnych, realizowanych przez organy władzy i administracji w kwestii określania w programach i planach operacyjnych dotyczących przygotowań obronnych założeń odnośnie nowych zagrożeń związanych z cyberprzestrzenią. Wprowadzenie pojęcia cyberprzestrzeni do polskiego systemu było impulsem do dalszych zmian legislacyjnych poruszających wątek cyberprzestępczości i bezpieczeństwa w sieci.

W celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni RP, w 2013 r. rząd przyjął Politykę Ochrony Cyberprzestrzeni Rzeczypospolitej Polskiej. Wyodrębniono w niej następujące cele szczegółowe:

- 1) „Zwiększenie poziomu bezpieczeństwa infrastruktury teleinformatycznej Państwa.
- 2) Zwiększenie zdolności do zapobiegania i zwalczania zagrożeń ze strony cyberprzestrzeni.
- 3) Zmniejszenie skutków incydentów godzących w bezpieczeństwo teleinformatyczne.
- 4) Określenie kompetencji podmiotów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo cyberprzestrzeni.
- 5) Stworzenie i realizacja spójnego dla wszystkich podmiotów administracji rządowej systemu zarządzania bezpieczeństwem cyberprzestrzeni oraz ustanowienie wytycznych w tym zakresie dla podmiotów niepublicznych.
- 6) Stworzenie trwałego systemu koordynacji i wymiany informacji pomiędzy podmiotami odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo cyberprzestrzeni oraz użytkownikami cyberprzestrzeni.
- 7) Zwiększenie świadomości użytkowników cyberprzestrzeni w zakresie metod i środków bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni” [14].

Realizacja założeń programu z 2013 roku odbywała się poprzez podejmowanie działań, do których zaliczyć można przede wszystkim szacowanie ryzyka. Odgrywało ono kluczową rolę w zapewnieniu odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa cyberprzestrzeni. Bezpieczeństwo portali administracji



rządowej było kolejnym zadaniem, które pozwalało realizować założone cele. Jednostki administracji rządowej zostały zobowiązane do wdrożenia organizacyjnych i technicznych zabezpieczeń swoich stron internetowych, które miały chronić je przed wyciekami danych. Trzecim rodzajem zadań były założenia działań legislacyjnych, polegające na analizie, wnikliwym przeglądzie dotychczasowych norm prawnych dotyczących bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni, skierowane na tworzenie nowych norm prawnych, które uzupełniałyby istniejące już w tamtym okresie akty. Kolejna grupa działań to założenia dotyczące kształcenia, szkoleń i uświadamiania w dziedzinie bezpieczeństwa, które – zdaniem ekspertów – miały usprawniać funkcjonowanie systemu dbającego o bezpieczeństwo. W ramach tej polityki przewidziano szkolenia skierowane nie tylko do podmiotów tworzących system bezpieczeństwa i ochrony cyberprzestrzeni, lecz do całego społeczeństwa. Często użytkownicy Internetu nie zdają sobie sprawy, że stali się ofiarami owych ataków, dlatego też istnieje potrzeba zwiększania ich świadomości, a tym samym czujności. Wyżej wspomniana strategia zakładała zwiększenie zaufania obywateli oraz przedsiębiorców do e-usług, poprzez zapewnienie im większego bezpieczeństwa w sieci podczas wykonywania szeregu przelewów finansowych, przetwarzania i przechowywania informacji.

Istotnym aspektem było stwierdzenie, że polityka ta jest realizowana z uwzględnieniem praw człowieka, według których każdemu obywatelowi przysługuje prawo do wolności i prywatności. Od 2011 roku w Polsce następują liczne zmiany mające na uwadze poprawę bezpieczeństwa, ochronę swoich obywateli, baz danych. Stale doskonalone są regulacje prawne, które dostosowywane są do wymogów stawianych na poziomie międzynarodowych, aby skoordynować działania i usprawniać funkcjonowanie systemu ochrony cyberbezpieczeństwa. W roku 2015 powstała Doktryna Cyberbezpieczeństwa, która „wskazuje strategiczne kierunki działań dla zapewnienia bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej w cyberprzestrzeni. Jednocześnie powinna być traktowana jako jednolita podstawa koncepcyjna, zapewniająca spójne i kompleksowe podejście do zagadnień cyberochrony i cyberobrony – jako wspólny mianownik dla działań realizowanych przez podmioty administracji publicznej, służby bezpieczeństwa i porządku publicznego, siły zbrojne, sektor prywatny oraz obywateli. Dzięki temu doktryna cyberbezpieczeństwa może stanowić punkt wyjścia do dalszych prac na rzecz wzmocnienia bezpieczeństwa Polski” [15]. W dokumencie opisano zadania powierzone poszczególnym podmiotom i przypisano im odpowiedzialność. Doktryna określa szereg zadań i kierunków działań, jakie powinno realizować państwo jako całość oraz poszczególne jego komórki.

Polityka ochrony cyberprzestrzeni Rzeczypospolitej Polskiej była dokumentem, którego treści odpowiadały wymaganiom wskazanym programem rządowym oraz z obowiązującymi w Unii Europejskiej, czy też różnego rodzaju strategiami związanymi z bezpieczeństwem narodowym. Jej kontynuację stanowi dokument, jakim jest obecnie obowiązująca: Strategia Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej na lata 2017–2022. Na jej podstawie powstała ustawa o krajowym

systemie cyberbezpieczeństwa, która stanowi kolejny kluczowy element w budowie ram prawnych i instytucjonalnych, mających zapewnić efektywność funkcjonowania państwa polskiego w obszarze ochrony cyberprzestrzeni. Po przygotowaniu dokumentu strategicznego – Krajowych Ram Polityki Cyberbezpieczeństwa RP na lata 2017–2022<sup>1</sup> oraz planistycznego – Planu Działań na rzecz wdrażania Krajowych Ram Cyberbezpieczeństwa RP na lata 2017–2022, Ministerstwo Cyfryzacji, jako organ właściwy ds. bezpieczeństwa cyberprzestrzeni, przedstawił projekt aktu normatywnego. Ma on stanowić kompleksową regulację z harmonizowanego i skonsolidowanego krajowego systemu cyberbezpieczeństwa oraz transponować do prawa polskiego postanowienia unijnej Dyrektywy NIS (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2016/1148 z dnia 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii).

## Strategia Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej na lata 2017–2022

Bezpieczeństwo informacji jest wyzwaniem dla wszystkich podmiotów tworzących krajowy system cyberbezpieczeństwa, a także podmiotów gospodarczych świadczących usługi przy wykorzystaniu systemów teleinformatycznych, użytkowników cyberprzestrzeni, organów władzy publicznej, a także wyspecjalizowanych podmiotów zajmujących się bezpieczeństwem teleinformatycznym w sferze operacyjnej. Jest to tym istotniejsze, iż Polska jest ściśle powiązana z innymi państwami poprzez współpracę międzynarodową w ramach takich organizacji jak UE, NATO, ONZ czy OBWE.

W szczególności Strategia wskazuje:

- cele w zakresie bezpieczeństwa teleinformatycznego,
- główne podmioty zaangażowane we wdrażanie strategii w zakresie bezpieczeństwa teleinformatycznego,
- ramy zarządzania służące realizacji celów krajowej strategii w zakresie bezpieczeństwa teleinformatycznego,
- potrzebę zapobiegania i reagowania w odniesieniu do incydentów oraz przywracania stanu normalnego zakłóconego incydem, w tym zasady współpracy pomiędzy sektorami publicznym i prywatnym,
- podejście do oceny ryzyka,
- kierunki podejścia do programów edukacyjnych, informacyjnych i szkoleniowych dotyczących cyberbezpieczeństwa,

<sup>1</sup> Wymaganiami z zakresu cyberbezpieczeństwa zostaną objęci również dostawcy usług cyfrowych (chodzi o internetowe platformy handlowe, usługi przetwarzania w chmurze i wyszukiwarki internetowe). Ze względu na transgraniczny charakter tych usług i międzynarodową specyfikę podmiotów – obowiązki dla dostawców usług cyfrowych zostaną objęte łagodniejszym reżimem regulacyjnym. Ustawa odwołuje się tutaj do rozporządzenia wykonawczego Komisji Europejskiej 2018/151.

- działania odnoszące się do planów badawczo-rozwojowych w zakresie bezpieczeństwa teleinformatycznego,
- podejście do współpracy międzynarodowej w zakresie cyberbezpieczeństwa.

W Polsce wyróżnia się następujące podmioty, które odgrywają znaczącą rolę w systemie ochrony cyberprzestrzeni:

- 1) **Ministerstwo Cyfryzacji**, któremu przypisano rolę kluczową, jeśli chodzi o procesy związane z cyberprzestrzenią. Koordynuje system ochrony cyberprzestrzeni RP.
- 2) **Agencję Bezpieczeństwa Wewnętrznego**, która ma za zadanie rozpoznawać, zwalczać zagrażające bezpieczeństwu wewnętrznemu Polski incydenty oraz im zapobiegać,
- 3) **Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji**, monitorujące i kontrolujące działania policji w zakresie zwalczania cyberprzestępczości,
- 4) **Policję**, która ma za zadanie zwalczać cyberprzestępczość,
- 5) **Ministerstwo Obrony Narodowej**, które odpowiada za strefę wojskową dotyczącą ochrony cyberprzestrzeni RP. W strukturze MON istnieje Narodowe Centrum Kryptologii,
- 6) **Urząd Komunikacji Elektronicznej**, regulujący rynek telekomunikacyjny oraz pocztowy pod względem bezpieczeństwa cyberprzestrzeni,
- 7) **Rządowe Centrum Bezpieczeństwa**, które zarządza kryzysowo i chroni infrastrukturę krytyczną,
- 8) **Ministerstwo Sprawiedliwości**, które ustanawia prawo w kwestii cyberprzestępczości oraz sprawuje pieczę nad jego wykonywaniem,
- 9) **Ministerstwo Finansów**, regulujące kwestie finansowe, które państwo ponosi wskutek działań na rzecz cyberbezpieczeństwa,
- 10) **Biuro Bezpieczeństwa Narodowego**, które jest doradczym organem głowy państwa,
- 11) **Naukową i Akademicką Sieć Komputerową**, która jest instytutem badawczym.

## Unia Europejska wobec cyberterroryzmu

23 listopada 2001 roku w Budapeszcie została podpisana Konwencja Rady Europy o cyberprzestępczości. Konwencja powstała w związku z potrzebą prowadzenia polityki kryminalnej w sposób spójny oraz w celu zapewnienia bezpieczeństwa społecznego i ochrony przed cyberprzestępczością. Miała ona pomóc osiągnąć powszechnie panującą jedność pomiędzy krajami członkowskimi Rady Europy, wzajemną integrację oraz ustanowienia wspólnych przepisów prawnych. Miała też uściślić współpracę europejską, międzynarodową oraz krajową, aby wspólnie walczyć z cyberprzestępczością.

Wynikiem podjętych prac zmierzających do zidentyfikowania kluczowych obszarów wymagających wspólnych działań na poziomie międzynarodowym, w ramach przestrzeni wolności, bezpieczeństwa i sprawiedliwości, było przyjęcie

w 2009 r. *Programu sztokholmskiego* będącego najnowszym programem pięcioletnim (na lata 2010–2014), w którym przez wyznaczenie obszarów priorytetowych sprecyzowano postanowienia Traktatu z Lizbony dotyczące tego zagadnienia [17]. Należy podkreślić, że dokument ten – poprzez zawarte w nim odwołania do ochrony cyberprzestrzeni oraz wytyczne w dziedzinie wolności, bezpieczeństwa i sprawiedliwości – to olbrzymi krok na drodze zwiększania bezpieczeństwa wewnętrznego UE. Nie tylko zalicza on cyberprzestępczość do sześciu głównych priorytetów dla całej UE, lecz także wzywa do: propagowania prawodawstwa, które zapewni bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa sieci i umożliwia szybsze reagowanie w przypadku ataków cybernetycznych; przyspieszenia procesu ratyfikacyjnego Konwencji o cyberprzestępczości; udzielenia pełnego poparcia krajowym podmiotom powiadamiania o zagrożeniach, odpowiedzialnym za walkę z cyberprzestępczością; współpracy z państwami spoza Unii; wzmocnienia (usprawnienia) partnerstwa publiczno-prywatnego oraz poprawy współpracy sądowej w sprawach dotyczących cyberprzestępczości.

Istotnym z punktu widzenia bezpieczeństwa dokumentem jest komunikat Komisji Europejskiej z 28 marca 2012 r. wprowadzający definicję „cyberprzestępczości” rozumianej jako „wysokodochodowa, niskiego ryzyka forma przestępczej działalności, która coraz bardziej staje się powszechna i szkodliwa”. Jednak wyjaśnienie terminu cyberprzestępczości pojawiło się już wcześniej w *Europejskiej agendzie cyfrowej*, dokumencie Komisji Europejskiej, w którym określono ją jako „nową formę przestępczości obejmującą między innymi wykorzystywanie dzieci, kradzież tożsamości i ataki cyberprzestrzeni”.

Analizując przedstawione powyżej pojęcia cyberprzestępczości i bezpieczeństwa, można zauważyć nie tylko niejednolity stopień szczegółowości tych definicji, ale również różny ich zakres przedmiotowy. Dodatkowo należy także przywołać charakterystykę cyberprzestępczości przedstawioną w obszernym materiale Parlamentu Europejskiego, która została opracowana na podstawie doświadczeń państw członkowskich UE. Parlament Europejski, dokonując analizy zebranych materiałów oraz korzystając z dorobku całej Unii w zakresie cyberprzestępczości, wskazał na nią jako na jedną z największych obaw i zagrożeń dla z informatyzowanego współczesnego świata. Charakteryzuje się ona: niejednoznacznością naturą podmiotów w cyberprzestrzeni, szeroką skalą, dużym zróżnicowaniem i trudnością w przeciwdziałaniu i zwalczaniu, stosowaniu w dużej mierze podobnych technik ataków oraz z pewnością zaawansowaniem i wysokim poziomem dochodowości.

Rozpatrując działania Unii Europejskiej w zakresie ochrony cyberprzestrzeni, przede wszystkim należy zwrócić uwagę na dwutorowość podejmowanych prac, w czym również upatruje się słabości wszelkich inicjatyw. Podział prac UE został dokonany ze względu na kryterium przedmiotu: zwalczanie cyberataków (włączając w to cyberprzestępczość i cyberterroryzm) oraz utrzymanie ochrony (infrastruktury krytycznej<sup>2</sup>,

<sup>2</sup> Critical Infrastructure Security – CIS.



bezpieczeństwa sieci i informacji<sup>3</sup> i krytycznej infrastruktury informatycznej<sup>4</sup>).

Dokument porusza problematykę bezpieczeństwa sieci teleinformatycznych, na których ciąży duże ryzyko cyberataków oraz informowania o pojawiających się w sieci przestępstwach. Konwencja ma za zadanie identyfikować działania, które mogłyby zagrażać integralności, poufności, jak i dostępności danych przechowywanych w sieci. Jest również środkiem do skutecznego zwalczania owych przestępstw, dzięki skutecznemu wykrywaniu, a także ściganiu sprawców. Ściganie to jest możliwe dzięki współpracy nie tylko na obszarze kraju, lecz także poza jego granicami.

W dokumencie tym zostały rozróżnione zadania podlegające terytorium kraju i zadania dla szczebla międzynarodowego. Dokument nazywa i definiuje cyberprzestępstwa, oraz systematyzuje je, tworząc kategorie m.in., "przestępstwa przeciwko poufności, integralności i dostępności danych informatycznych i systemów; przestępstwa komputerowe; przestępstwa ze względu na charakter zawartych informacji oraz przestępstwa związane z naruszeniem praw autorskich i praw pokrewnych [18]".

## Podsumowanie

Wszelkie działania i decyzje podejmowane na mocy Konwencji Rady Europy o cyberprzestępczości są transparentne z innymi aktami prawa. Uwzględniają poszanowanie praw człowieka, zgodnie z którymi każdy ma możliwość głoszenia swoich opinii i poglądów oraz prawo do wolności.

Duża odpowiedzialność spoczywa na władzach kraju, ponieważ to one kreują, wdrażają i kontrolują regulacje prawne ułatwiające walkę z cyberprzestępczością. Niezwykle ważne jest, aby tworzone regulacje nie naruszały prywatności obywateli, przysługującej im zgodnie z prawem. Stąd też należy podejmować szereg działań umożliwiających bezpieczne użytkowanie Internetu przez osoby prywatne, jednocześnie dążąc do zabezpieczenia systemów rządowych, w których przechowywane są niezliczone ilości informacji, także ściśle tajne.

Współpraca państw na arenie międzynarodowej w obszarze cyberprzestrzeni ma za zadanie ujednolicanie aktów prawnych i wszelkiego typu regulacji, w celu łatwiejszego i skoordynowanego działania w zakresie cyberbezpieczeństwa. Normy prawne państw, które są ze sobą skoordynowane, ułatwiają namierzanie, ściganie i karanie cyberprzestępców. Wspólne działanie krajów w ramach Unii Europejskiej daje możliwość prowadzenia szkoleń na większą skalę, o wyższym stopniu zaawansowania, co jest bardziej korzystne dla uczestniczących w nich państw uczestniczących niż szkolenia „w pojedynkę”. Umożliwiają one wymianę doświadczeń, umiejętności w zakresie wytworzonych już zabezpieczeń.

Podczas formułowania norm, regulacji prawnych dotyczących ochrony cyberprzestrzeni (czy to na poziomie kraju,

czy w skali międzynarodowej) istotne jest uwzględnienie szybkiego reagowania na pojawiające się zagrożenia. Ustawodawstwo państw członkowskich na podstawie norm określanych przez Unię Europejską, powinno być bardzo kompatybilne. Ewentualne rozbieżności w kwestiach prawnych poszczególnych państw należy niwelować. Działania te, mające na celu spełnienie kryteriów, jakie stawia przed państwami członkowskimi UE, mają na celu współtworzenie zintegrowanego systemu, zapewniającego bezpieczeństwo w cyberprzestrzeni.

Wszystkie wyżej wymienione aspekty i działania wspólnie tworzą całość, która prowadzi do osiągnięcia jednego celu – cyberbezpieczeństwa. Działania państw powinny być ukierunkowane na bezpieczeństwo kraju oraz jego obywateli tak, by każdy mógł z pełną swobodą i bez żadnych obaw korzystać z wynalazków powstałych wraz z rozwojem technologii teleinformatycznych.

## Literatura

- [1] Pilżys J., *Transnarodowe zagrożenia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, w: *Terroryzm globalne wyzwanie*, K. Kowalczyk, W. Wróblewski (red.), Toruń 2008, s. 189.
- [2] Szubrycht T., *Cyberbezpieczeństwo*, „Zeszyty naukowe marynarki wojennej” 2005, (160)1.
- [3] White K.C., *Cyber-Terrorism: Modern Mayhem*, Carlisle 1998, s. 10.
- [4] Szubrycht T., *Zagrożenia cyberbezpieczeństwa*, „Zeszyty naukowe marynarki wojennej” R. 61, (2005)1, s. 25.
- [5] Denning D., *Cyberterrorism*, 2000, <http://www.cs.georgetown.edu/~denning/infosec/cybert> [dostęp: 02.01.2017].
- [6] Lewis J.A., *Assessing the risk of cyber terrorism, cyber war and other cyberthreats*, Center for Strategic and International Studies 2002, <http://www.csis.org/tech/0211lewis.pdf> [dostęp: 02.01.2017].
- [7] Fielding N.G., *Triangulation and Mixed Methods Designs Data Integration With New Research Technologies*, „Journal of Mixed Methods research”, 2012, 124–136.
- [8] Górka M. (red.), *NATO a aspekty bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni*, w: *Cyberbezpieczeństwo jako podstawa bezpiecznego państwa i społeczeństwa w XXI wieku*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2014.
- [9] *Active Engagement, Modern Defence*, North Atlantic Treaty Organization, 19.11.2010 [dostęp: 22.01.2017].
- [10] Unijny plan bezpieczeństwa cyberprzestrzeni na rzecz ochrony otwartego Internetu oraz wolności i możliwości w Internecie, Bruksela 2013, [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-13-94\\_pl.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-94_pl.htm) [dostęp: 22.01.2017].
- [11] Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, [https://www.bbn.gov.pl/ftp/dok/01/sbn\\_rp\\_2014.pdf](https://www.bbn.gov.pl/ftp/dok/01/sbn_rp_2014.pdf) [dostęp: 13.02.2017].
- [12] NIK: Informacja o wynikach kontroli Informacja o wynikach kontroli: Realizacja przez podmioty państwowe zadań w zakresie ochrony cyberprzestrzeni RP, 2015.
- [13] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2011 r. o zmianie ustawy o stanie wojennym oraz o kompetencjach Naczelnego Dowódcy Sił Zbrojnych i zasadach jego podległości konstytucyjnym organom Rzeczypospolitej Polskiej oraz niektórych innych ustaw, (Dz.U. 2011 Nr 222, poz. 1323).

<sup>3</sup> Network and Information Security – NIS.

<sup>4</sup> Critical Information Infrastructure Protection – CIIP.

- [14] Polityka Ochrony Cyberprzestrzeni Polskiej, <http://www.cert.gov.pl/cerCyberprzestrzeni-Rzeczypospolitej-Polskiej.html>, Warszawa 2013, [dostęp: 13.02.2017].
- [15] Doktryna Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej, [https://www.bbn.gov.pl/ftp/dok/01/sbn\\_rp\\_2014.pdf](https://www.bbn.gov.pl/ftp/dok/01/sbn_rp_2014.pdf) [dostęp: 24.01.2017].
- [16] Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji, <http://www.piiit.org.pl/-/piiit-opinia-ws-rzadowego-programu-ochrony-cyberprzestrzeni-rp-2011-2016>, [dostęp: 20.02.2017].
- [17] Informacje instytucji, organów i jednostek organizacyjnych Unii Europejskiej, Rada Europejska Program sztokholmski – otwarta i bezpieczna Europa dla dobra i ochrony obywateli, (Dz. Urz. UE C 115 z 4 maja 2010).
- [18] Ustawa z dnia 12 września 2014 r. o ratyfikacji Konwencji Rady Europy o cyberprzestępczości, (Dz.U. 2014 poz. 1514).

**DR MAGDALENA EL GHAMARI** – kierownik Pracowni Bezpieczeństwa Kulturowego Collegium Civitas, fundator i prezes Fundacji El-Karama. Członek Stowarzyszenia Euro-Atlantyckiego, European Security Association, Stowarzyszenia Kombatantów Misji Pokojowych ONZ, Polskiego Towarzystwa Studiów Międzynarodowych, Towarzystwa Polsko-Albańskiego i International Institute for Private-, Commercial, and Competition Law w Tiranie. Członek zespołu redakcyjnego magazynu „E-terroryzm”, Securitologia oraz Security Review. Absolwentka studiów doktoranckich w Katedrze Działań Połączonych Akademii Obrony Narodowej. Wykładowca akademicki oraz szkoleniowiec z obszaru: MENA, fundamentalizm islamski, zagrożenia bezpieczeństwa międzynarodowego, terroryzm, migracje, komunikacje międzykulturowa, Bałkany, operacje NATO, militaria.

dr hab. inż. Jarosław Prońko<sup>a)\*</sup>, mgr Beata Wojtasiak<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup>Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Zarządzania/ Jan Kochanowski University in Kielce, Institute of Management

<sup>b)</sup>Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi im. Józefa Tulińskiego – Państwowy Instytut Badawczy/  
Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute

\*Autor korespondencyjny/Corresponding author: jaroslaw.pronko@ujk.edu.pl

## Wstęp do teorii bezpieczeństwa

### An Introduction to the Theory of Safety

### Введение в теорию безопасности

#### ABSTRAKT

**Cel:** Sformułowanie definicji bezpieczeństwa w ujęciu psychologii i socjologii humanistycznej.

**Wprowadzenie:** Socjologia i psychologia humanistyczna to nurty stojące w opozycji do pozytywizmu w nauce, głoszące, iż nauki o człowieku są zasadniczo inne niż nauki przyrodnicze i wymagają odmiennych metod badań. Stawiają one w centrum badań konkretnego człowieka, nie jako przedmiot, ale podmiot świadomy swoich działań i interakcji społecznych. Główne postulaty socjologii humanistycznej to: antynaturalizm, interakcjonizm, podmiotowość interakcji społecznych oraz poszukiwanie i rozumienie przyczyn działania obiektu badań. Podobnie psychologia humanistyczna traktuje człowieka jako podmiot badający rzeczywistość, obserwujący, przewidyjący, planujący, wnioskujący oraz wykorzystujący posiadaną wiedzę do kreowania rzeczywistości i przystosowywania się do niej. W artykule dokonano leksykalnej analizy bezpieczeństwa oraz opisano i uzasadniono przyjętą postawę metodyczną. Na tej bazie sformułowano definicję bezpieczeństwa. Na jej podstawie, w dalszej części artykułu, zwrócono uwagę na problematykę subiektywności poczucia bezpieczeństwa kształtowanego przez analizę docierających do podmiotu poznającego informacji w oparciu o własne doświadczenie, światopogląd oraz umiejętności badawcze. Tak kształtowane poczucie bezpieczeństwa jest bardzo podatne na manipulację medialną. Następnie w drodze rozważań dedukcyjnych sformułowano wnioski dotyczące uwarunkowań kształtowania bezpieczeństwa szeroko rozumianej organizacji (społeczność, państwo, przedsiębiorstwo). W ostatniej zaś części określono sposób oceny poziomu bezpieczeństwa w wymiarze personalnym i organizacyjnym.

**Metodologia:** Definicję bezpieczeństwa oraz wnioski z niej płynące, w aspekcie kształtowania bezpieczeństwa personalnego i organizacyjnego wyprowadzono na drodze rozważań dedukcyjnych. W badaniach przyjęto teoretyczno – metodyczną postawę badawczą płynącą z nurtu humanistycznego socjologii i psychologii.

**Wnioski:** Personalne poczucie bezpieczeństwa zależy od doświadczenia życiowego, światopoglądu oraz umiejętności badawczych konkretnej osoby – zdolność krytycznego myślenia postulowana przez Immanuela Kanta. Bezpieczeństwo organizacyjne może być definiowane w trzech kontekstach, dlatego też przy posługiwaniu się tym pojęciem należy określić kontekst jego definiowania.

**Słowa kluczowe:** definicja bezpieczeństwa, bezpieczeństwo personalne, bezpieczeństwo organizacyjne

**Typ artykułu:** artykuł przeglądowy

Przyjęty: 18.10.2017; Zrecenzowany: 01.03.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Procentowy wkład merytoryczny: J. Prońko – 70%; B. Wojtasiak – 30%;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 34–48, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.3;

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

#### ABSTRACT

**Purpose:** Formulating a definition of safety in terms of humanistic psychology and sociology.

**Introduction:** Humanistic sociology and psychology are the trends standing in opposition to the positivism in science, arguing that human sciences are fundamentally different from natural sciences and require different research methods. They place a particular human being at the centre of research, not as an object but as an entity aware of its actions and social interactions. The main postulates of humanistic sociology are: antinaturalism, interactionism, subjectivity of social interaction, as well as search for and understanding of reasons for action of the research object. Similarly, humanistic psychology treats a human being as an entity investigating the reality, observing, providing and planning, requesting and using his knowledge to create reality and adapt to it. The lexical safety analysis, description and justification adopting the medical approach was made in the article. On this basis the definition of safety was formulated. On this basis, the article highlights the problems of subjectivity shaped by a sense of safety analysis of reaching the knowing subject information based on their own experience, belief and researching skills. Thus formed sense of safety is very susceptible to media manipulation. Followed by the deductive considerations, conclusions have been formulated as to the conditions which shape the safety of a broadly defined organisation (a community, a state, an enterprise). The method to assess the level of safety in the personal and organisational dimensions has been formulated in the last part of the article.

**Methodology:** The definition of safety and its implications, in the context of shaping personal and organisational safety, was derived from deductive considerations. In the research, the theoretical-methodological attitude was adopted, originating from the humanistic mainstream of sociology and psychology.

**Conclusions:** A personal sense of safety depends on life experience, beliefs and the research ability of a human being – the ability of critical thinking, as postulated by Immanuel Kant. Organisational safety can be defined in three contexts, so when using this concept, the context of its definition should be specified.

**Keywords:** definition of safety, personal safety, organisational safety

**Type of article:** review article

Received: 18.10.2017; Reviewed: 01.03.2018; Accepted: 10.04.2018;

Percentage contribution: J. Prońko – 70%; B. Wojtasiak – 30%;

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 34–48, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.3;

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

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Сформулировать определение безопасности с точки зрения психологии и гуманистической социологии.

**Введение:** Социология и гуманистическая психология – это течения отличные от позитивизма в науке, которые провозглашают, что гуманитарные науки принципиально отличаются от естественных и требуют других методов исследований. Они ставят в центр исследования конкретного человека, не в качестве объекта, а субъекта, осознающего свои действия и социальные интеракции. Основными постулатами гуманистической социологии являются: антинатурализм, интеракционизм, субъективность социальных взаимодействий, а также поиск и понимание причин действий объекта исследования. Точно так же гуманистическая психология рассматривает человека как субъект, изучающий реальность, наблюдающий, прогнозирующий, планирующий, делающий выводы, использующий свои знания для создания реальности и адаптации к ней. В статье проведен лексический анализ безопасности, описан и доказан принятый методологический подход. Исходя из этого было сформулировано определение безопасности. На базе этого в дальнейшей части статьи обращено внимание на проблему субъективности чувства безопасности, которое формируется посредством анализа информации, полученной субъектом на основе собственного опыта, мировоззрения и исследовательских навыков. Сформированное таким образом чувство безопасности очень уязвимо для манипуляций СМИ. Затем в ходе дедуктивного анализа были сформулированы выводы относительно условий безопасности широко понимаемой организации (общества, государства, предприятия). В последней части был определен метод оценки уровня безопасности с точки зрения личности и организации.

**Методология:** Определение безопасности и вытекающие из него выводы в аспекте создания личной и организационной безопасности были получены с помощью дедуктивного анализа. В исследованиях была использована теоретико-методологическая основа, исходящая из гуманистического направления социологии и психологии.

**Выводы:** Личное чувство безопасности зависит от жизненного опыта, мировоззрения и исследовательских навыков конкретного человека – способности критического мышления, согласно Иммануилю Канту. Значение организационной безопасности может быть использовано в трех контекстах, поэтому при использовании этого термина необходимо указать контекст определения.

**Ключевые слова:** определение безопасности, личная безопасность, организационная безопасность

**Вид статьи:** обзорная статья

Принята: 18.10.2017; Рецензирована: 01.03.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Процентное соотношение участия в подготовке статьи: J. Prońko – 70%; B. Wojtasiak – 30%;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 34–48, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.3;

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

Otoczającą rzeczywistość i siebie samego poznajemy poprzez myślenie (kartezjańskie cogito), które pokonuje wszelkie nasze wątpliwości (kartezjańskie dubito) w rzeczywistość otaczającego świata, prawdziwość postrzeżeń i wyobrażeń [1, s. 35–38]. To co myślimy, dostrzegamy, wyobrażamy sobie, czy też czujemy, pragniemy zakomunikować innym, podzielić się z nimi wiedzą i emocjami.

Początkowo językiem posługiwano się w celu przekazywania prostych wrażeń zmysłowych, dlatego też słowa były ściśle z nimi związane. Z czasem wypowiedzi stają się coraz bardziej skomplikowane. Język zaczyna uniezależniać się od zaplecza, jakim są wrażenia, ale zyskuje na wewnętrznej spójności.

## Introduction

In order to get to know the surrounding reality and ourselves, we use our thinking (Cartesian “the cogito”), which overcomes all our doubts (Cartesian “the dubito”) in the reality of the surrounding world, the truth of perceptions and ideas. [1, p. 35–38]. All that we think, perceive, imagine or feel, we want to communicate to others, to share with them our knowledge and emotions.

At first, simple sensory impressions were conveyed by means of the language, so words were closely related to them. Over time, statements had become more and more complicated. A language begins to become independent of the backdrop, which is the impression, but gains an internal cohesion. This

Tę własność języków naturalnych dostrzegali A. Einstein: „gdy ludzie często posługują się tak zwanymi pojęciami abstrakcyjnymi, język staje się narzędziem rozumowania w prawdziwym tego słowa znaczeniu. Ten proces zmienia jednak język w groźne źródło błędów i iluzji. Wszystko zależy od tego, w jakiej mierze słowa i ich kombinacje odpowiadają wrażeniom zmysłowym” [2, s. 79–80].

Według niego zadaniem nauki jest dążenie: „do pełnej precyzji jasności pojęciowej, zarówno w zakresie relacji między pojęciami, jak i korespondencji między pojęciami i danymi zmysłowymi” [2, s. 80]. Pojęcia stosowane do zbudowania spójnego systemu nie wyrażają żadnych emocji. „Dla uczonego jest tylko ‘być’, nie ma życzeń, wartości, nie ma dobra, zła, nie istnieje żaden cel” [2, s. 83].

W takim też kontekście należy, zdaniem autorów, formułować definicję pojęcia bezpieczeństwo, zaczynając od jego leksykalnego – powszechnego znaczenia.

## Leksykalne znaczenie pojęcia bezpieczeństwo

W języku polskim bezpieczeństwo oznacza: „stan niezagrożenia, spokoju, pewności” [3]. Występuje w takich związkach frazeologicznych, jak: osobiste bezpieczeństwo; bezpieczeństwo kraju, obywateli; poczucie bezpieczeństwa; zapewnić komuś bezpieczeństwo; czuć nad czymś bezpieczeństwem; zagrażać czyjemuś bezpieczeństwu; naruszać czyjeś bezpieczeństwo. Hiperonimem bezpieczeństwa jest porządek oznaczający: stan, w którym przestrzegane jest prawo i jest zachowany spokój [3]. Hiponimami porządku są: dyscyplina, normalizacja, bezpieczeństwo.

W wyrażeniach definiujących zarówno bezpieczeństwo, jak i porządek, pojawiają się dwa istotne pojęcia: stan i spokój. Pierwsze z nich ma wiele różnych znaczeń. Na uwagę, w kontekście niniejszego artykułu, zasługują:

- całokształt okoliczności, warunki, w jakich ktoś lub coś się znajduje, w jakich istnieje w jakimś czasie, poziom, ilość czegoś; sytuacja, pozycja, położenie;
- czyjeś usposobienie, czyjs nastrój. Wydaje się, iż niezbędne, w tym przypadku, jest podanie związków frazeologicznych, w jakich ono występuje: stan psychiczny, uczuciowy, wewnętrzny; stany emocjonalne, lękowe, maniakalne; stan apatii, podniecenia, przygnębienia, niepokoju, rozpacz, euforii; stan rozdrażnienia, napięcia nerwowego, odprężenia, ekscytacji [3].

Pierwsza definicja wskazuje na warunki zewnętrzne, w jakich znajduje się przedmiot, druga zaś na jego wnętrze, przyjmując Platonowską – a nie Arystotelesowską – definicję przedmiotu i podmiotu. A zatem stan oznacza zarówno całokształt zewnętrznych okoliczności, jak i aktualną sytuację wewnętrzną przedmiotu.

Drugim pojęciem jest spokój, który definiuje się jako:

- stan równowagi psychicznej lub fizycznej, brak oznak zdenerwowania, niepokoju, harmonia wewnętrzna, pogoda ducha;

property of natural languages was noticed by A. Einstein: “When people often use so-called abstract concepts, a language becomes a tool of reasoning in the true sense of the word. However, this process turns the language into a dangerous source of errors and illusion. It all depends on the extent to which words and their combinations correspond to sensory impressions” [2, p. 79–80].

According to Einstein, the task of the science is the pursuit: “of the full precision of the conceptual clarity, both in terms of relationships between the concepts as well as the correspondence between the concepts and the sense-data [2, p. 80]. The concepts used to build a coherent system do not express any emotions [2, p. 83]. For the scholar, there is only ‘a being’ but there are no wishes, no value, no good and evil, no goal” [2, p. 83].

In such a context, according to the authors, the definition of the concept of safety must be formulated, beginning with its lexical – universal meaning.

## The lexical meaning of the term safety

In Polish, safety means: “the state of the absence of threats, the state of peace and confidence” [3]. It occurs in such phraseological units as personal safety; country’s safety, citizens’ safety; the sense of safety; to ensure someone’s safety; to watch over someone’s safety; to endanger someone’s safety; to violate someone’s safety. “Order” is the hyperonym of safety which means “the state in which law is respected and peace is preserved” [3]. The hyperonyms of “order” are discipline, normalisation, safety.

In expressions which define both safety and order, there are two important concepts: state and peace. The first one has many different meanings. In the context of this elaboration, the following merit our attention:

- all circumstances, conditions in which someone or something exists, conditions in which someone or something exists for some time, the level, the quantity of something; the situation, the position, the location;
- someone’s disposition, someone’s mood; it seems necessary in this case to provide appropriate phraseological units in which it occurs: the mental state, the affectional and internal state; the emotional states, the anxiety and manic disorders; apathy, excitement, depression, anxiety, despair, euphoria, the state of irritability, nervous tension, relaxation, excitement [3].

The first definition indicates the external conditions in which the subject is located, and the second one indicates its interior assuming Plato’s definition of a subject and an object but not Aristotle’s one. So “state” means both the whole of external circumstances and the current internal situation of the object.

The second term is “peace” which is defined as:

- the state of psychological or physical balance, with no signs of nervousness or anxiety, internal harmony, positive attitude;



- stan, w którym nie ma wojny, zatargów, konfliktów; pokój, zgoda, ład [1].

W podstawowym znaczeniu spokój odnosi się do psychiki człowieka, a dopiero hiperonim w kolejnym – do czynników zewnętrznych, które są zresztą dość precyzyjnie określone. Wobec powyższego, należy skonstatować, że bezpieczeństwo, traktowane jako stan spokoju, oznacza brak niepokoju i obaw przedmiot. Natomiast w odniesieniu do jego otoczenia, brak konfliktów społecznych – pokój, zgoda, ład. W definicji pojęcia spokój na pierwszym miejscu, w przeciwieństwie do określeń definiujących pojęcie stanu, umieszczono „zespół okoliczności” wewnętrznych. Oznacza to, że spokój jest bardziej związany z duchem przedmiotu, niż jego otoczeniem. Jawi się on zatem jako coś wewnętrznego, osadzonego co prawda w zjawiskach dziejących się w otoczeniu, ale przede wszystkim zależnego od tego, co przedmiot myśli i czuje.

Kolejnym elementem leksykalnej definicji bezpieczeństwa jest: stan pewności. Pewność to: niezachwiane przekonanie o istnieniu czegoś lub o tym, że rzecz się ma w określony sposób, ufność co do czegoś. Z tak sformułowanego definiens wynika, że pewność to wewnętrzne przekonanie, że będzie tak, jak przedmiot myśli. Bardziej szczegółowa analiza wskazuje, że pewność w kontekście bezpieczeństwa oznacza przekonanie przedmiotu, że: sytuacja będzie się rozwijać zgodnie z pozytywnym scenariuszem wyobrażonym przez niego. W przypadku scenariusza negatywnego mówimy raczej o zagrożeniu.

Bezpieczeństwo w ujęciu leksykalnym to również: stan niezagrożenia. Pojęcie to nie zostało zdefiniowane w *Uniwersalnym Słowniku Języka Polskiego*, ale można przyjąć, iż jest ono synonimem braku wszelkich zagrożeń. Zagrożenie zaś oznacza: „sytuację lub stan, które komuś czymś zagrażają, lub w których ktoś czuje się zagrożony; także ktoś, kto stwarza taką sytuację” [3]. Jego synonimem jest niebezpieczeństwo, które w związku z tym nie jest antonimem bezpieczeństwa. Zarówno zagrożenie, jak i niebezpieczeństwo opisuje jakieś konkretne zjawisko, natomiast bezpieczeństwo to brak wszelkich zagrożeń, niebezpieczeństw.

Pojęciem ściśle związanym z zagrożeniem jest strach, czyli: niepokój wywołany przez grożące niebezpieczeństwo lub przez rzecz nieznaną, która wydaje się groźna; trwoga, lęk, przerażenie, obawa, panika. Niepokój zaś jest czymś wewnętrznym, subiektywnym, wynikającym jedynie ze sposobu postrzegania rzeczywistości przez konkretną osobę. Jeżeli zatem strach (trwoga, lęk, itp.), stan emocjonalny przedmiotu, jest ściśle związany z zagrożeniem, wręcz jest jego efektem, to również samo zagrożenie musi być czymś subiektywnym. Strach to przecież efekt subiektywnej oceny rzeczywistości jawiącej się w postrzeżeniach przedmiotu. Nawet jeżeli za zagrożenia uznaje się zjawiska obiektywne, to i tak ich ocena należy do konkretnego człowieka. Jeżeli w jego ocenie dane zjawisko nie wywołuje strachu, to tym samym nie zostanie uznane przez niego za zagrożenie. Dzieje się tak dlatego że, zagrożenie występuje jedynie wtedy, gdy coś nam grozi, a grozić znaczy straszyć [3]. A zatem zagrożeniem jest takie zjawisko (lub tylko jego wyobrażenie), które wywołuje strach u konkretnej osoby.

Podsumowując leksykalne rozważania nad definicją bezpieczeństwa, należy stwierdzić, iż jest ono subiektywnym odczuwaniem: spokoju, pewności, braku zagrożeń; wynikającym

- the state in which there is no war, no disputes, no conflicts; but there is peace, harmony, order [1].

In the basic meaning, the sense of peace refers to human psyche, and only in the next hyperonim to external factors which are quite precisely specified. Accordingly, it can be concluded that safety, treated as a state of peace, means the absence of anxiety and concerns of the subject. However, in relation to its surroundings, it means the absence of social conflicts – peace, harmony, order. In the definition of the concept of peace, as opposed to definitions of the concept of the state, “the set of internal circumstances” was given priority. It means that peace is more connected with the spirit of the object than with its surroundings. It appears as something internal, embedded in what is happening in the environment, but above all something dependent on what the object thinks and feels.

Another element of the lexical definition of safety is the state of confidence. “Confidence” is unwavering belief in the existence of something or that something is structured in a certain way, as well as having trust in something. It is clear from this definition that confidence is an inner conviction that it will be as the object thinks. A more detailed analysis shows that confidence in the context of safety means the object’s conviction of that the situation will develop according to the positive scenario imagined by this object. In the case of a negative scenario, we rather talk about threat.

Safety in lexical terms is also a state of the absence of threats. This term was not defined in the Universal Dictionary of Polish Language, but it can be assumed that it is synonymous with the absence of any threats. “Threat” means “a situation or a condition which threatens someone with something, or a situation in which someone feels threatened; and also someone who makes such a situation” [3]. Its synonym is “danger” which therefore is not an antonym of safety. Both threat and danger describe a specific phenomenon, whereas safety is the absence of any threats and dangers.

A concept closely related to threat is fear: a sense of anxiety evoked by impending danger or caused by an unknown thing which seems to be dangerous; fear, anxiety, terror, a concern, panic. Anxiety is something internal, subjective, resulting only from one’s perception of reality. Therefore, if fear (trepidation, anxiety, etc.), an emotional state of an object, is closely associated with a threat, even to the extent that it is its effect, it is also the threat that must be something subjective. This is because fear is the result of a subjective assessment of reality which appears in the object’s perceptions. Even if objective phenomena are considered as threats and so their assessment belongs to a specific person. If in the person’s opinion a particular phenomenon does not cause fear, he or she will not consider it as a threat. Because threat occurs only when something threatens us and “to threaten” means to scare [3]. Thus, threat is such a phenomenon, or only its imagination, which causes fear in a particular person.

Summing up the discussion about the lexical definition of safety, it is necessary to state that it is a subjective feeling of peace, safety, absence of risk; which results from the individual assessment of the phenomena perceived and anticipated

z indywidualnej oceny zjawisk, aktualnie postrzeganych i antycypowanych przez konkretną osobę. Można zatem postawić hipotezę: bezpieczeństwo to przekonanie podmiotu<sup>1</sup>, że aktualnie postrzegane i potencjalne zjawiska nie stanowią dla niego zagrożenia – nie budzą w nim strachu, lęku, obaw.

## Przyjęta postawa metodologiczna

Powyższa hipoteza jest równoznaczna ze stwierdzeniem, że bezpieczeństwo (również zagrożenie) należy do kategorii wewnętrznych przeżyć człowieka, płynących z jego oceny otoczenia i umiejętności przewidywania. Stanowią one, wraz z marzeniami i aspiracjami, najsilniejszy zestaw motywatorów działań kształtujących otoczenie, którego głównym składnikiem są inni ludzie. Oni również posiadają własne zestawy marzeń i aspiracji oraz emocje związanych z pewnością ich zaspokojenia. Efektem zderzenia dążeń wielu ludzi są stosunki społeczne, organizacje, społeczności, grupy społeczne. Wszystko, co otacza każdego człowieka, jest w pewnym sensie przez niego kształtowane. Także on sam jest kształtowany przez swoje otoczenie. Aby zatem zrozumieć zasady funkcjonowania organizacji, określania celów ich istnienia oraz tworzenia warunków pewności osiągnięcia tych celów, należy najpierw zrozumieć motywacje ludzi tworzących organizacje oraz określić stopień ich udziału w sprawowaniu władzy lub też sposób kształtowania tegoż udziału: w konkretnej organizacji, społeczności, grupie społecznej. Taką właśnie perspektywę prowadzenia badań wskazuje nurt humanistyczny w naukach społecznych. Stawia on w centrum badań człowieka, ale nie jako przedmiot badań, ale jego podmiot, który badacz powinien: zrozumieć (koncepcja M. Webera), wczuć się w jego sposób postrzegania świata (koncepcja W. Dilthey'a), dostrzec świat jego oczami i poczuć jego emocje – empatia (koncepcja St. Ossowskiego) lub też analizować jego działania społeczne pod kątem ich znaczenia dla aktora – współczynnik humanistyczny (koncepcja F. Znanieckiego). Wszystkie wskazane koncepcje mieszczą się w teoretyczno-metodologicznej orientacji łączącej psychologię społeczną oraz socjologię z psychologią humanistyczną.

Filozoficzną podstawę tej orientacji stanowią poglądy, I. Kanta, R. Descartesa, egzystencjalistów i wielu innych. W koncepcji filozoficznej I. Kanta dokonało się ostateczne: „upodmiotowienie rzeczy, czyli zredukowanie sytuacji poznawczej do własnego podmiotu, jako decydującego o realizmie poznania i nauki” [1, s. 38]. Chociaż on sam nie wątpił w realność świata i rzeczy, to jednak sprowadził racjonalność poznania do danych czysto subiektywnych i to tak dalece, że to sam podmiot kreuje przedmiot poznania. On również dowodził, że czas i przestrzeń są jedynie apriorycznymi kategoriami naszego umysłu, co znalazło uzasadnienie w teorii względności A. Einsteina. Z jego koncepcji filozoficznej wynika, że każdy człowiek postrzega i rozumie rzeczywistość w sposób subiektywny, ale wszyscy obserwatorzy są jednakowo wiarygodni, choć każdy ma własną miarę

at any given moment by a person. Therefore, the following hypothesis may be formulated: safety is the perception of a subject<sup>1</sup> that currently perceived and potential phenomena do not pose a threat to him – they do not cause any fear, anxiety or doubts in him.

## The adopted approach to the methodology

This hypothesis is equivalent to the statement that safety (and also threat) belongs to the category of internal human experience, resulting from a person's assessment of the environment and ability to predict. Along with dreams and aspirations, they make up the strongest set of motivators of actions which shape the environment, and where other people are its main component. These people also have their own sets of dreams, aspirations and emotions associated with the certainty that they can be satisfied. The result of the clash of many people's lives is social relations, organisations, communities, social groups. Everything that surrounds each individual is in a certain sense shaped by themselves, as well they are shaped by their surroundings. In order to understand the principles of the organisation's functioning, to define the aims of their existence and to create the conditions for ensuring the achievement of these goals, it is necessary first to understand the motivations of people who form these organisations and to determine their participation in the exercising authority or to determine the way of shaping the share in exercising authority: in a particular organisation, a community, a social group. The humanistic trend in social sciences shows exactly this perspective of conducting research. It puts the human being at the centre of research; however, not as an object of research, but its subject which the researcher should understand (M. Weber's concept), gain his perception of the world (W. Dilthey's conception), see the world through his eyes and feel his emotions – empathy (the concept of St. Ossowski), or to analyse his social activities in terms of their significance for an actor – the humanistic factor (F. Znaniecki's concept). All of these concepts fall into the theoretical – methodological orientation combining social psychology and humanistic psychology and sociology.

The views of I. Kant, R. Descartes, the existentialists, and many others are at the philosophical foundation of this orientation. In the philosophical concept of I. Kant, it has been made the ultimate: “the empowerment of things, that is the reduction of the cognitive situation to one's being, as decisive for the realism of cognition and study” [1, s. 38]. Although he himself did not doubt the reality of the world and things, he reduced the rationality of cognition to purely subjective data to the extent where the subject creates himself the object of cognition. He also argued that time and space are only *a priori* categories of our mind, as argued in Einstein's theory of relativity. His philosophical concept implies that every man perceives and understands the reality subjectively, but all observers are equally credible, although each one has its own

<sup>1</sup> Użycie pojęcia podmiot sugeruje subiektywność odczucia bezpieczeństwa oraz postrzeganie go jedynie z perspektywy podmiotu – człowieka poznającego rzeczywistość.

<sup>1</sup> Using the word “subject” suggests the subjective feeling of safety and perceiving it only from the subject's perspective – as a man exploring reality.

odległości i czasu. Jest to jedno z podstawowych założeń teorii względności A. Einsteina sprzeczne z założeniami klasycznej teorii Newtona. Filozofia krytyczna I. Kanta stawia w centrum teorii poznania konkretnego obserwatora, który w sposób subiektywny postrzega i rozumie rzeczywistość. Wszyscy obserwatorzy są równouprawnieni i – jak wskazuje A. Einstein prawa nauki, aby były prawdziwe, muszą być takie same dla wszystkich obserwatorów.

Natomiast z filozofii Arystotelesa i nurtów na niej opartych zaczerpnięto definicję bytu jako nieredukowalnego złożenia istoty i istnienia: „być bytem jako rzeczywistym (...) znaczy: być w sobie określoną, zdeterminowaną naturą, która we właściwy sobie sposób istnieje” [1, s. 3–4] oraz równie silne akcydensy bytu – cel istnienia i zmienność.

Uwzględniając powyższe, problematykę bezpieczeństwa należy rozpatrywać z punktu widzenia konkretnego człowieka, bo tylko on może odczuwać strach, który jest miarą zarówno siły zagrożenia, jak i poczucia bezpieczeństwa. Człowiek bezpieczny nie odczuwa strachu, lęku czy obaw o dalsze swoje istnienie i możliwość osiągania osobistych celów.

## Propozycja definicji bezpieczeństwa

Przyjęcie powyższych uwarunkowań wymaga postawienia w centrum badań nad problematyką bezpieczeństwa człowieka wolnego i odpowiedzialnego, który jako jedyny ze wszystkich bytów ma bezpośredni wpływ na to, kim jest i dokonując niezależnych wyborów, wyraża swoją wolność [4, s. 352]. Należy zatem na pierwszym miejscu postawić człowieka i jego kreację indywidualnego poczucia bezpieczeństwa, której efektem są cele i zasady funkcjonowania organizacji, społeczeństw i grup społecznych, stwarzających poczucie większej pewności w zaspokajaniu indywidualnych potrzeb i aspiracji. Trzeba również uwzględnić wpływ innych ludzi na sposób myślenia, emocje i postawy konkretnego człowieka.

Realizując własne aspiracje, każdy człowiek pragnie mieć pewność ich zaspokojenia. Pewność taką daje odpowiednia konfiguracja otoczenia, zarówno innych ludzi, jak i elementów przyrody żywej, nieożywionej oraz wytworów cywilizacji. Dążąc do zaspokojenia własnych aspiracji, każdy człowiek stara się według własnych wyobrażeń i możliwości kształtować zasady i normy postępowania społecznego, sposób rozdziału dóbr materialnych i dostępu do dóbr wspólnych, otaczając go przyrodę. Wypadkowa działań wielu ludzi tworzy i nadaje kierunek zmianom w środowisku społecznym i przyrodniczym. Efektem tego jest poczucie bezpieczeństwa, jego braku, lub jakiegoś stanu pośredniego odczuwanego przez ludzi tworzących daną społeczność. Każda z osób będzie miała inny stopień poczucia bezpieczeństwa, ze względu na inną istotę własnego istnienia, określoną przez siebie samego.

Człowiek, jako jedyny ze wszystkich bytów, dąży, w swoich działaniach do takiego ukształtowania wewnętrznych wartości i zewnętrznej konfiguracji bytów oraz ich istoty, które zapewni mu najwyższy stopień poczucia bezpieczeństwa. Jednakże osiągnięcie wysokiego stanu bezpieczeństwa, niemal pewności,

measure of distance and time. It is one of the basic assumptions of the theory of relativity of A. Einstein contrary to the assumptions of the classical theory of Newton. The critical philosophy of I. Kant puts a specific observer at the centre of the theory of knowledge, who perceives and understands reality subjectively. All observers have equal rights and, as A. Einstein indicates, the laws of science, in order to be true, must be the same for all observers.

However, from the philosophy of Aristotle and the trends based on it, the definition of a being as the irreducible complexity of being and existence was derived: “to be a being as real (...) means to be a specific and determined nature in itself, one that exists in its own way” [1, p. 3–4] and the equally strong being’s features – the purpose of existence and variability.

Considering the above, the safety issues must be considered from a particular human being’s point of view, because only a human is able to feel fear, which is a measure of both the threat and the sense of safety. A safe human does not feel any fear, any anxiety or any concerns about his further existence and the possibility of achieving personal aims.

## A proposal for the definition of safety

The acceptance of the above conditions requires that at the centre of research on safety issues a free and responsible human be placed, as the only being with a direct impact on who he is and expressing his freedom by making independent choices [4, p. 352]. Therefore, it is necessary to put at the first place a human and his creation of the individual sense of safety. The results of his creation are the goals and principles of the functioning of organisations, societies and social groups, which create a sense of higher confidence in satisfying individual needs and aspirations. We should also consider the impact of other people’s way of thinking, emotions, and attitudes of a particular human being.

Realising his own aspirations, every human wants to have the certainty of satisfying them. Such confidence is provided by a suitable environment configuration, both other people and the elements of living and non-living nature and other products of civilisation. In order to satisfy their aspirations, every human, according to their own ideas and possibilities, seeks to shape the principles and standards of social conduct, a method of material goods distribution and access to common goods and the surrounding nature. The resultant action of many people creates and gives the direction to the changes in the social and natural environment. The result is a sense of safety, the lack of it or some intermediate state felt by people creating some community. Each person will have a different degree of the sense of safety because of the different essence of his own existence, which is defined by himself.

A man, as the only one of all beings, strives in his actions to shape the inner values and external configuration of beings and their essence, which will provide him with the highest degree of the sense of safety. However, achieving a high level of safety, almost certainty about the ability to preserve his own

o zdolności do zachowania własnej istoty i istnienia, wyzwala w każdym człowieku nowe aspiracje, każe mu „wychodzić poza samego siebie” [4, s. 347–354] i osiągać wyższy stopień rozwoju. Nawet jeżeli jakiś człowiek nie ma takich aspiracji, to inni je mają, powodując tym samym zmianę dotychczasowych warunków środowiskowych. Naruszają tym jego poczucie bezpieczeństwa, zmuszając do dalszego kształtowania go.

Najważniejszą potrzebą człowieka jest nie tyle zachowanie własnej istoty (treści, sposobu istnienia), ile jej kreowanie zgodnie z własnymi wyobrażeniami. Nie jest możliwe kreowanie istoty bez realnego istnienia, bo człowiek nie jest bytem abstrakcyjnym. Jest istniejącym konkretem, który nie podporządkowuje się ogólnemu wyobrażeniu człowieka, bytującemu w umysłach innych ludzi. Wyłamuje się on wszelkim klasyfikacjom i uogólnieniom. Jest bytem o niepowtarzalnej treści istnienia – istocie. Równocześnie jest jedynym bytem, który świadomie kształtuje własną istotę, nie powielając przy tym treści istnienia innych ludzi.

Umysł ludzki nie odbiera rzeczywistości w sposób fotograficzny, ale tworzy oryginalne dla danej osobowości plany [5, s. 59], będące wewnętrznym obrazem środowiska zewnętrznego. Plany te posiadają hierarchiczną strukturę i – co najważniejsze – podlegają dynamicznym zmianom. Plan ten „nie jest kopią uprzednio działających bodźców, ale aktywną ich organizacją” [5, s. 59]. Dlatego też poczucie bezpieczeństwa jest zawsze subiektywne i wraz z rozwojem człowieka zmienia się sposób jego postrzegania i rozumienia.

Inna ważna cecha bezpieczeństwa to jego zależność od czynników zewnętrznych. Zarówno zaspokajanie potrzeb podstawowych, jak i kreowanie własnej istoty jest zależne od otoczenia konkretnego człowieka – nie tylko od otoczenia społecznego, ale również przyrodniczego i materialnego. Natomiast sposób postrzegania środowiska zewnętrznego zależy od wartości wewnętrznych konkretnego człowieka.

Poczucie bezpieczeństwa każdego człowieka kształtują więc zarówno wartości wewnętrzne, doświadczenia osobiste i sposób postrzegania świata, jak również byty zewnętrzne, ich istota (jego o nich wiedza) oraz wzajemna konfiguracja (istota układu bytów).

Uwzględniając dotychczasowe wnioski, bezpieczeństwo można zdefiniować jako **przekonanie (pewność) podmiotu<sup>2</sup> o zdolności do zachowania tego, co dla niego cenne, wartościowe:**

- bytów konkretnych<sup>3</sup> z otoczenia podmiotu, ich układu oraz wzajemnych relacji (konfiguracji bytów),
- atrybutów i istotnych akcydensów<sup>4</sup>;

**niezbędnych w procesie:**

being and existence, releases new aspirations in each human being “makes him go beyond himself” [4, 347–354] and makes him achieve a higher degree of development. Even if a man does not have such aspirations, others have them, which causes changes to the existing environmental conditions, thus further violating his sense of safety and forcing him to shape it even further.

The most important human need is not so much the preservation of his own being (content, a manner of existence) as its creation in accordance with his own ideas. It is not possible to create a being without real existence because a person is not abstract. It is an existing, concrete individual who does not follow the general image of a human present in other peoples’ minds. He breaks out from all classifications and generalisations. He is a being with a unique content of existence – essence. And, at the same time, he is the only being who consciously shapes his own essence, without copying the contents of other people’s existence.

The human mind does not perceive reality photographically, but rather creates the original for some personality plans [5, p. 59], which are an internal reflection of the external environment. These plans have a hierarchical structure and what is most important they are subject to dynamic changes. This plan “is not a copy of previous operating stimuli, but their active organisation” [5, p. 59]. Therefore, a sense of safety is always subjective and together with the human development, his way of perceiving and understanding changes.

Another important safety feature is its dependence on external factors. Both satisfying basic needs and creating one’s own being depends on the environment of a particular person. Not only on the social environment, but also on the natural and material environment. However, how the external environment will be perceived depends on the internal values of a particular person.

Thus, the sense of safety in each human is shaped by both internal values, personal experience and the perception of the world, as well as external beings, their essence (his knowledge about them) and mutual configuration (the essence of beings arrangement).

Taking into account the previous conclusions, safety can be defined as: **the conviction (the confidence) of a subject<sup>2</sup> of his ability to preserve what is precious and valuable to him:**

- particular beings<sup>3</sup> from the subject’s environment, their arrangement and mutual relations (configuration of beings);
- attributes and necessary features<sup>4</sup>

**important in the process:**

<sup>2</sup> Zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami podmiotem jest jedynie konkretny człowiek poznający rzeczywistość i w niej działający. Podmiotem nie jest człowiek postrzegany z perspektywy innego człowieka. Chyba, że obserwator wykaże się pewnym stopniem empatii i na tej bazie zechce przedmiotowi swojej obserwacji nadać cechy podmiotu.

<sup>3</sup> Bytem konkretnym – przedmiotem jest wszystko to, co podmiot poznający dostrzega w swoim otoczeniu – mogą to być ludzie, przedmioty materialne, organizacje społeczne takie jak: państwo, przedsiębiorstwo, rodzina.

<sup>4</sup> Atrybutami bytu i istotnymi akcydensami, w przypadku człowieka, są niewątpliwie: życie, zdrowie, wygląd.

<sup>2</sup> According to the previous arrangements, the subject is only a concrete person who knows the reality and who is active in it. The subject is not a person perceived from the perspective of another human being, unless the observer demonstrates a certain degree of empathy, and on this basis he wants to give the subject characteristics to the object of his observation.

<sup>3</sup> The concrete being – the object is everything that a meeting subject detects in his surrounding – it can be: people, material goods, social organisations such as a country, a company, a family.

<sup>4</sup> As for the man, the attributes of being and necessary features are life, health, appearance.



- zaspokajania podstawowych potrzeb podmiotu – zapewniających istnienie,
- (oraz) kształtowania, według własnej woli, sposobu istnienia – istoty.

W nieco uproszczonej wersji definicję bezpieczeństwa można sformułować w następującej postaci: „bezpieczeństwo to przekonanie podmiotu, że może on nadal istnieć i swobodnie kształtować własną egzystencję” [6, s. 18]. Z kolei uwzględniając leksykalne znaczenie bezpieczeństwa, jego definicję można ująć jako: „brak obaw podmiotu o dalsze istnienie i możliwość swobodnego kształtowania własnej egzystencji” [6, s. 18]. Oba określenia, pomimo że – niemal w intuicyjny sposób – oddają istotę bezpieczeństwa, nie wskazują metody jego osiągania, ani też od czego ono zależy poza subiektywnymi odczuciami. Z tego powodu trudno, opierając się na nich, określić procedurę pomiaru poziomu bezpieczeństwa. Znacznie lepszą pod tym względem, choć jednocześnie bardziej skomplikowaną, jest rozbudowana definicja, zaproponowana w poprzednim akapicie. Wskazuje ona jednoznacznie, że poczucie bezpieczeństwa jest efektem postrzegania przez podmiot rzeczywistości, a w niej samego siebie, w kontekście dalszego istnienia i rozwoju.

Układ wartości wewnętrznych i zewnętrznych, cennych dla podmiotu ze względu na jego poczucie pewności dalszego istnienia i możliwości rozwoju, można nazwać konfiguracją bezpieczeństwa. Jest ona w sposób ciągły kreowana przez podmiot w miarę zmian zachodzących w nim samym i w jego otoczeniu. Dlatego też bezpieczeństwo może być postrzegane jako proces ciągłej kreacji konfiguracji bezpieczeństwa, którą tworzy spłot:

- cenionych wartości wewnętrznych;
- kluczowych aspiracji;
- elementów otoczenia i relacji między nimi.

Holistyczna ocena tych trzech aspektów, tworząca personalne poczucie bezpieczeństwa, zależy od wiedzy, osobowości i światopoglądu konkretnego człowieka. Z powyższych powodów poczucie bezpieczeństwa jest zawsze subiektywne, a stan bezpieczeństwa organizacji jest efektem działań interesariuszy, kreujących osobiste poczucie bezpieczeństwa.

- attributes and essential features necessary in the process of satisfying the basic needs of the subject – ensuring the existence
- (and) forming, according to his own will, the way of existence – being.

In a slightly simplified version, the definition of safety may be formulated in the following form: “the safety is the subject’s belief that he can still exist and freely shape his own existence” [6, p. 18]. Or, taking into account the lexical meaning of safety, its definition can be expressed as: “the absence of the subject’s fears of further existence and the possibility of freely shaping his existence” [6, p. 18]. Both terms, although almost in an intuitive way, reflect the essence of safety, do not indicate the method of achieving it nor what it depends on, apart from the subjective feelings. For this reason, it is difficult, relying on them, to determine the procedure of measuring the level of safety. The extended definition proposed in the previous paragraph is much better in this respect, although at the same time it is more complicated. It clearly indicates that the sense of safety is the effect of the subject’s perception of reality and himself within this reality, in the context of further existence and development.

The system of internal and external values which are important to the subject because of his sense of further existence and the possibility of development, may be called a safety configuration. It is constantly created by the subject as the changes take place in himself and in his surroundings. Therefore, safety can be seen as a process of continuous creation of safety configuration, which creates a weave of:

- valued internal values;
- key aspirations;
- the elements of the environment and the relations between them.

The holistic assessment of these three aspects, creating a personal sense of safety depends on the knowledge, the personality and a particular person’s worldview. For these reasons, the sense of safety is always subjective and the state of the organisation’s safety is the result of stakeholders’ actions, as they create a sense of personal safety.

## Subiektywność odczuwania bezpieczeństwa

W definicji podkreślono, że bezpieczeństwo to przekonanie podmiotu. Zgodnie z przyjętymi w niniejszej pracy założeniami, podmiotem jestem tylko **ja** poznający rzeczywistość (koncepty filozoficzne Kanta, Kartezjusza, Heideggera). Wszystko inne, co **mnie** otacza to przedmioty. Wobec tego tylko **ja** odczuwam bezpieczeństwo:

- jeżeli nazywam pewne byty w moim otoczeniu bezpiecznymi, to odnoszę to jedynie do siebie – to ja w ich otoczeniu czuję się bezpiecznie. One nie budzą we mnie lęku i obaw o przyszłą egzystencję (egzystencję należy tu rozumieć w kategoriach egzystencjalizmu);
- jeżeli mówię o bezpieczeństwie innych bytów to też jedynie w kontekście własnego bezpieczeństwa, bo one – ich istnienie i istota – dają mi poczucie bezpieczeństwa.

## The subjectivity of feeling safety

The definition underlines that safety is the belief of the subject. According to the assumptions adopted in this work, I am the only subject and I am learning about reality (the philosophical concepts of Kant, Descartes, Heidegger). Everything else that surrounds me is objects. So, I can feel safety only if:

- I call certain beings in my environment safe, I refer it only to myself – it is me who feels safe in their surroundings. They do not arouse fear and anxiety about the future existence in me (existence should be understood here in the terms of existentialism);
- I talk about the safety of other beings, it is also only in the context of my own safety, because they – their existence and essence give me a sense of safety. Losing



Utrata przez nie istnienia lub istoty budzi Moje obawy o własne bezpieczeństwo.

Zgodnie z koncepcją filozoficzną Kanta, człowiek poznaje rzeczywistość w sposób subiektywny. Poznać może tyle, ile wysiłku włoży w proces poznania. Nie oznacza to, że nie poznaje świata rzeczywistego, ani że jego poznanie nie jest prawdziwe. To od niego zależy, jakie ono będzie – od jego krytycyzmu wobec postrzeżeń, rozsądku i rozumu (pojęcia wprowadzone i użyte zgodnie z koncepcją Kanta); od otwartości na zdanie i sposób rozumienia rzeczywistości przez innych. Poczucie bezpieczeństwa jest splotem subiektywnych ocen: możliwości człowieka i zjawisk dziejących się wokół niego, którego efektem jest indywidualny sąd o zdolności do zachowania tego, co wartościowe, w kontekście istnienia i kreowania istoty. Stąd też poczucie bezpieczeństwa zależy od:

- dotychczasowych doświadczeń i wiedzy. Młodzi ludzie, mając mniejsze doświadczenie i wiedzę, czują się bardziej bezpieczni. Jeżeli ponadto dorastali pod kloszem nadopiekuńczych rodziców i wychowawców, to ich poczucie bezpieczeństwa staje się nieadekwatne do otaczającej ich rzeczywistości. Osoby, które doświadczyły konkretnych niebezpieczeństw, będą je wskazywać w ankietach jako zasadnicze zagrożenia.
- światopoglądu – rozumianego jako względnie stały zespół sądów, przekonań i opinii na temat otaczającego świata. Kształtowany jest on, między innymi, przez wiedzę i doświadczenie, ale znacznie większe oddziaływanie ma religia, mentalność społeczności, z której wywodzi się dana osoba oraz siła jego wewnętrznych wartości etycznych i wrażliwość. Światopogląd, wraz z wiedzą i doświadczeniem, pomaga mu ocenić, co jest dla niego ważne i wartościowe: które atrybuty i akcydensy, które byty konkretne, jaka ich konfiguracja. On również wpływa na spektrum potrzeb życiowych i treść jego istnienia.
- umiejętności postrzegania i rozumienia otaczającej rzeczywistości. Chodzi tu przede wszystkim o wnikliwość, dociekliwość i umiejętność logicznego myślenia. Cechy te są związane z wiedzą, doświadczeniem i światopoglądem, ale stanowią również pewien talent. Nie każdy takie umiejętności posiada. Nie każdemu chce się je osiągnąć. Niektórzy mają to jako dar, w przypadku innych wymaga to ciężkiej pracy.

Większość ludzi podatnych jest na zdanie i opinię innych, na informacje przekazywane w mediach, dlatego też indywidualne poczucie bezpieczeństwa można kształtować poprzez przekaz medialny, właściwy dobór informacji i komentarzy (wiedzę zdobywa się przecież poprzez porządkowanie docierających informacji). Osoby o mniejszym stopniu krytycyzmu wobec docierających informacji, ich percepcji i interpretacji, są bardziej podatne na tego typu manipulacje. Za pomocą technik inżynierii społecznej można ukształtować w społeczeństwie lub jego części, niższy lub wyższy poziom poczucia bezpieczeństwa w stosunku do realnie istniejącej sytuacji.

Tezę tę udowodnił M. Glantz w artykule *Davies J-Curve Revisited*, w którym modyfikuje teorię opracowaną przez J. Daviesa w latach 60. o przyczynach konfliktów społecznych i rewolucji. Sugeruje on, że klasyczną teorię J. Daviesa należy nieco

by them the existence or being raises my concern about my own safety.

According to Kant's philosophical concept, a man gets to know reality in a subjective way. He can get to know as much as the effort he puts into the cognition process. This does not mean that he does not get to know the real world or that his knowledge is not real, because the overall experience depends on him only. It also depends on his criticism of perceptions, reason and mind (the definitions announced and used according to Kant's idea) and on the openness of mind and the way people understand the reality. The sense of safety is a combination of subjective assessments: the possibilities of man and phenomena happening around him, which results in an individual judgment of the ability to preserve what is valuable in the context of existence and creation of the being. Therefore, the sense of safety depends on:

- previous experience and knowledge. Young people with less experience and knowledge feel more secure. Moreover, if they were kept wrapped in cotton wool of over-protective parents and educators, their sense of safety becomes incommensurate with the surrounding reality. People who have experienced specific dangers, will indicate them in the questionnaires as the main threats.
- worldview – which is understood as a relatively permanent set of views, beliefs and opinions about the surrounding world. It is shaped, among others, by knowledge and experience, but much greater impact comes from religion as well as the mentality of the community from which a person originates and the strength of his internal ethical values and sensitivity. The worldview together with knowledge and experience help him to assess what is important and valuable to him and also which attributes and features, which specific beings and what their configuration is. It also affects the spectrum of life needs and the content of his existence.
- the ability to perceive and understand the surrounding reality. It is all about insight, curiosity and the ability to think logically. These features are related to the knowledge, experience and worldview but also they represent a certain talent. Not everyone has such skills. Not everyone wants to possess them. Some people have them as a gift, whereas others must work hard to achieve them.

Most people are susceptible to the opinion of others and information conveyed in the media, which is why an individual sense of safety can be shaped through the media coverage, appropriate selection of information and comments. Because knowledge is acquired by organising the reaching information. Those people with a lower criticism degree of the reaching information, their perception and interpretation are more susceptible to such manipulations. Using social engineering techniques it is possible to shape a lower or higher level of feeling of safety in a society or in a part of it, in relation to the real situation.

This thesis was proved by M. Glantz in the article *Davies J-Curve Revisited*, in which he modifies the theory developed by J. Davies in the 1960s about the causes of social conflicts and revolutions. He suggests that the classical theory of J. Davies

zmodyfikować. Według niego wielkość niezadowolenia społecznego można kształtować poprzez odpowiedni przekaz medialny [7].

## Bezpieczeństwo grupowe

Analiza motywacyjnych teorii treści upoważnia do postawienia następującej tezy: **podstawową potrzebą każdego człowieka jest potrzeba rozwoju – człowiek istnieje po to, aby się rozwijać**. Brak możliwości rozwoju stymuluje ludzi do podejmowania różnorodnych działań, niejednokrotnie ryzykownych dla dalszego istnienia, ponieważ potrzeba rozwoju jest silniejsza od potrzeby istnienia.

Teza ta stanowi również jedną z głównych myśli egzystencjalizmu, nurtu w filozofii, zapoczątkowanego przez duńskiego filozofa Kierkegaarda (1813–1855), a odnowionego w latach trzydziestych ubiegłego wieku przez Heidegger'a. Jednakże, jeśli nazwiemy egzystencjalistami wszystkich, którzy z egzystencji człowieka czynili ośrodek filozofii, to byli nimi już Sokrates, św. Augustyn, Pascal. Główną ideą tego nurtu jest przekonanie, że człowiek jako jedyny ze wszystkich bytów, sam, ustawicznie tworzy się tym, czym jest, dokonując własnych wewnętrznych wyborów, w których wyraża swoją wolność [4, s. 347–354].

W wielu nurtach psychologii przyjmuje się, że działania ludzi są mechanistycznie zdeterminowane przez środowisko zewnętrzne (behawioryzm) lub czynniki wewnętrzne (psychoanaliza). W obu tych przypadkach nie ma miejsca na podmiotowość człowieka, a zatem rozważanie celu jego istnienia jest nieuzasadnione. Natomiast w psychologii humanistycznej przyjęto, że zachowanie człowieka zależy od obrazu rzeczywistości i jego poznania. Zwrócono też uwagę na rolę empatii – emocjonalnego kanału komunikacji [8]. W ujęciu tym postrzega się człowieka jako podmiot poznający rzeczywistość. To on decyduje o tym, co chce poznać i w jaki sposób to czyni, a efektem tego jest wybór sposobu działania, celów i dróg ich osiągnięcia.

W psychologii humanistycznej również przyjmuje się, że: podstawową właściwością człowieka jest rozwój, wyznaczony głównie czynnikami wewnętrznymi. Głównym celem ludzkiej aktywności jest dążenie do samorealizacji, która może przejawiać się w rozmaity sposób (twórczość, miłość, altruizm). Z natury swej człowiek jest istotą dobrą i twórczą, lecz właściwości te nie zawsze są realizowane. Powodem mogą być niewłaściwe warunki społeczne, wadliwy system wychowawczy, indoktrynacja itp. Ujawnienie i aktualizowanie wewnętrznych możliwości (samorealizacja) ma dla człowieka większe znaczenie, aniżeli zaspokojenie popędów [8].

Szukając ciągłych możliwości rozwoju, człowiek zaczął tworzyć społeczności, ponieważ zaspokojenie wielu potrzeb łatwiej zrealizować w grupie niż poza nią. Grupa daje poczucie siły i bezpieczeństwa zarówno w sferze bytowej, jak i w kontekście przyszłego rozwoju. Tworzenie społeczeństw nie tylko ułatwiło człowiekowi zaspokojenie potrzeb fizjologicznych, ale otworzyło nowe drogi rozwoju, rodząc potrzeby afiliacji i uznania społecznego. Człowiek w czasie swojego życia przynależy do wielu organizacji i pełni w nich wiele różnych ról społecznych. Jako istota społeczna otoczony jest organizacjami społecznymi i wśród nich żyje – to one stanowią jego środowisko społeczne.

should be slightly modified. According to him, the size of social discontent can be shaped by an appropriate media coverage [7].

## Group safety

The analysis of motivational theories of content allows us to make the following thesis: **the basic need of every human being is the need for development – a man exists to develop**. The lack of development opportunities stimulates people to undertake various activities, often risky for their existence, because the need for development is stronger than the need for existence.

This thesis is also one of the main ideas of existentialism, the philosophy mainstream, initiated by Kierkegaard (1813–1855), the Danish philosopher and renewed in the 1930s by Heidegger. However, if we were to call "existentialists" all those who had formed the centre of philosophy since the emergence of humanity, Socrates, Saint Augustine and Pascal would be in this group. The main idea of this trend is the conviction that a man, as the only one of all beings, constantly creates himself by what and who he is, by making his own internal choices in which he expresses his freedom [4, p. 347–354].

In many trends in psychology, it is assumed that human actions are mechanically determined by the external environment (behaviourism) or internal factors (psychoanalysis). In both cases, there is no place for human subjectivity, and therefore the consideration to his existence is unreasonable. In humanistic psychology, on the other hand, it was assumed that human behaviour depends on the image of reality and its cognition and it was also pointed out the role of empathy – the emotional channel of communication [8]. In this approach, a human being is perceived as a subject that learns about reality. He decides what he wants to know and in what way he does it, and the result of it is his way of acting, choosing the goals and achieving them.

It is also assumed in humanistic psychology that the basic property of a man is his development, determined mainly by internal factors. The main aim of human activity is to pursue self-realisation which can manifest itself in various ways (creativity, love, altruism). By nature, a man is a good and creative being, but these properties are not always realised, which results from improper social conditions, faulty educational system, indoctrination, etc. The disclosure and updating of internal capabilities (self-realisation) is more important to human than the satisfaction of urges [8].

Looking for continuous development opportunities, a man began to create communities, because it is easier to realise the needs in a group than outside it. The group gives a sense of strength and safety both in terms of living conditions and in the context of the future development. Creating societies not only made it easier for people to meet their physiological needs, but also opened new ways of development, creating the needs of affiliation and social recognition. During his life, a man belongs to many organisations and has many different social roles. As a social being, he is surrounded by social organisations and he lives among them – they form his social environment.

Człowiek nie tylko tworzy organizacje, ale jest również podstawowym ich zasobem. Jedyne on, w sposób twórczy, potrafi wykorzystywać pozostałe zasoby organizacji w celu kreowania jej rozwoju. M. Crozier stwierdza: „najlepsza racjonalność opiera się na rozumieniu, docenianiu i dobrym wykorzystaniu ludzi, którzy konkurują między sobą w dążeniu do jej uzyskania” [9, s. 57–58].

Jak wspomniano, indywidualna konfiguracja bezpieczeństwa jest pochodną: osobowości, światopoglądu i aspiracji, ukształtowanych przez: wychowanie, zdobytą wiedzę i doświadczenie życiowe. Zależność ta sugeruje, że konfiguracje bezpieczeństwa ludzi, wywodzących się z określonej wspólnoty społecznej, są w pewnej części wspólne, ze względu na kulturowane tradycje, sposób myślenia, preferowane normy zachowań społecznych, czyli wszystko to, co tworzy mentalność danej społeczności – jej kulturę społeczną.

Według najbardziej znanej definicji E. Scheina kultura jest zespołem podstawowych założeń, które dana grupa ustanowiła w trakcie pokonywania problemów adaptacji do otoczenia i budowania wewnętrznej integracji. Tworzenie kultury jest procesem zdobywania doświadczeń grupowych i ustalania, które z nich godne są zachowania i kontynuacji. Kultura to system, który łączy osobiste doświadczenia życiowe ze zbiorową mądrością. Kulturę społeczną definiuje się jako osobowość, duszę danej społeczności tworzącą jej tożsamość i odróżniającą ją od innych [10, s. 120–121]. Według tego samego autora kultura społeczna ma strukturę warstwową obejmującą:

- założenia podstawowe – warstwa ta jest najczęściej niewidoczna dla członków danej społeczności (nie są oni jej świadomi);
- normy i standardy – warstwa ta jest częściowo dla nich widoczna (są oni częściowo świadomi jej występowania);
- system symboli – to warstwa widoczna, ale wymagająca interpretacji [11, s. 431–433].

Założenia podstawowe określają światopogląd, filozofię społeczności, przekonania utrwalone w ciągu lat, dotyczące charakteru otoczenia, pojmowania prawdy, natury człowieka i ludzkiego działania oraz stosunków międzyludzkich. W społeczeństwach założenia podstawowe kultury są w pewnym sensie dziedziczne. Przechodzą z pokolenia na pokolenie, ulegając co prawda pewnym modyfikacjom, ale są one najczęściej ewolucyjne i bardzo powolne. Ich dziedziczność ujawnia się w sposób bardzo wyrazisty w sytuacjach zagrożenia.

Z założeń podstawowych wynikają normy i standardy określające sposób zachowania się poszczególnych ludzi. Wskazują one na typy zachowań akceptowanych, tolerowanych i nieakceptowanych przez ogół społeczeństwa, wpływając tym samym na wzorce zachowania i działania jej członków.

Trzecią warstwą kultury są symbole i rytuały, których zadaniem jest komunikowanie otoczeniu i własnym członkom odrębności kulturowej oraz eksponowanie obowiązujących wartości i standardów.

Uwzględniając uwagi poczynione na temat kultury społecznej oraz znaczenia organizacji w życiu każdego człowieka, można wyróżnić również społeczną i organizacyjną konfigurację bezpieczeństwa (adekwatnie do personalnej konfiguracji bezpieczeństwa sformułowanej we wcześniejszych akapitach).

A man not only creates organisations, but he is also their essential resource. Only he, in a creative way, can use the remaining resources of the organisation to create its development. M. Crozier states: “the best rationality is based on the understanding, appreciation and good use of people who compete with each other in pursuit of obtaining it” [9, p. 57–58].

As was mentioned earlier, the individual configuration of safety derives from the personality, the worldview and the aspirations, which are shaped by the upbringing, the acquired knowledge and life experience. This dependence suggests that the safety configurations of people who come from a specific social community are in some parts common because of the cultivated traditions, the way of thinking, the preferred norms of social behaviour, i.e. everything that creates the mentality of a given community – its social culture.

According to the E. Schein’s most well-known definition: a culture is a set of basic assumptions which a given group established in the course of overcoming the problems of adaptation to the environment and building internal integration. Creating a culture is a process of gaining the group experiences and determining which ones are worth preserving and continuing. A culture is a system that combines personal life experiences with collective wisdom. The social culture is defined as a personality, a soul of a given community, creating its identity and distinguishing it from others [10, p. 120–121]. According to the same author, the social culture has a layered structure including:

- the basic assumptions – this layer is usually invisible to the members of a given community and they are not aware of it;
- norms and standards – this layer is partially visible to them and they are partly aware of its occurrence;
- a symbols system – this layer is visible but it requires some interpretation [11, p. 431–433].

The basic assumptions define the worldview, the community philosophy and the convictions regarding the nature of the environment, the understanding of the truth, the nature of a man and human activity and also the interpersonal relations which were recorded over the years. In societies, the basic culture assumptions are in some ways hereditary. They pass from generation to generation, succumbing to certain modifications, but they are mostly evolutionary and very slow. Their heredity manifests itself in a very expressive way in emergency situations.

The basic assumptions result in norms and standards which define the behaviour of individual people. They indicate types of behaviours accepted, tolerated and unaccepted by the majority of the society, thus influencing the behaviour patterns and actions of its members.

The third layer of a culture are symbols and rituals whose task is to communicate the surrounding and its members of the cultural identity and to expose the existing values and standards.

Taking into consideration the comments made on social culture and the importance of the organisation in each man’s life, the social and organisational configuration of safety may be also distinguished (adequately to the personal configuration of safety defined in the previous paragraphs).

Społeczną konfigurację bezpieczeństwa tworzy wspólna część personalnych konfiguracji bezpieczeństwa członków danej społeczności i jest ona pochodną kultury społecznej. Stanowią ją najczęściej normy społeczne i kulturowe wzorce zachowań. W erze globalizacji oraz powszechnej migracji społeczna konfiguracja bezpieczeństwa ulega istotnym przemianom ze względu na zderzenie różnych kultur. Jego efektem w społecznościach wielokulturowych może być: dominacja jednej z nich, wzajemna tolerancja, asymilacja niektórych kultur lub ich wzajemne przenikanie, tworzące społeczności o nowej kulturze. Każdy z tych scenariuszy związany jest z adekwatnymi relacjami społecznych konfiguracji bezpieczeństwa. Pierwsze dwa scenariusze są nastawione na konflikt, dwa następne – na współpracę i dążenie do wypracowania nowych norm społecznych i wzorców zachowań, a tym samym nowej społecznej konfiguracji bezpieczeństwa.

Organizacyjna konfiguracja bezpieczeństwa jest natomiast efektem kompromisu interesariuszy opartego na walce lub konsensusie. W pierwszym przypadku wygrany definiuje konfigurację bezpieczeństwa organizacji, cele i zasady jej działania. W drugim przypadku elementy te, będąc efektem konsensusu, są akceptowane przez większość interesariuszy.

Jak wspomniano, bezpieczeństwo danej organizacji – w tym również państwa – definiuje się przez określenie konfiguracji bezpieczeństwa zbudowanej ze wspólnej części personalnych konfiguracji bezpieczeństwa interesariuszy. W organizacjach o szerokiej partycypacji członków w sprawowaniu władzy, organizacyjna konfiguracja bezpieczeństwa uzyskuje szeroką aprobatę społeczną. Natomiast w organizacjach, w których partycypacja jej członków w sprawowaniu władzy jest niewielka, bezpieczeństwo definiuje się przez pryzmat osobistego bezpieczeństwa sprawujących władzę. W tym przypadku akceptację polityki kreowania bezpieczeństwa uzyskuje się poprzez wysokie przywileje dla popleczników i wymuszanie posłuszeństwa na wszystkich pozostałych.

W zależności od sposobu sprawowania władzy definiowanie grupowej konfiguracji bezpieczeństwa realizowane jest w różny sposób. Najczęściej jest ona efektem wzajemnych uzgodnień i kompromisów, będących rezultatem walki lub negocjacji. Można oczywiście definiować tę konfigurację metodami badań socjologicznych członków danej organizacji: metodą wywiadu swobodnego, kwestionariuszowego bądź przy pomocy ankiety. Jednakże metody te stosuje się jedynie w sporadycznych przypadkach dla określonych zagadnień.

Sposób definiowania konfiguracji bezpieczeństwa zależy również od celów, jakie przyświecają osobom sprawującym władzę i może być realizowana w trzech kontekstach:

- bezpieczeństwa indywidualnego sprawujących władzę;
- nadrzędności bezpieczeństwa organizacji nad bezpieczeństwem jej członków;
- nadrzędności bezpieczeństwa członków organizacji nad bezpieczeństwem samej organizacji.

Przy nastawieniu na zapewnienie bezpieczeństwa członkom organizacji, konfigurację bezpieczeństwa należy definiować w ujęciu grupowym (gatunkowym). Stanowi ona wtedy wspólną część indywidualnych konfiguracji bezpieczeństwa. Tym samym zasadnicze jej elementy zawierają się w większości personalnych konfiguracji bezpieczeństwa. Przyczynia się to do

A common part of the personal safety configurations of a given community members creates the social configuration of safety and it is a derivative of social culture. It is most often formed by the social norms and the cultural patterns of behaviour. In the era of globalisation and universal migration, the social safety configuration undergoes significant changes due to the clash of different cultures. Its effect in multicultural communities can be: the domination of one of them, mutual tolerance, the assimilation of some cultures or their mutual penetration creating communities with a new culture. Each of these scenarios is related to adequate social relations of the safety configuration. The first two scenarios are focused on the conflict, the two next on cooperation and striving to develop the new social norms and behavioural patterns, and thus a new social safety configuration.

In contrast, the organisational safety configuration is the result of a compromise of stakeholders based on the struggle or consensus. In the first case, the winner defines the organisation's safety configuration, the goals and the rules of its operation. In the second case, these elements, which are the effect of consensus, are accepted by the majority of stakeholders.

As mentioned above, the safety of a given organisation, including the country, is defined by specifying a safety configuration which is built from a common part of the stakeholders' personal safety configurations. In organisations with a broad participation of members in the exercise of power, the organisational configuration of safety obtains the wide social approval. However, in organisations where the participation of its members in the exercise of power is low, the safety is defined through the prism of the personal safety of those in power. In this case, the acceptance of the policy of creating safety is obtained by high privileges for supporters and by forcing obedience on all the others.

Depending on the manner of exercising power, defining a group safety configuration is carried out in various ways. Most often it is the result of mutual agreements and compromises resulting from fight or negotiation. Certainly you can define this configuration using the sociological research methods of the members of a given organisation: the method of a free-fall or questionnaire interview and using a survey. However, these methods are used only occasionally with regard to specific issues.

The method of defining the safety configuration also depends on the aims that guide those in power and can be implemented in three contexts:

- the individual safety of people exercising the authority;
- the safety organisation's superiority over the safety of its members;
- the safety of the organisation's members superiority over the safety of the organisation itself.

While focusing on ensuring safety for the organisation's members, the safety configuration should be defined in a group (species) approach. It then forms a common part of the individual safety configurations and thus its essential elements are included in the majority of personal safety configurations. This contributes to obtaining high social approval for the



uzyskania wysokiej aprobaty społecznej dla prowadzonej przez kierownictwo organizacji polityki kreowania bezpieczeństwa. Tego typu podejście nastawione jest na akceptację daleko idących zmiany wewnątrz organizacji, włącznie z jej transformacją.

Organizacyjna polityka kreowania bezpieczeństwa, nastawiona na bezpieczeństwo jej członków, ma duże szanse na szeroką akceptację społeczną, ze względu na sposób definiowania grupowej konfiguracji bezpieczeństwa. Jednakże jej stosowanie bardzo często ogranicza możliwość zaspokajania własnych aspiracji przez kierownictwo organizacji. Dlatego znacznie częściej stosowana jest alternatywna droga definiowania konfiguracji bezpieczeństwa. Wiadomo, że każda organizacja składa się z mniejszych grup interesów, dla których można zdefiniować grupową konfigurację bezpieczeństwa. Ich złożenie, uwzględniające siłę wpływów poszczególnych grup na funkcjonowanie organizacji, tworzy konfigurację bezpieczeństwa organizacji, której konsekwencją jest organizacyjna polityka kreowania bezpieczeństwa.

Działanie organizacji, zgodnie z tak skonstruowaną polityką, uzależnia poczucie bezpieczeństwa, jakie daje organizacja, od siły wpływu na jej funkcjonowanie. W takich organizacjach poczucie bezpieczeństwa buduje się w oparciu o siłę różnych grup interesów. Wykuwa się je w walce o pozycję w organizacji i grupie. Stąd też kreowanie poczucia bezpieczeństwa bardzo często postrzegane jest przez pryzmat walki – ten kto uzyska najsilniejszy wpływ na władzę, będzie mógł najlepiej zaspokajać własne potrzeby i aspiracje. Ponieważ jednak nie jest sam, musi liczyć się z działaniami innych ludzi, którzy – podobnie jak on – dążą do uzyskania znaczącego wpływu na funkcjonowanie organizacji.

Podsumowując dotychczasowe rozważania, należy stwierdzić, że:

1. Bezpieczeństwo organizacji należy oceniać przez pryzmat poczucia bezpieczeństwa ludzi je tworzących (tak jest przy założeniu, że organizacją kieruje arystotelesowska arystokracja\_ lub też – przez pryzmat bezpieczeństwa rządzących (w innych ustrojach). Tezę tą potwierdza *Ekonomiczna teoria demokracji Anthony'ego Downsa* opublikowana 1957 r. [12].
2. Bezpieczeństwo organizacji (państw, społeczeństw, grup społecznych, przedsiębiorstw) określane jest i kreowane przez osoby kierujące nimi, w wymiarach:
  - wewnętrznym, poprzez:
    - kształtowanie postaw ludzi tworzących organizację,
    - tworzenie właściwych reguł i zasad funkcjonowania organizacji – uwzględniających potrzeby rozwoju wszystkich ludzi,
    - konstruowanie właściwej struktury wewnętrznej – zapewniającej potencjał zdolny do przeciwstawienia się zagrożeniom zewnętrznym i wewnętrznym,
  - zewnętrznym – kształtowanie przyjaznego otoczenia organizacji.
3. Kierujący definiują bezpieczeństwo organizacji i je kształtują. Oni również mają niebagatelny wpływ na poczucie bezpieczeństwa jej członków poprzez właściwie ukształtowany przekaz informacji.

organisation's management policy and the safety policy. This type of approach is aimed at accepting far-reaching changes within the organisation, including its transformation.

The organisational policy of creating safety, focused on the safety of its members, has a good chance of widespread social acceptance, due to the way in which a group safety configuration is defined. Nevertheless, using this policy very often limits the ability to satisfy their own aspirations by the organisation's management. Therefore, much more often used is an alternative way of defining the safety configuration. It is known that each organisation consists of smaller interest groups for which a group safety configuration can be defined. Their composition, taking into account the power of influence of particular groups on the functioning of the organisation, creates the configuration of the organisation's safety, the consequence of which is the organisational policy of creating the safety.

The organisation's operation, in accordance with the policy constructed in this manner, makes the organisation's sense of safety dependent on the influence on its functioning. In such organisations, the sense of safety is built based on the strength of various interest groups. They are forged in the struggle for a specific position in the organisation and the group. Hence, the creation of a sense of safety is often perceived through the prism of the struggle, because the one who obtains the strongest influence on power will be able to meet their own needs and aspirations to the fullest extent. But because he is not alone, he has to take into account the activities of other people who, like him, strive to achieve a substantial impact on the functioning of the organisation.

To sum up the previous considerations, it should be stated that:

1. The safety of organisations should be assessed through the prism of the safety of people who create them (this is the case if we assume that the organisation is governed by Aristotelian aristocracy) or through the prism of the safety of the rulers (in other regimes). This thesis is confirmed by Anthony Downs in *An Economic Theory of Democracy* published in 1957 [12].
2. The safety of organisations (states, societies, social groups, enterprises) is defined and created by people who manage them, in the following dimensions:
  - in the inner dimension by:
    - shaping the attitudes of people who form the organisation;
    - creating the right rules and principles of the organisation's functioning – taking into account the development needs of all people;
    - constructing the proper internal structure – providing a potential which is capable of resisting external and internal threats;
  - in the external dimension by:
    - shaping a friendly environment for the organisation.
3. Leaders define and shape the safety of the organisation. They also have a significant impact on the sense of safety of its members through a properly devised transfer of information.



4. W definiowaniu bezpieczeństwa i kształtowaniu ewolucji organizacji kierujący nimi są zależni od innych znaczących sił wewnętrznych i zewnętrznych.
5. Spokój funkcjonowania i możliwość realizacji celów, utożsamiane z bezpieczeństwem, są efektem ugody społecznej wszystkich interesariuszy organizacji – wewnętrznych i zewnętrznych.

4. In defining the safety and shaping of the organisation's evolution, the leaders are dependent on other significant internal and external forces.
5. Undisturbed functioning and the possibility of achieving the goals, usually identified with safety, are the result of a social agreement between all organisation's stakeholders – both the internal and the external.

## Ocena poziomu bezpieczeństwa

Odwołując się wprost do sformułowanej definicji bezpieczeństwa, ocena jego poziomu zarówno w wymiarze personalnym, jak i zbiorowym powinna obejmować:

1. Zdefiniowanie konfiguracji bezpieczeństwa, poprzez:
  - identyfikację istotnych dla dalszego istnienia i swobody kształtowania jego istoty: atrybutów i akcydensów; bytów konkretnych z otoczenia oraz relacji między nimi;
  - ustalenie ich ważności (dla zachowania istnienia i swobody kształtowania istoty) oraz korelacji między nimi;
2. Identyfikację potencjalnych zdarzeń obniżających poczucie bezpieczeństwa.
3. Oszacowanie ich wpływu na to, co cenne, ze względu na poczucie bezpieczeństwa. Często jest ono bardzo trudne i opiera się jedynie na oszacowaniu subiektywnego prawdopodobieństwa utraty bądź obniżenia wartości, wyspecyfikowanych w pierwszym etapie elementów. Powinno ono również uwzględniać kierunek wpływu (czy jest to wpływ ujemny, powodujący obniżenie poczucia bezpieczeństwa, czy też dodatni – poprawiający poczucie bezpieczeństwa).
4. Oszacowanie korelacji między zagrożeniami, – zaktualizowanie się kilku wyspecyfikowanych zagrożeń może dać efekt odmienny od prostej sumy strat spowodowanych zagrożeniami występującymi pojedynczo.
5. Prezentację w zrozumiały i wiarygodny sposób wniosków wynikających z przeprowadzonych analiz.

Jak widać, proponowana procedura jest bardzo skomplikowana. O ile identyfikacja czynników decydujących o poziomie bezpieczeństwa i zdarzeń na niego wpływających wydaje się niezbyt zawiła, to już ocena wpływu pojedynczych zagrożeń jest znacznie trudniejsza (nie wspominając o ustaleniu wzajemnych korelacji, czy też prezentacji w zrozumiały i wiarygodny sposób wyników przeprowadzonych analiz).

Istnieje szereg procedur i algorytmów oceny poziomu bezpieczeństwa opracowanych dla różnych dziedzin funkcjonowania organizacji. Najwięcej z nich dotyczy dziedzin: finansowej i gospodarczej. Część z nich to algorytmy matematyczne oparte na danych historycznych. Dotyczą one najczęściej wąskich zagadnień. Kompleksowe metody oparte są natomiast na subiektywnej ocenie ekspertów. Metodologiczną ideą tych metod jest: podział otoczenia na segmenty, ustalenie ich ważności dla poziomu bezpieczeństwa, ocena każdego segmentu indywidualnie i agregacja otrzymanych wyników.

## The assessment of the safety level:

Referring directly to the formulated definition of safety, the assessment of its level, both in the personal and in the collective dimension should include:

1. Defining the safety configuration by:
  - the identification of essential (in terms of its further existence and freedom of shaping its essence) attributes and features; concrete beings from the environment and relations between them;
  - determining their importance (in terms of maintaining their existence and freedom of shaping their essence) and correlations between them;
2. The identification of potential events that might reduce the sense of safety.
3. The estimation of their impact on what is valuable because of the sense of safety. It is often very difficult and is based only on the estimation of the subjective probability of values loss or decrease, specified in the first elements stage. It should also take into account the direction of influence (whether it is negative influence which causes the a decrease of the sense of safety or a positive influence which improves the sense of safety).
4. Estimating the correlations between threats, because the updating of several specified threats may produce an effect different from the simple sum of losses which were caused by threats occurring individually.
5. Presenting the conclusions in an understandable and credible manner which result from the carried out analyses.

As you can see, the proposed procedure is very complicated. While the identification of the factors which determine the level of safety and events affecting it seems to be not too complex, the assessment of the impact of individual threats is much more difficult (not mentioning the determination of mutual correlations or presentation the results of the performed analyses in a comprehensible and reliable manner).

There are a number of procedures and algorithms for assessing the level of safety which were developed for the various areas of the organisation's functioning. Most of them were developed in the fields of finance and economy. Some of them are mathematical algorithms based on historical data and mostly concern narrow issues, whereas the comprehensive methods are based on the experts' subjective assessment. The methodological concept behind these methods is based on dividing the environment into segments, determining their importance for the level of safety, assessing each segment individually and aggregating the obtained results.

## Literatura/Literature

- [1] Krąpiec M. A., Maryniarczyk A., *Byt*, w: *Powszechna encyklopedia filozofii*, A. Maryniarczyk (red.), Wydawnictwo Polskie Towarzystwo Tomasa z Akwinu, [dok. elektr.] <http://www.ptta.pl/pef/pdf/b/byt.pdf> [dostęp: 10.10.2017].
- [2] Einstein A., *Teoria względności i inne eseje*, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.
- [3] *Uniwersalny Słownik Języka Polskiego*, <https://usjp.pwn.pl/krok1.html?msg=-107> [dostęp: 05.03.2018].
- [4] Tatarkiewicz W., *Historia filozofii*, t. 3, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- [5] Koziński J., *Psychologiczna teoria decyzji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1977
- [6] Prońko J., *Bezpieczeństwo państwa, zarys teorii problemu i zadań administracji publicznej*, Wyższa Szkoła Administracji, Bielsko Biala 2007.
- [7] Glantz M., *Davies J-Curve Revisited*, [http://www.fragileecologies.com/jun27\\_03.html](http://www.fragileecologies.com/jun27_03.html). [dostęp: 10.08.2014].
- [8] Kulczycki J., *Wyzwania psychologii humanistycznej*, „Konspekt” 2004, 18, [www.wsp.krakow.pl/konspekt](http://www.wsp.krakow.pl/konspekt) [dostęp: 10.08.2015].
- [9] Crozier M., *Przedsiębiorstwo na podsłuchu. Jak uczyć się zarządzania postindustrialnego*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1993.
- [10] *Podstawy organizacji i zarządzania*, M. Romanowska (red.), Wydawnictwo Dyfin, Warszawa 2001.
- [11] *Zarządzanie, organizacje i organizowanie – przegląd perspektyw teoretycznych*, K. Klincewicz (red.), Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2016.
- [12] Michalak T., *Ekonomiczna teoria demokracji Anthony’ego Downs’a*, w: *Teoria wyboru publicznego*, J. Wilkin (red.), Scholar, Warszawa 2005.

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

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

**JAROSŁAW PROŃKO D.SC.ENG.** – associate professor at the Institute of Management at the Jan Kochanowski University in Kielce. A graduate of the Kielce University of Technology and AON. Former officer of the Nadwiślańskie Military Units. Participant in the 1997 flood rescue effort – awarded with the Cross of Merit for Bravery. In 1998–2001 he was the Chief Specialist at the Ministry of Defense Affairs Office of the Ministry of the Interior and Administration. Author and co-author of many works in the field of general safety, crisis management, decision making and risk analysis in the area of general safety.

**BEATA WOJTASIAK M.A.** – a graduate of the Maria Grzegorzewska Pedagogical University in Warsaw (Faculty of Pedagogical Sciences). In 2013 she completed a postgraduate programme in Innovation Management at the Warsaw School of Economics. Currently an employee of the Technical Assessment Department of the Józef Tuliszkowski Scientific and Research Centre for Fire Protection – the National Research Institute.



# Z GÓRY WIEMY LEPIEJ

## OFERUJEMY USŁUGI W ZAKRESIE:

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

**Więcej informacji na**

**[www.cnbop.pl/centrumdronow](http://www.cnbop.pl/centrumdronow)**



prof. dr hab. inż. Andrzej Glen<sup>a)\*</sup>

<sup>a)</sup>Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Wydział Humanistyczny, Instytut Nauk Społecznych i Bezpieczeństwa /  
Siedlce University of Natural Sciences and Humanities, Faculty of Humanities, Social Sciences and Security Institute

\*Autor korespondencyjny / Corresponding author: aj. glen@wp.pl

## Pojmowanie wyzwań, zagrożeń i ryzyka w bezpieczeństwie państwa

Understanding Challenges, Threats and Risks related to National Security

Понимание требований, угроз и рисков в безопасности государства

### ABSTRAKT

**Cel:** Za cel artykułu przyjęto ustalenie pojmowania wyzwań, zagrożeń i ryzyka tworzących przesłanki poznawcze pozwalające ocenić wpływ wymienionych czynników na państwo i jego bezpieczeństwo. Osiągnięcie celu ukierunkowała hipoteza robocza: prawdopodobnie określenie przesłanek poznawczych potrzebnych do oceny wpływu wyzwań, zagrożeń i ryzyka na państwo i jego bezpieczeństwo jest możliwe dzięki analitycznemu definiowaniu przeprowadzonemu na drodze komplementarnego zastosowania metod słowotwórczej, indukcyjnej, filologicznej i intuicyjnej.

**Projekt i metody:** Rozwiązanie postawionego problemu naukowego i weryfikację hipotezy roboczej przeprowadzono w trzech etapach. W pierwszym wstępnie ustalono stan pojmowania wyzwań, zagrożeń i ryzyka w literaturze przedmiotu badań. Następnie, w etapie drugim, z wykorzystaniem zadeklarowanych w hipotezie metod sformułowano realne, analityczne pojmowanie przedmiotowych pojęć. Wreszcie w etapie trzecim utworzono dedukcyjny model oceny osiągania celu, jakim jest bezpieczeństwo państwa, będący modelem operacjonalizującym, a przez to weryfikującym ustalone rozumienie przedmiotowych pojęć.

**Wyniki:** Zastosowana procedura badawcza pozwoliła ustalić zakładane pojmowanie wyzwań, zagrożeń i ryzyka. W rezultacie za wyzwanie dla bezpieczeństwa państwa uznaje się sytuację w państwie lub jego otoczeniu, które – jeśli nie zostaną na czas wykryte i rozpoznane oraz nie zostaną w stosunku do nich podjęte we właściwym miejscu i czasie odpowiednio dobrane i ułożone czynności – mogą się przeobrazić w zagrożenia dla tego państwa. Zagrożenie bezpieczeństwa państwa to zbiór zdarzeń wewnątrz i (lub) na zewnątrz państwa naruszających jego strukturę i (lub) uniemożliwiających spełnianie jego funkcji, wskutek czego niemożliwe do osiągnięcia lub ograniczone są:

- nienaruszalność terytorium państwa, jego tożsamość oraz suwerenność,
- przetrwanie narodu,
- utrzymanie ładu wewnętrznego i porządku prawnego,
- jakość życia i rozwój narodu.

Wreszcie uznano, że ryzyko jest wskaźnikiem stanu zagrożeń lub niebezpiecznych dla państwa zdarzeń, które mogą prowadzić do strat. Ryzyko to uznać można za wypadkową, wynikającą z ewentualności wystąpienia takich stanów i zdarzeń oraz z prawdopodobnej wielkości strat, które mogą spowodować, a także z podatności danego podmiotu na zagrożenie. Takie pojmowanie ryzyka pozwala analizować zagrożenia bezpieczeństwa państwa w aspekcie mierzalnej wartości wektora ryzyka i jego ukierunkowania w trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej.

Ponadto w wyniku uzyskanych wyników badań zaproponowano graficzny model interpretacji osiągania celu, jakim jest bezpieczeństwo państwa. Model ten operacjonalizuje przyjęte pojmowanie przedmiotowych pojęć, a jednocześnie kierunkuje dalsze badania na identyfikację metod pomiaru potencjałów: zagrożeń tkwiącego w wyzwaniach, samych zagrożeń oraz pomiaru ryzyka w ocenie skutków tych zagrożeń.

**Słowa kluczowe:** wyzwanie, zagrożenie, ryzyko, bezpieczeństwo państwa, definicja

**Typ artykułu:** oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 20.11.2017; Zrecenzowany: 13.03.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 50–59, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.4;

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 determine the understanding of the challenges, threats and risks that constitute cognitive factors relevant to the need to assess the impact of these factors on the state and its security. The achievement of this goal has been guided by the working hypothesis: cognitive factors relevant to the needs of assessing the state and its security challenges, threats and risks will probably analytically define these concepts through the complementary use of word formation, induction, philological and intuitive methods.

**Design and methods:** The scientific problem was addressed, and the working hypothesis was examined, in three stages. First, the author determined how challenges, threats and risks were approached in the literature on the subject. Then, during the second stage, the author used the methods mentioned in the hypothesis to formulate realistic, analytical concepts for these terms. Finally, in the third stage, the author developed a deductive model for evaluating the achievement of national security goals to operationalise and, consequently, verify the established understanding of the terms in question.

**Results:** The applied research procedure allowed the author to establish the assumed understanding of challenges, threats and risks. As a result, a challenge to national security is considered a situation in the country or its neighbouring areas, which – if not detected and identified in time, and not responded to with appropriately selected and arranged activities taken in the right time and at the right place – can transform into threats to the state. A threat to national security, on the other hand, is a series of events taking place inside and/or outside the country, which undermine its structure and/or prevent it from fulfilling its functions, which makes it impossible or difficult to achieve:

- the inviolability of the territory of the state, its identity and sovereignty,
- the survival of the nation,
- maintenance of internal order and legal order,
- quality of life and development of the nation.

Finally, the author established that risk is an indicator of the threats or danger to the state that could lead to losses. This risk can be considered to be the result of the probability of the occurrence of such threats and dangers, and of the likely magnitude of the losses they might cause, as well as the vulnerability of the entity concerned. This approach to understanding risk allows us to analyse national risks in terms of a measurable value of the risk vector and its orientation in the three-dimensional Euclidean space.

Moreover, based on own research results, the author developed a graphical model for assessing the achievement of the national security goals. The model operationalizes the proposed conceptualization of the terms in question, and at the same time directs further research towards the identification of measurement methods for such factors as risks inherent in the challenges, risks themselves and risks in the assessment of the effects of such threats.

**Keywords:** challenge, threat, risk, state security, definition

**Type of article:** original scientific article

---

Received: 20.11.2017; Reviewed: 13.03.2018; Accepted: 10.04.2018;

Please cite as: BITP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 50–59, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.4;

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

---

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Цель статьи – определение понимания требований, угроз и рисков, которые создают когнитивные факторы, позволяющие оценить влияние этих элементов на состояние государства и его безопасность. Достижение цели было основано на рабочей гипотезе: вполне вероятно, что описание когнитивных предпосылок, необходимых для оценки воздействия требований, угроз и рисков на государство и его безопасность, возможно благодаря аналитическому определению, осуществляемому путем дополнительного использования словообразовательных, индуктивных, филологических и интуитивных методов.

**Проект и методы:** Решение поставленной научной задачи и проверка рабочей гипотезы проводились в три этапа. Изначально был установлен уровень понимания требований, угроз и рисков, в литературе, описывающей предмет исследований. Затем, на втором этапе, с использованием описанных в гипотезе методов было сформулировано реальное, аналитическое понимание рассматриваемых понятий. Наконец, на третьем этапе, была создана дедуктивная модель оценки достижения цели государственной безопасности, которая является моделью операционализации, проверяющей сложившееся понимание рассматриваемых понятий.

**Результаты:** Примененная методика исследования позволила установить предполагаемое понимание требований, угроз и рисков. В результате требованиями для безопасности государства считаются ситуации в стране или вокруг неё, которые – если не будут выявлены и идентифицированы вовремя и если к ним не будут применены особые и организованные меры в нужном месте и в нужное время – могут превратиться в угрозы для государства. Угроза национальной безопасности представляет собой набор событий внутри и / или за пределами государства, которые нарушают его структуру и / или делают невозможным выполнение его функций, предотвращая или ограничивая:

- неприкосновенность территории государства, его самобытность и суверенитет,
- жизнь нации,
- поддержание внутреннего порядка и правопорядка,
- качество жизни и развитие общества.

Наконец, было признано, что риск является показателем состояния угроз или опасных для государства событий, которые могут привести к потерям. Этот риск может рассматриваться как результат, возникающий при определённых условиях и событиях, а также в случае ущерба определённого размера, который они могут вызвать, а также вследствие уязвимости данного субъекта к угрозам. Такое понимание риска позволяет анализировать угрозы государственной безопасности в аспекте измеряемой векторной величины риска и его направления в трехмерном евклидовом пространстве.

Кроме того, в результате полученных результатов исследований была предложена графическая модель интерпретации достижения цели, какой является государственная безопасность. Эта модель операционализирует описанное понимание рассматриваемых понятий и в то же время указывает направление дальнейших исследований с целью выявления методов измерения потенциальных ситуаций: угроз, связанных с требованиями, угроз как таковых и измерения степени риска при оценке последствий этих угроз.

**Ключевые слова:** требование, угроза, риск, безопасность государства, дефиниция

**Вид статьи:** оригинальная научная статья

---

Принята: 20.11.2017; Рецензирована: 13.03.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BITP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 50–59, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.4;

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

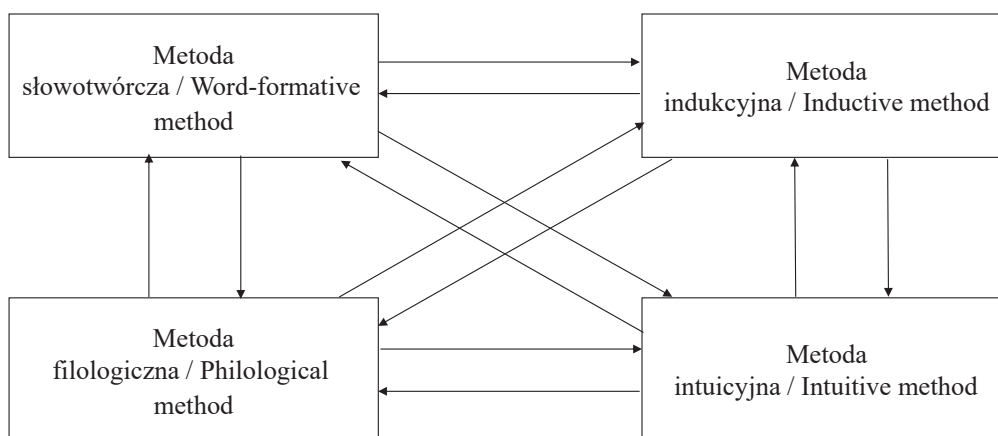
Państwa rozumiane jako [1, s. 22] sformalizowane, rozległe terytorialnie, wyposażone w organy władzy organizacje, zdolne do utrzymywania stosunków z innymi państwami, obejmujące zasięgiem swego oddziaływania całą ludność zamieszkującą ich terytorium, wchodzą w liczne relacje z elementami otaczającego je środowiska. To właśnie w tym środowisku – wśród elementów politycznych, ekonomicznych, społecznych, technologicznych i innych – można odnaleźć czynniki, które determinowały powstanie państw oraz kształtują ich stan obecny i przyszły. Czynniki te zaliczyć można do kategorii wymagań: norm, żądań, warunków, potrzeb i oczekiwań formułowanych przez elementy otoczenia w relacjach z państwem. To właśnie wymagania środowiska powodują względne wyodrębnienie się z niego państwa-organizacji, szczególnego przypadku systemu społeczno-technicznego, determinują jego cel, podstawowe funkcje i strukturę. Jednocześnie trudno nie dostrzec, że z punktu widzenia państwa demokratycznego, decydującego znaczenia w jego funkcjonowaniu nabierają potrzeby i oczekiwania narodu – najważniejszego czynnika konstytuującego takie państwo. Wspomniane potrzeby i oczekiwania narodu ogniskują się wokół zagadnień jego istnienia, posiadania, przetrwania i rozwoju. Z kolei pewność istnienia, posiadania, przetrwania i rozwoju jakichkolwiek podmiotów, także takich jak państwo, naród, czy osoba, nazywana jest w literaturze przedmiotu bezpieczeństwem [2, s. 22]. Wreszcie podstawowy kontekst bezpieczeństwa państwa tworzą wyzwania oraz zagrożenia wraz z ich wskaźnikiem – czyli ryzykiem.

G. Stolarski wyzwania i zagrożenia traktuje w kategoriach relacji tworzącej bezpieczeństwo podmiotu [3, s. 271–273].

Natomiast autor niniejszego artykułu rozumie rzeczywistość bezpieczeństwa państwa w ramach realizmu ontologicznego, w którym zakłada się realne i konceptualne istnienie przedmiotowego bezpieczeństwa, a fundamentu bytowego bezpieczeństwa państwa poszukuje się w jego bycie realnym. Jednak podejście G. Stolarskiego, choć odmienne ontologicznie od przyjmowanego przez autora niniejszego artykułu, wzmacnia argumentację tezy, w której wyzwania, zagrożenia i ryzyka uznaje się za najważniejsze determinanty bezpieczeństwa państwa.

Tymczasem w nowopowstałych naukach o bezpieczeństwie kategorii wyzwań, zagrożeń oraz ryzyka pojmowane są w różny sposób [4, s.180–184]. M. Lutostański za wyzwania przyjmuje sytuacje problemowe, dylematy państwa. Natomiast zagrożenia pojmuje w aspektach socjologicznym, psychologicznym, organizacyjnym, jako kategorie obiektywne i subiektywne. Wreszcie ryzyko przyjmuje u niego znaczenia od synonimu niepewności do miary prawdopodobieństwa zagrożenia.

W zarysowanej sytuacji problemowej za uzasadnione naukowo uznaje się podjęcie wysiłku rozwiązania problemu: jakie pojmowanie wyzwań, zagrożeń i ryzyka stworzy przesłanki poznawcze adekwatne do potrzeb oceny wpływu wymienionych czynników na państwo i jego bezpieczeństwo? Przewyciężenie tak sformułowanej trudności ukierunkowała następująca hipoteza robocza: najprawdopodobniej przesłanki poznawcze adekwatne do potrzeb oceny wpływu na państwo i jego bezpieczeństwo wyzwań, zagrożeń i ryzyka, zapewni ich klasyczne, równościowe i analityczne definiowanie [5, s. 291–298], przeprowadzone na drodze komplementarnego zastosowania metod słotwórczej, indukcyjnej, filologicznej i intuicyjnej.



Rycina. 1. Model kompleksu metod tworzenia definicji analitycznych

Figure 1. Model of the set of methods for creating analytical definitions

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Metodę słotwórczą wykorzystano do określenia źródłowości nazw „wyzwanie”, „zagrożenie”, „ryzyko” i odtworzenia na tej podstawie ich sensu. Z kolei metodę indukcyjną użyto do porównywania poszczególnych sposobów rozumienia definiowanej nazwy w rzeczywistości bezpieczeństwa

państwa oraz uzyskania myśli ogólnej. Metoda filologiczna posłużyła wysnuwaniu wniosków semantycznych na drodze porównania wypowiedzi reprezentantów środowiska naukowego, w których omawiane nazwy zostały użyte. Wreszcie na podstawie poczynionych słotwórczo, indukcyjnie,

filologicznie ustaleń sensu przedmiotowych nazw, metodą intuicyjną wskazywano na możliwe desygnaty tych pojęć i spekulując nimi, określano finalne, analityczne pojmowanie wyzwań, zagrożeń i ryzyka.

## Wyzwania, zagrożenia, ryzyko

Źródłostów „wyzwania” odnajdujemy w łacińskim *calumnia*. Znaczy tyle, co „fałszywe i złośliwe oświadczenie mające na celu naruszenie reputacji kogoś lub czegoś”. W języku angielskim *challenge* funkcjonuje od średniowiecza (1175–1225) w rozumieniu „wezwanie do zaangażowania się w coś wymagającego siły i sprawności” [6]. Obecnie w słowniku Uniwersytetu Cambridge [7] odnaleźć można znaczenie wyzwania pojmowanego jako „coś co, aby było wykonane z sukcesem, wymaga ogromnego psychicznego lub fizycznego wysiłku i dlatego jest sprawdzianem osobistych zdolności, umiejętności”. Podobnie wyzwanie rozumiane jest w Polsce, jako „trudne zadanie, nowa sytuacja itp. wymagające od kogoś wysiłku, poświęcenia itp., będące sprawdzianem czyjejś wiedzy, odporności itp.” [8]. Wcześniej w polskich słownikach wyzwanie rozumiano także jako „wypowiedź, działania mającego na celu skłonienie kogoś (przeciwnika) do podjęcia walki, do pojedynku itp.” [9, s. 952].

Nawet krótka analiza słotowórcza określenia „wyzwanie” pozwala dostrzec, że w ponad osiemsetletnim procesie dziejowym rozumienie tego pojęcia ewoluowało od znaczeń wyłącznie negatywnych do kategorii zadania, sytuacji, które – chociaż trudne – mogą być realizowane z sukcesem lub być jego źródłem. Jednak warunkiem sukcesu podmiotu podejmującego wyzwanie są zawsze jego sprawność oraz pełne zaangażowanie siły, zdolności i umiejętności. Zatem uprawnione staje się następujące sylogistyczne wnioskowanie dedukcyjne: jeżeli podmiot podejmujący wyzwanie nie będzie dysponował wystarczającą sprawnością, albo jeżeli nie zaangażuje w pełni swej siły, zdolności i umiejętności, to poniesie porażkę.

Analiza indukcyjna wyzwania w obszarze bezpieczeństwa narodowego pozwala je pojmować jako sytuację trudną, której państwo powinno być zdolne sprostać, posiadać niezbędny potencjał, by to uczynić. Autorzy Strategii bezpieczeństwa narodowego z 2007 r. w rozdziale 2. Uwarunkowania bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, podrozdziale 2.2. Wyzwania i zagrożenia bezpieczeństwa w punkcie 28 stwierdzają: „W perspektywie długofalowej bezpieczeństwo Polski w znacznej mierze zależy od zdolności państwa do stawienia czoła wyzwaniom, które wykraczają poza tradycyjnie rozumiane zagrożenia bezpieczeństwa” [10 s. 57]. W Strategii bezpieczeństwa narodowego z 2014 r. czytamy, że „nadal obecne są wyzwania i zagrożenia typu militarnego. Bezpieczeństwo Polski będzie zależało od jej zdolności do efektywnej realizacji interesów [...] Dotyczy to w szczególności wykorzystywania szans i sprostania wyzwaniom o charakterze wewnętrznym i zewnętrznym, asymetrycznym i transsektorowym [...]” [11, s. 17].

Z kolei analiza filologiczna wykazuje stosowanie słowa „wyzwanie” w zdaniach w kontekście niepewności, zagrożeń,

sytuacji problemowych generujących dylematy, ale i szans. Za wyzwania bezpieczeństwa państwa w niektórych opracowaniach [12] uznaje się dylematy państwa w rozstrzyganiu spraw bezpieczeństwa. Mogą być podjęte lub zignorowane. Mogą stwarzać dodatkowe szanse lub rodzić zagrożenia. Najbardziej inspirującego do czynienia spekulacji w ramach analizy intuicyjnej podejścia do kategorii wyzwania dostarcza M. Cieślarczyk, który twierdzi, że „wyzwanie to określona sytuacja lub informacja o sytuacji, która właściwie odczytana i zinterpretowana może stać się szansą. Oczywiście tylko wtedy, kiedy dzieje się to w odpowiednim miejscu i we właściwym czasie. W przeciwnym razie może stać się zagrożeniem” [13, s. 119].

W formowaniu analitycznego pojmowania wyzwań na potrzeby bezpieczeństwa państwa zastąpiono wynikię w toku analizy słotowórczej, a zawarte w wyzwaniu, „porażkę” i „sukces”, na lepiej definiowalne w teoriach państwa i prawa, stosunków międzynarodowych, zarządzania organizacją, walki zbrojnej, gier: „zagrożenie” i „szansę”. W podobnym trybie zrezygnowano z trudno mierzalnego pełnego zaangażowania podmiotu stojącego przed wyzwaniem, na rzecz umiejscowionego w czasie i przestrzeni układu czynności wykorzystującego potencjał adekwatny do warunków tworzonych przez wyzwanie. Potencjał (łac. *potentia* – możliwość, siła) w niniejszym artykule rozumiany jest jako „zasób możliwości, mocy, zdolności wytwórczej tkwiącej w czym; sprawność, wydajność, zwł. państwa w jakiejś dziedzinie, np. gospodarczej, wojskowej” [14, s. 594]. „Potencjał” w określaniu denotacji wyzwania zastąpił „zdolność” wskutek analizy i pozytywnej oceny aktualnej przydatności arystotelesowskiej kategorii potencja. Stagiryta uważał ją za „[...] zdolność do doprowadzenia czegoś do pomyślnego końca albo podług własnej woli” [15, s. 105]. Z kolei redukcja „dylematu” w interpretacji wyzwań wynikała ze struktury logicznej dylematu konstrukcyjnego prostego i złożonego [16, s. 132–133] rozmywającej – w możliwych alternatywach nierozłącznych wynikania – wyrazistość szansy możliwej przecież do osiągnięcia w rezultacie sprostania przez podmiot wyzwaniu.

W rezultacie za wyzwanie dla bezpieczeństwa państwa proponuje się uznawać sytuacje w państwie lub jego otoczeniu, które – jeśli nie zostaną na czas wykryte i rozpoznane oraz nie zostaną w stosunku do nich podjęte we właściwym miejscu i czasie odpowiednio dobrane i ułożone czynności z zaangażowaniem odpowiedniego potencjału – mogą się przeobrazić w zagrożenia dla tego państwa. Natomiast jeśli wymienione warunki zostaną spełnione, wyzwania przekształcają się w szansę, rozumiane jako okoliczności sprzyjające realizacji interesów i osiągnięciu celów państwa.

Kolejną kategorią, której analityczne rozumienie umożliwia analizowanie bezpieczeństwa państwa, jest zagrożenie. Źródłostów zagrożenia odnajdujemy w średniowiecznym języku angielskim (przed 900 r.); *threte*, staroangielskim *thr ē at* – nacisk, ucisk; pokrewne z staronordyjskim *thraut* – „trudności, ciężkie doświadczenie, gorzki, ciężki, bolesny” [6]. W przywoływanym już *Słowniku języka angielskiego* Uniwersytetu Cambridge zagrożenie to „sugestia, że zdarzy się coś nieprzyjemnego lub agresywnego, brutalnego, pełnego przemocy, szczególnie jeśli poszczególne działanie lub polecenie nie jest realizowane” [7]. W słownikach języka polskiego

zagrożenie opisuje się jako „sytuację lub stan, które komuś zagrażają lub w których ktoś czuje się zagrożony; też: ktoś, kto stwarza taką sytuację” [8]. Z kolei w psychologicznym podejściu do organizacji zagrożenie rozumie się jako „sytuację, w której istnieje większe niż w normalnej sytuacji prawdopodobieństwo naruszenia jakiejkolwiek cennej przez człowieka wartości (życia, zdrowia, aprobaty społecznej itp.)” [17, s. 160].

Analiza słowotwórcza przytoczonych sposobów pojmowania zagrożenia skłania do wniosku, że powinniśmy postrzegać je jako zdarzenie („zdarzy się coś”) o negatywnych konotacjach („nieprzyjemnego”, „agresywnego”, „brutalnego”, „pełnego przemocy”). Jednocześnie należy zrezygnować z synonimicznego traktowania zagrożenia i sytuacji. Sytuacja (łac. *situere* umieszczać, lokować) znaczy raczej ogół warunków lokujących podmiot w określonym położeniu [9, s. 793]. Zatem negatywne zdarzenia o randze zagrożenia mogą tworzyć warunki umieszczające podmiot (np. państwo) w sytuacji niebezpiecznej, a nie odwrotnie. Ponadto należy zgodzić się, że wystąpienie zagrożenia narusza odczuwane, uznawane i realizowane wartości człowieka.

Analiza filologiczna dostarcza kolejnych argumentów i umacnia przekonanie o konieczności wyjaśniania pojmowania zagrożeń jako zdarzeń negatywnych. W przykładach leksykalnych kontekstu użycia wyrazu „zagrożenie” czytamy, między innymi, że: „Pijany kierowca tworzy poważne zagrożenie innym użytkownikom drogi” lub „Zagrożenie więzieniem odstrasza go od popełnienia przestępstwa” [7]. Zatem uprawniona staje się implikacja: jeżeli dojdzie do zdarzenia „pijany kierowca”, to użytkownicy drogi znajdują się w niebezpiecznym położeniu.

Z kolei analiza indukcyjna obszaru bezpieczeństwa państwa umożliwia konstatację, że zagrożenia bywają rozumiane jako destrukcyjne oddziaływania na państwo, egzemplifikujące się w postaci kryzysów, konfliktów. W Europejskiej Strategii Bezpieczeństwa z 2003 r. można odnaleźć sformułowanie: „Przed Europą wciąż stoją zagrożenia [...] Wybuch konfliktu na Bałkanach przypomnieli, że wojna nie zniknęła z naszego kontynentu” [10, s. 11]. Natomiast w Strategii Unii Europejskiej w dziedzinie walki z terroryzmem czytamy: „Terroryzm jest zagrożeniem wszystkich państw i narodów. Stwarza poważne zagrożenie dla naszego bezpieczeństwa, dla wartości wyznawanych przez nasze demokratyczne społeczeństwa [...]” [10, s. 25]. Z kolei w cytowanym już *Słowniku terminów w zakresie bezpieczeństwa narodowego* z 2002 r. zagrożenia rozumiane są jako „sytuacja”, natomiast poszczególne typy zagrożeń już jako „część zagrożeń”, „pochodne globalizacji”, „splot zdarzeń” itd. Wreszcie R. Wróblewski twierdzi, że „zagrożenia to zdarzenia i procesy istniejące lub przyszłe, mające negatywny wpływ na poziom bezpieczeństwa narodowego” [18, s. 61].

Analiza intuicyjna źródeł zagrożeń oraz skutków zdarzeń negatywnych dla zagrożonego podmiotu lub przedmiotu pozwala uznać za najbardziej adekwatne do potrzeb poznania bezpieczeństwa państwa analityczne rozumienie zagrożeń K. Ficonia, który pojmuje je jako „zdarzenia spowodowane przyczynami losowymi (naturalnymi) lub nielosowymi (celowymi), które wywierają negatywny wpływ na funkcjonowanie

danego systemu lub powodują niekorzystne (niebezpieczne) zmiany w ich strukturze i funkcjonowaniu. Niezneutralizowane, skumulowane zagrożenia mogą prowadzić do zaistnienia sytuacji kryzysowych zarówno w rozpatrywanym systemie, jak i jego środowisku” [19, s. 76]. Natomiast w rezultacie zastosowania kompleksu metod (zob. ryc. 1) formowania definicji analitycznej, za adekwatne do potrzeb bezpieczeństwa państwa uznano rozumienie zagrożeń państwa w brzmieniu [20]: zbiór zdarzeń wewnątrz i (lub) na zewnątrz państwa naruszających jego strukturę i (lub) uniemożliwiających spełnianie funkcji, wskutek czego niemożliwe do osiągnięcia lub ograniczone są:

- nienaruszalność terytorium państwa, jego tożsamość oraz suwerenność,
- przetrwanie narodu,
- utrzymanie ładu wewnętrznego i porządku prawnego,
- jakość życia i rozwój narodu.

Za konieczne poznawczo (w aspekcie bezpieczeństwa państwa, a szczególnie pojmowania poszczególnych rodzajów zagrożeń) dla wyjaśnienia rozumienia kategorii wyzwań, zagrożeń uznano ich sklasyfikowanie. Przyjęto, że najwyższą formą klasyfikacji porządkującą sferę podziału zagrożeń państwa jest systematyka.

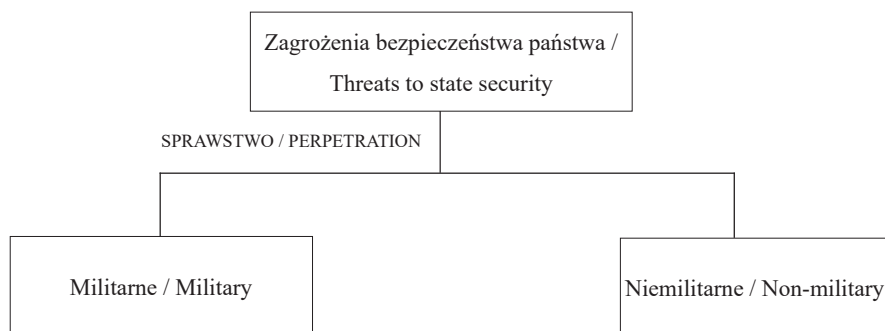
W literaturze przedmiotu napotkać można tezę, że „dynamika identyfikowanych współcześnie zagrożeń nie pozwala na stworzenie trwałej ich klasyfikacji” [21, s. 199]. Nie należy poddawać się takim sugestiom, ponieważ dotyczą one raczej właściwości klasyfikacji z modyfikacją cechy, prowadzonych według kryterium przedmiotowego. Takie klasyfikacje ze swej natury są trudne do zakończenia, a bez wyróżnienia w nich – w wypadku podziału zagrożeń – klasy „i inne zagrożenia”, nigdy nie będą kompletne. Względnej nietrwałości takich klasyfikacji nie należy traktować w kategoriach wady, a raczej atrybutu. Warto natomiast odnotować fakt funkcjonowania w literaturze bezpieczeństwa państwa licznych i różnych, przez wzgląd na zakres i treść, klasyfikacji przedmiotowych zagrożeń jego bezpieczeństwa.

Zidentyfikowana, swoista klasyfikacyjna sytuacja problemu zagrożeń bezpieczeństwa państwa skłoniła do poszukiwania rozwiązań kwestii systematyki przedmiotowych zagrożeń wśród podziałów dychotomicznych dokonywanych według cech kontradiktorycznych, zatem ze swej natury trwałych, rozłącznych i kompletnych. Natomiast kryterium klasyfikacji odnaleziono w arystotelesowskim rozumieniu przyczyny. „Arystoteles rozróżnia ogółem cztery rodzaje przyczyn [materialna, formalna, sprawcza i celowa A.G.], przy czym wspólnym mianownikiem ich wszystkich jest wspomniane już pytanie o ‘dlaczego’ dotyczące rzeczy” [22, s. 70]. Sprawstwo, wśród arystotelesowskich przyczyn istnienia świata, uznano za dogodny kryterium wielopoziomowego podziału dychotomicznego zagrożeń bezpieczeństwa państwa.

Jednocześnie z powyższym wyborem skonstatowano dwa fakty. Pierwszy, że w wydawnictwach słownikowych i encyklopedycznych najczęściej uznaje się za zasadny podział źródeł zagrożeń na te wywołane działaniem sił natury i te dokonywane przez człowieka. Drugi, opisujący sytuację postrzegania – praktycznie do upadku dwubiegunowego podziału świata

– bezpieczeństwa państwa przez wzgląd na zagrożenia militarne, a po tym upadku stopniowe i poszerzające się nadawanie temu bezpieczeństwu „janusowego oblicza” – militarne

i niemilitarnego jednocześnie. Uznano zatem za zasadne, szczególnie w wypadku zagrożeń bezpieczeństwa Polski, podzielenie ich na pierwszym poziomie, na militarne i niemilitarne.



Rycina 2. Systematyka zagrożeń bezpieczeństwa państwa (poziom 1)

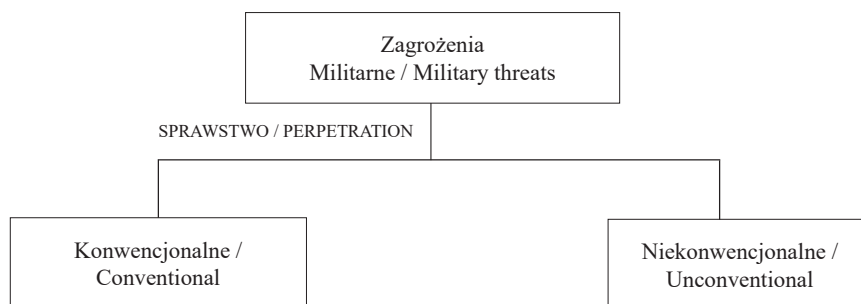
Figure 2. Taxonomy of threats to national security (level 1)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Za zagrożenia militarne uznano te, których źródłem są siły zbrojne innego państwa, jako podmiotu prawa międzynarodowego, koalicji lub sojuszu takich państw. Natomiast za zagrożenia niemilitarne uważa się wszystkie

te powodowane przez ożywioną i nieożywioną przyrodę lub jednostkę ludzką, grupy społeczne na różnych poziomach ich zorganizowania, niewykorzystujące sił zbrojnych państwa.



Rycina 3. Systematyka zagrożeń bezpieczeństwa państwa (zagrożenia militarne, poziom 2)

Figure 3. Taxonomy of threats to national security (military threats, level 2)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Zagrożenia militarne mogą mieć charakter konwencjonalny, jeśli przeciwnik wykorzystuje siły lądowe, powietrzne, morskie oraz specjalne, posługując się bronią tradycyjną o ograniczonym zasięgu czasowo-przestrzennym. Z kolei militarne zagrożenia niekonwencjonalne wiążą się z użyciem broni masowego rażenia, a także nowych technologii o porównywalnym lub nawet większym od broni masowego rażenia zasięgu czasowo-przestrzennym, takich jak broń psychotroniczna, zdolna wpływać na nastroje i stan umysłu całych narodów. Ograniczony zasięg czasowo-przestrzenny militarnych zagrożeń może dotyczyć przez krótki (dwa-trzy tygodnie) lub długi okres (nawet kilka lat) niewielkiej części lub całego terytorium państwa. Natomiast niekonwencjonalne zagrożenia militarne z zasady będą miały długotrwałe skutki i duży zasięg przestrzenny (obejmujący całe państwo).

Zagrożenia niemilitarne bezpieczeństwa państwa celowym jest podzielić na te wywołane siłami organicznymi lub

podorganicznymi natury i te, których sprawcą jest człowiek używający lub nieużywający przemocy. Człowiek jest rozumiany w tej systematyce jako członek grupy społecznej, organizacji, zatem nadorganicznej [23, s. 20] części otaczającej nas rzeczywistości organizacji, której najwyższą formą jest państwo.

Zagrożenia naturalne bezpieczeństwa państwa wywołane przez ożywioną część przyrody z wyłączeniem działalności ludzkiej mają głównie charakter biologiczno-epidemiologiczny i polegają na przenoszeniu chorób zakaźnych o podłożu wirusowym lub bakteryjnym przez zwierzęta (np. migrujące ptaki), powodowaniu zjawisk epidemii, a nawet pandemii, grożących bezpieczeństwu zdrowotnemu społeczeństw, a wypadku pandemii ludności zamieszkującej nawet kilka kontynentów.

Znacznie większe ryzyko niosą za sobą zagrożenia podorganiczne, których sprawcą są nieożywione siły natury. K. Ficoń [19, s. 83] wyróżnia trzy rozłączne grupy takich zagrożeń: kosmiczne, klimatyczne i tektoniczne. Do kosmicznych zalicza

on promieniowanie kosmiczne, słoneczne, zderzenie Ziemi z obcym ciałem kosmicznym, zmiany natężenia magnetyzmu ziemskiego oraz spotkanie obcej cywilizacji. Z kolei za najbardziej powszechne kategorie zagrożeń klimatycznych K. Ficoń uznaje: powódzie, lawiny błotne, osuwiska ziemi, susze i upały, zasp

śnieżne i oblodzenia, silne wiatry (huragany, tornada, trąby powietrzne), burze i wyładowania atmosferyczne, pożary powstałe z przyczyn naturalnych, efekt cieplarniany. Wreszcie do zagrożeń tektonicznych zalicza on przede wszystkim trzęsienia ziemi i erupcje wulkanów.

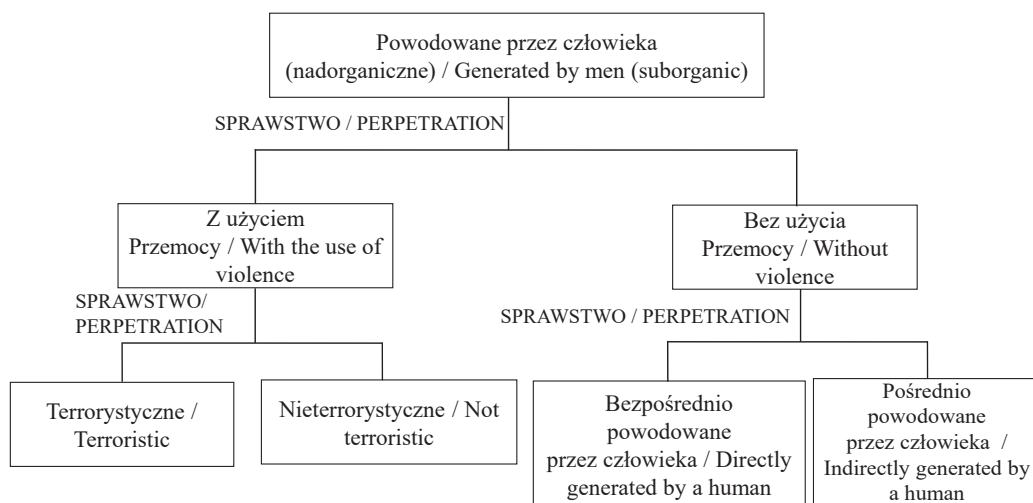


Rycina 4. Systematyka zagrożeń bezpieczeństwa państwa (poziomy 2 i 3)

Figure 4. Taxonomy of threats to national security (levels 1 and 2)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Rycina 5. Systematyka zagrożeń bezpieczeństwa państwa (poziomy 3 i 4)

Figure 5. Taxonomy of threats to national security (levels 3 and 4)

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Z kolei zagrożenia bezpieczeństwa państwa powodowane przez człowieka można dysjunktywnie podzielić na te, których sprawcą jest człowiek używający bądź nieużywający przemocy. Przemoc rozumiana jest jako „przewaga wykorzystywana w celu narzucenia komuś swojej woli, wymuszenia czegoś na kims; też: narzucona komuś bezprawnie władza”[8].

Ryzyko to ostatnia z analizowanych kategorii bezpieczeństwa państwa, której interpretacja pozwala szacować zagrożenia.

Słowniki języka angielskiego i polskiego wskazują na włoskie *ris(hi)* o i francuskie *risque* datowane na lat 1655–1665. Pojęcie to znaczyło wtedy „niejasne, niewiadome pochodzenie” [6]. Obecnie w słownikach języka angielskiego rozumiane jest jako „narażenie na prawdopodobieństwo uszkodzenia lub straty, prawdopodobieństwo niebezpieczeństwa lub zagrożenia” [6] lub „możliwość, że zdarzy się coś złego” [7]. Z kolei w polskim słowniku wyrazów obcych aktualnie uznaje się, że ryzyko to „1. przedsięwzięcie,



którego wynik jest nieznany, niepewny; możliwość, że coś się uda lub nie uda; zdecydowanie się na takie przedsięwzięcie. 2. *prawdopodobieństwo zajścia szkody*" [14, s. 660]. W słowniku języka polskiego za ryzyko przyjmuje się „możliwość, że coś się nie uda; też: przedsięwzięcie, którego wynik jest niepewny” [8].

Wyniki analizy słowotwórczej nazwy „ryzyko” pozwalają kojarzyć ją z prawdopodobieństwem zagrożenia, straty lub niepewnością działania. Wnioski te są niesprzeczne z wynikami analizy indukcyjnej pojmowania ryzyka w teorii zarządzania. W 1901 r. A.H. Willett w pierwszej ekonomicznej teorii ryzyka uznawał je za stan otoczenia i twierdził, że „ryzyko należy odnosić do stopnia niepewności, czy określony skutek w ogóle wystąpi, a nie do prawdopodobieństwa jego wystąpienia. Ryzyko rozumiane jako stan otoczenia jest obiektywne i skorelowane z subiektywną niepewnością” [24]. Z kolei w roku 1921 F.H. Knight opublikował „swoją koncepcję niepewności mierzalnej i niemierzalnej, gdzie pierwszą nazwał ryzykiem, a drugą niepewnością sensu stricte” [24]. Współcześnie ryzyko w teorii organizacji i zarządzania rozumiane jest jako „sytuacja, gdy co najmniej jeden z elementów składających się na nią nie jest znany, ale znane jest prawdopodobieństwo jego wystąpienia” [25 s. 456]. Jednocześnie wyraźnie rozróżnia się ryzyko od niepewności, rozumiejąc tę ostatnią jako „sytuację, gdy nie można określić, jakie elementy (lub przynajmniej część z nich) składają się na nią, jak jest ich wartość lub jakie jest prawdopodobieństwo ich wystąpienia” [25, s. 297].

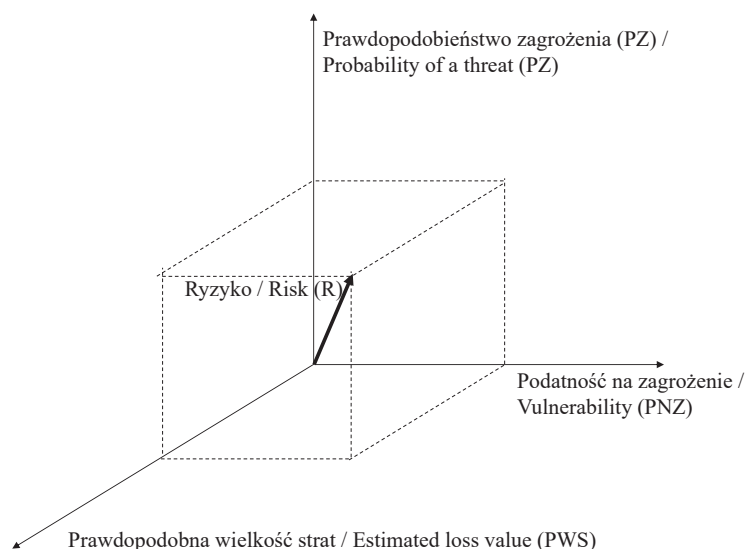
Kontynuując analizę indukcyjną ryzyka w obszarze bezpieczeństwa państwa, można zauważyć, że w praktyce funkcjonowania instytucji bezpieczeństwa państwa, ale także w teorii nauk o bezpieczeństwie ewaluacja ryzyka, zarządzanie ryzykiem jest powszechnie obecne. Międzynarodowy Komitet Normalizacyjny w 2009 r. opracował standard zarządzania ryzykiem ISO 31000:2009 porządkujący zasady, strukturę i proces

zarządzania ryzykiem [18, s. 202–206]. Z kolei w zarządzaniu kryzysowym ryzyko definiuje się jako efekt niepewności w osiągnięciu celów zarządzania kryzysowego i ustala stosunek zidentyfikowanych zagrożeń (*OZ*) do zidentyfikowanych zabezpieczeń (*SK*) i podatności obiektów na zagrożenia (*OP*) według zależności:

$$R = \frac{OZ \times OP}{SK}$$

gdzie ryzyko jest funkcją trzech zmiennych (*OZ*, *OP*, *SK*) [18, s. 404–405]. Natomiast w ustawie Prawo ochrony środowiska [26] ryzyko rozumiane jest jako prawdopodobieństwo wystąpienia konkretnego skutku w określonym czasie lub w określonej sytuacji.

Spekulując w ramach analizy intuicyjnej, kojarzymy ryzyko z pomiarem zagrożenia, jego akceptowalnością, nieakceptowalnością lub dopuszczalnością. W wynikach tego pomiaru uwzględniamy prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia, poniesienia strat przez obiekt zagrożony i jego podatność na zagrożenia. Zatem za niesprzeczne ze stanem teorii ryzyka uznać można pojmowanie go w bezpieczeństwie państwa jako miary lub oceny zagrożenia czy niebezpieczeństwa wynikającego albo z prawdopodobnych zdarzeń od nas niezależnych, albo z możliwych konsekwencji podjęcia decyzji. Tak rozumiane ryzyko jest wskaźnikiem stanu zagrożeń lub niebezpiecznych dla państwa zdarzeń, które mogą prowadzić do strat. Ryzyko to uznać można za wypadkową, wynikającą z prawdopodobieństwa wystąpienia takich stanów i zdarzeń oraz z prawdopodobnej wielkości strat, które mogą spowodować, a także z podatności danego podmiotu na zagrożenie, co ilustruje rycina 6. Takie pojmowanie ryzyka pozwala analizować zagrożenia bezpieczeństwa państwa w aspekcie mierzalnej wartości wektora ryzyka i jego ukierunkowania w trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej [27, s. 70–72].



**Rycina 6.** Trójwymiarowy model pojmowania ryzyka w bezpieczeństwie państwa

**Figure 6.** A three-dimensional model of risk perception in national security

**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.

Przestrzeń trójwymiarową ryzyka można przedstawić zapisem:

$$R = \{(p_{ws}, p_z, p_{nz}); p_{ws} \in PWS, p_z \in PZ, p_{nz} \in PNZ\}$$

gdzie:

$R$  – ryzyko / risk,

$PWS$  – prawdopodobna wielkość strat / probable size of losses,

$PZ$  – prawdopodobieństwo zagrożenia / the probability of threat,

$PNZ$  – podatność na zagrożenie / vulnerability to threat.

Natomiast zapis wektora trójwymiarowego  $\vec{R}$  można wyrazić, wprowadzając zbiór wektorów jednostkowych przestrzeni euklidesowej w notacji:

$$e_{pws} = (1, 0, 0), e_{pnz} = (0, 1, 0), e_{pz} = (0, 0, 1)$$

Wektory  $e_{pws}, e_{pnz}, e_{pz}$  wskazują odpowiednio kierunki osi  $PWS, PNZ, PZ$  i mają intuicyjną interpretację wektorów długości jednostkowej (wersorów), pozwalających jednoznacznie przedstawić wektor  $\vec{R}$  jako ich kombinację liniową. Zbiór wymienionych wektorów jednostkowych wskazuje odpowiednio w kierunku

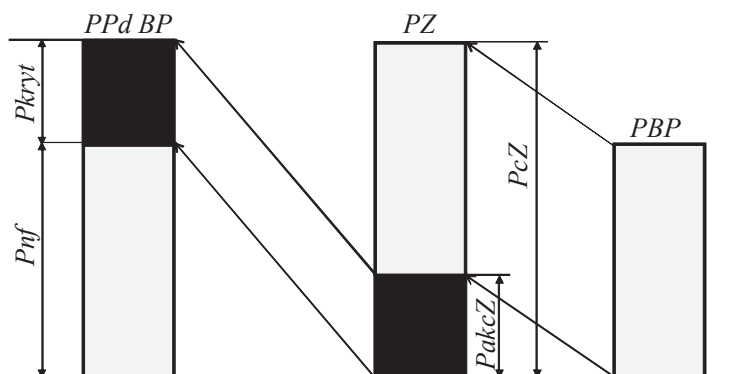
rosnącym osi  $PWS, PNZ, PZ$ . Za ich pomocą można zapisać trójwymiarowy wektor  $\vec{R}$  w postaci:

$$(p_{ws}, p_{nz}, p_z) = p_{ws}(1, 0, 0) + p_{nz}(0, 1, 0) + p_z(0, 0, 1) = p_{ws}e_{pws} + p_{nz}e_{pnz} + p_z e_{pz}$$

gdzie skalary  $p_{ws}, p_{nz}, p_z$  są składowymi wektora  $\vec{R}$ .

## Podsumowanie

Reasumując, autor wyraża przekonanie, że przesłanki poznawcze wynikłe z ustalenia analitycznego pojmowania wyzwań, zagrożeń i ryzyka są adekwatne do potrzeb oceny wpływu tych trzech zasadniczych czynników otoczenia państwa na jego bezpieczeństwo. Przykładem weryfikującym wspomniane przekonanie może być analiza i ocena osiągania celu bezpieczeństwa państwa rozumianego jako utrzymywanie zagrożeń oraz negatywnego potencjału wyzwań na poziomie pozwalającym na normalne jego funkcjonowanie z dopuszczalnym ryzykiem. Graficzną interpretację przedmiotowej analizy i oceny zawiera rycina 7.



Rycina 7. Interpretacja graficzna osiągania celu bezpieczeństwa państwa

Figure 7. Graphic representation of the achievement of national security goals

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Zgodnie z interpretacją graficzną [27, s. 81–82] osiągania celu bezpieczeństwa państwa (BP) przedmioty bezpieczeństwa państwa (PdBP) mogą normalnie funkcjonować, jeżeli dysponują wielkością potencjału normalnego funkcjonowania ( $Pnf$ ), to znaczy co najmniej do tego wystarczającą. Zagrożenia, oddziałując swoim całkowitym potencjałem ( $PcZ$ ), mogą zmniejszyć potencjał PdBP ( $PPdBP$ ) do poziomu uniemożliwiającego normalne funkcjonowanie.

Na rycinie 7. poszczególne symbole oznaczają:

- $PPdBP$  – potencjał przedmiotu BP / the potential of the subject of state security,
- $Pnf$  – potencjał normalnego funkcjonowania / the potential for normal functioning,
- $Pkryt$  – potencjał krytyczny, wyznaczający próg maksymalnego możliwego obniżenia potencjału przedmiotu BP w wyniku oddziaływania zagrożeń / Critical potential, setting the threshold for the maximum possible reduction of the potential of the subject of state security as a result of the threat,

- $PZ$  – potencjał zagrożeń / threat potential,
- $PcZ$  – potencjał całkowity zagrożeń / total threat potential,
- $PBP$  – potencjał bezpieczeństwa państwa / state security potential.

Różnica pomiędzy potencjałem przedmiotu BP ( $PPdBP$ ) a potencjałem normalnego funkcjonowania przedmiotu BP ( $Pnf$ ) wyznacza potencjał krytyczny ( $Pkryt$ ), tzn. taki, którego utratę dopuszcza się bez groźby zakłócenia normalnego funkcjonowania przedmiotu BP.

$$PPdBP - Pnf = Pkryt$$

gdzie:

- $PPdBP$  – potencjał przedmiotu BP,
- $Pnf$  – potencjał potrzebny do normalnego funkcjonowania przedmiotu BP,
- $Pkryt$  – potencjał bezpieczeństwa krytyczny, dopuszczalny do utraty, bez groźby zakłócenia normalnego funkcjonowania przedmiotu BPP.

Jeżeli potencjał zagrożeń ( $PZ$ ) jest większy od potencjału krytycznego przedmiotu  $BP(Pkryt)$ , należy uznać, że cel BP nie zostanie osiągnięty:

- gdy  $PZ > Pkryt$  to cel BP nie zostanie osiągnięty,
- gdy  $PZ < Pkryt$  cel BP zostanie osiągnięty.

Z interpretacji celu BP wynika, że aby cel ten osiągnąć, należy tak oddziaływać na zagrożenia, aby zmniejszyć ich potencjał całkowity ( $PcZ$ ) do poziomu akceptowalnego ( $PakcZ$ ), pozwalającego normalnie funkcjonować przedmiotowi BP.

Opisany i wyjaśniony model oceny wpływu na cel BP potencjału zagrożeń tego bezpieczeństwa utworzono, między innymi, w wyniku komplementarnego zastosowania metod słowotwórczej, indukcyjnej, filologicznej i intuicyjnej do ustalenia realnego, analitycznego i równościowego pojmowania wyzwań, ryzyk i zagrożeń. Operacyjne zastosowanie wspomnianego modelu w systemie bezpieczeństwa państwa możliwe jednak będzie dopiero po określeniu metod pomiaru potencjałów: zagrożeń tkwiącego w wyzwaniach, samych zagrożeń oraz pomiaru ryzyka w ocenie skutków tych zagrożeń. Rozwiązania tak nazwanego problemu najprawdopodobniej poszukiwać należy w teorii potęgotometrii wśród metod szacowania potęgi państw.

## Literatura

- [1] Kitler W., *Bezpieczeństwo narodowe RP. Podstawowe kategorie. Uwarunkowania. System*, Wyd. AON, Warszawa 2011, 22.
- [2] Zięba R., *Bezpieczeństwo jako cel polityki państwa*, w: *Współczesny wymiar bezpieczeństwa. Między teorią i praktyką*, J. Pawłowski (red.), SRWO, Warszawa 2011, 22.
- [3] Stolarski G., *Ontologiczny status kategorii bezpieczeństwo*, w: *Współczesne bezpieczeństwo państwa*, S. Jaczyński, M. Kubiak, M. Minikina (red. nauk.), Wyd. UPH, Warszawa–Siedlce 2012, 271–273.
- [4] Lutostański M., *Podstawy bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Wyd. A. Marszałek, Toruń 2015, 180–184.
- [5] Kotarbiński T., *Dzieła wszystkie. Ontologia, teoria poznania metodologia nauk*, Wyd. PAN, Warszawa 1993, 291–298.
- [6] *Dictionary* [dok. elektr.] <http://www.dictionary.com/browse/challenge> [dostęp: 28.01.2017].
- [7] *Cambridge Dictionary* [dok. elektr.] <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/challenge> [dostęp: 28.01.2017].
- [8] *Słownik języka polskiego* [dok. elektr.] <http://sjp.pwn.pl/sjp/wyzwanie> [dostęp: 29.01.2017].
- [9] Auderska H., Skorupka S., De Bondy-Lempicka Z. (red.), *Mały słownik języka Polskiego*, PWN, Warszawa 1969, 952, 973.
- [10] Sulowski S., Brzeziński M. (red.), *Strategie i programy bezpieczeństwa. Wybór dokumentów*, Elipsa, Warszawa 2012, 57, 11, 25.
- [11] *Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 2014, 17.
- [12] *Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego*, AON, Warszawa 2002.
- [13] Cieślarczyk M., *Kultura bezpieczeństwa i obronności*, Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce 2006, 119.
- [14] *Słownik wyrazów obcych*, J. Tokarski (red.), PWN, Warszawa 1980, 594, 660.
- [15] Arystoteles, *Metafizyka*, PWN, Warszawa 2009, 105.
- [16] Malinowski A. (red.), *Logika dla prawników*, LexisNexis, Warszawa 2013, 132–133.
- [17] Borkowski J., Dyrda M., Kanarski L., Rokicki B., *Człowiek w organizacji. Podręczny słownik psychologii zarządzania i dziedzin pokrewnych*, Elipsa, Warszawa 2001, 160.
- [18] Wróblewski R., *Zarządzanie kryzysowe jako element zarządzania bezpieczeństwem narodowym*, UPH, Siedlce 2013, 61, 202–206.
- [19] Ficoń K., *Inżynieria zarządzania kryzysowego*, Bel Studio, Warszawa 2007, 76, 83.
- [20] Dworecki S., *Zagrożenia bezpieczeństwa państwa*, AON, Warszawa 1994.
- [21] Zalewski S., *Bezpieczeństwo polityczne państwa*, Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce 2010, 199.
- [22] Disse J., *Metafizyka od Platona do Hegla*, Wyd. WAM, Kraków 2005, 70.
- [23] Krzyżanowski L. J., *O podstawach kierowania organizacjami inaczej: paradygmaty, filozofia, dylematy*, PWN, Warszawa 1999, 20.
- [24] *Encyklopedia zarządzania* [dok. elektr.] <https://mfiles.pl/pl/index.php/Ryzyko> [dostęp: 24.08.2017].
- [25] *Encyklopedia organizacji i zarządzania*, PWE, Warszawa 1981, 456, 297.
- [26] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 Nr 62, poz. 627 z późn. zm.).
- [27] Glen A., *Podstawy poznawcze bezpieczeństwa powietrznego państwa*, Wyd. AON, Warszawa 2013, 70–72.

**PROF. DR HAB. INŻ. ANDRZEJ GLEN** – profesor zwyczajny, kierownik Zakładu Badań Społecznych i Kultury Bezpieczeństwa w Instytucie Nauk Społecznych i Bezpieczeństwa Wydziału Humanistycznego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Naukowo zajmuje się podstawami poznawczymi (aksjologicznymi, ontologicznymi, epistemologicznymi, metodologicznymi) nauk o bezpieczeństwie, a także bezpieczeństwem powietrznym państwa.

prof. dr hab. inż. Sławczo Denczew<sup>a)</sup>\*

<sup>a)</sup>Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Zakład Hydromechaniki i Przeciwpożarowego Zaopatrzenia w Wodę, Katedra Techniki Pożarniczej / The Main School of Fire Service, Institute of Hydromechanics and Firefighting Water Supply, Firefighting Technique Faculty

\*Autor korespondencyjny / Corresponding author: s.denczew@sgsp.edu.pl

## Innowacyjna metoda dostarczania wody do spożycia w sytuacjach kryzysowych

An Innovative Method for Supplying Water for Consumption in Crisis Situations

Инновационный метод доставки питьевой воды в кризисных ситуациях

### ABSTRAKT

**Cel:** Doniesienie wstępne dotyczące udzielenia prawa ochronnego na wzór użytkowy pt. „Tymczasowe mobilne stanowisko do uzdatniania wody do spożycia” szczególnie przydatne w sytuacjach kryzysowych, głównie powodzi, kiedy następuje skażenie wody w ujęciach powierzchniowych i głębinowych. Jest ono końcowym efektem badań statutowych autora w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Właścicielem wzoru użytkowego jest Szkoła Główna Służby Pożarniczej, natomiast twórcą wzoru użytkowego jest prof. dr hab. inż. Sławczo Denczew. Obecnie w ramach badań podjęto próbę wykonania prototypu, następnie realizowane będą prace badawcze dotyczące zastosowania wzoru użytkowego w warunkach rzeczywistych.

**Metody:** W artykule zaprezentowano aktualny wykaz sposobów dostarczania wody dla ludności w sytuacjach kryzysowych. Uwzględniając obecny stan wiedzy na ten temat w Europie i na świecie, zaproponowano innowacyjne mobilne stanowisko uzdatniania wody, mające na celu remedium na problem dostaw wody dla ludności w sytuacjach kryzysowych. Stanowić ma ono alternatywne rozwiązanie przydatne szczególnie w przypadkach powodzi, kiedy poprzez zalewanie terenów objętych stanem powodziowym następuje zanieczyszczenie oraz skażenie źródeł wody w systemach zaopatrzenia w wodę.

**Wyniki:** Na podstawie przeglądu literatury, patentów i wzorów użytkowych w bazach urzędów patentowych w Europie i na świecie opracowano wzór użytkowy pt. „Tymczasowe mobilne stanowisko do uzdatniania wody do spożycia”, który posiada prawo ochronne wydane przez Urząd Patentowy do 2023 roku. Brak takich rozwiązań na świecie potwierdza jego innowacyjny i oryginalny charakter.

**Wnioski:** Opracowanie dokumentacji wzoru użytkowego pt. „Tymczasowe mobilne stanowisko do uzdatniania wody do spożycia” oraz udzielenie prawa ochronnego stwarzają możliwości wykonania prototypu i zrealizowania badań dotyczących dostawy wody dla ludności w sytuacjach kryzysowych. Może ono być zastosowane zarówno na terenach miejskich, jak i na niezurbanizowanych, gdzie istnieje rozproszona zabudowa oraz przeważają duże odległości pomiędzy zagrodami i – co za tym idzie – mobilność jest jednym z warunków szybkiego dotarcia do zabudowań i dostarczenie wody niezbędnej do życia.

**Słowa kluczowe:** dostawa wody, wzór użytkowy, sytuacja kryzysowa, bezpieczeństwo dostaw wody, powódź, skażenie wody.

**Typ artykułu:** doniesienie wstępne

Przyjęty: 05.11.2017; Zrecenzowany: 01.03.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 60–65, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.5;

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

### ABSTRACT

**Aim:** Preliminary application for a utility model entitled „Temporary mobile station for the treatment of water for consumption”, particularly useful in emergency situations, such as floods, when both surface and deep water is contaminated. It is the final result of statutory research of the author at the Main School of Fire Service. The owner of the utility model is the Main School of Fire Service, while the author of the utility model is Prof. Sławczo Denczew. Currently, research is underway to develop a prototype and then carry out research on the use of the utility model in real life situations.

**Methods:** The article presents current ways of supplying water to the general public in crisis situations. Taking into account the state of the art in Europe and worldwide, an innovative mobile water treatment post has been proposed to tackle the problem of emergency water supply to the public in emergency situations. It is intended to constitute an alternative solution, useful especially during flooding, when water sources within water supply systems are contaminated and polluted.

**Results:** Based on a review of literature, patents and utility models in the patent offices in Europe and worldwide, we have developed a temporary mobile station for the treatment of water for consumption, which is protected by a utility model granted by the Patent Office until 2023. The lack of such solutions in the world confirms its innovative and original character.

**Conclusions:** Following the development of utility model documentation for the temporary mobile station for the treatment of water for consumption and the granting of utility model protection, we are able to build a prototype and carry out studies on the supply of water to the public in crisis situations. Our invention can be used in both urban and rural areas with dispersed housing and generally large distances between the farms, where mobility is one of the conditions for quick access to buildings and the supply of water necessary for life.

**Key words:** water supply, utility model, crisis situation, security of water supply, flood, water contamination

**Type of article:** preliminary report

Received: 05.11.2017; Reviewed: 01.03.2018; Accepted: 10.04.2018;

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 60–65, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.5;

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

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Предварительный отчет о предоставлении защиты полезной модели под названием „Временный мобильный стенд для очистки питьевой воды”, особенно необходимый в кризисных ситуациях, в основном при наводнениях, когда загрязнены поверхностные и подземные источники воды. Это конечный результат уставного исследования автора из Главной Школы Пожарной Службы. Владелец полезной модели – Главная Школа Пожарной Службы, а создатель – проф. доктор наук инж. Славчо Денчев. В настоящее время в рамках исследования была сделана попытка создать прототип модели, а следующий шаг – исследование по применению полезной модели в реальных условиях.

**Методы:** В статье представлен обновлённый список способов доставки воды населению в кризисных ситуациях. Принимая во внимание текущее состояние знаний по этому вопросу в Европе и в мире, была предложена инновационная передвижная станция очистки воды для решения проблемы водоснабжения населения в кризисных ситуациях. Предполагается, что она будет альтернативным решением, особенно полезным в случае наводнений, когда при затоплении территорий происходит загрязнение источников воды в системах водоснабжения.

**Результаты:** На основе обзора литературы, патентов и полезных моделей в базах данных патентных ведомств в Европе и в мире была разработана полезная модель под названием „Временный мобильный стенд для очистки питьевой воды”, которая защищена Патентным ведомством до 2023 года. Отсутствие таких решений в мире подтверждает ее новаторский и оригинальный характер.

**Выводы:** Разработка документации по полезной модели под названием „Временный мобильный стенд для очистки питьевой воды” и получение защитного документа предоставляют возможности для создания прототипа и проведения исследований по снабжению населения водой в кризисных ситуациях. Она может использоваться как в городских районах, так и в не урбанизированных, с рассеянной застройкой и большим расстоянием между хозяйствами, и, следовательно, её мобильность является одними из условий быстрого доступа к зданиям и обеспечения водой необходимой для жизни.

**Ключевые слова:** водоснабжение, полезная модель, кризисная ситуация, безопасность водоснабжения, наводнение, загрязнение воды

**Вид статьи:** предварительный отчет

Принята: 05.11.2017; Рецензирована: 01.03.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 60–65, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.5;

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/>).

## Wprowadzenie

Zapewnienie w sytuacjach kryzysowych nieprzerwanej dostawy wody dla ludności jest niezwykle ważnym zagadnieniem. Mając na uwadze trójwymiarowy charakter dostaw wody – w aspekcie produktu spożywczego (usługa komunalna), ochrony przeciwpożarowej (podstawowy środek do gaszenia pożarów), przynależności systemów zaopatrzenia w wodę do infrastruktury komunalnej (produkt strategiczny) – jej znaczenie w sytuacjach kryzysowych sytuuje się wysoko w hierarchii bezpieczeństwa życia i zdrowia ludności. Stąd też rozwiązanie problemu szybkiej dostawy zdatnej do spożycia wody na terenach zalanych na skutek powodzi jest niezmiernie ważne. Obecnie znane są na świecie i w Europie dwa sposoby dostarczania wody do spożycia w sytuacjach awaryjnych bądź w stanach kryzysowych, w tym także w przypadku wystąpienia powodzi:

- dostarczanie wody butelkowanej dla ludności – rozwiązanie zastosowane po raz pierwszy w Europie w Szwajcarii w latach 70-tych ubiegłego wieku,
- dowożenie wody za pomocą beczkowozów przeznaczonych do transportu wody pitnej.

Po dokładnym przeanalizowaniu zagadnienia autor opracował koncepcję wzoru użytkowego pt. „Tymczasowe mobilne stanowisko do uzdatniania wody do spożycia”, któremu po procedurach badawczych i weryfikujących Urząd Patentowy udzielił prawo ochronne, obowiązujące do 2023 roku [9]. Zalecą omawianego wzoru użytkowego jest zestawienie elementów,

w szczególności wozu strażackiego ze zbiornikiem wodnym, filtra przenośnego do uzdatniania wody oraz zbiornika wody czystej. Jest nowość w skali światowej. Posiada on również cechę użyteczności. Te dwa elementy – nowość i użyteczność – zgodnie z obowiązującym prawem stanowią podstawę do udzielenia prawa ochronnego [5, 9]. Dodatkową zaletą wzoru użytkowego jest mobilność (szybka zmiana miejsca) – tam, gdzie istnieje potrzeba dostarczania wody dla ludności, tam lokalizowane jest stanowisko.

## Podstawowe pojęcia z zakresu omawianego problemu

Do najważniejszych pojęć z zakresu wodociągów (systemów zaopatrzenia w wodę) oraz zarządzania kryzysowego, przydatnych dla zrozumienia omawianego problemu, należą [1–4, 6, 10–12]:

- **wodociąg (system zaopatrzenia w wodę)** – „jest to zbiór obiektów budowlanych, urządzeń i instalacji, usytuowanych i połączonych w sposób uporządkowany, mających za zadanie ujmowanie, uzdatnianie i rozprowadzanie wody do odbiorców w sposób nieprzerwany, długoterminowy i bezpieczny w potrzebnej ilości, pod wystarczającym ciśnieniem oraz o wymaganej jakości o każdej porze doby” [1, 2],
- **sytuacja kryzysowa** – „jest to sytuacja wpływająca negatywnie na poziom bezpieczeństwa ludzi, mienia



w znacznych rozmiarach lub środowiska, wywołująca znaczne ograniczenia w działaniu właściwych organów administracji publicznej ze względu na nieadekwatność posiadanych sił i środków” [1, 3, 6, 10–12],

- **zarządzanie sytuacją kryzysową** – „jest to przygotowanie się na nadejście sytuacji kryzysowej, jak również w przypadku jej wystąpienia opanowanie i przejęcie kontroli nad nią – tzw. reagowanie – oraz likwidację – odbudowę – przywracanie stanu pierwotnego urządzeń, obiektów, terenu itp. W odniesieniu do infrastruktury komunalnej zarządzanie sytuacją kryzysową opiera się na planowaniu ciągłości działania procesów eksploatacyjnych celem podtrzymania ich funkcjonowania w czasie sytuacji kryzysowej oraz planowaniu awaryjno-odtworzeniowym zmierzającym do odbudowy infrastruktury komunalnej i przywrócenia prawidłowego funkcjonowania urządzeń” [1, 3, 6, 12],
- **zarządzanie kryzysowe** – „jest to działalność organów administracji publicznej będąca elementem kierowania bezpieczeństwem narodowym, która polega na zapobieganiu sytuacjom kryzysowym, przygotowaniu do podejmowania nad nimi kontroli w drodze zaplanowanych działań, reagowaniu w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowych, usuwaniu ich skutków oraz odtwarzaniu zasobów i infrastruktury krytycznej” [1, 3, 6, 11, 12],
- **powódź** – „jest to czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, powstałe na skutek wezbrania wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, powodujące zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej, ze względu na przyczynę wyróżnia się powodzie opadowe – przyczyną są silne opady nawałne, inaczej o dużym natężeniu lub rozlewne, występujące na dużym obszarze. Jednym z groźniejszych, coraz częściej występujących w Polsce rodzajów powodzi opadowej, jest tak zwana powódź błyskawiczna, określana także jako nagła powódź lokalna, która powoduje szybkie

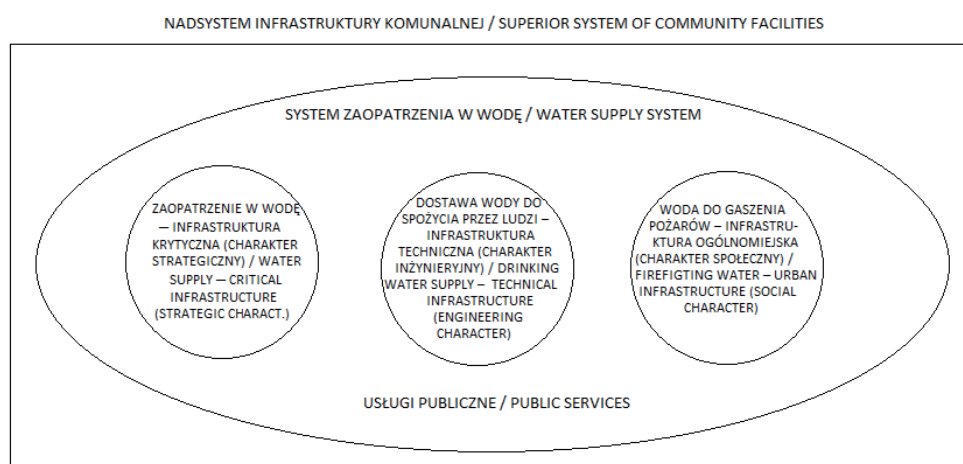
zalanie lub podtopienie terenu w wyniku wystąpienia intensywnego, krótkotrwałego opadu deszczu, najczęściej burzowego, powodzie roztopowe – przyczyną jest gwałtowne topnienie śniegu, powodzie sztormowe – przyczyną są silne wiatry (najczęściej północno-zachodnie) powodujące wezbrania sztormowe wód morskich, wlewających się do wód śródlądowych i utrudniających odpływ wody z rzek, powodzie zatorowe – przyczyną jest powstanie zatorów śryżowych lub śryżowo-lodowych powodujących częściowe lub całkowite zmniejszenie przepustowości koryta rzeki, powodzie roztopowo-opadowe – przyczyną jest topnienie śniegu spotęgowane opadami deszczu, powodzie wywołane awariami budowli hydrotechnicznych lub niewłaściwym gospodarowaniem wodą na zbiornikach wodnych” [3, 10],

- **skażenie wody** – polegające na dyskwalifikacji jej przydatności do spożycia o charakterze zamierzonym (np. akty terrorystyczne, sabotaże itp.) oraz niezamierzonym (np. skażenie promieniotwórcze, chemiczne i biologiczne) [1, 7].

W niniejszym opracowaniu ograniczono się do podstawowej, skrótovej terminologii pojęć. Nawet ten pobieżny przegląd teoretyczno-prawny wydaje się wystarczający w zakresie rozpatrywanego zagadnienia.

## Opis elementów składowych innowacyjnego mobilnego stanowiska dostawy wody w sytuacji kryzysowych

Wyłączenie wodociągów lub inaczej systemów zaopatrzenia w wodę może nastąpić w wyniku sytuacji kryzysowych, w szczególności w przypadku powodzi (np. w 1997 roku we Wrocławiu), skażenia wody ujmowanej lub już uzdatnionej itp. Sektor wodociągów jest elementem infrastruktury technicznej, ale – jako system zaopatrzenia w wodę – wchodzi również w skład infrastruktury krytycznej. Potrójną rolę systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę prezentuje rycina 1.



Rycina 1. Potrójna rola systemów zaopatrzenia w wodę

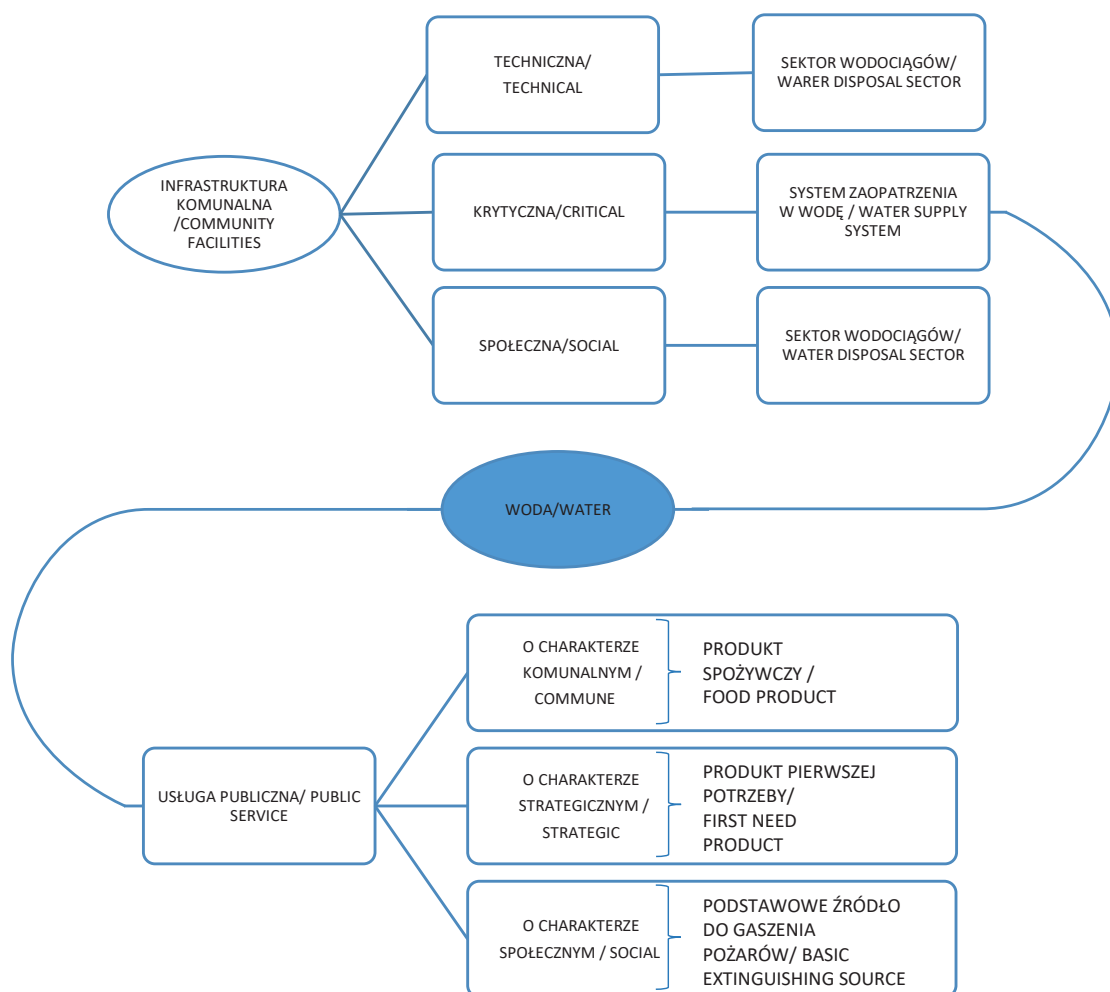
Figure 1. Triple role of water supply systems

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Potrójna rola systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę w konsekwencji powoduje, iż usługi realizowane przez sektor wodociągów lub system zaopatrzenia w wodę także mają potrójny charakter (rycina 2):

- usługa komunalna – woda jako produkt spożywczy,
- usługa strategiczna – woda pierwszej potrzeby w sytuacjach kryzysowych,
- usługa społeczna – woda do gaszenia pożarów [1].



**Rycina 2.** Potrójny charakter usług świadczonych przez systemy zbiorowego zaopatrzenia w wodę

**Figure 2.** The triple character of services provided by public water supply systems

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie [1].

**Source:** Own elaboration based on [1].

Jeżeli wodociągi w wyniku sytuacji kryzysowej nie są w stanie zapewnić dostawy wody dla mieszkańców, wówczas mają zastosowanie opisane wcześniej sposoby (woda butelkowana lub dostarczana beczkowozami, przy czym temperatura powietrza nie może być niższa niż  $-4^{\circ}\text{C}$ ) oraz dostawa wody za pomocą tymczasowego mobilnego stanowiska uzdatniania wody do spożycia o charakterze innowacyjnym (temperatura powietrza nie może być niższa niż  $-4^{\circ}\text{C}$ , przy czym woda nawet przy niższych temperaturach nie powinna zamarznąć w zbiorniku wodnym wozu strażackiego, gdyż transport wody ma charakter krótkotrwały, a w akcjach ratowniczo-gaśniczych czy sytuacjach kryzysowych woda jest szybko zużywana). Obecnie prace związane z realizacją tego stanowiska są na etapie rozmów z producentami filtrów do uzdatniania wody (mogą być zastosowane filtry np. FPW 50, FPW 350 itp.). W niedalekiej przyszłości

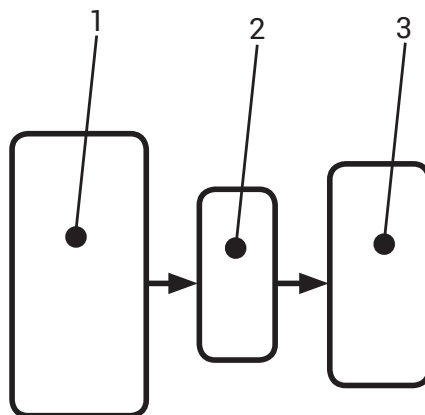
prototyp wzoru użytkowego prawdopodobnie zostanie zrealizowany w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Stworzy to możliwości badania przydatności prototypu w warunkach rzeczywistych, w szczególności w sytuacjach kryzysowych.

Tymczasowe stanowisko do uzdatniania wody do spożycia ma zastosowanie zwłaszcza w sytuacjach kryzysowych, a w szczególności w stanach powodziowych powodujących zanieczyszczenie i skażenie wód powierzchniowych i podziemnych na obszarze, na którym wystąpiły. W takich przypadkach pobór wody z ujęć własnych oraz z lokalnych wodociągów, głównie na terenach nieurbanizowanych, jest uniemożliwiony.

Główną zaletą rozwiązania, według wzoru użytkowego, jest możliwość szybkiego dostarczania wody pitnej w różne miejsca, w zależności od potrzeb w rejonie zaistniałej sytuacji kryzysowej. Istotą wzoru użytkowego jest to, że składa się z wozu

strażackiego wyposażonego w zbiornik wodny o pojemności od 3000 do 6000 litrów, do którego podłączony jest filtr do uzdatniania wody. Pobiera on wodę ze zbiornika wodnego za pomocą zespołu pompowo-filtracyjnego z węzami ssawnymi i tłocznymi,

a następnie ją oczyszcza. W dalszej kolejności woda uzdatniona doprowadzana jest do zbiornika wody czystej, skąd pobierana jest przez potrzebujących. Schemat działania wzoru ilustruje rycina 3.



**Rycina 3.** Uproszczony schemat mobilnego stanowiska uzdatniania wody do spożycia: 1. wóz strażacki ze zbiornikiem wodnym, 2. filtr do uzdatniania wody, 3. zbiornik wody oczyszczonej

**Figure 3.** Simplified diagram of a mobile station for the treatment of water for consumption: 1. fire engine with water tank, 2. water treatment filter, 3. purified water tank

**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.

Woda zgromadzona w zbiorniku wodnym wozu strażackiego może być pobrana z dowolnych ujęć naturalnych lub z ujęć systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Może być transportowana do miejsc, gdzie występuje jej deficyt. Podłączenie urządzenia do oczyszczania wody pobranej nie wymaga wiele czasu. Filtr do uzdatniania wody zasilany jest wodą ze zbiornika wozu strażackiego, natomiast uzdatniona woda odprowadzana jest do zbiornika wody czystej, bezpośrednio z którego ludność może ją pobierać. W ten sposób za pomocą mobilnego stanowiska uzdatniania wody następuje szybka dostawa wody dla ludności w różnych miejscach na terenach, na których wystąpiła sytuacja kryzysowa. Po zrealizowaniu prototypu wzoru użytkowego zostaną przeprowadzone badania jakości wody w terenie. W procesie uzdatniania stosowana jest końcowa dezynfekcja wody za pomocą roztworu 16% podchlorynu sodu ( $\text{NaClO}$ ).

Mobilne stanowisko do uzdatniania wody powinno być obsługiwane przez przeszkolonych strażaków, przy czym jakość wody jest monitorowana w sposób ciągły i powinna odpowiadać warunkom zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi [7]. Należy dodać, że wspomniane przykładowe filtry do uzdatniania są stosowane w Polsce, w szczególności w wojsku w warunkach polowych.

Sytuacje powodziowe występują głównie na terenach nieurbanizowanych, gdzie odległości od budynków są czasami duże – od 300–500 metrów do 1 km. Stanowisko zapewnia mobilność w danym rejonie, natomiast woda do zbiornika wodnego wozu strażackiego może być pobierana z różnych punktów np. z sieci wodociągowej, z naturalnych źródeł wody itp.

### Przykładowe obliczenia możliwości zaspokojenia potrzeb wodnych ludności w przypadku zastosowania mobilnego stanowiska do uzdatniania wody w sytuacjach kryzysowych

Obliczeń dokonano na podstawie danych literaturowych dotyczących zapotrzebowania na wodę w sytuacjach kryzysowych [8]:

- potrzeby fizjologiczne –  $2,5 \text{ dm}^3/\text{Mkd}$ ,
- potrzeby minimalne –  $7,5 \text{ dm}^3/\text{Mkd}$ ,
- potrzeby niezbędne –  $15 \text{ dm}^3/\text{Mkd}$ ,
- potrzeby wystarczające –  $30 \text{ dm}^3/\text{Mkd}$ .

Na podstawie zaprezentowanych wartości zapotrzebowania na wodę łatwo obliczyć, że w przypadku wozu strażackiego o objętości od 3000 l do 6000 l, zasilającego filtr do uzdatniania wody, jest on w stanie zapewnić potrzeby fizjologiczne dla 1200–2400 osób, natomiast biorąc pod uwagę potrzeby minimalne – dla 400–800 osób. W zależności od obszaru objętego sytuacją kryzysową do zaspokojenia potrzeb wodnych ludności na tymże obszarze wystarczy prawdopodobnie kilka wozów strażackich wraz z filtrami i zbiornikami wody czystej. Badania, które zostaną zrealizowane w ramach prac statutowych w Szkole Głównej Służby Pożarniczej po wykonaniu prototypu, pozwolą na szczegółowe odpowiedzi dotyczące zasięgu działania tymczasowego mobilnego stanowiska do uzdatniania wody, sposobu i stopnia przeszkolenia strażaków w zakresie obsługi urządzeń do uzdatniania wody, jak również wymagań odnośnie jakości wody po filtrowaniu, zgodnie z obowiązującymi przepisami [7]. Przeanalizowania wymaga także możliwość butelkowania wody po jej uzdatnieniu w warunkach polowych.

Na podstawie przeglądu literatury, jak również doświadczenia i wiedzy autora opracowania, (przez wiele lat kierującego systemem zaopatrzenia w wodę w dużej aglomeracji miejskiej), można stwierdzić, że normy dziennego zapotrzebowania na wodę w stanach normalnych oraz w warunkach kryzysowych wykazują rozbieżności i zależą od wielu czynników. W stanach normalnych wahają się one od 1 dm<sup>3</sup>/Mkd do 2,9 dm<sup>3</sup>/Mkd, a w przypadku wysokich temperatur do 4,9 dm<sup>3</sup>/Mkd [14]. Natomiast w sytuacjach kryzysowych, również na podstawie danych literaturowych, za normę dziennego zapotrzebowania na wodę przyjmuje się od 0,5 dm<sup>3</sup>/Mkd (potrzeba minimalna) do 2,5 dm<sup>3</sup>/Mkd (potrzeba fizjologiczna) [13]. Opisane wcześniej różne potrzeby wodne w stanach normalnych i sytuacjach kryzysowych podawane w źródłach krajowych i światowych nie stanowią istoty niniejszego opracowania i zostały przytoczone na tle ważnego zagadnienia, jakim jest innowacyjny sposób dostarczania wody do spożycia w sytuacjach kryzysowych.

Nawet ta pobieżna analiza przypadku uwidacznia zalety wzoru użytkowego, jakim jest mobilne stanowisko do uzdatniania wody do spożycia przez ludzi w sytuacjach kryzysowych.

Podsumowując, wykonanie prototypu wzoru użytkowego, przeprowadzenie badań terenowych (polowych) w konkretnych sytuacjach kryzysowych w celu oceny zalety takiego rozwiązania w Polsce i popularyzowania go w Europie i na świecie, wydaje się niezbędne. Według wstępnych opinii i rozmów autora opracowania przeprowadzonych z funkcjonariuszami Państwowej Straży Pożarnej biorących udział w akcjach ratowniczo-gaśniczych w kraju i na świecie (szczególnie w sytuacjach powodziowych), można wywnioskować, że rozwiązanie to może być bardzo przydatne i warto jest propagowania ze względu na innowacyjny, oryginalny charakter.

## Kierunek dalszych badań i wnioski

Realizacja prototypu omawianego mobilnego stanowiska uzdatniania wody do spożycia – wzoru użytkowego, jego uruchomienie i praca w warunkach rzeczywistych powinno dostarczyć nowych informacji technicznych oraz naukowych dotyczących stosowania innowacyjnego rozwiązania w Polsce. Zaawansowanie prac w tym zakresie rokuje dobre efekty w aspekcie wdrożenia prototypu w Polsce w warunkach rzeczywistych.

## Literatura

- [1] Denczew S., *Infrastruktura komunalna i jej zarządzanie w sytuacjach kryzysowych*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2016.
- [2] Denczew S., *Eksploatacja wodociągów i kanalizacji. Podstawy prawne i naukowe wraz z przykładami praktycznymi*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014.
- [3] Wróblewski D. (red.), *Zagadnienia ogólne z zakresu zarządzania ryzykiem i zarządzania kryzysowego. Analiza wybranych przepisów*, wyd. CNBOP-PIB, Józefów 2014.
- [4] Roguski E.W., *Planowanie cywilne, matryca bezpieczeństwa, zarządzanie skutkami*, w: *Zarządzanie bezpieczeństwem na poziomie*

*lokalnym*, cz. 2, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2002, 55–57.

- [5] Ustawa z dnia 30 czerwca 2000 r. Prawo własności przemysłowej (Dz. U. 2017 r. poz. 776).
- [6] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. 2017 r. poz. 209).
- [7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017 r. poz. 2294).
- [8] Zieliński K.R., *Woda w kryzysie*, <https://www.ppoz.pl/ratownictwo-i-ochrona-ludnosci/1342-woda-w-kryzysie> [data publikacji: wrzesień 2016].
- [9] Podstawowe dane bibliograficzne: RWU.068660, Witryna Urzędu Patentowego RP, <http://regserv.uprp.pl/register/application?number=W.121992> [dostęp: 01.03.2018].
- [10] Powódź w obliczu zagrożenia, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Wydział Analiz RCB 2013, [dok. elektr.] [http://rcb.gov.pl/wp-content/uploads/2011/01/poradnik\\_powodz1.pdf](http://rcb.gov.pl/wp-content/uploads/2011/01/poradnik_powodz1.pdf) [dostęp: 01.03.2018].
- [11] I SA/Gd 1171/12 - Wyrok WSA w Gdańsku z 2012-11-28, Portal Orzeczenia NSA, <http://www.orzeczenia-nsa.pl/wyrok/i-sa-gd-1171-12> [dostęp: 01.03.2018].
- [12] Hasło *Crisis management*, Portal Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Crisis\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/Crisis_management) [dostęp: 01.03.2018].
- [13] Marjański A., *Logistyka w sytuacjach kryzysowych potrzeby logistyczne w zakresie wyżywienia ludności poszkodowanej w sytuacjach kryzysowych*, prezentacja elektroniczna, [http://www.amarjanski.san.edu.pl/userfiles/file/Bezpiecze%C5%84stwo%20Narodowe%20LSK-07W\\_%20Specyfika%20pot\\_%20zyw\\_%20ludnosci.pdf](http://www.amarjanski.san.edu.pl/userfiles/file/Bezpiecze%C5%84stwo%20Narodowe%20LSK-07W_%20Specyfika%20pot_%20zyw_%20ludnosci.pdf) [dostęp: 01.03.2018].
- [14] Hasło *Odwodnienie*, Portal Wikipedia, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Odwodnienie> [dostęp: 01.03.2018].

**PROF. DR HAB. INŻ. SŁAWCZO DENCZEW** – profesor zwyczajny SGSP, polski naukowiec, specjalista w zakresie wodociągów i kanalizacji (dyscyplina naukowa – inżynieria środowiska). Otrzymał cztery nagrody ministerialne za osiągnięcia dydaktyczne oraz dwie rektorskie I stopnia, nagrodę MSWiA za całokształt dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego. Opracował oryginalny wzór użytkowy pt. „Mobilne stanowisko do uzdatniania wody do spożycia”, posiada kilkadziesiąt wdrożeń w zakresie eksploatacji wodociągów i kanalizacji.

dr Anna Zielicz<sup>a)</sup>, mł. bryg. dr inż. Tomasz Drzymala<sup>a)</sup>, dr inż. Sylwester Kieliszek<sup>a)</sup>,  
dr Aneta Łukaszek-Chmielewska<sup>a)</sup>

<sup>a)</sup>Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego / The Main School of Fire Service,  
Faculty of Fire Safety Engineering

\*Autor korespondencyjny/Corresponding author: t.drzymala@sgsp.edu.pl

## Model matematyczny zmian stężenia wodoru w atmosferze. Rzeczywista sytuacja obliczeniowa dla obiektu z systemem wentylacji

A Mathematical Model of the Change of Hydrogen Concentration.  
Sample Computations for a Real-Life Situation in a Ventilated Room

Математическая модель изменения концентрации водорода в атмосфере.  
Расчёт реальной ситуации для объекта с системой вентиляции

### ABSTRAKT

**Cel:** Celem artykułu jest analiza zmian stężenia wodoru w atmosferze w dużych pomieszczeniach lub obiektach, w których przewiduje się ciągłą niewielką emisję tego gazu. Analizę przeprowadzono w odniesieniu do obiektu z systemem wentylacji, w którym znaczna część powietrza wyciąganego jest zwracana do pomieszczenia, w celu zapewnienia odzysku ciepła. Świeże powietrze stanowi niewielką część powietrza nawiewanego. W hali nie występują źródła emisji substancji szkodliwych. Analiza dotyczy całej objętości pomieszczenia, a nie stref w pobliżu źródła emisji. Efektem końcowym jest określenie zmian stężenia wodoru w pomieszczeniu w funkcji czasu i odniesienie uzyskanych wyników do granic wybuchowości. W szczególności wyznaczono, po jakim czasie stężenie wodoru osiągnie poziom krytyczny.

**Metody:** Artykuł napisano w oparciu o opracowany model obliczeniowy. W modelu uwzględniono: wydajność źródła emisji, wydajność wentylacji, objętość pomieszczenia, udział powietrza zwracanego w powietrzu nawiewanym. W celu uzyskania wzorów opisujących, jak zmienia się zawartość wodoru (lub innej wydzielanej substancji) w pomieszczeniu, wykorzystano równania różniczkowe. Równania te wyznaczają zależność między nieznaną funkcją a jej pochodnymi. Obecnie prowadzi się szereg badań nad kolejnymi schematami rozwiązywania równań różniczkowych, gdyż mają one wiele zastosowań praktycznych.

**Wyniki:** Po opracowaniu modelu matematycznego dla analizowanego przypadku obliczeniowego sporządzono reprezentatywne wykresy. Otrzymane wykresy pozwalają prognozować zmiany stężenia wodoru w pomieszczeniu, w funkcji czasu oraz określić, kiedy stężenie wodoru osiągnie poziom krytyczny. Przedstawiona metodyka może być przydatna w ocenie zagrożenia wybuchem, a w wielu przypadkach może rozwiązać wiele wątpliwości związanych z tym tematem. Model matematyczny może być stosowany bez ograniczeń w odniesieniu do substancji tworzących z powietrzem mieszaniny wybuchowe; powietrze zawierające substancje szkodliwe nie powinno być zwracane.

**Wnioski:** Na podstawie analizy danych obliczeniowych zarysowano wnioski dotyczące regulacji prawnych. Wskazana jest nowelizacja rozporządzenia w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów. W oparciu o przedstawiony model, poparty obliczeniami dla rozpatrywanego przykładu, sformułowano wnioski końcowe. Zaproponowany model matematyczny stanowi przydatne narzędzie inżynierskie. Przy jego pomocy można określić dla pomieszczenia maksymalną ilość substancji palnej, której gęstość względem powietrza  $\leq 1$  oraz powiązać objętość krytyczną  $H_{kr}$  z wydajnością wentylacji. Model pozwala również określić czas, po którym zostanie przekroczona  $H_{kr}$ ; ma to znaczenie w przypadku konieczności oszacowania czasu reakcji. Przedstawione ilustracje potwierdzają poprawność modelu.

**Słowa kluczowe:** zagrożenie wybuchem, wentylacja, ochrona przeciwpożarowa, model matematyczny

**Typ artykułu:** oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 06.02.2018; Zrecenzowany: 22.03.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 66–74, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.6;

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

### ABSTRACT

**Objectives:** The aim of this article is to analyse the change of concentration of hydrogen in the atmosphere of large closed spaces with a constant but small emission of hydrogen. The analysis has been conducted for a room equipped with a ventilation system where, in order to retain heat, a significant portion of the exhaust air is recycled and turned back into the room. Thus, fresh air makes up only a part of the air blown into the room. Moreover, it is



assumed that there are no sources of harmful substances in the room. In our analysis, we consider the entire room and not only the spaces near the source of emission. Our investigation allowed us to describe how the concentration of hydrogen changes in time and to relate these results to the explosive limits. In particular, we were able to determine the time after which the hydrogen concentration would reach a critical level.

**Methods:** A calculation model was developed for the purposes of this paper. This model takes into account the efficiency of the source of emission, the efficiency of the ventilation system, the volume of the room and the portion of the exhaust air which is recycled. In order to obtain formulas describing how the content of hydrogen (or other emitted substance) changes, differential equations were used in the room. These equations determine the relationship between an unknown function and its derivatives. Currently, a number of studies are being conducted to develop further models for solving differential equations, as they have many practical applications.

**Results:** Once the mathematical model was developed, a set of representative diagrams has been plotted using data from a real-life situation. The graphs which we obtained make it possible to predict how hydrogen concentration changes as a function of time, and to determine when the concentration reaches a critical level. The methods presented here can be useful in assessing the explosion hazard, and in many cases could clarify many doubts related to this issue. The mathematical model is applicable without restrictions for substances that form explosive mixtures with air; air containing harmful substances should not be recycled.

**Conclusion:** Based on the analysis of the obtained data, we drew conclusions regarding current legal regulations in Poland. We recommend that the existing regulation regarding the fire protection of buildings and other structures and areas. Based on the presented model, supported by calculations for the example under consideration, the final conclusions were formulated. The proposed mathematical model is a useful engineering tool and can be useful in determining the maximum amount of substance with air density  $\leq 1$  in room atmosphere and allows the critical volume  $H_{kr}$  to be linked to ventilation efficiency. The model can also be used to determine the time after which  $H_{kr}$  will be exceeded; this is important for the estimation of the response time. The presented figures confirm that the model is correct.

**Keywords:** explosion hazard, ventilation, fire protection, mathematical model

**Type of article:** original scientific article

---

Received: 06.02.2018; Reviewed: 22.03.2018; Accepted: 10.04.2018;

The authors contributed equally to this article;

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 66–74, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.6;

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

---

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Цель статьи – анализ изменения концентрации водорода в атмосфере в больших помещениях или на объектах, где предусматривается постоянный небольшой выброс этого газа. Анализ проводился относительно объекта с системой вентиляции, в котором значительная часть отработанного воздуха возвращается в помещение для обеспечения рекуперации тепла. Свежий воздух составляет незначительную часть подаваемого воздуха. В помещении отсутствуют источники выброса вредных веществ. Анализ применяется ко всему объему помещения, а не к зонам, находящимся вблизи источника выброса. Конечным результатом является определение изменений концентрации водорода в помещении, в зависимости от времени, и сравнение полученных результатов со шкалой взрывоопасности. В частности, было определено сколько времени понадобится, чтобы концентрация водорода достигла критического уровня.

**Методы:** Статья была разработана на основе подготовленной расчетной модели. Модель включает: эффективность источника выбросов, мощность вентиляции, объем помещения и количество рециркулируемого воздуха в подаваемом воздухе. Для определения формул, описывающих изменение содержания в помещении водорода (или другого выделяемого вещества), использовались дифференциальные уравнения. Эти уравнения определяют связь между неизвестной функцией и ее производными. В настоящее время проводится ряд исследований по последовательным схемам решения дифференциальных уравнений, так как их можно активно использовать на практике.

**Результаты:** После подготовки математической модели для анализируемой расчетной ситуации были подготовлены репрезентативные диаграммы. Они позволяют предсказать изменения концентрации водорода в помещении в зависимости от времени и определить, когда концентрация водорода достигнет критического уровня. Представленная методология может применяться при оценке взрывоопасности, а во многих случаях помочь рассеять многочисленные сомнения, связанные с этой темой. Математическая модель может использоваться без ограничений для веществ, образующих вместе с воздухом взрывоопасные смеси; воздух, содержащий вредные вещества, не должен возвращаться в помещение.

**Выводы:** На основе анализа расчетных данных были представлены выводы относительно действующих правовых норм. Рекомендуется ввести поправку в Распоряжение о противопожарной защите зданий, других строительных объектов и зон. На основе представленной модели, подтвержденной расчетами, были сформулированы окончательные выводы для рассматриваемого примера. Предлагаемая математическая модель является действенным инженерным инструментом и может быть использована при определении максимального количества вещества в атмосфере помещения, имеющего плотность по отношению к воздуху  $\leq 1$ . Кроме того, позволяет соотнести критический объем  $H_{kr}$  к эффективности вентиляции. Модель также позволяет указать время, по истечении которого превышает значение  $H_{kr}$ ; это важно, если необходимо определить время реакции. Представленные иллюстрации подтверждают правильность модели.

---

Принята: 06.02.2018; Рецензирована: 22.03.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Авторы внесли одинаковый вклад в создание статьи;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 66–74, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.6;

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

Podstawowe zasady dotyczące wentylacji pomieszczeń są określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 czerwca 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1]. Zgodnie z § 147 ust. 1 tego rozporządzenia wentylacja powinna zapewnić „odpowiednią jakość środowiska wewnętrznego, w tym wielkość wymiany powietrza, jego czystość, temperaturę, wilgotność względną, prędkość ruchu w pomieszczeniu przy zachowaniu przepisów odrębnych i wymagań Polskich Norm dotyczących wentylacji, a także warunków bezpieczeństwa pożarowego i wymagań akustycznych określonych w rozporządzeniu”. Paragraf 151. ust. 1 dokumentu stanowi, „że w urządzeniach wentylacji ogólnej nawiewno-wywiewnej lub klimatyzacji komfortowej o wydajności powyżej 500 m<sup>3</sup>/h należy stosować urządzenia do odzyskiwania ciepła z powietrza wywiewanego w ilości co najmniej 50% lub recyrkulację, gdy jest to dopuszczalne”. Stosując recyrkulację powietrza, należy też przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej. W pomieszczeniach zagrożonych wybuchem powinny znajdować się urządzenia wstrzymujące automatycznie pracę wentylatorów w razie powstania pożaru i sygnalizujące ich wyłączenie, jeżeli działanie wentylatorów mogłoby przyczynić się do rozprzestrzeniania pożaru. W każdym pomieszczeniu zagrożonym wybuchem należy stosować oddzielną instalację wyciągową (§ 269 ust. 1 i 2 rozporządzenia [1]). Zgodnie z § 35 ust. 4 rozporządzenia MSWiA z 7.06.2010 r. [2] w systemach ogrzewczych lub wentylacyjnych recyrkulacja powietrza nie jest dopuszczalna, jeżeli mogłaby powodować wzrost zagrożenia wybuchem.

Z cytowanych przepisów wynika, że recyrkulacja powietrza jest dopuszczalna przy spełnieniu dwóch warunków: 1) świeże powietrze stanowi co najmniej 10% powietrza nawiewanego recyrkulacja powietrza nie jest dopuszczalna; 2) recyrkulacja nie powoduje wzrostu zagrożenia wybuchem. Pierwszy warunek jest łatwy do zachowania. Problemem jest interpretacja zapisu „nie powoduje wzrostu zagrożenia wybuchem”. Jeżeli w zawracanym powietrzu znajduje się pewna ilość substancji tworzącej z powietrzem mieszaninę wybuchową, jest oczywiste, że w atmosferze pomieszczenia koncentracja tej substancji będzie większa niż w przypadku zastosowania wentylacji bez recyrkulacji. W analizie jako krytyczne stężenie przyjęto stężenie odpowiadające 10% dolnej granicy wybuchowości, które powszechnie uważane jest za bezpieczne. Prezentowana w artykule analiza dotyczy zmian stężenia w czasie substancji tworzącej mieszaninę wybuchową z powietrzem. Zakłada się przy tym, że niewielka emisja zachodzi w sposób ciągły oraz w warunkach panujących w wentylowanym pomieszczeniu. Recyrkulacja nie dotyczy substancji o gęstości względem powietrza  $> 1$ . Substancje o gęstości względnej  $< 1$  tworzą z powietrzem mieszaniny prawie jednorodne (różnica stężeń w odniesieniu do wysokości pomieszczenia jest pomijalna) [3]. W analizie autorzy zakładają więc, że emitowana substancja ma gęstość względną  $< 1$ . Oczywiście recyrkulacja może dotyczyć substancji, które nie są szkodliwe dla zdrowia, złowonne itp.

W związku z powyższymi uwarunkowaniami przeprowadzana analiza może dotyczyć tylko substancji obojętnych dla

środowiska [3]. Za taką substancję uważany jest wodór. Do analizy wybrano ten gaz tym bardziej, że w wielu zakładach jest on okresowo emitowany przez eksploatowane urządzenia. Przykładem są wózki akumulatorowe stosowane w transporcie wewnętrznym. Bardzo rzadko baterie ich akumulatorów ładowane są w wyznaczonych pomieszczeniach. Często odbywa się to na wydzielonych stanowiskach w hali produkcyjnej lub magazynowej. Podczas ładowania akumulatorów występuje emisja niewielkiej ilości wodoru. Należy zaznaczyć, że z reguły jest to emisja z kilku lub kilkunastu źródeł rozproszonych. Stanowiska ładowania zwykle nie są wyposażone w odrębne wyciągi, co powoduje, że wydzielający się wodór miesza się z atmosferą pomieszczenia. Przedstawiona metodyka może być przydatna w ocenie zagrożenia wybuchem, a w wielu przypadkach może rozwiązać wszelkie związane z nim wątpliwości.

Szeroko stosowane obecnie narzędzia informatyczne do modelowania zjawisk oraz procesów fizyko-chemicznych oparte o numeryczną mechanikę płynów, są w większości bardzo skomplikowane i dość trudne do zastosowania w analizowanym przypadku. Dostępne modele numeryczne dają możliwość przeprowadzenia skomplikowanych symulacji uwzględniających wpływ różnych czynników oddziałujących na bezpieczeństwo np. projektowanie wentylacji w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Programy te pozwalają na wykonywanie szerokich analiz obejmujących dużą liczbę procesów fizycznych i chemicznych. Takie programy komputerowe są również przydatne w celu rozwiązania ważnych problemów projektowych [4]. Niestety wymagają dużych mocy obliczeniowych oraz specjalistycznego oprogramowania, na które większość użytkowników nie może sobie pozwolić. Zaproponowany model matematyczny cechuje się stosunkowo dużą prostotą. Autorzy wykorzystują uproszczoną metodykę w oparciu o stacjonarne i niestacjonarne równania różniczkowe. Dodatkowo jednym z głównych celów autorów było udowodnienie na podstawie zaprezentowanej sytuacji obliczeniowej i analizy otrzymanych wyników, że w założonych warunkach nigdy nie zaistnieje zagrożenie wybuchem w wentylacji, a stężenia wodoru w powietrzu wentylacyjnym będą bezpieczne (poniżej 10% DGW). Zamieszczone w dalszej części artykułu wykresy potwierdzają poprawność modelu. Wszystkie rozwiązania są jakościowo zgodne z oceną intuicyjną.

Zastosowane założenia i uproszczenia uzasadnia się chęcią stworzenia praktycznego i szybkiego narzędzia do przeprowadzenia tego typu obliczeń i symulacji.

## Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest ocena zagrożenia wybuchem w pomieszczeniu, w którym może występować stała emisja gazu tworzącego z powietrzem mieszaninę wybuchową (w tym wypadku wodoru). Jednym ze sposobów zabezpieczenia przed wybuchem jest niedopuszczenie do powstania stężenia wybuchowego (tzn. pomiędzy dolną i górną granicą wybuchowości). Stan taki można osiągnąć poprzez

hermetyzację procesu, czyli ograniczenie emisji lub zastosowanie odpowiednio wydajnej wentylacji. Wentylacja pozwala na ograniczenie objętości zalegania atmosfery wybuchowej. Najlepsze efekty uzyskuje się poprzez wentylowanie fizycznie ograniczonej przestrzeni, w której występuje emisja (np. poprzez umieszczenie instalacji stanowiącej źródło emisji np. w dygestorium lub poprzez umieszczenie instalacji w przestrzeni zewnętrznej).

W praktyce zdarzają się niewielkie źródła emisji, do których nie stosuje się wentylacji lokalnej. Wentylacja pomieszczenia ma charakter wentylacji ogólnej. Nie przewiduje się również wentylacji awaryjnej, ponieważ emisja nie może wzrosnąć skokowo.

Szczególnym przypadkiem jest system wentylacji ogólnej, w którym tylko część wyciąganego powietrza jest usuwana na zewnątrz. Pozostała część jest zwracana do hali w celu zapewnienia odzysku ciepła. Powietrze zwracane zostaje uzupełnione świeżym powietrzem. Zatem świeże powietrze napływające do pomieszczenia stanowi tylko część powietrza nawiewanego. Część powietrza, która jest zwracana do pomieszczenia, zawiera pewne ilości substancji palnej emitowanej do atmosfery wewnątrz pomieszczenia. **Powstaje zatem pytanie: Po jakim czasie w atmosferze pomieszczenia, a właściwie w powietrzu wywiewanym, może powstać stężenie w granicach wybuchowości?**

Zakładamy, że substancja emitowana do atmosfery (np. wodór, gaz ziemny) jest lżejsza od powietrza, co oznacza, że będzie tworzyła z powietrzem mieszaninę jednorodną (przy nieskończonym czasie mieszania dyfuzyjnego; wówczas różnice stężeń wzdłuż wysokości pomieszczenia są pomijalne przy wysokościach tego rzędu). Ważnym założeniem jest przyjęcie, że objętość zalegania atmosfery wybuchowej w otoczeniu źródła emisji jest mała w stosunku do objętości pomieszczenia.

**Poniżej wyszczególniono wielkości stałe i regulowane przyjęte do modelu oraz wielkość poszukiwaną:**

**Wielkości stałe:** objętość pomieszczenia, w którym występuje emisja  $V$  [ $m^3$ ], wydajność źródła emisji  $q$  [ $kg/s$ ],

**Wielkości regulowane:** wydajność wentylacji  $Q$  [ $m^3/s$ ], współczynnik określający udział powietrza zwracanego do pomieszczenia  $k$ , współczynnik określający udział powietrza świeżego w powietrzu nawiewanym  $1-k$ .

**Wielkości poszukiwane:** czas, po którym stężenie substancji palnej (wybuchowej) w wyciąganym powietrzu przekroczy poziom uważany za bezpieczny, tzn. 10% DGW (DGW – dolna granica wybuchowości, ang. LEL – Lower Explosive Limit)  $T_{kr}$  [s].

### Przykładowa sytuacja obliczeniowa

W magazynie o objętości 26 500  $m^3$  zastosowano wentylację mechaniczną, o wydajności 40 000  $m^3/h$ . W porze nocnej i w dni wolne od pracy wydajność wentylacji jest ograniczona do 40%, co oznacza pracę z wydajnością 16 000  $m^3/h$ . W celu odzyskania ciepła 90% powietrza jest zwracane ponownie do hali; świeże powietrze z zewnątrz stanowi 10% powietrza nawiewanego do magazynu. Emisja wodoru wynosi ok. 0,5  $m^3/h$ .

## Model matematyczny Modelowanie za pomocą równania różniczkowego

W celu uzyskania wzorów opisujących, jak zmienia się zawartość wodoru (lub innej wydzielanej substancji) w pomieszczeniu, zaczęto od zbudowania następującego równania różniczkowego.

$$\frac{dH}{dt} = -\varphi H + q \quad \text{gdzie:} \quad \varphi = \frac{Q}{V} \times (1-k) \quad (1)$$

Równania różniczkowe wyznaczają zależność między nieznaną funkcją a jej pochodnymi. Obecnie prowadzi się szereg badań nad kolejnymi schematami rozwiązywania równań różniczkowych, gdyż mają one wiele zastosowań praktycznych [5–8].

### Przyjęte oznaczenia:

$H = H(t)$  – ilość wodoru (lub innej wydzielanej substancji), która znajduje się w pomieszczeniu o czasie  $t$  [ $m^3$ ];

$S = S(t)$  – stężenie wodoru (lub innej wydzielanej substancji) w pomieszczeniu o czasie  $t$ ;

$t$  – czas [s];

$q = q(t)$  – wydajność źródła emisji wodoru (lub innej wydzielanej substancji) [ $m^3/s$ ];

$\varphi$  – współczynnik opisujący jak tempo odprowadzania wodoru przez wentylację o czasie  $t$ , zależny od ilości wodoru znajdującego się w pomieszczeniu o czasie  $t$ ;

$Q$  – wydajność wentylacji [ $m^3/s$ ];

$V$  – objętość pomieszczenia [ $m^3$ ];

$k$  – współczynnik określający udział powietrza zwracanego do pomieszczenia w powietrzu nawiewanym;

$1-k$  – współczynnik określający udział powietrza świeżego w powietrzu nawiewanym.

Równanie różniczkowe (1) opisuje, w jaki sposób zmienia się ilość wodoru (lub innej wydzielanej substancji) w pomieszczeniu. Na zmianę ilości gazu w pomieszczeniu składają się dwa procesy. Z jednej strony obserwujemy ubytek gazu spowodowany procesem wentylacji. Ubytek gazu jest proporcjonalny do ilości gazu, jaka w danym momencie znajduje się w pomieszczeniu. Ten komponent zmiany ilości gazu jest opisany jako  $-\varphi H$  w równaniu różniczkowym (1). Z drugiej strony obserwujemy napływ gazu pochodzącego ze źródła emisji. Ilość napływającego gazu jest równa wydajności źródła emisji  $q$ . Ten drugi komponent zmiany ilości gazu jest opisany jako  $+q$  w równaniu różniczkowym (1). Gaz w powietrzu zwracanym nie jest zaliczany do gazu napływającego. Zwracanie części powietrza powoduje zmniejszenie ubytku gazu. Wpływ tego procesu został uwzględniony we współczynniku  $\varphi$ .

### Wyprowadzenie wzoru na $H(t)$

Funkcję  $H(t)$ , która opisuje, jak ilość wodoru (lub innej wydzielanej substancji) w pomieszczeniu zmienia się w zależności od czasu  $t$ , uzyskamy poprzez rozwiązanie równania różniczkowego (1). Rozwiązanie otrzymuje się szczególnie prosto przy założeniu, że wydajność źródła emisji  $q(t)$  się nie zmienia – czyli w przypadku, gdy funkcja  $q(t)$  jest funkcją stałą. Jednak również dla wielu rodzajów zmiennej emisji wyprowadzenie

wzoru funkcji  $H(t)$  nie sprawia problemów. Rozpoczęto od wyprowadzenia wzoru dla stałej emisji  $q(t) = q$ . Następnie opisano, w jaki sposób można uzyskać wzory dla zmiennej emisji  $q(t)$ , wskazując, dla jakich rodzajów zmiennej emisji jest to możliwe.

### Emisja stała

Założono, że wydajność źródła emisji jest stała – to znaczy wartość funkcji  $q(t) = q$  nie zależy od czasu  $t$ . W tym przypadku równanie różniczkowe (1) można rozwiązać za pomocą czynnika całkującego  $G(t) = e^{\int \varphi dt}$  w następujący sposób.

$$\begin{aligned}\frac{dH}{dt} &= -\varphi H + q \\ \frac{dH}{dt} + \varphi H &= q \\ \frac{dH}{dt} e^{\varphi t} + \varphi H e^{\varphi t} &= e^{\varphi t} q \\ \frac{d}{dt} (H e^{\varphi t}) &= e^{\varphi t} q \\ \int \frac{d}{dt} (H e^{\varphi t}) dt &= \int e^{\varphi t} q dt \\ H e^{\varphi t} &= \frac{q}{\varphi} e^{\varphi t} + c \\ H &= \frac{q}{\varphi} + c e^{-\varphi t}\end{aligned}$$

Jeżeli  $H(0) = H_0$ , czyli o czasie  $t = 0$  w pomieszczeniu znajduje się  $H_0$  gazu

$$H_0 = \frac{q}{\varphi} + c e^{-\varphi \cdot 0}$$

Pozwala to wyznaczyć stałą  $c$ .

$$c = H_0 - \frac{q}{\varphi}$$

Otrzymujemy więc następujący wzór:

$$H(t) = \frac{q}{\varphi} + H_0 e^{-\varphi t} - \frac{q}{\varphi} e^{-\varphi t}$$

Po przekształceniu:

$$H(t) = H_0 e^{-\varphi t} + \frac{q}{\varphi} (1 - e^{-\varphi t}) \quad (2)$$

Po podziale obu stron równania przez objętość pomieszczenia  $V$  możemy również otrzymać wzór na stężenie wodoru (lub innej substancji) w pomieszczeniu.

$$S(t) = \frac{H_0}{V} e^{-\varphi t} + \frac{q}{V\varphi} (1 - e^{-\varphi t}) = S_0 e^{-\varphi t} + \frac{q}{Q(1-k)} (1 - e^{-\varphi t})$$

Należy pamiętać, że w powyższych wzorach  $\varphi = \frac{Q}{V} \times (1-k)$ .

### Emisja zmienna

W przypadku, gdy wydajność źródła emisji nie jest stała, czyli wartość funkcji  $q(t)$  zależy od czasu  $t$ , tak jak poprzednio można użyć czynnika całkującego  $G(t) = e^{\int \varphi dt}$ , otrzymując:

$$H e^{\varphi t} = \int e^{\varphi t} q dt$$

Wyprowadzenie wzoru funkcji  $H(t)$  sprowadza się do obliczenia całki  $\int e^{\varphi t} q dt$ . Dla pewnych typów funkcji  $q(t)$  będzie to w miarę łatwe, na przykład dla funkcji postaci  $q(t) = e^{at}$ ,  $a \in \mathbb{R}$ .

Stosując metodę całkowania wielokrotnie, uzyskamy wzór dla wielu innych typów funkcji  $q(t)$ . Wystarczy, że dla jakiegoś  $n \in \mathbb{N}$  jesteśmy w stanie obliczyć całkę postaci  $\frac{1}{\varphi^n} \int e^{\varphi t} \frac{d^n q}{dt^n} dt$  (np.  $q(t) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$ ) lub że dla jakiegoś  $n \in \mathbb{N}$  całka  $\frac{1}{\varphi^n} \int e^{\varphi t} \frac{d^n q}{dt^n} dt$  jest wielokrotnością całki  $\int e^{\varphi t} q dt$  (np.  $q(t) = a \sin(bt)$ ,  $a, b \in \mathbb{R}$  i  $q(t) = a \cos(bt)$ ,  $a, b \in \mathbb{R}$ ).

### Rozwiązanie przykładowego problemu

Aby zilustrować, w jaki sposób wzór (2) można wykorzystać w praktyce, użyto go do rozwiązania przykładowego problemu.

### Przykładowy problem

W magazynie o kubaturze 26 500 m<sup>3</sup> zastosowano wentylację mechaniczną o wydajności 40 000 m<sup>3</sup>/h. W porze nocnej i w dni wolne od pracy wydajność wentylacji jest ograniczona do 40%, co oznacza pracę z wydajnością 16 000 m<sup>3</sup>/h. W celu odzyskania ciepła 90% powietrza jest zawracane ponownie do hali; natomiast świeże powietrze z zewnątrz stanowi 10% powietrza nawiewanego do magazynu. Emisja wodoru wynosi około 0,5 m<sup>3</sup>/h. Czy stężenie wodoru przekroczy uważany za bezpieczny poziom 10% DGW? Po jakim czasie to nastąpi?

W powyższym problemie założono, że:

$$\begin{aligned}q &= 0,5 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{\max} &= 40\,000 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{\min} &= 16\,000 \text{ m}^3/\text{s} \\ V &= 26\,500 \text{ m}^3 \\ k &= 0,9 \\ \phi_{\max} &= \frac{40000}{26500} \times 0,1 [1/h] = \frac{8}{53} [1/h] \\ \phi_{\min} &= \frac{16000}{26500} \times 0,1 [1/h] = \frac{16}{265} [1/h]\end{aligned}$$

Ilość wodoru odpowiadająca 10% DGW (DGW równe 4%) oznaczamy przez  $H_{kr}$  i obliczamy w następujący sposób.

$$H_{kr} = 0,1 \times 0,04 \times V = 0,004 \times 26500 \text{ m}^3 = 106 \text{ m}^3$$

Należy zauważyć, że w powyższym problemie wartości  $q$ ,  $Q_{\max}$  oraz  $Q_{\min}$  są podane nie w m<sup>3</sup>/s tylko m<sup>3</sup>/h. Można używać wzoru (2) niezależnie od użytych jednostek. Przy użyciu jednostki m<sup>3</sup>/s czas  $t$  we wzorze (2) jest liczony w sekundach natomiast przy użyciu jednostki m<sup>3</sup>/h czas  $t$  we wzorze (2) jest liczony w godzinach.

### Zastosowanie wzoru na $H(t)$ w przykładowym problemie

Wzór (2) można stosować wtedy, gdy wartość  $Q$ , a tym samym wartość  $\varphi$ , się nie zmienia. Dlatego należy wprowadzać rozróżnienie między czasem pracy, gdy  $Q = Q_{\max}$  i  $\varphi = \varphi_{\max}$  a czasem wolnym od pracy oraz porą nocną, gdy  $Q = Q_{\min}$  i  $\varphi = \varphi_{\min}$ . W każdym przedziale czasu, w którym wartość  $\varphi$  jest stała, możemy stosować wzór (2), przy czym  $H_0$  należy interpretować wtedy jako ilość wodoru na początku przedziału.

Analizując wzór (2), można dokładnie opisać, w jaki sposób zmienia się ilość wodoru  $H(t)$  z uwzględnieniem wpływu wartości poszczególnych parametrów. Zaobserwujemy dwie



asymptoty  $\frac{q}{\varphi_{\min}}$  oraz  $\frac{q}{\varphi_{\max}}$ , przy czym  $\frac{q}{\varphi_{\max}} < \frac{q}{\varphi_{\min}}$ . W przedziale, w którym wartość  $\varphi = \varphi_{\max}$  ilość wodoru będzie się zbliżała do wartości  $\frac{q}{\varphi_{\min}}$ . Natomiast, w przedziale, w którym wartość  $\varphi = \varphi_{\min}$ , ilość wodoru będzie się zbliżała do wartości  $\frac{q}{\varphi_{\min}}$ . Jeśli ilość wodoru na początku przedziału będzie wyższa niż wartość asymptoty, to będzie ona w tym przedziale malała, a jeśli będzie niższa od wartości asymptoty, to będzie w tym przedziale rosła.

### Dokładne wyznaczanie czasu krytycznego $T_{kr}$

Zakładamy, że w przykładowym problemie pora nocna to czas od 18:00 do 6:00, natomiast czas od 18:00 w piątek do 6:00 w poniedziałek jest czasem wolnym od pracy. Ponadto w badanym okresie nie występują żadne dodatkowe dni wolne od pracy. Jako czas  $t = 0$  wybieramy godzinę 18:00 w piątek. Zakładamy również, że początkowa ilość wodoru  $H_0 = H(0) = 0$ .

Musimy rozpatrywać oddzielnie przedziały czasu, w których wartość  $\varphi = \varphi_{\max}$  oraz przedziały czasu, w których wartość  $\varphi = \varphi_{\min}$ . Obliczenia prowadzimy więc przedział po przedziale, otrzymując za każdym razem ilość wodoru na końcu danego przedziału.

Dla  $n$ -tego przedziału oznaczamy przez  $t_{n-1}$  czas na początku przedziału, przez  $t_n$  czas na końcu przedziału, a przez  $H_n = H(t_n)$  ilość wodoru na końcu danego przedziału. Wartość  $H_n$  obliczamy za pomocą wzoru (2) w następujący sposób:

$$H_n = H_{n-1}e^{-\varphi t} + \frac{q}{\varphi}(1 - e^{-\varphi t})$$

W powyższym wzorze używamy  $t = t_n - t_{n-1}$ , co odpowiada długości rozpatrywanego przez nas przedziału czasu. Używamy też  $\varphi = \varphi_{\min}$  lub  $\varphi = \varphi_{\max}$  w zależności od tego, czy rozpatrywany przedział jest czasem pracy czy czasem wolnym od pracy.

Obliczenia kontynuujemy w kolejnych przedziałach do momentu, gdy wartość stężenia wodoru  $H_n$  przekroczy wartość  $H_{kr}$ . W tym celu warto użyć programu komputerowego z pętlą. Jeżeli  $H_n$  przekroczy  $H_{kr}$ , oznacza to, że ilość wodoru  $H_{kr}$  została przekroczona w ostatnim rozpatrywanym przedziale czasu, czyli w przedziale od  $t_{n-1}$  do  $t_n$ . Możemy wtedy wyznaczyć dokładny czas  $T_{kr}$ . Czas  $T_{kr}$  będzie równy  $T_{kr} = t_{n-1} + t_{kr}$ , gdzie  $t_{kr}$  wyprowadza się z poniższego równania.

$$H_{kr} = H_{n-1}e^{-\varphi t_{kr}} + \frac{q}{\varphi}(1 - e^{-\varphi t_{kr}})$$

W równaniu używamy  $\varphi = \varphi_{\min}$  lub  $\varphi = \varphi_{\max}$  w zależności od tego, czy rozpatrywany przedział od  $t_{n-1}$  do  $t_n$  jest czasem pracy czy czasem wolnym od pracy. Otrzymamy:

$$T_{kr} = t_{n-1} - \frac{1}{\varphi} \ln \left( \frac{H_{kr} - \frac{q}{\varphi}}{H_{n-1} - \frac{q}{\varphi}} \right)$$

W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że w przypadku ogólnym  $T_{kr}$  nie zawsze istnieje. Zostanie to dokładniej omówione w kolejnej sekcji. W przykładowym problemie wartość  $H(t)$  jest zawsze ograniczona w następujący sposób:

$$H(t) \leq H_0 e^{-\varphi_{\min} t} + \frac{q}{\varphi_{\min}} (1 - e^{-\varphi_{\min} t}) \leq \frac{q}{\varphi_{\min}}$$

Gdyż  $H_0 = 0$  oraz  $0 < e^{-\varphi_{\min} t} \leq 1$ . Otrzymamy więc:

$$H(t) \leq \frac{q}{\varphi_{\min}} = 0,5 \times \frac{265}{16} \text{ m}^3 < 106 \text{ m}^3 = H_{kr}$$

Dlatego kontynuując obliczenia  $H_n$ , nigdy nie otrzymalibyśmy wartości  $H_n$  przekraczającej  $H_{kr}$ .

### Wyznaczanie przybliżonej wartości czasu krytycznego $T_{kr}$

W zaprezentowanym powyżej rozwiązaniu przykładowego problemu wyznaczanie kolejnych wartości  $H_n$  jest dość pracochłonne. Komplikacje wynikają z faktu, że wartość parametru  $Q$  jest inna dla czasu pracy i dla czasu wolnego od pracy. Zauważmy, że tak naprawdę interesujące są nie same wartości  $H(t)$ , a jedynie informacja o tym, czy i kiedy wartość  $H(t)$  może przekroczyć wartość krytyczną  $H_{kr}$ . W związku z tym w praktyce o wiele efektywniejsze będzie oszacowanie czasu  $T_{kr}$ . Zamiast wyznaczać dokładną wartość  $T_{kr}$ , określimy jedynie zakres czasu, w którym ilość wodoru  $H(t)$  przekroczyłaby poziom krytyczny  $H_{kr}$ .

W poniższych rozważaniach zakładamy, że początkowa ilość wodoru  $H_0$  nie przekracza wartości krytycznej  $H_{kr}$ . Wartość czasu krytycznego  $T_{kr}$  oszacujemy, wyznaczając czasy  $T_{\min}$  oraz  $T_{\max}$  takie, że  $T_{\min} \leq T_{kr} \leq T_{\max}$ . Dolna granica  $T_{\min}$  będzie określona z założeniem minimalnej wartości dla parametru  $Q$ , czyli  $Q = Q_{\min}$ , natomiast górna granica  $T_{\max}$  przy założeniu maksymalnej wartości parametru  $Q$  – czyli  $Q = Q_{\max}$ . Dla każdego  $t$  wartość  $H(t)$  jest ograniczona od dołu i od góry w następujący sposób:

$$H_0 e^{-\varphi_{\max} t} + q \frac{(1 - e^{-\varphi_{\max} t})}{\varphi_{\max}} \leq H(t) \leq H_0 e^{-\varphi_{\min} t} + q \frac{(1 - e^{-\varphi_{\min} t})}{\varphi_{\min}}$$

$T_{\min}$  oraz  $T_{\max}$  wyznaczamy poprzez rozwiązanie poniższych równań:

$$H_{kr} = H_0 e^{-\varphi_{\min} T_{\min}} + \frac{q}{\varphi_{\min}} (1 - e^{-\varphi_{\min} T_{\min}})$$

oraz

$$H_{kr} = H_0 e^{-\varphi_{\max} T_{\max}} + \frac{q}{\varphi_{\max}} (1 - e^{-\varphi_{\max} T_{\max}})$$

Otrzymamy poniższe wzory:

$$T_{\min} = -\frac{1}{\varphi_{\min}} \ln \left( \frac{H_{kr} - \frac{q}{\varphi_{\min}}}{H_0 - \frac{q}{\varphi_{\min}}} \right)$$

oraz

$$T_{\max} = -\frac{1}{\varphi_{\max}} \ln \left( \frac{H_{kr} - \frac{q}{\varphi_{\max}}}{H_0 - \frac{q}{\varphi_{\max}}} \right)$$

Jeżeli  $H_{kr} \geq \frac{q}{\varphi_{\min}}$ , to  $T_{\min}$  nie jest zdefiniowane. Podobnie, jeśli

$H_{kr} \geq \frac{q}{\varphi_{\max}}$ , to  $T_{\max}$  nie jest zdefiniowane. Należy wtedy przyjąć

odpowiednio  $T_{\min} = \infty$  oraz  $T_{\max} = \infty$ . Zachodzi wtedy sytuacja, w której przy stałej wydajności wentylacji  $Q$ , równej odpowiednio  $Q_{\min}$  lub  $Q_{\max}$ , nigdy nie zostałby przekroczony krytyczny



poziom ilości wodoru  $H_{kr}$ . Jeśli  $T_{min} = T_{max} = \infty$  to przy wydajności wentylacji zmieniającej się (w dowolny sposób) w zakresie pomiędzy  $Q_{min}$  a  $Q_{max}$ , ilość wodoru  $H(t)$  nigdy nie przekroczyłaby poziomu krytycznego  $H_{kr}$ . Taka sytuacja będzie miała miejsce w przykładowym problemie.

Z powyższej analizy wynika, że jeżeli  $\frac{q}{\phi V} = \frac{q}{Q(1-k)}$  jest mniejsze niż 0,04, to stężenie wodoru pozostanie zawsze na bezpiecznym poziomie 10% DGW.

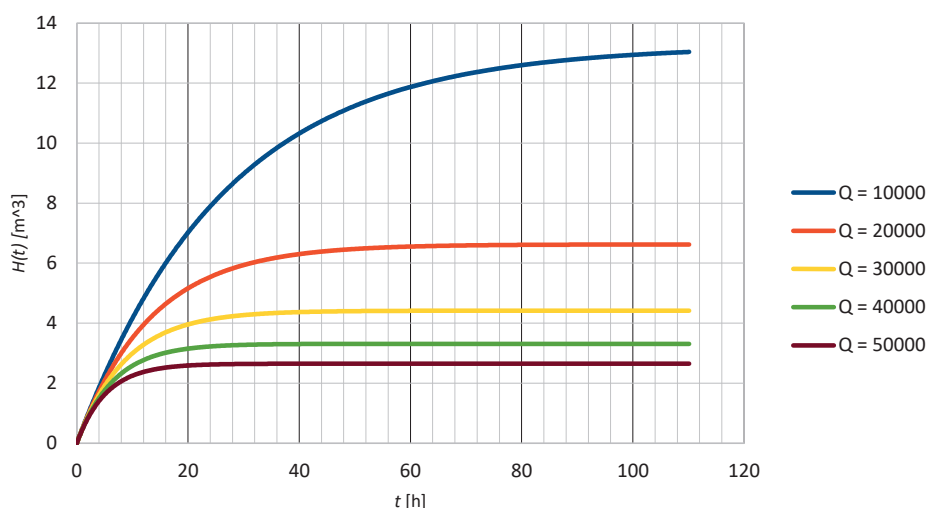
#### Zależność czasów $T_{min}$ i $T_{max}$ od wydajności źródła $q$

Wzory na  $T_{min}$  i  $T_{max}$ , które uzyskaliśmy pozwalają na przeanalizowanie, w jaki sposób zakres okna czasowego, w którym nastąpi przekroczenie krytycznego poziomu ilości wodoru  $H_{kr}$  zależy od wydajności źródła  $q$ . Otrzymane wyprowadzenie nie zależy od wybranych wartości parametrów  $q$ ,  $Q_{max}$ ,  $Q_{min}$ ,  $V$ ,  $k$ ,  $\phi_{max}$ ,  $\phi_{min}$  i wykorzystuje jedynie założenie, że  $H_0 < H_{kr}$ .

Przyjmując zatem, że wszystkie wartości parametrów z wyjątkiem  $q$  są takie jak w przykładowym problemie, możemy sporządzić za pomocą otrzymanych wzorów wykres przedstawiający, jak czasy  $T_{min}$  i  $T_{max}$  zmieniają się w zależności od wartości wydajności źródła  $q$ . Dla poszczególnych wartości  $q$  możemy narysować pionową linię przechodzącą przez daną wartość  $q$ , a wtedy miejsca przecięcia z wykresami dla  $T_{min}$  i  $T_{max}$  wyznaczą okno czasowe, w którym zostanie przekroczony krytyczny poziom ilości wodoru  $H_{kr}$ .

#### Graficzna ilustracja otrzymanych wyników

Wyniki obliczeń dla określonych we wstępie warunków przedstawiono na rycinach od 1 do 3. Na ryc. 1 przedstawiono zależność całkowitej ilości wodoru w atmosferze rozpatrywanego pomieszczenia w funkcji czasu przy różnej, ale niezmiennej w czasie wydajności wentylacji.



**Rycina 1.** Całkowita objętość wodoru w atmosferze rozpatrywanego pomieszczenia określona przy stałej emisji przy różnych wydajnościach wentylacji w funkcji czasu

**Figure 1.** Total hydrogen volume in the atmosphere of the room concerned determined at constant emissions at various ventilation capacities as a function of time

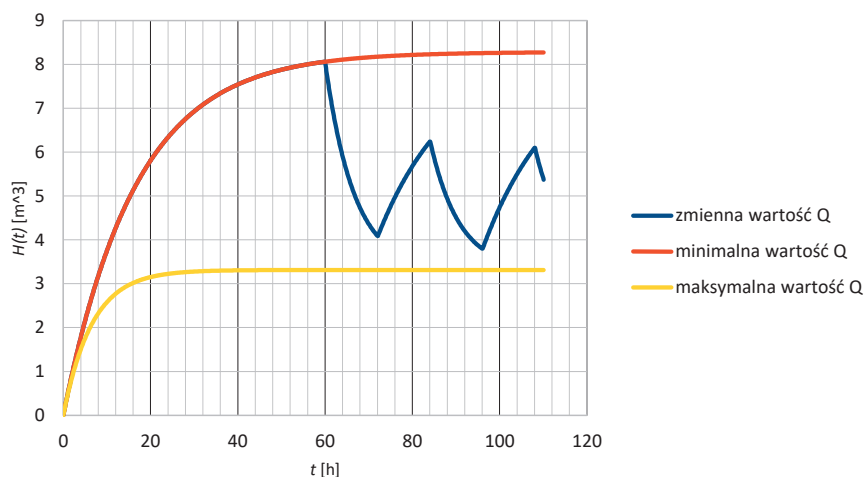
**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.

Wykres na ryc. 1 potwierdza oczywistą tezę, że całkowita ilość wodoru w atmosferze pomieszczenia zależy wprost od wydajności wentylacji. Z przebiegu przedstawionych zależności wynika, że dynamika wzrostu zawartości wodoru w atmosferze pomieszczenia maleje; po pewnym czasie, różnym dla poszczególnych wydajności wentylacji, praktycznie stabilizuje się. W rozpatrywanym przypadku nie jest możliwe, aby objętość wodoru osiągnęła wartość krytyczną.

Na ryc. 2 przedstawiono jakościowo zmiany objętości wodoru w atmosferze pomieszczenia przy cyklicznie zmiennej wydajności wentylacji. Powyższe odpowiada zmniejszeniu wentylacji w czasie nocnym i podczas dni wolnych oraz wyższej wydajności w dni robocze.

Ilustrację sposobu określenia przedziału czasowego, w którym możliwe jest osiągnięcie zawartości wodoru równej  $H_{kr}$  w zależności od wydajności emisji  $q$  przedstawiono na ryc. 3. Dolną granicę  $T_{min}$  wyznaczmy, zakładając minimalną wartość dla parametru  $Q$  (wydajność wentylacji) czyli  $Q = Q_{min}$ , natomiast górną granicę  $T_{max}$ , zakładając maksymalną wartość parametru  $Q$  czyli  $Q = Q_{max}$ . Jeżeli znana jest wielkość emisji wodoru, przedział czasowy, w którym może być osiągnięte  $H_{kr}$ , można wyznaczyć, prowadząc pionową linię  $q = const$  do przecięcia z liniami  $T_{min} = f(q)$  i  $T_{max} = f(q)$ ; przedział ten jest zawarty między punktami przecięcia tych zależności linią  $q = const$ .

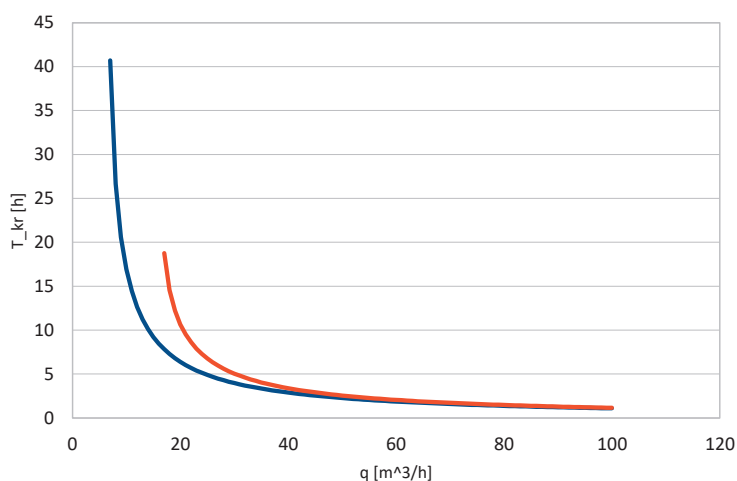


**Rycina 2.** Zmiany całkowitej objętości wodoru w atmosferze pomieszczenia przy cyklicznych zmianach wydajności wentylacji

**Figure 2.** Changes in the total hydrogen volume in room atmosphere under periodic changes in ventilation efficiency

**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.



**Rycina 3.** Sposób wyznaczenia przedziału czasowego, w którym możliwe jest przekroczenie  $H_{kr}$  w zależności od wydajności źródła emisji

**Figure 3.** The method of determining the time interval in which  $H_{kr}$  can be exceeded depending on the efficiency of the emission source

**Źródło:** Opracowanie własne.

**Source:** Own elaboration.

## Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przedstawionego modelu, popartego przykładem obliczeniowym, można sformułować następujące wnioski końcowe:

1. Zaproponowany model matematyczny może być przydatny do określenia maksymalnej ilości substancji palnej o gęstości względem powietrza  $\leq 1$  w atmosferze pomieszczenia.
2. Zaproponowany model obliczeniowy pozwala powiązać objętość krytyczną  $H_{kr}$  z wydajnością wentylacji, w tym przy uwzględnieniu zmiennej wydajności wentylacji.
3. Przedstawiony model pozwala stwierdzić, czy w określonych warunkach można na potrzeby odzysku ciepła zawracać część powietrza wentylacyjnego, nie powodując przy tym wzrostu zagrożenia wybuchem. Stanowi zatem przydatne narzędzie inżynierskie.
4. Model pozwala określić czas, po którym zostanie przekroczona  $H_{kr}$ ; ma to znaczenie w przypadku konieczności oszacowania czasu reakcji.
5. Z analizy wyników otrzymanych dla rozpatrywanego przykładu wynika, że w założonych warunkach nigdy nie zaistnieje zagrożenie wybuchem w wentylacji; stężenia wodoru w powietrzu wentylacyjnym będą bezpieczne (poniżej 10% DGW).

6. Model może być stosowany bez ograniczeń w odniesieniu do substancji tworzących z powietrzem mieszaniny wybuchowe; powietrze zawierające substancje szkodliwe nie powinno być zawracane.
7. Przedstawione ilustracje potwierdzają poprawność modelu; wszystkie rozwiązania są jakościowo zgodne z oceną intuicyjną.
8. Model może być przydatny w ocenie zagrożenia wybuchem, w szczególności do wykazania, że w wielu przypadkach zagrożenie wybuchem nie istnieje.

## Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 czerwca 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.).
- [2] Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. Nr 109, poz. 719).
- [3] Kieliszek S., Tomasz S., Wrotek J., *Kinetyka parowania cieczy z powierzchni swobodnych*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, 95(2).
- [4] Fliszkiewicz M., Krauze A., Maciak T., *Możliwości stosowania programów komputerowych w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego*, BiTP Vol. 29 Issue 1, 2013, pp. 47–60.
- [5] Braun M., *Differential Equations and Their Applications*, “Applied Mathematical Science” 1983, Vol. 15.
- [6] Serrano S.E., *Differential Equations. Applied Mathematical Modeling, Nonlinear Analysis, and Computer Simulation in Engineering and Science*, HydroScience Inc. 2016.
- [7] Chicone C., *Invitation to Applied Mathematics: Differential Equations, Modeling and Computation*, Elsevier Inc. 2017.
- [8] Holmes M.H., *Introduction to the Foundations of Applied Mathematics*, “Texts in Applied Mathematics” 2009, Vol. 56, Springer-Verlag New York Inc.

**DR ANNA ZIELICZ** – jest absolwentką studiów z zakresu matematyki teoretycznej na Uniwersytecie św. Andrzeja w Szkocji. Studiowała również na Wydziale Matematyki Uniwersytetu Fryderyka-Wilhelma w Bonn, a w 2015 roku ukończyła studia doktoranckie na Uniwersytecie w Bremie. Od 2015 r. pracuje jako adiunkt w Katedrze Nauk Ścisłych w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie, gdzie zajmuje się działalnością dydaktyczną i badawczą. Jej zainteresowania dotyczą teorii systemów dynamicznych, wykorzystania modeli matematycznych w zagadnieniach związanych z bezpieczeństwem.

**ML. BRYG. DR INŻ. TOMASZ DRZYMAŁA** – jest absolwentem Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Od 2011 roku zajmuje stanowisko kierownika Zakładu Podstaw Budownictwa i Materiałów Budowlanych w Katedrze Bezpieczeństwa Budowli i Rozpoznawania Zagrożeń. W ramach rozwoju naukowego uczestniczy z referatami w konferencjach krajowych i zagranicznych, publikuje w czasopiśmie fachowych. Jest autorem oraz współautorem kilkunastu artykułów i publikacji naukowych o tematyce dotyczącej ochrony przeciwpożarowej oraz budownictwa. Jego główne zainteresowanie skupia się obecnie na komputerowym modelowaniu procesów gaszenia oraz badaniu wpływu wysokich temperatur na zmianę właściwości materiałów kompozytowych.

**DR INŻ. SYLWESTER KIELISZEK** – ukończył Wydział Mechaniczny, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Posiada uprawnienia rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych. Od ukończenia studiów jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym WOSP, a następnie SGSP. W latach 1988–1999 oraz 2002–2016 zajmował stanowisko kierownika Katedry Techniki Pożarniczej. Prowadzi zajęcia z przedmiotów: hydromechanika i przeciwpożarowe zaopatrzenie w wodę, termodynamika. W pracy naukowej zajmuje się głównie badaniem własności przepływowych sprzętu pożarniczego. Jest autorem i współautorem szeregu artykułów oraz wielu ekspertyz z zakresu ochrony przeciwpożarowej.

**DR ANETA ŁUKASZEK-CHMIELEWSKA** – ukończyła studia na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Adiunkt w Zakładzie Fizyki i Chemii w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Prowadzi badania naukowe związane z palnością i dymotwórczością materiałów polimerowych, a także radioaktywnością komponentów środowiska.



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](http://WWW.CNBOP.PL)

кандидат физ.-мат. наук А.И. Кицак / A.I. Kitsak, Ph.D.<sup>a)\*</sup>

<sup>a)</sup>Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь / Research Institute of Fire Safety and Emergencies (RIFSE) Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus

\*Corresponding author: kitsak48@yandex.ru

## Динамика частиц огнетушащего порошка на пути к очагу пожара при импульсном способе подачи его в зону горения

The Dynamics of Dry Chemical Powder Particles Towards the Fire Source During Their Pulse Feeding into the Combustion Zone

Dynamika cząsteczek proszku gaśniczego podczas podawania go w kierunku pożaru metodą impulsową

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** В настоящее время для тушения пожаров широко используются модульные установки порошкового пожаротушения (МУПП) импульсного типа. Данные установки состоят, как правило, из узлов управления и модулей порошкового пожаротушения (МПП), заполненных огнетушащим порошком и газом, закачанным внутрь модуля под высоким давлением.

Подача огнетушащего порошка из МПП в очаг пожара осуществляется при воздействии на него нагретого воздуха тепловой колонки очага пожара, обладающего подъемной силой. Величина этой силы зависит от мощности пожара и интенсивности воздухообмена в помещении. Очевидно, в данных условиях эффективность тушения пожара МУПП будет определяться не только огнетушащей способностью порошка, но и его динамическими характеристиками при движении к очагу пожара.

Для решения задач проектирования МУПП импульсного типа, а также при испытании МПП актуальным является учет влияния на динамику газопорошковой смеси, выбрасываемой из МПП, сопротивления воздушной среды и подъемной силы нагретых газов тепловой колонки очага пожара.

Целью работы является определение зависимости скорости единичной массы огнетушащего порошка от расстояния от выходного отверстия модуля порошкового пожаротушения (МПП) импульсного типа при заданных пневмо-загрузочных характеристиках модуля, дисперсных параметрах огнетушащего порошка и мощности пожара.

**Проект и методы:** Достижение поставленной цели осуществлялось методом математического моделирования процессов истечения огнетушащего вещества из МПП и движения его в открытом пространстве к очагу пожара.

**Результаты:** Разработана математическая модель динамики газопорошковой смеси в открытом пространстве на пути к поверхности горения при заданных эксплуатационных характеристиках МПП и энергетических параметрах пожара.

Получено соотношение для оценки скорости частиц огнетушащего порошка на различных расстояниях от выходного отверстия МПП при движении их к очагу пожара заданной мощности.

Проведены экспериментальные исследования динамики фронта газопорошковой смеси, выбрасываемой из МПП импульсного типа. Анализ полученных результатов свидетельствует о удовлетворительном согласии их с численными оценкам.

**Выводы:** Полученные результаты могут быть использованы при проведении испытаний МПП импульсного типа для оценки пространственно-энергетических параметров очагов пожара, которые могут быть ими потушены, а также в задачах проектировании МУПП для определения пневмо-загрузочных параметров МПП по известным техническим характеристикам применяемого огнетушащего вещества, предполагаемым значениям мощности очага пожара и высоты расположения МПП.

**Ключевые слова:** модульная установка порошкового пожаротушения, огнетушащий порошок, скорость огнетушащего порошка, мощность очага пожара, тепловой поток

**Вид статьи:** оригинальная научная статья

Принята: 09.02.2018; Рецензирована: 26.03.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTR Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 76–85, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.7;

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/>).



## ABSTRACT

**Objective:** Currently, the pulse-type dry chemical extinguishing system (DCES) is extensively used for extinguishing fires. These units generally consist of a control junction and powder extinguishing modules (PEM) filled with fire extinguishing powder and gas pumped into the module under the high pressure. Giving extinguishing powder from the PEM in the fire source is carried out when exposed to the heated air of the thermal column generating lift. The magnitude of this force depends on the power of fire and intensity of air change in the room. The efficiency of fire extinguishing with the DCES in these conditions will be determined not only by the powder extinguishing ability but also its dynamic characteristics when approaching the fire.

In the design of pulse-type fire extinguishing systems using PEMs it should be considered that during testing PEMs the dynamics of the gas powder mixture released from the module is impacted by the air resistance and the lift of the heated gases from the thermal column from the fire source.

**Aim:** The aim of this work is to determine the ratio of the unit weight of dry chemical extinguishing powder depending on the distance from the nozzle of the DCES for the defined pneumatic and loading characteristics of the system, disperse parameters of dry chemical powder and the fire power.

**Project and methods:** To reach the aim of the study, a mathematical model approach was applied for the flow process the extinguishing substance from the DCES and its movement in open-air space towards the fire.

**Results:** A mathematical model was developed to calculate the movement dynamics of the gas-powder mixture in an open-air space towards the fire source under specific performance parameters of the DCES and the power of the fire.

A correlation for estimating the extinguishing powder particle velocity at different distances from the DCES nozzle during their movement towards the fire of a given power was obtained.

An experimental study of the dynamics of the front of the powder mixture ejected from the pulse-type PEM was performed. The analysis of the results showed their satisfactory level of compliance with numerical calculations.

**Conclusions:** The obtained results can be used for analyses of pulse-type PEMs with a goal of assessing the spatial and energy parameters of fires which can be extinguished using this method. The results can be used during the design of such installations in order to specify the pneumatic and load parameters of the module associated with the given technical characteristics of the extinguishing agent, the assumed power level of the fire source and the height of the PEM.

**Keywords:** dry chemical extinguishing system, dry chemical powder, velocity of the dry chemical powder, power of the fire source, heat wave

**Type of article:** original scientific article

---

Received: 09.02.2018; Reviewed: 26.03.2018; Accepted: 10.04.2018;

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 76–85, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.7;

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

---

## ABSTRAKT

**Wprowadzenie:** W obecnych czasach modułowe proszkowe instalacje gaśnicze typu impulsowego są powszechnie wykorzystywane do gaszenia pożarów. Instalacje te składają się zazwyczaj z modułów sterowania oraz modułów gaszenia proszkowego, które wypełnione są proszkiem gaśniczym i gazem pod wysokim ciśnieniem.

Na proszek gaśniczy podawany z modułów gaszenia proszkowego do ogniska pożaru oddziałuje nagrzane powietrze komina termicznego, generujące siłę nośną. Wielkość tej siły zależy od mocy pożaru i intensywności wentylacji pomieszczenia. W takich warunkach efektywność gaszenia pożaru za pomocą instalacji proszkowej będzie zależna nie tylko od skuteczności gaśniczej proszku, lecz także od jego charakterystyk dynamicznych, podczas gdy przemieszcza się w stronę źródła pożaru.

Przy projektowaniu modułów proszkowych instalacji gaśniczych typu impulsowego, a także podczas badań modułów gaszenia proszkowego należy uwzględnić, że na dynamikę ruchu mieszaniny gazowo-proszkowej wyzwolonej z modułu wpływają oporność powietrza oraz siła nośna rozgrzanych gazów komina termicznego ze źródła pożaru.

**Cel:** Celem pracy jest wyznaczenie zależności między prędkością jednostkowej masy proszku gaśniczego a lokalizacją otworu wylotowego modułu gaszenia proszkowego typu impulsowego w warunkach określonych charakterystyk pneumatycznych i obciążeniowych modułu, parametrów dyspersji proszku i mocy pożaru.

**Projekt i metody:** Aby zrealizować wyznaczony cel, zastosowano metodę modelowania matematycznego ubytku środka gaśniczego po jego wyzwoleniu oraz jego ruchu w kierunku źródła pożaru w przestrzeni otwartej.

**Wyniki:** Opracowano model matematyczny dynamiki ruchu mieszaniny gazowo-proszkowej, odbywającego się na przestrzeni otwartej w kierunku źródła pożaru oraz w określonych warunkach parametrów pracy modułów gaszenia proszkowego oraz energii pożaru.

Otrzymano zależność do oceny prędkości cząstek proszku gaśniczego w różnych odległościach od otworu wylotowego modułu gaszenia proszkowego, podawanego w stronę pożaru o określonej mocy.

Przeprowadzono badania eksperymentalne dynamiki przemieszczania się frontu gazowo-proszkowej mieszaniny wyrzucanej przez moduły gaszenia proszkowego typu impulsowego. Analiza otrzymanych wyników świadczy o zadowalającej zgodności z obliczeniami numerycznymi.

**Wnioski:** Otrzymane wyniki mogą być wykorzystane przy przeprowadzaniu badań modułów gaszenia proszkowego typu impulsowego mających na celu ocenę parametrów przestrzennych i energetycznych pożarów, które mogą być nimi ugaszone. Rezultaty można wykorzystać również podczas projektowania tego rodzaju instalacji w celu określenia parametrów pneumatycznych i obciążeniowych modułu związanych ze znanymi technicznymi charakterystykami środka gaśniczego, zakładanych wartości mocy źródła pożaru i wysokości umieszczenia modułu gaszenia proszkowego.

**Słowa kluczowe:** modułowa proszkowa instalacja gaśnicza, proszek gaśniczy, prędkość proszku gaśniczego, moc źródła pożaru, fala ciepła

**Typ artykułu:** oryginalny artykuł naukowy

---

Przyjęty: 09.02.2018; Zrecenzowany: 26.03.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 76–85, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.7;

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

---

## Введение

В настоящее время для тушения пожаров широко используются модульные установки порошкового пожаротушения (МУПП) импульсного типа. Данные установки состоят, как правило, из узлов управления и модулей порошкового пожаротушения (МПП), заполненных огнетушащим порошком и газом, закачанным внутрь модуля под высоким давлением. Отличительной особенностью МУПП импульсного типа является их высокое быстродействие и ограниченность огнетушащего заряда модуля. Время выброса газопорошковой смеси (ГПС) из МПП в зону горения  $\leq 1$  с. Масса огнетушащего вещества, загружаемого в модуль, находится в пределах 3–20 кг.

Подача порошка в очаг пожара осуществляется при воздействии на него нагретого воздуха тепловой колонки, обладающего подъемной силой. Величина этой силы зависит от мощности пожара и интенсивности воздухообмена в помещении. Очевидно, в данных условиях эффективность тушения пожара МУПП будет определяться не только огнетушащей способностью порошка, но и его динамическими характеристиками при движении к очагу пожара.

На данный момент хорошо изучены нестационарные процессы истечения порошка из МПП. Исследование закономерностей истечения газопорошковой смеси (ГПС) через насадок-распылитель МПП проводилось в ряде работ [1–2]. Разработанная авторами данных работ модель истечения ГПС в виде двухфазного потока твердых частиц и газа в предположении запаздывания частиц порошка относительно частиц газа приблизила результаты расчета динамики давления к реальному процессу его изменения внутри МПП при истечении ГПС.

Анализ литературных данных показывает, что математическое моделирование процессов движения ГПС от выхода из МПП к очагу пожара до настоящего времени практически не проводилось. Экспериментальные результаты исследования пространственно-временных характеристик ГПС [3] свидетельствуют о том, что с увеличением расстояния от выходного отверстия МПП происходит удаление вытесняющего газа из струи вследствие его расширения и проникновение в свободные каналы порошковой среды окружающего воздуха и встречных нагретых потоков продуктов горения. Под действием этих факторов появляется горизонтальная составляющая скорости частиц порошка, приводящая к размытию контуров струи, и постепенное торможение движения частиц. Вследствие снижения скорости часть частиц порошка может не достичь поверхности горения и снизить эффективность тушения пожара.

Для решения задач проектирования МУПП импульсного типа, а также при испытании МПП актуальным является учет влияния на динамику газопорошковой смеси, выбрасываемой из МПП, сопротивления воздушной среды и подъемной силы нагретых газов тепловой колонки очага пожара.

Целью работы является определение зависимости скорости единичной массы огнетушащей смеси от расстояния от выходного отверстия МПП при заданных

пневмо-загрузочных характеристиках модуля, дисперсных параметрах огнетушащего порошка и мощности пожара.

## Элементы математической модели поверхностного способа тушения пожара модульной установкой порошкового пожаротушения импульсного типа

Поверхностное тушение пожара МПП состоит в изоляции поверхности горящего вещества от доступа воздуха, охлаждении горячей поверхности, химическом торможении (ингибировании) реакции горения. Осуществляется оно подачей порошковой смеси непосредственно в очаг пожара.

В соответствии с принципом работы МПП и способом подачи порошка в зону пожара можно выделить следующие составные компоненты математической модели поверхностного способа тушения пожара:

- процессы изменения давления внутри корпуса МПП, массового расхода ГПС и ее скорости при истечении из МПП,
- динамика характеристик движения ГПС в открытом пространстве на пути к очагу пожара.

## Динамика истечения ГПС из МПП импульсного типа

Истечение порошка из модуля порошкового пожаротушения импульсного действия сопровождается процессами изменения давления внутри корпуса МПП, массового расхода ГПС и ее скорости на выходе из МПП. Для математического описания этих процессов можно воспользоваться псевдо-жидкостной моделью истечения ГПС, предложенной в работе [1], несколько ее модифицировав.

Суть модификации заключается в том, что истекающая из МПП газопорошковая смесь рассматривается как однофазное вещество с плотностью, равной насыпной плотности огнетушащего порошка. Уравнение изменения давления  $P(t)$  внутри МПП при истечении ГПС в данном случае можно представить в виде

$$\frac{dP(t)}{dt} = - \frac{P(t)G_{\text{гп}}(t)}{m_{\text{гп}}(t)} \quad (1)$$

где  $G_{\text{гп}}(t)$  – массовый расход ГПС за единицу времени,  $m_{\text{гп}}(t)$  – масса ГПС внутри корпуса МПП.  $t$  – текущее время.

Величина

$$G_{\text{гп}}(t) = \mu(t) S_{\text{н}} \rho_{\text{эф}} \sqrt{\frac{2[P(t) - P_{\text{ат}}]}{\rho_{\text{эф}}(t)}} \quad (2)$$

где  $\mu(t)$  – коэффициент расхода ГПС,  $S_{\text{н}}$  – площадь выходного сечения насадка или отверстия МПП,  $P_{\text{ат}}$  – атмосферное давление,  $\rho_{\text{эф}}$  – эффективная (насыпная) плотность ГПС.

Эффективная плотность ГПС  $\rho_{\text{эф}}$  определяется из соотношения

$$\rho_{\text{эф}}(t) = \frac{m_{\text{гп}}(t)}{W_{\text{гп}}(t)} \quad (3)$$

где  $W_{\text{гп}}(t)$  – объем, занимаемый ГПС в МПП.

Величина, равная квадратному корню в выражении (2), согласно формуле Торричелли соответствует скорости  $v_{\text{гп}}$  истечения ГПС из МПП

$$v_{\text{гп}}(t) = \sqrt{\frac{2[P(t) - P_{\text{ат}}]}{\rho_{\text{эф}}(t)}} \quad (4)$$

С учетом (2) и (3) уравнение (1) переписывается в виде

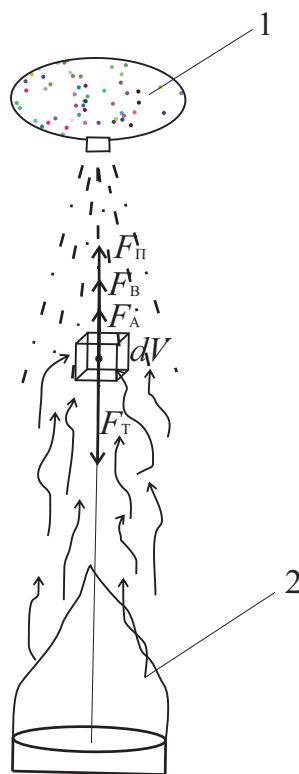
$$\frac{dP(t)}{dt} = - \frac{\mu(t) S_{\text{н}} P(t) \sqrt{2[P(t) - P_{\text{ат}}]} / \rho_{\text{эф}}}{W_{\text{гп}} - \mu(t) S_{\text{н}} \sqrt{2[P(t) - P_{\text{ат}}]} / \rho_{\text{эф}}} \quad (5)$$

Данное уравнение не имеет аналитического решения, однако оценку динамики изменения давления можно получить при численном его решении с использованием

интегрированных систем компьютерной математики типа *Mathematica*, *Mathcad*, *Maple*, *Matlab*. При расчетах рекомендуется принимать коэффициент расхода ГПС постоянным и равным коэффициенту расхода капельной жидкости  $\mu(t) = 0,62$ . Также можно считать, что эффективная плотность ГПС не изменяется со временем. Решение уравнения (5) при данных условиях показало, что разница между расчетными и экспериментальными значениями давлений на начальной стадии выброса ГПС составляет не более 5%, а на конечном этапе – ~10%.

### Динамика характеристик движения ГПС в открытом пространстве на пути к очагу пожара

Условная схема тушения пожара МУПП представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Схема тушения пожара МУПП импульсного типа

**Figure 1.** A scheme of extinguishing a fire with impulse powder fire suppression system

**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

На схеме изображен модуль порошкового пожаротушения 1, расположенный на некотором фиксированном расстоянии от очага пожара, и сам очаг пожара 2.

Определим силы, действующие в момент времени  $t$  на ансамбль частиц порошка, находящихся в элементарном слое ГПС объемом  $dV$ , движущимся в потоке нагретого воздуха тепловой колонки очага пожара. Будем предполагать, что плотность частиц порошка в выделенном слое однородна по его площади, а скорость частиц одинакова по горизонтальному сечению ГПС.

На выделенный ансамбль частиц действуют: сила тяжести  $\vec{F}_T$ , направленная вертикально к Земле; сила Архимеда  $\vec{F}_A$ , направленная противоположно силе тяжести; сила сопротивления воздуха  $\vec{F}_B$ , направленная в сторону, противоположную вектору скорости частиц порошка; подъемная сила  $\vec{F}_П$  потока теплового воздуха тепловой колонки очага возгорания, направленная противоположно направлению вектора скорости частиц порошка.

Модуль силы тяжести, действующей на частицы порошка, равен

$$F_r = mg = \rho_n dV_0 g \quad (6)$$

где  $m$  – масса частиц порошка,  $dV_0$  – объем слоя, занимаемый данными частицами,  $\rho_n$  – плотность частиц порошка,  $g$  – ускорение свободного падения.

Модуль силы Архимеда, действующий на частицы порошка, равен

$$F_A = \rho_{нг} dV_0 g \quad (7)$$

где  $\rho_{нг}$  – плотность нагретых газов.

При движении в воздушной среде слоя дисперсной среды, какой является огнетушащий порошок, через свободные каналы этой среды будет проходить воздух, оказывая тормозящее действие на частицы порошка. На противоположных границах слоя появится разность давлений  $\Delta p$ , которая может быть оценена, исходя из модифицированного уравнения Бернулли для потери давления на трение в трубопроводе [4]:

$$\Delta p = \lambda \frac{H \rho_{нг} v_B^2}{2d_3} \quad (8)$$

В формуле (8)  $\lambda$  – коэффициент трения,  $H$  – длина каналов, равная высоте слоя,  $v_B$  – скорость воздуха в каналах,  $d_3$  – эквивалентный диаметр, соответствующий суммарному поперечному сечению свободных каналов в слое огнетушащей среды.

По определению [4] величина  $d_3$  равна

$$d_3 = \frac{4S}{\Pi} \quad (9)$$

где  $S$  – площадь сечения свободных каналов,  $\Pi$  – периметр сечения свободных каналов.

Для газопорошковой струи, в которой основная масса огнетушащего порошка, истекающего из МПП, сосредоточена возле ее оси, величина  $d_3$ , равна

$$d_3 = \sqrt{\varepsilon d_{отв}} \quad (10)$$

где  $\varepsilon = \frac{dV - dV_0}{dV} = 1 - \frac{\rho_{эф}}{\rho_p}$  – порозность порошка,  $d_{отв}$  – диаметр выходного отверстия МПП.

Скорость воздуха в свободных каналах порошковой смеси  $v_B$  связана со скоростью частиц порошка  $v_n$  зависимостью [5]:

$$v_B = \frac{v_n}{\varepsilon} \quad (11)$$

Параметр  $\lambda$  определяется уравнением [4]:

$$\lambda = \frac{133\zeta}{v_B d \rho_{нг}} + 2,34 \quad (12)$$

где  $\zeta$  – коэффициент вязкости воздуха,  $d$  – диаметр шара, имеющего тот же объем, что и частица порошка.

Подставляя в формулу (8) выражения (10)–(12), получим следующее соотношение для определения величины разности давлений  $\Delta p$

$$\Delta p = 133 \frac{\zeta H v_n^2}{\rho_{нг} d \varepsilon \sqrt{\varepsilon} d_{отв}} + 2,34 \frac{\rho_{нг} H v_n^2}{\varepsilon^2 \sqrt{\varepsilon} d_{отв}} \quad (13)$$

Первый член данного выражения описывает сопротивление, оказываемое частицам порошка воздухом, при

его ламинарном движении по свободным каналам огнетушащей порошковой среды. Ламинарный режим движения реализуется, когда модифицированное на случай движения воздуха в зернистом слое критическое число Рейнольдса  $Re = \frac{v_n d \rho_{нг}}{\varepsilon \zeta} < 1$  [4]. Если  $Re \gg 1$ , будет преобладать турбулентное движение воздуха в каналах порошковой смеси. Данный режим описывается вторым членом выражения (13).

Модуль силы сопротивления воздуха равен

$$F_B = \Delta p S_0 = 133 \frac{\zeta v_n}{\rho_{нг} d \varepsilon \sqrt{\varepsilon} d_{отв}} dV_0 + 2,34 \frac{\rho_{нг} v_n^2}{\varepsilon^2 \sqrt{\varepsilon} d_{отв}} dV_0 \quad (14)$$

где  $S_0$  – площадь сечения слоя порошковой среды занятого частицами порошка.

Найдем соотношение для оценки величины модуля подъемной силы  $F_n$  потока теплового воздуха тепловой колонки очага пожара. Согласно закону Архимеда подъемная сила некоторого объема газа (теплого воздуха) равна разности веса воздуха  $P_B$ , замещенного объемом газа  $V_r$  тепловой колонки, и веса  $P_r$  самого газа. Модуль подъемной силы равен:

$$F_n = P_B - P_r = dV_r (\rho_B - \rho_{нг}) g \quad (15)$$

где  $\rho_B, \rho_{нг}$  – плотности воздуха и нагретых газов,  $dV_r$  – объем газа через сечение колонки на заданной высоте от поверхности горения.

Исходя из формулы, связывающей величины плотностей воздуха и нагретых газов с их температурами при постоянном давлении

$$\frac{\rho_B}{\rho_{нг}} = \frac{T_{нг}}{T_B} \quad (16)$$

выражение (15) запишется в виде:

$$F_n = \left( \frac{T_{нг} - T_B}{T_B} \right) dV_r \rho_{нг} g \quad (17)$$

Величину температуры  $T_{нг}$  нагретых газов в тепловой колонке очага пожара можно оценить из соотношения [6]:

$$T_{нг} = T_B + \frac{Q_{пож}(1-\chi)}{c_p G} \quad (18)$$

где  $T_B$  – температура окружающей среды.

Тогда

$$F_n = \left( \frac{Q_{пож}(1-\chi)}{T_B c_p G} \right) dV_r \rho_{нг} g \quad (19)$$

где  $Q_{пож} = \eta \psi_{уд} Q_H S_n$  – интенсивность тепловыделения ( $\eta$  – коэффициент полноты горения,  $\psi_{уд}$  – удельная массовая скорость выгорания материала,  $Q_H$  – низшая рабочая теплота сгорания материала,  $S_n$  – площадь пожара),  $\chi$  – коэффициент теплопередачи в строительные конструкции,  $c_p$  – удельная изобарная теплоемкость нагретого газа,

$G = 0,21 \left[ \frac{g \rho_B^2 Q_{пож}(1-\chi)}{c_p T_B} \right]^{\frac{1}{3}} (y + y_0)^{\frac{5}{3}}$  – массовый расход газа через сечение колонки, отстоящей от поверхности горения на расстоянии  $y$ ,  $y_0 = 1,5 \sqrt{S_n}$  – расстояние от фиктивного источника тепла до поверхности горения.

Определим скорость частиц огнетушащего порошка в направлении оси газопорошковой струи, истекающей из

МПП, в зависимости от расстояния  $h$  от выходного отверстия МПП. Для этого запишем уравнение движения частиц порошка в слое ГПС объемом  $dV$  в заданный момент времени под действием сил, приложенных к нему

$$G_{\text{сп}}(t)\Delta t a = G_{\text{сп}}(t)\Delta t v_{\text{n}} \frac{dv_{\text{n}}}{dh} = \vec{F}_{\text{т}} + \vec{F}_{\text{а}} + \vec{F}_{\text{в}} + \vec{F}_{\text{n}} \quad (20)$$

где  $\Delta t$  – элементарный интервал времени выброса порошка,  $a$  – ускорение частиц порошка,  $v_{\text{n}}$  – скорость частиц порошка на расстоянии  $h$  от выходного отверстия МПП.

Подставляя в уравнение (20) найденные ранее зависимости для модулей сил, действующих на ансамбль частиц в объеме  $dV$ , получим с учетом  $\rho_{\text{n}} \gg \rho_{\text{нг}}$  и направлений действий этих сил следующее уравнение движения частиц порошка

$$v_{\text{n}} \frac{dv_{\text{n}}}{dh} = g - 133 \frac{\mu v_{\text{n}}}{\rho_{\text{нг}} d \varepsilon \sqrt{\varepsilon} d_{\text{отв}}} - 2,34 \frac{\rho_{\text{нг}} v_{\text{n}}^2}{\varepsilon^2 \sqrt{\varepsilon} d_{\text{отв}} \rho_{\text{n}}} - \frac{Q_{\text{пож}}(1-\chi)}{T_{\text{в}} c_{\text{п}} G(t)} g \quad (21)$$

Решение данного уравнения будем искать при начальном условии  $v_{\text{n}}(h=0) = v_0(t)$  ( $v_0(t) = v_{\text{сп}}(t)$  – скорость ансамбля частиц порошка на выходе МПП в заданный момент времени  $t$ ), и в предположении, что режим движения воздуха в свободных каналах порошковой среды – турбулентный. При данных условиях вместо (21) получим

$$v_{\text{n}} \frac{dv_{\text{n}}}{dh} = g - 2,34 \frac{\rho_{\text{нг}} v_{\text{n}}^2}{\varepsilon^2 \sqrt{\varepsilon} d_{\text{отв}} \rho_{\text{n}}} - \frac{Q_{\text{пож}}(1-\chi)}{T_{\text{в}} c_{\text{п}} G(t)} g \quad (22)$$

Для удобства решения перепишем (22) в виде

$$\frac{d(v_{\text{n}}^2)}{dh} = c - b v_{\text{n}}^2 \quad (23)$$

$$\text{где } c = 2g \left( 1 - \frac{Q_{\text{пож}}(1-\chi)}{T_{\text{в}} c_{\text{п}} G(t)} \right), \quad b = 4,68 \frac{\rho_{\text{нг}}}{\varepsilon^2 \sqrt{\varepsilon} d_{\text{отв}} \rho_{\text{n}}}$$

Решение (23) имеет вид:

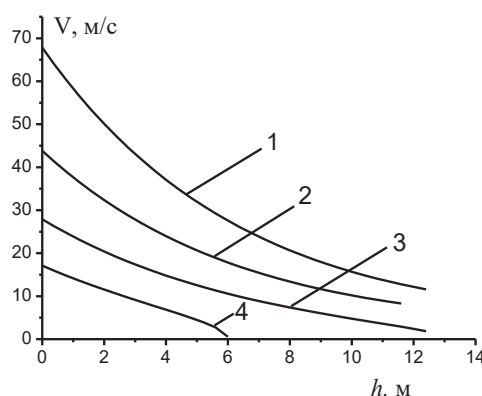
$$v_{\text{n}} = \left( cb^{-1} (1 - \text{Exp}[-bh]) + v_0^2(t) \text{Exp}[-bh] \right)^{1/2} \quad (24)$$

Полученное соотношение позволяет оценить скорость частиц порошка элементарного слоя ГПС, выброшенных из МПП в момент времени  $t$  с начальной скоростью  $v_0(t)$ , на различных расстояниях  $h$  от выходного отверстия МПП при заданных пневмо-загрузочных параметрах МПП, известных дисперсных характеристиках частиц порошка и прогнозируемых энергетических параметрах пожара.

### Численные оценки скорости частиц огнетушащего порошка, выбрасываемого из МПП импульсного типа, в зависимости от расстояния от выходного отверстия МПП

На рисунке 2 изображено семейство кривых, описывающих зависимость скоростей частиц огнетушащего порошка, истекающих в различные моменты времени из МПП, от расстояния  $h$  от его выходного отверстия. Кривые построены для МПП марки МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 „Тунгус“ со следующими параметрами. Начальное давление в корпусе модуля  $P(t=0) = 2,2 \text{ МПа}$ . Диаметр выходного отверстия модуля  $d_{\text{отв}} = 36 \text{ мм}$ . Объем корпуса модуля  $W = (0,009 \pm 0,00045) \text{ м}^3$ . Объем модуля полностью заполнен порошком, масса которого равна  $m_{\text{п}} = (8,6 \pm 0,43) \text{ кг}$ . Насыпная плотность порошка, составляет  $\rho_{\text{эф}} = 955,55 \text{ кг/м}^3$ . Плотность частиц порошка равна  $\rho_{\text{n}} = 1920 \text{ кг/м}^3$ .

Модуль предназначен для тушения пожара с высоты 13 м. Мощность очага пожара, для которой производились расчеты, соответствовала мощности тестового очага пожара 55 В.



**Рисунок 2.** Зависимости скоростей частиц огнетушащего порошка от расстояния от выходного отверстия МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 „Тунгус“, выбрасываемых в различные моменты времени: 1.  $v_0(t=0) = 67,85 \text{ м/с}$ ; 2.  $v_0(t=0,25 \text{ с}) = 43,83 \text{ м/с}$ ; 3.  $v_0(t=0,6 \text{ с}) = 27,91 \text{ м/с}$ ; 4.  $v_0(t=0,8 \text{ с}) = 18,37 \text{ м/с}$ ;  $Q_{\text{пож}} = 4,25 \text{ МВт}$ ;  $c_{\text{п}} = 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}^{-1}$ ;  $T_{\text{в}} = 20^\circ \text{C}$   $\varepsilon = 0,5$ ;  $\rho_{\text{нг}} = 1,1 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_{\text{n}} = 1920 \text{ кг/м}^3$

**Figure 2.** Relationship between the velocity of extinguishing powder particles and the distance from the nozzle МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 „Tungus“ emitted at different time points: 1.  $v_0(t=0) = 67.85 \text{ m/s}$ ; 2.  $v_0(t=0.25 \text{ s}) = 43.83 \text{ m/s}$ ; 3.  $v_0(t=0.6 \text{ s}) = 27.91 \text{ m/s}$ ; 4.  $v_0(t=0.8 \text{ s}) = 18.37 \text{ m/s}$ ;  $Q_{\text{пож}} = 4.25 \text{ MW}$ ;  $c_{\text{п}} = 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $T_{\text{в}} = 20^\circ \text{C}$   $\varepsilon = 0.5$ ;  $\rho_{\text{нг}} = 1.1 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{\text{n}} = 1920 \text{ kg/m}^3$

**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

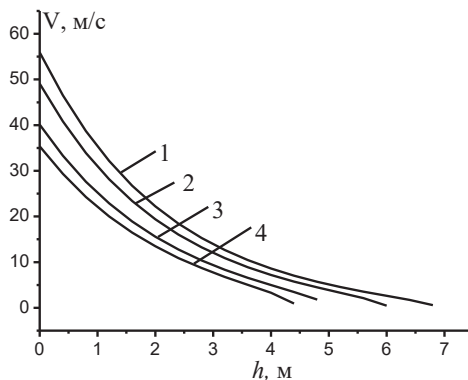
Их хода кривых следует, что практически вся масса огнетушащего порошка, за исключением незначительной части, выбрасываемой из модуля, начиная с 0,8 секунды

(кривая 4), достигнет плоскости очага пожара и будет участвовать в его тушении.



На рисунке 3 представлены зависимости, аналогичные изображенным на рисунке 2, но для случая истечения огнетушащего порошка из модуля МПП(н) 2,5 -КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг». Параметры модуля следующие. Начальное давление в корпусе модуля  $P(t=0) = (1,5 \pm 0,1)$  МПа.

Диаметр выходного отверстия модуля  $d_{\text{отв}} = 12$  мм. Модуль загружен огнетушащим порошком с насыпной плотностью  $\rho_{\text{эф}} = 960$  кг/м<sup>3</sup>. Плотность частиц порошка равна  $\rho_{\text{п}} = 1920$  кг/м<sup>3</sup>.



**Рисунок 3.** Зависимости скоростей частиц огнетушащего порошка от расстояния от выходного отверстия МПП(н) 2,5 -КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг», выбрасываемых в различные моменты времени: 1.  $v_0(t=0) = 59,9$  м/с; 2.  $v_0(t=0,25) = 49,06$  м/с; 3.  $v_0(t=0,6) = 40,01$  м/с; 4.  $v_0(t=0,8) = 35,36$  м/с,  $Q_{\text{пож}} = 1$  МВт;  $c_p = 10^3$  Дж/кг<sup>-1</sup>К<sup>-1</sup>;  $T_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$   $\varepsilon = 0,5$ ;  $\rho_{\text{пг}} = 1,1$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{п}} = 1920$  кг/м<sup>3</sup>

**Figure 3.** Relationship between the velocity of extinguishing powder particles and the distance from the nozzle МПП(н) 2,5 -КД1-Б2-3-УХЛ1-141 “Mig” emitted at different time points: 1.  $v_0(t=0) = 59.9$  m/s; 2.  $v_0(t=0.25) = 49.06$  m/s; 3.  $v_0(t=0.6) = 40.01$  m/s; 4.  $v_0(t=0.8) = 35.36$  m/s,  $Q_{\text{пож}} = 1$  MW;  $c_p = 10^3$  J/kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>;  $T_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$   $\varepsilon = 0.5$ ;  $\rho_{\text{пг}} = 1.1$  kg/m<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{п}} = 1920$  kg/m<sup>3</sup>

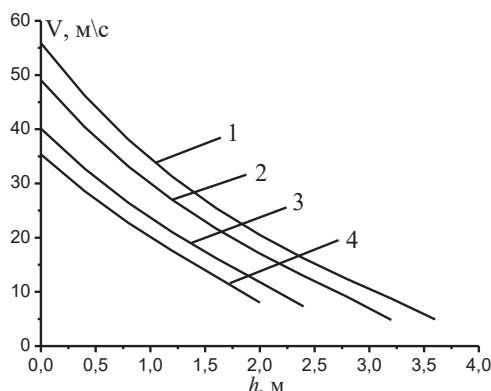
**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

Модуль предназначен для тушения пожара с высоты 2,5–3 м. Мощность очага пожара, для которой производились расчеты, соответствовала мощности тестового очага пожара 13 В.

Ход кривых данного рисунка свидетельствует о том, что вся масса выброшенного из модуля огнетушащего порошка будет участвовать в тушении очага пожара. В то же время,

как видно из рисунка 4, при тушении очага пожара мощностью  $Q_{\text{пож}} = 4,25$  МВт (тестовый очаг пожара 55 В) при той же высоте расположения модуля часть огнетушащего порошка, выбрасываемая из МПП после 0,6 с, не будет обладать достаточной скоростью, чтобы достичь очага возгорания. Данные частицы порошка будут выброшены из зоны горения конвективными тепловыми потоками нагретых газов.



**Рисунок 4.** Зависимости скоростей частиц огнетушащего порошка от расстояния от выходного отверстия МПП(н) 2,5 -КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг», выбрасываемых из модуля в различные моменты времени: 1.  $v_0(t=0) = 59,9$  м/с; 2.  $v_0(t=0,25) = 49,06$  м/с; 3.  $v_0(t=0,6) = 40,01$  м/с; 4.  $v_0(t=0,8) = 35,36$  м/с,  $Q_{\text{пож}} = 4,25$  МВт;  $c_p = 10^3$  Дж/кг<sup>-1</sup>К<sup>-1</sup>;  $T_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$   $\varepsilon = 0,5$ ;  $\rho_{\text{пг}} = 1,1$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{п}} = 1920$  кг/м<sup>3</sup>

**Figure 4.** Relationship between the velocity of extinguishing powder particles and the distance from the nozzle МПП(н) 2,5 -КД1-Б2-3-УХЛ1-141 “Mig” emitted at different time points: 1.  $v_0(t=0) = 59.9$  m/s; 2.  $v_0(t=0.25) = 49.06$  m/s; 3.  $v_0(t=0.6) = 40.01$  m/s; 4.  $v_0(t=0.8) = 35.36$  m/s,  $Q_{\text{пож}} = 4.25$  MW;  $c_p = 10^3$  J/kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>;  $T_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$   $\varepsilon = 0.5$ ;  $\rho_{\text{пг}} = 1.1$  kg/m<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{п}} = 1920$  kg/m<sup>3</sup>

**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

## Экспериментальное исследование динамики фронта огнетушащего порошка, вбрасываемого МПП импульсного типа в зону очага возгорания

Для оценки корреляции результатов теоретического анализа скорости движения частиц огнетушащего порошка в открытом пространстве над очагом пожара, полученных на основе предложенной математической модели движения порошковой смеси, с реальной ее динамикой на пути к очагу возгорания были проведены экспериментальные исследования скоростей фронтов ГПС, истекающих из МПП с различными техническими характеристиками.

Для проведения исследований использовались модули порошкового пожаротушения типа МПП(н) 2,5-КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг» и МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 «Тунгус».

Модули жестко закреплялись на указанных в инструкциях по эксплуатации высотах относительно поверхности расположения предполагаемых очагов пожара. Высота крепления модуля МПП(н) 2,5-КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг» равна 3 м, а МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 «Тунгус» – 13 м.

Исследования проводились при температуре воздушной среды  $\sim 25^\circ\text{C}$ . Горизонтальная скорость воздушных потоков не превышала 7 м/с.

Тестовые очаги пожара класса 1 А ( $Q_{\text{пож}} \sim 0,250 \text{ МВт}$ ) располагались по периметру защищаемой площади модулей согласно СТБ 11.13.19-2010 «Система стандартов

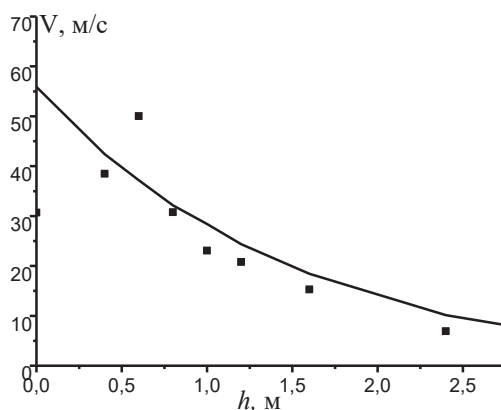
пожарной безопасности. Установки порошкового пожаротушения автоматические. Модули – общие технические требования. Методы испытаний».

Выходные клапана МПП открывались после времени горения штабелей, включая время горения используемого для поджога горючего в поддоне, равного 3 мин.

Процесс истечения ГПС из МПП регистрировался на скоростную видеокамеру «Olympus». В камере предусмотрены два режима работы. Видеозапись можно осуществлять с пространственным разрешением  $640 \times 480$  пикселей и 120 кадрами в секунду либо  $320 \times 240$  пикселей и 240 кадрами в секунду.

Обработка зарегистрированной информации велась покадрово. Каждый кадр видеозаписи переносился на бумажный носитель. По изображению кадра определялся масштаб съемки и путь, пройденный фронтом огнетушащего порошка. Для каждого кадра при выбранном режиме записи определялась средняя скорость фронта ГПС на зарегистрированных участках пути от выхода из МПП до очага пожара.

Результаты экспериментального исследования зависимости скорости фронта ГПС для МПП(н) 2,5-КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг» от расстояния от выходного отверстия модуля представлены на рисунке 5 в виде кривой, отображаемой экспериментальными точками. Запись процесса движения фронта огнетушащего порошка к очагу пожара осуществлялась со скоростью 240 кадров в секунду и пространственным разрешением  $320 \times 240$  пикселей.



**Рисунок 5.** Зависимость скорости фронта ГПС от расстояния от выхода из МПП(н) 2,5-КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг»:  $v_0(t=0) = 55,9 \text{ м/с}$ ;  $Q_{\text{пож}} = 0,25 \text{ МВт}$ ;  $c_p = 10^3 \text{ Джкг}^{-1}\text{К}^{-1}$ ;  $T_b = 20^\circ\text{C}$   $\varepsilon = 0,5$ ;  $\rho_{\text{нг}} = 1,1 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_{\text{п}} = 1920 \text{ кг/м}^3$

**Figure 5.** Relationship between the velocity of the GPM (gas-powder mixture) front velocity and the distance from the nozzle МПП(н) 2,5-КД1-Б2-3-УХЛ1-141 «Миг»:  $v_0(t=0) = 55,9 \text{ м/с}$ ;  $Q_{\text{пож}} = 0,25 \text{ МВт}$ ;  $c_p = 10^3 \text{ Джкг}^{-1}\text{К}^{-1}$ ;  $T_b = 20^\circ\text{C}$   $\varepsilon = 0,5$ ;  $\rho_{\text{нг}} = 1,1 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_{\text{п}} = 1920 \text{ кг/м}^3$

**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

Сплошная кривая на этом рисунке отображает расчетную зависимость скорости фронта огнетушащего порошка от пройденного расстояния.

Мощность пожара при расчетах принималась равной  $Q_{\text{пож}} \sim 0,250 \text{ МВт}$ .

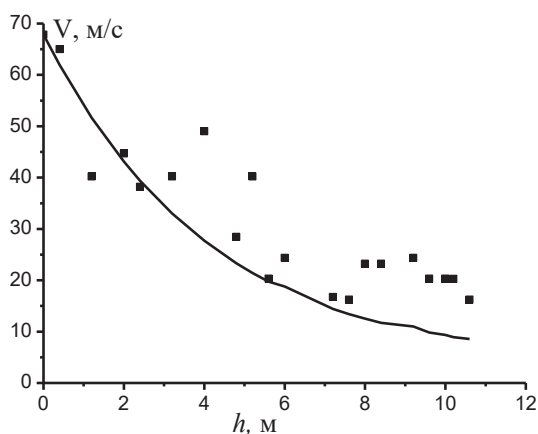
Из хода построенных кривых видно удовлетворительное согласие во второй половине пути движения фронта

ГПС к очагу пожара расчетных величин его скоростей с измеренными значениями. Отсутствие корреляции рассчитанных и измеренных скоростей фронта ГПС на начальном этапе движения к очагу пожара и наличие максимума скорости в экспериментальной кривой можно объяснить особенностями формирования струи ГПС используемым в эксперименте типом МПП. Выпуск огнетушащего порошка из

МПП(н) 2,5-КД1-Б2-3-УХЛ1-141 „Миг” осуществлялся в результате разрушения теплового замка запорно-пускового устройства при достижении установленной температуры разрушения. Поток газопорошковой смеси на расстоянии 40 мм от выходного отверстия попадает на перпендикулярно ориентированный к направлению движения частиц порошка плоский распылитель. В результате неупругого соударения с ним начальная скорость частиц огнетушащего порошка резко падает. Часть потока частиц, отраженных от распылителя в направлении, обратном начальному, взаимодействует с частицами порошка исходного потока. В результате взаимодействия часть частиц исходного потока отклоняется от начального направления и проходит мимо распылителя по направлению к очагу пожара. Вследствие снижения скорости частиц порошка сопротивление воздуха, которое пропорционально квадрату их скорости,

будет незначительно тормозить их движение. Скорость частиц огнетушащего порошка при этом будет расти под действием силы тяжести. При возрастании скорости частиц начнет увеличиваться сопротивление воздуха, что приведет в совокупности с действием восходящих тепловых потоков пожара к снижению их скорости при дальнейшем движении к очагу пожара. Рассмотренные процессы объясняют малую скорость частиц огнетушащего порошка в начале пути их движения и появление максимума скорости на некотором расстоянии от выходного отверстия МПП.

На рисунке 6 отображены зависимости скорости фронта огнетушащего порошка, выбрасываемого из МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 „Тунгус”, от пути, пройденного от выходного отверстия МПП. Модуль крепился на высоте 13 м от поверхности расположения тестовых очагов пожара класса 1А.



**Рисунок 6.** Зависимость скорости фронта ГПС от расстояния от выхода из модуля МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 „Тунгус”:

$$v_0(t=0) = 67,85 \text{ м/с}; Q_{\text{пож}} = 0,25 \text{ МВт}; c_p = 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}^{-1}; T_b = 20^\circ\text{C} \quad \varepsilon = 0,5; \rho_{\text{нр}} = 1,1 \text{ кг/м}^3; \rho_{\text{п}} = 1920 \text{ кг/м}^3$$

**Figure 6.** Relationship between GPM (gas-powder mixture) front velocity and the distance from the exit of nozzle МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6

“Tungus”:  $v_0(t=0) = 67,85 \text{ m/s}; Q_{\text{пож}} = 0,25 \text{ MW}; c_p = 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}^{-1}; T_b = 20^\circ\text{C} \quad \varepsilon = 0,5; \rho_{\text{нр}} = 1,1 \text{ kg/m}^3; \rho_{\text{п}} = 1920 \text{ kg/m}^3$

**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

Сплошная кривая на рисунке отображает расчетную динамику изменения скорости фронта ГПС, а дискретная кривая построена по результатам измерения этой скорости на различных расстояниях от МПП.

Мощность пожара при расчетах принималась равной  $Q_{\text{пож}} \sim 0,250 \text{ МВт}$ . Запись процесса движения фронта огнетушащего порошка к очагу пожара осуществлялась со скоростью 120 кадров в секунду и пространственным разрешением  $640 \times 480$  пикселей.

Сопоставление результатов теоретических оценок скорости фронта ГПС на различных удалениях от выходного отверстия МПП и полученных экспериментальных способом свидетельствуют о их качественном соответствии.

Наблюдаемое различие между оценочными и измеренными значениями скорости фронта ГПС в рассматриваемом примере тушения пожара МПП типа МПП(н)9-КД1-Б2-ГЭ-У2-1/6 „Тунгус” можно объяснить двумя причинами. Во-первых, несовершенством предложенной

теоретической модели движения ГПС к очагу пожара, которая не учитывает изменение (увеличение) эквивалентного диаметра струи при удалении от модуля. Учет данного фактора особенно важен при высотном тушении пожара, как в рассматриваемом случае. Другой причиной расхождения результатов экспериментальной и теоретической оценки скоростей фронта ГПС является большая погрешность в данном эксперименте графического способа определения скорости фронта ГПС.

## Выводы

Разработана математическая модель динамики газопорошковой смеси в открытом пространстве на пути к поверхности горения при заданных эксплуатационных характеристиках МПП и энергетических параметрах пожара;

Получено соотношение для оценки скорости частиц огнетушащего порошка на различных расстояниях от

выходного отверстия МПП при движении их к очагу пожара заданной мощности.

Полученные результаты могут быть использованы при проведении испытаний МПП импульсного типа для оценки пространственно-энергетических параметров очагов пожара, которые могут быть ими потушены, а также в задачах проектировании МУПП для определения пневмо-загрузочных параметров МПП по известным техническим характеристикам применяемого огнетушащего вещества, предполагаемым значениям мощности очага пожара и высоты расположения МПП.

## Литература

- [1] Kulyavtsev E.Y., Kazantsev V.R., Kuimov R.I., *Modeling of gas-dynamic processes actuation dry chemical extinguishing module using analogy droplet liquid-pseudoliquid*, "Vestnik nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noi promichlenosti" 2013, 11, 76–82.
- [2] Kazantsev V.R., Ovcharenko E.A., Kulyavtsev E.Y., Sipin E.V., Tupkin N. U., *Modeling of the two-phase gas-powder mixture through the expiration of the short nozzles considering the high solids content in the gas phase*, "Vestnik nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noi promichlenosti" 2015, 1, 31–35.
- [3] Kulyavtsev E.Y., Kazantsev V.R., Ovcharenko A.G., Petrov E.A., *Some features of the application of powder extinguishing modules*, "Vestnik nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noi promichlenosti" 2012, 1, 74–82.
- [4] Kasatkin A.G., *The main processes and devices of chemical technologies*, 6-edition, Goschemizdat, Moskva 1975.
- [5] Stabnikov V.N., *Processes and devices of food manufactures*, Agropromizdat, Moskva 1985.
- [6] Koshmarov U.A., *Prediction of fire hazards in the room*, Academy of GPS MVD Russia, Moskva 2000.

**КИЦАК АНАТОЛИЙ ИЛЬИЧ** – ведущий научный сотрудник отдела исследований автоматических средств обнаружения и ликвидации чрезвычайных ситуаций НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, кандидат физико-математических наук. Область интересов: физическая оптика, лазерная физика, когерентная и нелинейная оптика, радиофизика, теплофизика.

кандидат тех. наук Ю.С. Иванов / Y.S. Ivanov, Ph.D.<sup>a)</sup>, А.П. Лущик / A.P. Lushchik<sup>a)</sup>  
кандидат физ.-мат. наук А.И. Кицак / A.I. Kitsak, Ph.D.<sup>a)</sup>, Д.Л. Есипович / D.L. Yesipovich<sup>a)</sup>

<sup>a)</sup>Research Institute of Fire Safety and Emergencies (RIFSE) Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus

\*Corresponding author: kitsak48@yandex.ru

## Применение лазерных и оптоволоконных технологий для повышения эффективности работы современных оптических дымовых пожарных извещателей

The Application of Laser and Fibre-Optic Technologies for the Improvement of the Efficiency of Modern Optical Smoke Detectors

Zastosowanie technologii laserowych i światłowodowych w celu zwiększenia skuteczności pracy nowoczesnych optycznych czujek dymu

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** Целью работы является демонстрация возможности повышения чувствительности, устойчивости к воздействию электромагнитных помех и быстродействия точечных оптических дымовых пожарных извещателей на основе применения лазерных и оптоволоконных технологий.

**Проект и методы:** Для достижения поставленной цели использован метод проектирования, изготовления и исследование функциональных характеристик оптического дымового пожарного извещателя, разработанного с применением лазерного источника излучения и оптоволоконной линии связи с приемником излучения.

**Результаты:** Изготовлен лазерный комбинированный пожарный извещатель, включающий два канала обнаружения дыма (по контролю интенсивностей излучения, рассеянного частицами дыма, и прошедшего через дым без рассеяния) и датчик СО газа. Проведены испытания извещателя по определению его основных параметров функционального назначения и эффективности обнаружения модельных очагов пожара согласно СТБ 16.03-2009.

Минимальное пороговое значение оптической плотности дыма, обнаруживаемого в канале контроля интенсивности рассеянного излучения, равно 0,05 дБ/м.

Минимальное пороговое значение оптической плотности дыма, обнаруживаемого в канале контроля интенсивности излучения, проходящего через дым без рассеяния, составляет 0,9 дБ/м. для контролируемой оптической длины 25 мм.

Минимальная концентрация монооксида углерода, обнаруживаемая датчиком СО газа, равна 40 ppm.

Результаты испытаний лазерного комбинированного пожарного извещателя на эффективность обнаружения модельных очагов пожара свидетельствуют о его повышенной в сравнении с обычным одноканальным точечным дымовым пожарным извещателем чувствительности к различным типам дымов и скорости обнаружения возгораний.

Применение оптоволокна для регистрации излучения прошедшего через дым без рассеяния продемонстрировало возможность разработки точечного дымового пожарного извещателя на одном "линейном" принципе обнаружения дыма с обработкой сигнала в отдаленном от области контроля хорошо экранированном блоке, например, внутри приемо-контрольного прибора (ПКП). Очевидно, что извещатель такого типа будет обладать высокой устойчивостью к воздействию электромагнитных помех благодаря надежному экранированию высокочувствительных элементов электронной схемы обработки сигнала и отсутствию электропроводных линий связи с ПКП.

**Выводы:** Высокие функциональные характеристики извещателя достигнуты благодаря применению лазерного источника, обладающего большой интенсивностью и малой расходимостью излучения. Уникальные свойства лазерного излучения позволили реализовать при разработке извещателя ряд конструктивных и технических решений, обеспечивших существенное повышение чувствительности и скорости обнаружения пожара лазерным пожарным извещателем в сравнении с традиционно используемыми в настоящее время светодиодными дымовыми пожарными извещателями.

**Ключевые слова:** комбинированный пожарный извещатель, точечный дымовой пожарный извещатель, линейный дымовой пожарный извещатель, лазерный источник, оптоволокно, чувствительность

**Вид статьи:** обзорная статья

Принята: 09.02.2018; Рецензирована: 23.03.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Процентное соотношение участия в подготовке статьи: Y.S. Ivanov – 20%; Lushchik A.P. – 20%; Kitsak A.I. – 40%; D.L. Yesipovich – 20%;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BITP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 86–92, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.8;

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/>).



## ABSTRACT

**Objective:** The aim of the study is to demonstrate the possibility of increasing the sensitivity, resistance to electromagnetic interference and response speed of point smoke detectors on the basis of using laser processing and fibre optics technology.

**Project and methods:** In order to achieve the above goal an optical point smoke detector was designed and produced. The detector uses a laser radiation source and fibre-optic communication line with a radiation receiver.

**Results:** The combined laser-based fire alarm device which includes two smoke detection methods (controlling the intensity of radiation scattered by smoke particles and passed through the smoke without scattering) and carbon monoxide detector are produced. The tests of the fire detector to determine its basic functional parameters and the performance of detecting the test fire sources in accordance with standard STB 16.03-2009. The minimum threshold quantity of optical smoke density detected in the control channel of the intensity of scattered radiation is 0.05 dB/m. The minimum threshold quantity of optical smoke density detected in the control channel of the intensity of radiation passing through the smoke without scattering is about 0.9 dB/m for controlled optical length 25 mm. The minimum concentration of carbon monoxide detection by the CO gas detector is 40 ppm. The testing results of combined laser-based fire alarm device on the detection efficiency of the standardised fire source bear record to its hypersensitivity for different types of smoke and a higher speed of detection of fires in comparison with single-channel point smoke detector.

The tests of the combined laser fire detector to determine the efficiency of the fire detection model point to its increased sensitivity to different types of smoke and fire detection speed in comparison with a conventional single-channel point smoke detector.

Using fibre optics for recording radiation getting through smoke without dissipation showed us the possibility of developing a point smoke detector on the linear principle of smoke detection with signal processing at a distance from the controlled zone in a well-screened box, for instance, inside a fire alarm control panel. Obviously, the signaling device will be highly resistant to electromagnetic interference due to the reliable screening of the sensitive elements of the electronic signal processing system and the lack of wiring connected to the fire alarm control panel.

**Conclusions:** The advanced functional characteristics of the fire alarm device are provided thanks to the application of a laser source with a high intensity and a low divergence of radiation. The unique properties of laser radiation in the sensor's structure made it possible to apply a number of design and technical solutions which provided a substantial increase in the sensitivity and fire detection rate of the sensor compared to the currently used traditional LED smoke detectors.

**Keywords:** dual fire sensor, point smoke detector, linear smoke detector, laser source, optical fibre, sensitivity

**Type of article:** review article

---

Received: 09.02.2018; Reviewed: 23.03.2018; Accepted: 10.04.2018;

Percentage contribution: Paweł Strojny – 50%; Agnieszka Strojny – 20%; Weronika Kałwak – 20%; Anna Bańbura – 10%;

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 86–92, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.8;

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

---

## ABSTRAKT

**Cel:** Celem pracy jest przedstawienie możliwości zwiększenia wrażliwości i odporności na interferencje elektromagnetyczne optycznych (punktowych) czujek dymu oraz poprawienia ich szybkości zadziałania poprzez zastosowanie technologii laserowych i światłowodowych.

**Projekt i metody:** W celu osiągnięcia powyższego celu zaprojektowano i wyprodukowano optyczną punktową czujkę dymu wykorzystującą laserowe źródło promieniowania i połączenie światłowodowe z odbiornikiem promieniowania, a także przebadano jej charakterystyki użytkowe.

**Wyniki:** Opracowano laserową czujkę dymu wykorzystującą dwie metody wykrywania dymu (kontrolę intensywności promieniowania rozproszonego cząsteczkami dymu oraz promieniowania przechodzącego przez dym bez rozproszenia) oraz czujnik tlenku węgla (CO). Przeprowadzono badania czujki mające na celu określenie jej podstawowych parametrów użytkowych oraz skuteczność wykrywania testowych źródeł pożaru zgodnie z normą STB 16.03-2009. Minimalna wartość progowa gęstości dymu wykrywana w komorze kontroli intensywności promieniowania rozproszonego wynosi 0,05 dB/m. Z kolei minimalna wartość progowa gęstości dymu w kanale kontroli intensywności promieniowania przechodzącego przez dym bez rozproszenia wynosi 0,9 dB/m przy kontrolowanej odległości 25 mm. Minimalne stężenie tlenku węgla, na które reaguje czujnik tlenku węgla to 40 ppm.

Wyniki badań laserowej „łączonej” czujki pożarowej pod kątem skuteczności wykrywania przez nią testowych źródeł pożaru świadczą o jej zwiększonej wrażliwości na różne rodzaje dymu i szybszym wykrywaniu pożaru, w porównaniu ze standardową jednokanałową punktową czujką dymu.

Zastosowanie światłowodów do rejestracji promieniowania przechodzącego przez dym bez rozproszenia wiązki pokazało, że możliwe jest opracowanie punktowej czujki dymu na jednej „liniowej” zasadzie wykrywania dymu i jednocześnie przetwarzanie sygnału w oddalonym od kontrolowanej strefy osłoniętym bloku, na przykład wewnątrz centrali sygnalizacji pożarowej. Oczywiście, dzięki właściwej osłonie wrażliwych elementów układu elektronicznego przetwarzającego sygnał i rezygnacji z przewodów elektrycznych do połączeń z centralą, czujka tego typu będzie charakteryzowała się wysoką odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne.

**Wnioski:** Wysokie właściwości użytkowe czujki były możliwe do osiągnięcia dzięki zastosowaniu źródła laserowego o wysokiej intensywności i małej dywergencji promieniowania. Unikalne cechy promieniowania laserowego w konstrukcji czujki pozwoliły na zastosowanie wielu rozwiązań konstrukcyjnych i technicznych, które znacznie zwiększyły wrażliwość czujki i szybkość wykrycia pożaru w porównaniu z konwencjonalnymi diodowymi pożarowymi czujkami dymu.

**Słowa kluczowe:** dualna czujka pożarowa, punktową pożarową czujka dymu, liniowa pożarowa czujka dymu, źródło laserowe, światłowód, wrażliwość

**Typ artykułu:** artykuł przeglądowy

---

Przyjęty: 09.02.2018; Zrecenzowany: 23.03.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Procentowy wkład merytoryczny: Paweł Strojny – 50%; Agnieszka Strojny – 20%; Weronika Kałwak – 20%; Anna Bańbura – 10%;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 86–92, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.8;

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

---

## Введение

Эффективность работы современных пожарных аварийно-спасательных служб и автоматических установок пожаротушения определяется техническим уровнем применяемых систем обнаружения и ликвидации пожаров и в первую очередь автоматических средств пожарной сигнализации, основу которых составляют пожарные извещатели.

Основными критериями качества работы пожарных извещателей являются быстродействие, достоверность обнаружения возгорания и помехоустойчивость. Обнаружение пожара на ранней стадии является залогом успеха сохранения жизни людей и имущества при угрозе пожара. Высокая достоверность обнаружения пожара позволяет экономить средства, затрачиваемые на выезды пожарных аварийно-спасательных команд на охраняемый объект при ложных извещениях о пожаре и минимизировать ущерб, наносимый охраняемому имуществу в результате ложного запуска автоматических установок пожаротушения. Под помехоустойчивостью пожарных извещателей понимают их способность функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии случайных электромагнитных полей природного и (или) индустриального характера (грозовые разряды, высокочастотные поля мобильной связи и др.). Воздействие электромагнитных полей на пожарные извещатели может приводить к выдаче ложных извещений о пожаре и даже к полному выводу их из строя.

В настоящее время достигнут заметный прогресс в повышении качества функционирования современных пожарных извещателей. На смену пороговым пожарным извещателям, обнаруживающим возгорание по контролю физических параметров отдельных факторов пожара (дыма, тепла, выделяемых газов), приходят, так называемые, „интеллектуальные“ (мультисенсорные, мультикритериальные) пожарные извещатели [1–2]. Данный класс извещателей обеспечивает максимальную достоверность обнаружения пожара благодаря комплексному анализу в реальном времени состояния контролируемой среды по различным факторам пожара. Новый качественный уровень работы данных извещателей обеспечивается в основном применением эффективных алгоритмов обработки больших массивов регистрируемых данных, позволяющих с высокой вероятностью оценить возникновение пожара или его отсутствие. При этом сохраняются ограничения по скорости обнаружения пожара и устойчивости к воздействию электромагнитных помех, присущие применяемым в мультикритериальных извещателях устройствам, контролирующим состояние среды охраняемого объекта по различным факторам пожара.

Непременным компонентом мультикритериального извещателя является устройство обнаружения дыма – одно из наиболее скоростных средств обнаружения возгорания. Как правило, для этой цели используется традиционный оптический дымовой извещатель с принципом обнаружения дыма, основанным на регистрации излучения, рассеянного его частицами.

Хорошо известны функциональные ограничения данного типа дымового извещателя, а именно низкая чувствительность к «черным» дымам (дымам с низким числом рассеивающих частиц, образующихся при горении пластмасс, некоторых горючих жидкостей и других веществ) и наличие сопротивления заходу дыма в дымовую камеру вследствие ее конструктивных особенностей [3–7]. Данные ограничения приводят к увеличению времени обнаружения возгорания при отсутствии конвективных потоков воздуха и росту числа ложных срабатываний в результате воздействия случайных электромагнитных полей при повышении чувствительности усилительного тракта извещателя для обнаружения «черных» дымов.

Более высокой способностью обнаруживать „черные“ дымы обладают линейные оптические дымовые извещатели [8–9]. Данное свойство обеспечивается применяемым в них принципом обнаружения дыма, основанным на контроле интенсивности излучения, проходящего через дым. При прохождении излучения через дым ослабляется его интенсивность. Это обусловлено как рассеянием части излучения частицами дыма, так и поглощением его. „Черные“ дымы, в которых преобладают поглощающие частицы, заметно ослабляют интенсивность проходящего через них излучения и, таким образом, легко обнаруживаются линейным извещателем на ранней стадии пожара.

Линейные оптические дымовые пожарные извещатели применяются в основном для контроля пожарной обстановки помещений большой площади и с высокими потолками, таких как производственные помещения, холлы вокзалов и магазинов [8–9]. Основной причиной, препятствующей применению их для защиты от пожара помещений небольшой площади, является техническая трудность при традиционно используемой элементной базе достижения на малых протяженностях контролируемой области пространства (сравнимой с поперечными размерами точечного извещателя) высокой чувствительности извещателей к «серым» дымам (тление хлопка, горение древесины), рассеивающее излучение вперед. Под традиционной элементной базой понимается прежде всего светодиодный источник излучения, применяемый как в линейных, так и в точечных извещателях. Высокая расходимость излучения такого источника не позволяет при малом оптическом пути эффективно отделить излучение, рассеянное частицами дыма на малые углы, от нерассеянного излучения. Поэтому большая часть излучения, рассеянного частицами дыма на малые углы, регистрируется приемником извещателя и снижает его чувствительность. В связи с этим многие производители ограничивают область эффективного действия линейных извещателей минимальной протяженностью защищаемого пространства ~6–8 м.

НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси получен патент [11] на оптическую схему дымового пожарного извещателя, с „линейным“ принципом обнаружения дыма, позволяющую эффективно обнаруживать его на малых контролируемых оптических длинах, сравнимых с поперечными размерами современных точечных дымовых пожарных извещателей. Данная схема базируется на применении для контроля

оптической плотности среды лазерного источника излучения.

Лазерные источники излучения вследствие их высокой когерентности обладают высокой плотностью мощности излучения и малой угловой расходимостью. В ряде работ [12–13] обоснована важность данных характеристик для обеспечения высокой чувствительности линейного дымового пожарного излучателя к различным типам дымов на малых контролируемых оптических длинах. Показано, что чувствительность линейного дымового пожарного извещателя при заданных величинах оптической плотности контролируемой среды и ее протяженности пропорциональна плотности мощности (интенсивности) используемого источника излучения. При одинаковой потребляемой мощности интенсивность лазерных источников на порядок выше интенсивности светодиодных источников излучения. Это обстоятельство, а также малая угловая расходимость лазерного излучения позволяют обеспечить дымовым пожарным извещателям на их основе чувствительность к „серым” дымам, сравнимую с чувствительностью точечных дымовых пожарных извещателей, и в то же время иметь повышенную чувствительность к „черным” дымам при одинаковом контролируемом объеме среды.

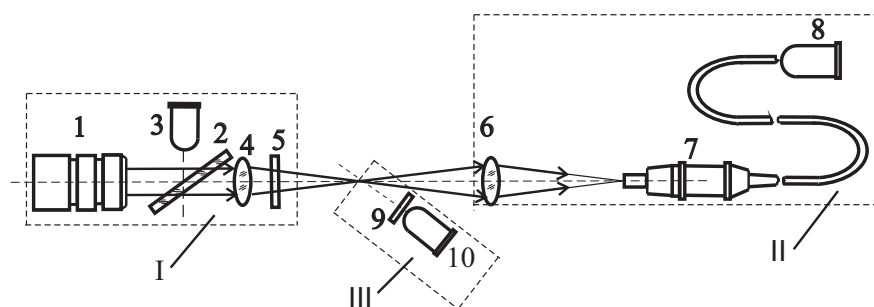
В настоящее время лазерные источники излучения успешно используются в аспирационных дымовых

пожарных извещателях [14] для повышения их чувствительности и в двухволновых пожарных дымовых извещателях [15] дополнительно для предотвращения ложных срабатываний при воздействии частиц не дымового происхождения. В данных извещателях используется традиционный принцип обнаружения дыма (по регистрации излучения, рассеянного его аэрозольными частицами) и дымовая камера для экранирования приемника излучения от попадания на него фоновой засветки.

## Лазерный комбинированный пожарный извещатель

Перспективность применения лазерных источников и оптоволоконных линий связи в средствах пожарной сигнализации демонстрируется высокими быстродействием и достоверностью обнаружения пожара разработанного и изготовленного опытного образца лазерного комбинированного пожарного извещателя на основе двухканального оптического устройства обнаружения дыма (по контролю интенсивности излучения, рассеянного частицами дыма, и контролю интенсивности излучения, прошедшего через дым без рассеяния).

Оптическая схема двухканального устройства обнаружения дыма представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Оптическая схема двухканального устройства обнаружения дыма: I – блок источника (1 – лазер; 2 – прозрачная пластинка; 3 – опорный приемник; 4 – линза; 5 – защитная пластинка); II – блок приема проходящего излучения (6 – собирающая линза; 7 – оптоволокно; 8 – приемник излучения); III – блок приема рассеянного излучения (9 – светофильтр; 10 – приемник)

**Figure 1.** The optical scheme of dual channel fire smoke detector: I – supply unit (1 – laser; 2 – transparent plate; 3 – reference receiver; 4 – lens; 5 – protective plate); II – transmitted radiation reception block (6 – collecting lens; 7 – optical fiber; 8 – radiation receiver); III – scattered radiation reception block (9 – light filter; 10 – receiver)

**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

Схема включает блок источника I и два блока приемников излучения (блок приема проходящего через дым излучения II и блок приема излучения, рассеянного частицами дыма III).

Блок источника состоит из лазера 1, генерирующего излучение с малой угловой расходимостью, прозрачной пластинки 2, отражающей часть излучения на опорный приемник 3, самого опорного приемника 3, линзы 4, фокусирующей излучение лазера в объем дымовой камеры, и защитной пластинки 5.

Блок приемника проходящего излучения включает собирающую линзу 6, формирующую с увеличением, равным 1, изображение пятна фокусировки излучения

источника в плоскости входного торца оптоволоконна 7 и приемника излучения 8 на выходе оптоволоконна.

Блок приемника излучения, рассеянного частицами дыма, состоит из светофильтра 9 и приемника 10.

Блок источника совместно с блоком регистрации проходящего через дым излучения составляют собственно оптическую схему линейного дымового извещателя. Блок источника совместно с блоком регистрации рассеянного частицами дыма излучения формируют оптическую схему традиционного точечного дымового извещателя.

Принцип работы извещателя согласно представленной оптической схеме состоит в следующем. Излучение

лазерного источника 1 направляется на прозрачную пластинку 2 и фокусирующий элемент, в качестве которого используется, например, положительная линза 4. Часть излучения, отраженная пластинкой, регистрируется опорным приемником 3, контролирующим мощность исходного излучения лазера. Излучение, прошедшее через пластинку, попадает на линзу 4, которая формирует пятно фокусировки в области захода дыма в извещатель. Линза 6 модуля приемника проходящего излучения формирует изображение данного пятна на входном торце оптоволокну 7 в масштабе  $\sim 1:1$ . Излучение переносится по оптоволокну к сигнальному приемнику 8.

В отсутствие дыма излучение лазерного источника попадает только на опорный приемник 3 и сигнальный приемник 8, расположенный на выходе оптоволокну. Диаметр сердцевины оптоволокну 7 подбирается примерно равным или меньше диаметра пятна фокусировки, сформированного линзой 6 в отсутствие дыма. По сигналам, формируемым опорным и сигнальным приемниками, осуществляются контроль интенсивности излучения источника и корректировка чувствительности приемной схемы электронного блока регистрации проходящего излучения при уменьшении интенсивности излучения лазера.

При появлении дыма часть излучения источника из области фокусировки рассеивается частицами дыма в сторону линзы 6 и приемника излучения 10. Линза 6 формирует в плоскости входного торца оптоволокну 7 изображение пятна фокусировки как в проходящих, так и в рассеянных лучах. Основная часть рассеянного частицами дыма излучения распространяется под большими углами к оси источника излучения и не попадает в световодный канал оптоволокну. По оптоволокну распространяется и регистрируется на его выходе приемником 8 в основном не рассеянное дымом излучение. Интенсивность этого излучения

уменьшается с увеличением плотности дыма. При достижении определенной скорости падения сигнала на выходе приемника 8 и постоянстве сигнала на выходе приемника 3 появляется сигнал «Тревога» в виде определенного состояния логического устройства.

Приемник 10 регистрирует только рассеянное частицами дыма излучение. Его интенсивность растет с увеличением плотности дыма. При достижении определенной скорости изменения сигнала на выходе приемника 10, а также постоянстве сигнала на выходе приемника 3 формируется также сигнал «Тревога».

Если одновременно происходит падение с заданной скоростью сигнала в канале регистрации проходящего через дым излучения и рост с определенной скоростью сигнала в канале регистрации рассеянного излучения, появляется сообщение «Пожар». Данное состояние индицируется характерным для пожарных извещателей световым сигналом. Кроме того, выдается сообщение во внешние цепи.

Для исключения ложного срабатывания устройства при воздействии частиц не дымового происхождения работа его сопрягается с реакцией на состояние среды датчика СО газа. Как известно, газ СО выделяется при горении большинства веществ. Процедура принятия решения о выдаче сигнала «Пожар» при этом изменяется. Устройство выдает сообщение «Пожар» только тогда, когда одновременно с сигналом «Тревога» по одному из дымовых каналов регистрируется появление СО в концентрации, превышающей уровень 40 ppm.

Применение логической схемы «И» для формирования сигнала «ПОЖАР» в опытном образце лазерного комбинированного пожарного извещателя уменьшает число ложных срабатываний по каждому из каналов обнаружения возгорания и повышает надежность обнаружения возгорания.

Общий вид опытного образца комбинированного пожарного извещателя представлен на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Общий вид опытного образца комбинированного пожарного извещателя

**Figure 2.** The general form of the prototype of the combined fire detector

**Источник:** Собственная разработка.

**Source:** Own elaboration.

## Результаты испытаний

Испытания изготовленного лазерного комбинированного пожарного извещателя включали определение

его основных параметров функционального назначения и оценку эффективности обнаружения пожара при натурных испытаниях согласно СТБ 16.03-2009 по 5 типам тестовых очагов пожара.

Минимальное пороговое значение оптической плотности дыма, обнаруживаемого в канале регистрации рассеянного излучения, составляет 0,05 дБ/м.

Минимальное пороговое значение оптической плотности дыма, обнаруживаемого в канале регистрации проходящего через дым излучения,  $\approx 0,9$  дБ/м.

Минимальная концентрация CO, обнаруживаемая датчиком CO, равна  $\approx 40$  ppm.

Испытания лазерного комбинированного пожарного извещателя на эффективность обнаружения тестовых очагов пожара проводились одновременно с аналогичными испытаниями обычного одноканального точечного дымового извещателя с примерно таким же значением пороговой чувствительности по каналу контроля рассеянного излучения.

Результаты испытаний сведены в таблицу.

**Таблица 1.** Результаты испытаний пожарных извещателей на эффективность обнаружения тестовых очагов пожара

**Table 1.** Test results of smoke detectors on the effectiveness of seats of fire detection

| Тип тестового пожара /<br>Type of test fire | Время обнаружения пожара<br>одноканальным дымовым<br>извещателем, [с] /<br>Fire detection time by optical<br>smoke detector, [s] | Время обнаружения пожара каналами комбинированного извещателя, [с] / Fire detection time by the channels of combined detector, [s] |                                                             |                                                         | Время обнаружения<br>пожара комбинирован-<br>ным извещателем, [с]<br>/ Fire detection time by<br>combined detector, [s] |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             |                                                                                                                                  | Канал рассеянного излучения /<br>Scattered radiation channel                                                                       | Канал проходящего излучения / Transmitted radiation channel | Канал регистрации CO газа / Registration CO gas channel |                                                                                                                         |
| ТП-1                                        | 355                                                                                                                              | 180                                                                                                                                | —*                                                          | 205                                                     | 226                                                                                                                     |
| ТП-2                                        | 1115                                                                                                                             | 1120                                                                                                                               | —*                                                          | 1138                                                    | 1156                                                                                                                    |
| ТП-3                                        | 136                                                                                                                              | 60                                                                                                                                 | —*                                                          | 70                                                      | 70                                                                                                                      |
| ТП-4                                        | 89                                                                                                                               | 65                                                                                                                                 | —*                                                          | 75                                                      | 77                                                                                                                      |
| ТП-5                                        | не обнаружен<br>not detection                                                                                                    | —*                                                                                                                                 | 150                                                         | 220                                                     | 230                                                                                                                     |

—\* Время обнаружения дыма больше времени его обнаружения альтернативным каналом / Smoke detection time longer than its detection by an alternate channel.

Из полученных результатов следует, что все тестовые очаги пожара за исключением тестового очага ТП-2, были обнаружены комбинированным лазерным извещателем быстрее классического оптического дымового пожарного извещателя. Задержку в обнаружении тестового очага пожара ТП-2 можно объяснить более низким (чем в обычном извещателе) расположением относительно потолка дымозахода комбинированного извещателя. Это обстоятельство, очевидно, повлияло на скорость захода данного типа дыма в зону контроля извещателя. Конструкция опытного образца извещателя по данным испытаний может быть оптимизирована.

## Выводы

Результаты тестовых испытаний изготовленного опытного образца лазерного комбинированного пожарного извещателя, как следует из данных, приведенных в таблице, свидетельствуют о его повышенной в сравнении с обычным одноканальным точечным дымовым извещателем чувствительностью к «черному» дыму и высокой скорости обнаружения пожара.

Высокие функциональные характеристики извещателя достигнуты благодаря применению лазерного источника, обладающего большой интенсивностью и малой расходимостью излучения. Уникальные характеристики лазерного излучения позволили реализовать при разработке извещателя ряд конструктивных и технических решений, обеспечивших существенные обнаружительные преимущества

лазерных пожарных извещателей в сравнении с традиционно используемыми в настоящее время светодиодными дымовыми пожарными извещателями.

К ним относятся:

- реализация в извещателе принципа обнаружения дыма по изменению интенсивности проходящего через него излучения вследствие как рассеяния, так и поглощения излучения частицами дыма, позволяющего повысить чувствительность извещателя к «черным» дымам;
- расположение приемника рассеянного излучения под малым углом к направлению свечения лазера (благодаря малой расходимости лазерного излучения) для эффективного обнаружения «серых» дымов, частицы которых рассеивают излучение в основном вперед;
- создание конструкции оптического устройства обнаружения дыма без традиционной дымовой камеры, обеспечивающей беспрепятственный заход дыма в зону контроля и сокращение времени обнаружения пожара;
- применение оптоволокна для угловой фильтрации рассеянного частицами дыма излучения и его передаче на приемник излучения.

## Перспективы

Применение лазерного источника излучения позволяет существенно расширить возможности современных



пожарных извещателей. В частности, перейти в точечных дымовых пожарных извещателях на „линейный” принцип обнаружения дыма, обеспечивающий высокую чувствительность и скорость обнаружения возгорания. Использование оптоволоконна в таком извещателе позволит проводить обработку сигнала не в самом извещателе, как это происходит в настоящее время, а за его пределами, в хорошо экранированном модуле. Эти особенности создают предпосылки для создания высокочувствительного и устойчивого к воздействию электромагнитных помех оптоволоконного пожарного извещателя. На его базе возможно формирование помехоустойчивых систем пожарной сигнализации (СПС) с оптоволоконными линиями связи [16], актуальными в условиях всевозрастающего применения бытовых источников электромагнитных помех и в чрезвычайных ситуациях при направленном воздействии электромагнитным излучением. Такие СПС более устойчивы к воздействию электромагнитных помех чем, например, предлагаемые в работе [17] с передачей извещений о пожаре по беспроводным (радиоканальным) линиям связи

Другим перспективным направлением, открывающимся при использовании лазерных источников излучения в дымовых устройствах обнаружения пожара, является разработка так называемых «интеллектуальных» пожарных извещателей, способных не только достоверно обнаружить очаг возгорания, но и определить природу возгорания (какой вероятный материал или вещество горит). Эта возможность основана на том, что дымы различного происхождения имеют характерные диаграммы рассеяния излучения. Осуществляя регистрацию рассеянного излучения приемниками с малыми угловыми диаграммами направленности, расположенными под различными углами к направлению распространения лазерного пучка, можно по анализу интенсивности регистрируемого рассеянного частицами дыма излучения определить его угловое распределение. Сопоставляя это распределение с угловыми распределениями рассеянных излучений, характерными для дымов тестовых очагов пожара, применяемых для оценки чувствительности дымовых извещателей, можно определить вид горящего вещества.

## Литература

- [1] Pfister G., *Multisensor/Multicriteria Fire Detector: A New Trend Rapidly Becomes State of the Art*, "Fire Technology" 1997, 33(2), 115–133.
- [2] Zdor V.A., *Mul'tikriterial'nyye pozharnyye izveshchateli. Perspektivy primeneniya*, "Pozharnaya bezopasnost'" 2015, 2, 113–118.
- [3] Zaitsev A.V., *Chuvstvitel'nost' pozharnykh izveshchateley k razlichnym tipam dyma, pyli, para, aerolyam. Chast' 1*, "Algoritm bezopasnosti" 2012, 3, 17–19.
- [4] Zaitsev A.V., *Chuvstvitel'nost' pozharnykh izveshchateley k razlichnym tipam dyma, pyli, para, aerolyam. Chast' 2*, "Algoritm bezopasnosti" 2012, 4, 34–39.
- [5] Sebestov D.A., *Dymovoy? Teplovoy? Kombinirovanny? Problema vybora tipa pozharnogo izveshchatela dlya vashego ob'yekta*, "Algoritm bezopasnosti" 2005, 5, 5057.
- [6] Muschinsky V.A., *Sovershenstvovaniye tekhnicheskikh parametrov pozharnykh izveshchateley*, "Pozharnaya bezopasnost'" 2015, 3, 123–126.
- [7] Poroshin A.A., Starshinov B.P., Surkov S.A., Filaretov M.B., *Sovershenstvovaniye normativnogo proyektirovaniya sistem pozharnoy signalizatsii*, "Pozharnaya bezopasnost'" 2015, 3, 114–123.
- [8] Neplokhov I.G., *Lineynyye dymovyye pozharnyye izveshchateli*, "Grani bezopasnosti" 2006, 33, 42–46.
- [9] Neplokhov I.G., *Razvitiye dymovykh izveshchateley*, "Grani bezopasnosti" 2008, 53, 25–26.
- [10] Spiridenko A., *Odin ili dva? Vybor za Vami ... IPDL-A-1/4R – izveshchatel' pozharnyy lineynyy odnopozitsionnyy*, "Algoritm bezopasnosti" 2008, 6, 12–13.
- [11] Kitsak A.I., Lushchik A.P., Esipovich D.L., Gamezo A.M., *Izveshchatel' pozharnyy opticheskiy dymovoy*, Patent BY 9045 na poleznuyu model' 2012.
- [12] Kitsak A.I., Lushchik A.P., Esipovich D.L., Kaval'chuk I.V., *Improvement in the Operating Effectiveness of Modern Point Smoke Detectors*, BiTP Vol. 36 Issue 4, 2014, pp. 125–130.
- [13] Kitsak A.I., *Dvukhkanal'nyy opticheskiy dymovoy izveshchatel'*, "Doklady BGUIR" 2014, 6 (84), 101–103.
- [14] Neplokhov I.G., *Aspiratsionnyye izveshchateli: klassifikatsiya i kharakteristiki*, "Sistemy bezopasnosti" 2007, 1, 92–98.
- [15] Neplokhov I.G., *Dvukhdiapazonnyy dymovoy pozharnyy izveshchatel'*, "Sistemy bezopasnosti" 2008, 3, 186–190.
- [16] Kitsak A.I., Polykov B.E., Esipovich D.L., *Fire Detector System With Increased Electromagnetic Hindrances Resistance*, BiTP Vol. 22 Issue 2, 2011, pp. 71–74.
- [17] Makarov S.B., *Ustoychivost' sistemy pozharnoy signalizatsii k elektromagnitnym pomekham*, "Sistemy bezopasnosti" 2009, 2, 170–172.

**КАНДИДАТ ТЕХ. НАУК** – полковник внутренней службы, Первый заместитель начальника НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси. Область интересов: пожарная и промышленная безопасность, защита в ЧС.

**ЛУЩИК АНАТОЛИЙ ПЕТРОВИЧ** – полковник внутренней службы, начальник Центра испытаний НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси. Область интересов: теплофизика, термодинамика, автоматизация систем противопожарной защиты.

**КАНДИДАТ ФИЗ.-МАТ. НАУК** – ведущий научный сотрудник отдела исследований автоматических средств обнаружения и ликвидации чрезвычайных ситуаций НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси. Область интересов: физическая оптика, лазерная физика, когерентная и нелинейная оптика, радиофизика, теплофизика.

**ЕСИПОВИЧ ДМИТРИЙ ЛЕОНИДОВИЧ** – подполковник внутренней службы, начальник отдела организации обеспечения испытаний НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси. Область интересов: пожарная автоматика, цифровая обработка сигналов.



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](mailto:cnbop@cnbop.pl) | [www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl)

Szymon Ptak, Ph.D. Eng.<sup>a)\*</sup><sup>a)</sup>Main School of Fire Service, Power Engineering Department\*Corresponding author: [sptak@sgsp.edu.pl](mailto:sptak@sgsp.edu.pl)

## A New Concept of Electrical-Equipment Explosion Protection Utilising Pressurised Enclosures and Stationary Nitrogen Installations

Nowa koncepcja ochrony przeciwwybuchowej urządzenia wykorzystująca osłonę nadciśnieniową oraz stacjonarną instalację azotu

Новая концепция защиты устройства от взрыва, использующая защиту для высокого давления и стационарной установки с азотом

### ABSTRACT

**Aim:** In the engineering practice, explosion protection is provided through the following steps: the elimination of the flammable material, the explosive atmosphere and the source of ignition. Another step is to limit the impact of the potential explosion. Electrical equipment might constitute the source of ignition for mixtures of flammable substances with air. The aim of the article is to present a new type of electrical equipment protection. According to the current technical standards, Ex p equipment is defined either as an enclosure with a constant static overpressure inside or purged enclosures with the use of clean air not containing flammable substances that could generate a hazardous atmosphere. This type of protection usually requires regular maintenance, complicated venting and/or frequent control of correct operation.

**Project and methods:** Electrical equipment designed to work in hazardous areas is designed with various types of protection ensuring safety in the case of a hazardous atmosphere created near the device. In order to present the concept of the new protection type, current technical standards were analysed to gather technical prerequisites. The Solid Edge environment was used to create 3D models of control and indicating equipment (CIE). The diagram presenting the concept of the whole device was also created. The aim of the project was to present the concept of the new mixed-type pressurised equipment.

**Results:** The design of the device proves that it is possible to create a new type of explosion protection of electrical equipment which has not been described in current technical standards. The concept assumes the use of stationary compressed nitrogen installations present in many factories. The installation will maintain a constant positive pressure inside the enclosure. It is also feasible to use portable inert gas tanks, which will require additional means of protection. The proposed design was checked against the set requirements. For the designed equipment, ready formulae were used to determine screw tightening torques in order to activate the device after exceeding specific parameters, such as the gas flow rate.

**Conclusions:** The current technical standards give space for designing a new type of electrical equipment protection. The article describes the outcomes of the research and project work conducted to visualise the concept. These types of equipment protection can be certified for all working conditions, which increases their applicability potential.

**Keywords:** ex equipment, electrical devices, explosion protection, pressurised enclosure

**Type of article:** original scientific article

Received: 30.11.2017; Reviewed: 14.01.2018; Accepted: 10.04.2018;

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 94–100, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.9;

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

### ABSTRAKT

**Cel:** W praktyce inżynierskiej ochrona przed wybuchem polega na eliminacji materiału palnego, atmosfery wybuchowej oraz źródła zapłonu. Kolejnym krokiem jest ograniczenie możliwych skutków wybuchu. Potencjalnym źródłem zapłonu mieszaniny powietrza z materiałem palnym są urządzenia elektryczne. Celem artykułu jest zaprezentowanie nowej koncepcji budowy przeciwwybuchowej tego typu urządzeń. Obowiązujące normy opisują urządzenia Ex p jako utrzymujące stałe nadciśnienie wewnątrz obudowy lub jako wentylowane powietrzem niezanieczyszczonym gazami palnymi. Zapewnienie ochrony przeciwwybuchowej urządzeń tego typu jest jednak problematyczne, ponieważ wymaga skomplikowanego układu instalacji wentylacyjnej, a także częstej kontroli pracy.

**Projekt i metody:** Urządzenia elektryczne przeznaczone do użytkowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem konstruowane są z wykorzystaniem różnego rodzaju założeń bezpieczeństwa na wypadek wystąpienia atmosfery wybuchowej. W celu przedstawienia nowej koncepcji ochrony przeciwwybuchowej dokonano analizy obowiązujących norm oraz określono zbiór założeń projektowych. Wykorzystano środowisko Solid Edge do stworzenia

modeli 3D urządzeń kontrolnych i sterujących. Następnie opisano schemat blokowy najistotniejszych części urządzenia. Celem prac projektowych było zaprezentowanie nowej mieszanej koncepcji budowy przeciwwybuchowej urządzeń elektrycznych, którą nazwano roboczo Ex pN.

**Wyniki:** Zaprojektowane rozwiązanie dowodzi, że możliwe jest stworzenie nowej budowy przeciwwybuchowej urządzeń, nieopisanie w normach. Wykorzystuje ona stacjonarne instalacje ze sprężonym azotem obecne w wielu zakładach produkcyjnych. Utrzymują one stałe nadciśnienie gazu inertnego wewnątrz obudowy urządzenia. Możliwe jest także wykorzystanie przenośnych zbiorników z gazem obojętnym, które wymaga jednak zastosowania dodatkowych środków bezpieczeństwa. Proponowane rozwiązania sprawdzono pod względem postawionych założeń projektowych. Dla zaprojektowanych urządzeń podano gotowe wzory do wyznaczenia momentów siły, jaką należy przyłożyć do śrub regulacyjnych, aby uruchomienie nastąpiło po przekroczeniu określonego parametru pracy urządzenia, np. prędkości przepływu gazu.

**Wnioski:** Aktualne normy techniczne pozwalają na projektowanie urządzeń elektrycznych w wykonaniu przeciwwybuchowym. Urządzenia tego typu mogą być certyfikowane do uniwersalnych zastosowań, co podnosi ich potencjał aplikacyjny. W artykule zaprezentowano także koncepcję dalszych badań.

Przyjęty: 30.11.2017; Zrecenzowany: 14.01.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 94–100, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.9;

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

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** В инженерной практике защита от взрыва заключается в устранении горючего материала, взрывоопасной атмосферы и источника воспламенения. Следующий шаг – ограничить возможные последствия взрыва. Потенциальным источником воспламенения воздушной смеси с горючим материалом являются электрические устройства. Цель статьи – представить новую концепцию взрывобезопасного строения этого типа устройств. Действующие стандарты описывают устройства Ex p, как такие, которые поддерживают постоянное высокое давление внутри корпуса или как устройства, вентилируемые воздухом, не содержащим легко воспламеняющихся газов. Однако, обеспечение защиты от взрыва этого типа устройств является проблематичным, так как для этого требуется сложная система вентиляции, а также частый контроль работы.

**Проект и методы:** Электрические устройства, предназначенные для использования в потенциально взрывоопасных средах, конструируются с использованием различных концепций безопасности в случае появления взрывоопасной атмосферы. Чтобы представить новую концепцию взрывозащиты, были проанализированы существующие стандарты и определен ряд предположений для данного проекта. Среда Solid Edge использовалась для создания трехмерных моделей устройств контроля и управления. Далее описывается блок-схема наиболее важных частей устройства. Цель работы над проектом – представить новую смешанную взрывозащиту электрических устройств, которую называли Ex pN.

**Результаты:** Разработанное решение доказывает, что можно создать новую взрывозащищенную конструкцию устройства, не описанную в стандартах. Она использует стационарные установки со сжатым азотом, присутствующими на многих производственных предприятиях. Они поддерживают постоянное высокое давление инертного газа внутри корпуса устройства. Возможно также использование переносных емкостей инертного газа, которые, однако, требуют дополнительных мер безопасности. Предлагаемые решения были проверены с точки зрения заложенных предположений для данного проекта. Для уже разработанных устройств были приведены готовые формулы с определением момента силы, которую должны применять к регулировочным болтам, так чтобы запуск происходил после превышения для определения параметра работы устройства, например скорости потока газа.

**Выводы:** Действующие технические стандарты позволяют разработать взрывозащищенное электрооборудование. Устройства этого типа могут быть сертифицированы для универсального использования, что увеличивает их потенциал применения. В статье также представлена концепция дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** proszę uzupełnić

**Вид статьи:** оригинальная научная статья

Принята: 30.11.2017; Рецензирована: 14.01.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 94–100, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.9;

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/>).

## Introduction

The production process of many goods is inseparably associated with flammable substances in the form of gas, vapour and dust. The most typical processes in which the explosion hazard should be taken into account are plastics production, equipment painting, printing, refinement, electronic components production and chemical compounds synthesis. On the other hand, all processes in which flammable solid materials are processed should be connected with the probability of explosive dust-air cloud formation. Ensuring the appropriate level of explosion safety through risk analysis is therefore the responsibility of

the company owner [1], who in fact makes the workplace available to employees.

Most of the described examples – technological processes – would not be possible without the use of various electrical devices. According to the state of the art, there are 13 potential ignition sources [2] to be recognised and analysed during explosion risk assessment. The majority is connected with the use of electrical devices. In typical industrial applications the following are of pivotal importance:

**Electrical devices** – the energy stored within the electrical circuit of a device, if discharged instantaneously, might lead to the ignition of a hazardous atmosphere.

**Surface temperature** – if the hot surface temperature exceeds the ignition temperature of a particular substance, it may cause ignition. In the case of gases and vapours, it is known as the Zeldovich Mechanism and has been well described in the literature, e.g. [3]. In terms of combustible dusts, firstly the thermal decomposition will take place and, subsequently, the ignition of the material.

**Static electricity** – all physical objects have certain capacitance, which is not necessarily easy to equalise by grounding connections, e.g. in the case of non-conductive materials. The electric charge may become an effective source of ignition.

**Mechanical sparks** – if the device consists of rotating parts, in some specific conditions mechanical sparks may be created. They usually carry a sufficient quantity of energy to cause the ignition of a hazardous atmosphere. In general, mechanical sparks are generated during the collision of two bodies.

After the introduction of electrical devices into the mines, the first research about the explosion protection was carried out, resulting in the technical standard issued by the VDE (ger. *Verband Deutscher Elektrotechniker*) in 1912. The flameproof protection of electrical motors was described for the first time. After decades of technological development, there are plenty of possible ways to ensure the explosion safety of the equipment. Most important are the following:

**Flameproof protection (Ex d)** – if the explosion is induced inside the enclosure, the appropriate geometry of the enclosure joint will prevent the flame to propagate to the exterior of the device [4].

**Increased safety (Ex e)** – electric arcs and mechanical sparks generation during the normal operation of the equipment are controlled, as well as the maximum surface temperature [5].

**Intrinsic safety (Ex i)** – the energy stored within the electrical circuit is limited to a safe level; in the case of a failure, the discharged energy would be too low to cause the ignition of a hazardous atmosphere [6].

**Encapsulation (Ex m)** – the electrical circuit is encapsulated by the thermosetting polymer, which will prevent the physical contact between the ambient (hazardous) atmosphere and the potential source of ignition within the circuit [7]. A similar concept with a different immersion medium was used in powder filling enclosures (Ex q) [8] and oil immersion (Ex o) [9].

**Pressurisation (Ex p)** – overpressure in the enclosure is created to prevent the ambient atmosphere from the housed electrical equipment [10]. It is also possible to maintain a positive pressure in the compartment, where the equipment was located [11].

There are two solutions distinguished in the standard describing the protection by the increase of the pressure inside the enclosure. In the first one, a static overpressure is created and maintained inside the hermetically sealed enclosure. The second one describes technical requirements for the devices that are purged constantly with clean gas, which can be atmospheric air, if the absence of flammable substances is assured. This type of protection is commonly used around the world. There are many international standards, tailor-made for the legislation of particular countries. The requirements of these standards are similar, which was described in [12]. There are three categories of pressurised and purged equipment making it possible

to decrease the required EPL: Ex pz – from ‘c’ to non-hazardous; Ex py – from ‘b’ to ‘c’; Ex px – from ‘b’ to non-hazardous.

One of the most commonly used electrical device in the industry is electrical motor. Usually Ex d (flameproof protection), often connected with Ex e (increased safety) types of protection are used to achieve an acceptable level of safety. In the petrochemical industry, Ex p (pressurised) equipment is commonly used. The state of the art will provide the designers with empirical data concerning the optimal minimum overpressure, purging times, as well as the typical temperature rise of the windings and the motor body [13].

Pressurised equipment does not necessarily need to be stationary. There are some implementations in which the device is equipped with a portable gas tank, ensuring appropriate overpressure inside the enclosure even in the case of intermediate leakage. The example might be the mobile robot, designed to detect the presence of toxic and flammable gases in the coal mine [14].

The aim of this article is to present the concept of a mixed type of Ex p equipment, in which a static overpressure will be created inside the enclosure. A connection to the nitrogen installation, commonly used in many factories, will enable the automatic control of pressure inside the enclosure. It will constitute the cooling medium in the case of enclosure rupture as well. The use of portable gas tanks is also possible.

## Methods

The aim of the presented research has been to create a concept for mixed-type pressurised equipment which has not been described directly either in standard [10] nor [11]. However, technical requirements are fulfilled by the proposed solution. An example of control and indicating equipment was designed to visualise the proposed concept, and the principle of operation was described with the use of physical relationships.

Among the most crucial technical requirements, the following should be mentioned:

- The enclosure should be filled by the gas that will not contain flammable components.
- The piping system and wires should be inserted inside the enclosure with the use of ducts of a specific flame resistance, not less than V-0 [15].
- The equipment within the enclosure should have a source of energy separate from the common electric wiring.
- The enclosure should be equipped with a pressure sensor, protecting from an overpressure drop below 50 Pa. The high pressure side of the sensor should not be covered from the inner atmosphere (e.g. by filter, valve).
- The purged enclosure should be protected from the loss of the gas flow.
- The enclosure should be hermetically sealed.
- The protective gas supply should maintain a positive pressure.
- The minimum IP code of the enclosure should be IP4X.
- The enclosure should be resistant to mechanical impact.



- Any hot surfaces inside the enclosure should be cooled down before the enclosure is opened.
- The position of the inlet and outlet of purge gas should depend on its relative density.
- If vents are provided, the spark and solid particle barrier must be present.
- It must be possible to check the operation of the control and indicating equipment.
- Appropriate marking should be placed on the enclosure (e.g. about the overpressure inside the enclosure).
- The redundancy of the automatic safety devices is necessary.
- The equipment should not be energised before the concentration of flammable gas drops down below the 25% of the limiting value.
- The volume of the enclosure should be purged at least five times before the equipment will be energised.

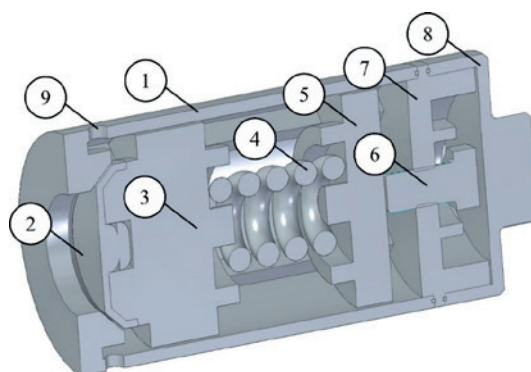
To visualise the potential of the proposed solution, the example of automatic safety devices was created. The Solid Edge ST9 environment was used for this purpose. The design was adjusted and cross-checked against the requirements given above.

## Outcomes

The main concept of Ex p equipment is to maintain a positive pressure inside the enclosure of the electrical device. It will prevent the penetration of a hazardous atmosphere which might be created outside the device. The presented concept is based on the assumption to maintain a static overpressure inside the enclosure and to use the stationary nitrogen installation not for purging but to avoid pressure drop down in a hermetically sealed housing.

As described before, the device must fulfill some requirements. The examples of CIE (control and indicating equipment) were therefore designed to visualise the concept. To prove the implementation potential, they are based on the existing solutions. As the whole enclosure may be subject to an EU-type examination, within certain limits, the concept is universal.

The first element ensuring the sufficient level of safety is the pressure relief valve. Its role is to prevent an excessive increase of pressure inside the enclosure. The designed application was shown below.



**Figure 1.** The cross-section of the pressure relief valve 3D model

Source: Own elaboration.

The body (1) is attached to the enclosure, so the inert gas exerts pressure on the valve stem (3). The tightness is ensured by the conical cup seal (2). The set up override pressure is kept by the spring (4) held in an auxiliary position by the seat (5). The calibration of the spring is ensured by the set screw (6) supported by the cup (7). The last part is the cover (8). If the pressure inside the housing increases above the threshold, the gas will flow through the openings (9). The set screw (as well as the cup) should have a trapezoidal buttress thread, which handles high axial thrust, but only in one direction. The spring should work within the limits of its own linear characteristics, i.e. within the applicability of the Hook's Law. By neglecting the friction between the valve stem, the cup and the body, and between the valve stem and the set screw, the tightening torque can be calculated on the basis of the following formula:

$$M = \frac{pA}{2} (d_2 \tan(\gamma + \rho') + D_N \mu_N) \quad (1)$$

where:  $M$  – screw tightening torque [Nm];  $p$  – overpressure inside the enclosure [Pa];  $A$  – the surface area of the valve stem [m<sup>2</sup>];  $d_2$  – equivalent diameter of the set screw [m];  $\gamma$  – lead

angle of the set screw thread [°];  $\rho'$  – apparent friction angle of the set screw thread [°];  $D_N$  – nominal diameter of the cup thread [m];  $\mu_N$  – coefficient of the friction between the set screw and the cup threaded hole [-].

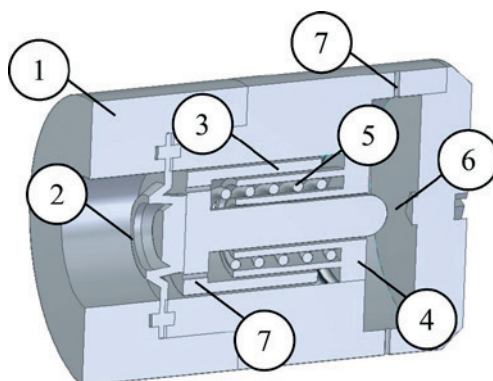
The initial stress generated by the spring will be balanced by the pressure inside the enclosure according to the following formula:

$$pA = kx \quad (2)$$

where:  $k$  – spring constant [N/m];  $x$  – displacement of the spring [m].

The screw tightening torque reflects the given balance condition. When the relief pressure valve opens, the pressure on both sides of the valve stem will equalise. The tension created by the spring will cause the valve to close again. As soon as the atmospheric pressure is restored inside the valve (providing the pressure inside the enclosure is still too high), it will open again, which will cause the oscillation of the valve stem, well known in similar designs.

The second device was designed to prevent the pressure drop-down inside the enclosure. The cross-section of the 3D model was shown below.



**Figure 2.** The cross-section of the pressure sensor 3D model

Source: Own elaboration.

The left side of the body (1) (high-pressure side) is attached to the enclosure. The inner atmosphere exerts pressure on the membrane (2). The force is created resulting in the valve stem (3) movement. It is at the same moment the cup for the spring (5). The other side of the spring is kept in its position by the spring nest (4). The contacts (6) create the electrical signal (electrical connections were not shown on the model). The outer atmosphere exerts pressure on the low-pressure side of the device thanks to special holes (7). As the inner part of the device should be protected from the hazardous atmosphere, it should be connected by the pipe with a highly elastic membrane (not shown on the model).

The pressure threshold can be designed in many ways, i.e.: by selecting the spring of a certain spring constant, by a certain length of the contact, by selecting the thickness of the membrane, which affects its susceptibility to displacement caused by the exerted pressure. The calibration is conducted by screwing the spring nest to the appropriate position (4). The spring nest and the body should have a trapezoidal buttress thread (self-locking thread).

In this case, the balance equation will be as follows:

$$pA = (k - k_1)x \quad (3)$$

where:  $k_1$  – constant factor characteristic of the membrane [N/m].

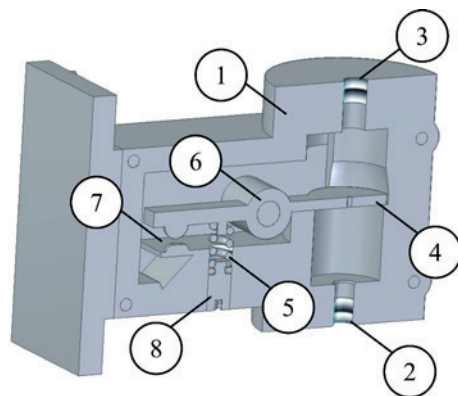
It should be noted that the membrane can be anisotropic. However, the appropriate shape of the membrane might cause this property to be negligible. By using the above mentioned balance formula

(spring nest displacement  $x$  is known this time), the same formula (1) can be used to determine the spring nest's tightening torque.

Low voltage should be used to energise the circuit. As the potential hazardous atmosphere is separated from the contacts, and the other parts of it are immersed by the inert gas, there is no need to ensure intrinsic safety. However, low voltage will decrease the possibility of electric arc creation during the contacts divergence. Moreover, if the decrease of the inner pressure is slow, the contacts divergence will also proceed slowly, which might cause the increase of contact resistance. To achieve a higher sensitivity of the sensor, the current can be monitored. In the case of a sudden pressure drop-down, the contacts will open immediately, and the sensor will generate the signal.

The pressure sensor may also be used to react when the pressure inside the enclosure exceeds the safe value. The generated signal can be used to stop the gas flow and to de-energise the protected device.

The device should also be equipped with a flow-rate sensor. In the case of an enclosure rupture, the inner pressure will drop down. The inert gas installation will keep the pressure at the desired level. However, in some specific conditions, the pressure sensor will be held in its initial position, not generating the signal for the switch to deactivate the device. In that situation, the flow-rate sensor will generate the signal. The cross-section of the sensor 3D model was shown below.



**Figure 3.** The cross-section of the flow-rate sensor 3D model

Source: Own elaboration.

The body (1) has two openings: inlet (2) and outlet (3). The chamber is closed by the valve (4). The flow of the inert gas will exert pressure on the valve (4). The contact (7) will be closed if the pressure is high enough to overcome the force created by the spring (5). The force generated by the spring can be regulated by the use of the set screw (8).

There is a number of possibilities to design the desired flow rate causing the contacts to be closed, i.e. the diameter of the centric hole in the valve (4); the position of the hinge (6), the modification of the moment of force created; the characteristics of the spring (5). During the operation, the set screw (8) should be used for the purpose of sensor calibration. The self-locking thread should also be applied here.

In the case of the flow-rate sensor, the determination of the set screw tightening torque is more complicated. First, the moment of the force balance formula should be analysed.

$$aQ_s = bQ_f \quad (4)$$

where:  $a$  – distance between the hinge and the spring nest placed on the valve [m];  $Q_s$  – force to be created by the spring [N];  $b$  – distance between the hinge and the centre of the valve disk (imaginary position of force  $Q_f$  vector) [m];  $Q_f$  – imaginary force (created by the pressure) vector [N].

To find the relationship between the flow rate and force exerted by the differential pressure on both sides of the valve, flow continuity equation (5) and energy equation (6) must be presented, assuming the gas is compressible. The subscript value '1' is used to describe the inlet-side parameters, value '2' to describe the outlet-side of the sensor.

$$\rho_1 V_1 d_1^2 = \rho_2 V_2 d_2^2 \quad (5)$$

$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{k}{k-1} \frac{p_1}{\rho_1} = \frac{V_2^2}{2} + \frac{k}{k-1} \frac{p_2}{\rho_2} \quad (6)$$

where:  $\rho$  – density of the gas [kg/m<sup>3</sup>];  $V$  – speed of the gas [m/s];  $d$  – diameter of the duct [m];  $k$  – heat capacity ratio of the gas [-];  $p$  – gas pressure [Pa].

Assuming there is no pressure loss (isentropic process) and introducing the following equations of orifice module  $m$  and differential pressure  $\Delta p$ :

$$m = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 \quad (7)$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 \quad (8)$$

the relationship between flow rate  $q$  and differential pressure  $\Delta p$  can be transformed to the following formula:

$$\Delta p = \frac{8(1-m^2)\rho_1 q^2}{m^2 \pi^2 \varepsilon^2 d_1^4} \quad (9)$$

where:  $\varepsilon$  – expansion number connected with gas compressibility [-]; it is the (linear) function of the orifice module and the pressure ratio:  $\varepsilon = f(m, \Delta p/p_1)$ .

There is an empirical formula available (10) to approximate the expansion factor for the ISA orifice plate:

$$\varepsilon = 1 - \left( 0,3703 + 0,3184 \times m^2 \right) \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\Delta p}{p_1} \right)^{\frac{1}{k}} \right]^{-0,935} \quad (10)$$

The value of calculated  $\Delta p$  will in fact exert pressure on the inlet-side of the valve inside the flow-rate sensor. By substituting  $\Delta p$  to equation (1), the set screw tightening torque can be determined.

The concept of the device assembly was presented in following figure.

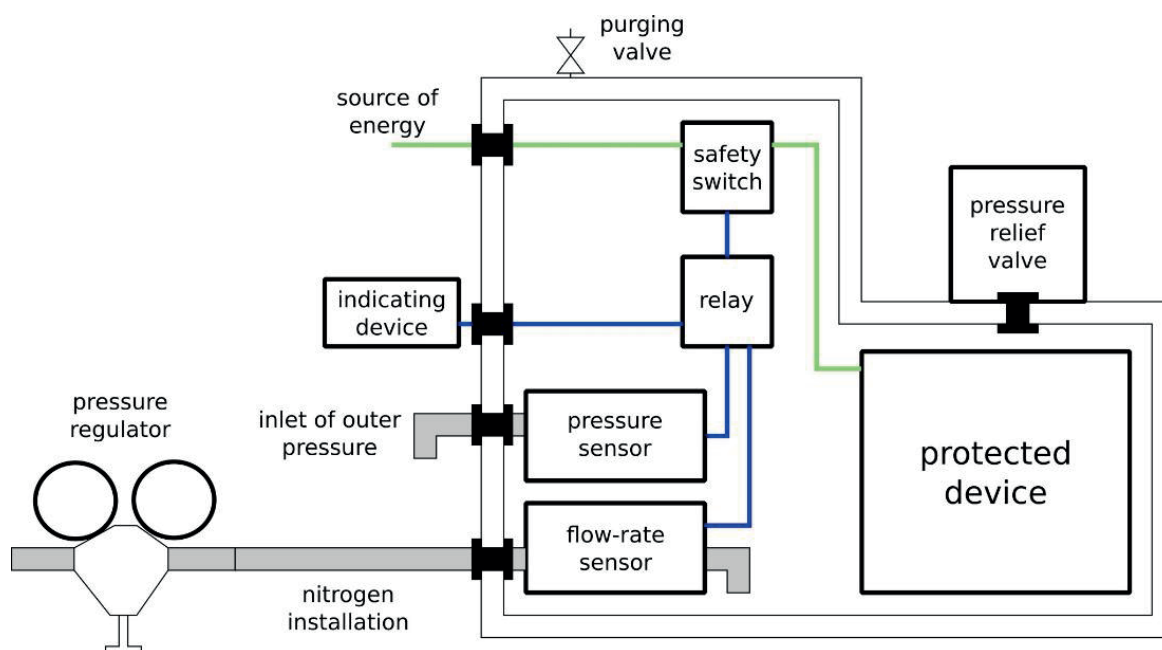


Figure 4. The concept of mixed-type Ex p protection device

Source: Own elaboration.

A positive pressure inside the enclosure is ensured by the stationary nitrogen installation, however, portable gas tank might also be used. The relay will turn off the safety switch if the signal was generated by the pressure sensor (too low pressure inside the enclosure) or flow-rate sensor (flow rate too high). At the same time, the signal should be sent to the indicating device. It can be placed outside the enclosure, but in that case it should have a special hermetically sealed housing to avoid the necessity to design intrinsically safe electrical circuits. The pressure relief valve will protect the enclosure from the excessive increase of the inner pressure.

## Discussion

The presented concept constitutes the basis for the detailed design of a new type of protection for electrical equipment dedicated to operate in hazardous areas. The concept connects both purging and maintaining a static pressure inside the enclosure, which have been described in technical standards. To prove the applicability potential, the concept was cross-checked against the technical requirements.

In the real application, the ducts should have a sufficient flame resistance and should allow safe operation within the designed positive pressure range. The minimum overpressure should not be lower than 50 Pa.

The enclosure should withstand the mechanical impact. Its value should be determined according to the desired application. Also the maximum surface temperature of the device should be determined to assign the appropriate temperature class of the device. If the surface of the protected device can be the source of ignition, before the enclosure is opened, it should be cooled down. An additional circuit to control solenoid valves on the inert gas piping and/or purging valve might be considered.

Some specific procedures should be designed for the safe operation of the device. Also a precise calibration and verification of the correct operation is crucial. Energising the equipment should not take place before the enclosure volume is purged at least five times.

The presented concept of the device only shows the ideological diagram. The redundancy of the control and indicating equipment should be assured.

## Conclusions

1. Pressurised equipment (Ex p) is commonly used in various industries. However, the potential gap of the technical standard [10] was identified. Inside the enclosure a static overpressure can be ensured by hermetical sealing or by the constant flow of clean air/inert gas. The article presents the concept of mixed-type protection, which is not covered directly by the technical standard.
2. The presented concept has an applicability potential, as nitrogen installations are commonly used in many industries, which might be helpful in ensuring a longer operation of the enclosure without maintenance.

3. The example of crucial control and indicating equipment has been designed and some physical formulae have been used to describe its operation and calibration principles.
4. The concept may be developed for tailor-made solutions appropriate for a particular application.
5. The presented concept makes it possible to lower the required equipment protection level from 'a' to none if the given requirements are fulfilled.

## Literature

- [1] Directive 2014/34/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (OJ L 96, 29.3.2014, pp. 309–356).
- [2] PN-EN 1127-1:2011 Explosive atmospheres. Explosion prevention and protection – Part 1: Basic concepts and methodology.
- [3] Anetor L., Odetunde C., Osakue E., *Computational Analysis of the Extended Zeldovich Mechanism*, "Arabian Journal for Science and Engineering", 2014, 39, 8287–8305.
- [4] PN-EN 60079-1:2014 Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures 'd'.
- [5] PN-EN 60079-1:2010 Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety 'e'.
- [6] PN-EN 60079-11:2012 Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety 'i'.
- [7] PN-EN 60079-18:2015 Explosive atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation 'm'.
- [8] PN-EN 60079-5:2010 Explosive atmospheres – Part 5: Equipment protection by powder filling 'q'.
- [9] PN-EN 60079-6:2010 Explosive atmospheres – Part 6: Equipment protection by oil immersion 'o'.
- [10] PN-EN 60079-2:2010 Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures 'p'.
- [11] PN-EN 60079-13:2011 Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room 'p'.
- [12] Gardner J., Dixon F., *Purged and Pressurized Systems for Class I, Div. 1 & 2, and Zone 1 & 2 Hazardous Locations*, [in:] *2006 Record of Conference Papers – IEEE Industry Applications Society 53rd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference*, 2006, 1–6.
- [13] Ahirwal B., Vishwakarma R.K., Singh A.K., Sinha A., *Study of minimum overpressure location on high tension purged and pressurized protected Ex 'p' motor for explosive atmospheres*, "International Journal of Electrical Power & Energy Systems" 2012, 41, 120–123.
- [14] Rong X., Song R., Song X., Li Y., *Mechanism and Explosion-proof Design for a Coal Mine Detection Robot*, "Procedia Engineering" 2011, 15, 100–104.
- [15] PN-EN 60695-11-10:2014 Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods.

**LT. SZYMON PTAŁ, PH.D. ENG.** – graduated from the Main School of Fire Service in 2011. In 2016 he received a Ph.D. degree in chemical technology in the West Pomeranian University of Technology in Szczecin. Currently, he holds the position of the Head of the Power Engineering Department at the Main School of Fire Service in Warsaw. Scientific interests: explosion protection, mechanical engineering.



YOUR PARTNER IN  
**SAFETY**

Notified body in the  
scope of Regulation (EU)  
No 305/2011

Research laboratories  
accredited by Polish  
Centre for Accreditation

Body entitled to issue  
European and national  
technical assessments

# 45 years of experience



ADMITTANCE  
OF FIRE PROTECTION  
PRODUCTS



EUROPEAN AND  
NATIONAL CERTIFICATION  
OF CONSTRUCTION  
PRODUCT



CERTIFICATION OF  
ENTITIES OFFERING FIRE  
PROTECTION SERVICES



EUROPEAN AND  
NATIONAL TECHNICAL  
ASSESSMENTS



TESTS OF  
equipment of fire protection units  
fixed firefighting systems  
chemicals and fires  
combustion and explosion processes  
firefighting systems and automatics



VOLUNTARY  
CERTIFICATION OF  
FIRE PROTECTION  
PRODUCTS



TESTING  
OF INNOVATIVE  
PRODUCTS



FIRE  
PROTECTION  
TRAINING



TECHNICAL OPINIONS  
AND EXPERTISE

CNBOP-PIB SCIENTIFIC AND RESEARCH CENTRE FOR FIRE PROTECTION  
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE

Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów, Poland | tel. +48 22 789 11 11 | [cnbop@cnbop.pl](mailto:cnbop@cnbop.pl) | [www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl)



Tadeusz Szczurek, D.Sc.<sup>a)</sup>, Patrycja Bryczek-Wróbel, Ph.D.<sup>b)</sup><sup>a)</sup>*Military University of Technology, Department of Cybernetics*<sup>b)</sup>*Military University of Technology, Department of Logistics**\*Corresponding author: tadeusz.szczurek@wat.edu.pl*

## Crisis Management Model for Large Urban Agglomerations

Model zarządzania kryzysowego dużą aglomeracją miejską

Модель кризисного управления в большой городской агломерации

### ABSTRACT

**Purpose:** Presentation of a model solution for a crisis management system for large urban agglomerations, assuming that such a model should form part of the current crisis management structure at the national and provincial levels.

**Introduction:** The intensive urbanisation of areas adjacent to large urban centres poses new challenges for the crisis management system. There are two types of agglomerations in Poland, namely monocentric agglomerations consisting of smaller towns concentrated around one large city (e.g., Warsaw agglomeration) and polycentric agglomerations consisting of several or more large cities (e.g., Silesian agglomeration). In each agglomeration – regardless of its type – there is a so-called “leading city”, which is the capital city of the province and at the same time the city with the district rights. An example of such a city is Warsaw, where the crisis management system has been functioning well for several years and it is different than in other agglomerations. Therefore, it seems reasonable to examine whether it would be possible to create a crisis management system model for other Polish agglomerations based on the Warsaw practices.

**Methodology:** A comparative analysis of selected agglomerations and crisis management frameworks across entities forming these agglomerations was used to find the baseline data for the model solution. The evaluation of the existing solutions at the Warsaw agglomeration level was obtained through a diagnostic survey conducted among the employees of local government administration.

**Conclusions:** The results of our diagnostic survey support the crisis management model adopted in Warsaw. The model solution for the crisis management system for large urban agglomerations may be based on solutions adopted and well tried in the Capital City of Warsaw. The model takes into account the creation of the Security and Crisis Management Office for the Agglomeration (BBiZKA) directly subordinate to the Mayor of the provincial city. A strong crisis management centre of the agglomeration would be a permanent element of BBiZKA, the Agglomeration Crisis Management Team would be the advisory element for the Mayor of the city. The Security and Crisis Management Office for the Agglomeration could be established at the expense of the liquidation of dispersed crisis management centres in the cities and municipalities forming the agglomeration. In the national crisis management system, the Crisis Management Centre of the Agglomeration would – as in the case of Warsaw – be subordinated to the Provincial Crisis Management Centre.

**Keywords:** crisis management, agglomeration, public administration, security

**Type of article:** original scientific article

Received: 04.12.2017; Reviewed: 28.02.2018; Accepted: 10.04.2018;

The authors contributed equally to this article;

The article was recognised by the Editorial Committee.

Please cite as: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 102–110, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.10;

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

### ABSTRAKT

**Cel:** Przedstawienie rozwiązania modelowego dla systemu zarządzania kryzysowego dużą aglomeracją miejską, przy założeniu, że model taki powinien się wpisywać w aktualnie obowiązującą strukturę zarządzania kryzysowego na szczeblu kraju i województwa.

**Wprowadzenie:** Intensywna urbanizacja terenów przyległych do dużych ośrodków miejskich stwarza nowe wyzwania przed systemem zarządzania kryzysowego. W Polsce występują dwa rodzaje aglomeracji. Aglomeracje monocentryczne składające się z mniejszych miejscowości skupionych wokół jednego dużego miasta (np. aglomeracja warszawska) oraz aglomeracje policentryczne składające się z kilku lub kilkunastu dużych miast (np. aglomeracja śląska). W każdej aglomeracji – niezależnie od typu – występuje tzw. „miasto wiodące”, którym jest stolica województwa i jednocześnie miasto na prawach powiatu. Takim miastem jest Warszawa, w której od kilku lat dobrze funkcjonuje – inny niż w pozostałych aglomeracjach – system zarządzania kryzysowego. Wydaje się zatem zasadne zbadanie, czy w oparciu o wzorce warszawskie nie można byłoby stworzyć modelu systemu zarządzania kryzysowego dla innych polskich aglomeracji.

**Metodologia:** W poszukiwaniu danych wyjściowych dla rozwiązania modelowego zastosowano analizę porównawczą wybranych aglomeracji i struktur zarządzania kryzysowego podmiotów tworzących te aglomeracje. Ocenę dotychczasowych rozwiązań na szczeblu aglomeracji warszawskiej uzyskano metodą sondażu diagnostycznego przeprowadzonego wśród pracowników administracji samorządowej.

**Wnioski:** Wyniki sondażu diagnostycznego przemawiają na korzyść przyjętego w Warszawie modelu zarządzania kryzysowego. Modelowe rozwiązanie dla systemu zarządzania kryzysowego dużą aglomeracją miejską może być oparte na rozwiązaniach przyjętych i sprawdzonych w Mieście Stołecznym Warszawie. Model uwzględnia utworzenie Biura Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Aglomeracji (BBiZKA) podległego bezpośrednio prezydentowi miasta wojewódzkiego. Stałym elementem BBiZKA byłoby silne Centrum Zarządzania Kryzysowego Aglomeracji, a elementem opiniodawczo-doradczym prezydenta miasta byłby Zespół Zarządzania Kryzysowego Aglomeracji. Biuro Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Aglomeracji mogłoby powstać kosztem likwidacji rozproszonych centrów zarządzania kryzysowego w miastach i gminach tworzących tę aglomerację. W ogólnokrajowym systemie zarządzania kryzysowego, Centrum Zarządzania Kryzysowego Aglomeracji byłoby – podobnie, jak w Warszawie – podporządkowane Wojewódzkiemu Centrum Zarządzania Kryzysowego.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie kryzysowe, aglomeracja, administracja publiczna, bezpieczeństwo

**Typ artykułu:** oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 04.12.2017; Zrecenzowany: 28.02.2018; Zatwierdzony: 10.04.2018;

Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;

Artykuł został wyróżniony przez Komitet Redakcyjny.

Proszę cytować: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 102–110, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.10;

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

## АННОТАЦИЯ

**Цель:** Представить модельное решение для системы кризисного управления в крупной городской агломерации, предполагая, что оно должно соответствовать нынешней структуре кризисного управления на национальном и воеводском уровнях.

**Введение:** Интенсивная урбанизация районов, прилегающих к крупным городским центрам, создает новые требования для системы кризисного управления. В Польше существуют два типа агломераций. Моноцентрические агломерации, состоящие из небольших городов, сосредоточенных вокруг одного большого города (например Варшавская агломерация) и полицентрические агломерации, состоящие из нескольких или более десяти крупных городов (например Силезская агломерация). В каждой агломерации – независимо от ее типа – существует так называемый „Ведущий город”, которым является столица воеводства (области) и в то же время город с повятовыми правами. Таким городом является Варшава, в которой уже несколько лет функционирует другая, чем в остальных агломерациях, система антикризисного управления. Поэтому представляется разумным рассмотреть возможность создания модели системы кризисного управления для других польских агломераций, на основе варшавского образца.

**Методология:** При поиске выходных данных для модельного решения был применен сравнительный анализ отдельных агломераций и структур кризисного управления субъектов, входящих в эти агломерации. Оценка существующих решений на уровне Варшавской агломерации была совершена с помощью диагностического исследования, проведенного среди работников органов местного самоуправления.

**Выводы:** Результаты диагностического исследования подтверждают обоснованность принятой в Варшаве модели кризисного управления. Модельное решение для системы кризисного управления в крупной городской агломерации может основываться на решениях, которые приняты и проверены в столице (Варшаве). Модель учитывает создание Бюро безопасности и управления кризисными ситуациями (BBiZKA), непосредственно подчиненного мэру города воеводства. Сильным элементом BBiZKA стал бы Центр кризисного управления агломерацией. Консультативным органом президента города была бы Комиссия кризисного управления агломерации. Бюро безопасности и кризисного управления может быть создано за счет ликвидации разрозненных центров кризисного управления в городах и муниципалитетах, входящих в эту агломерацию. В национальной системе кризисного управления Центр кризисного управления агломерации, подобно как в Варшаве, находился бы в подчинении Воеводского центра кризисного управления.

**Ключевые слова:** кризисное управление, агломерация, государственное управление, безопасность

**Вид статьи:** оригинальная научная статья

Принята: 04.12.2017; Рецензирована: 28.02.2018; Одобрена: 10.04.2018;

Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;

Эту статью наградил Редакционный Совет.

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 49 Issue 1, 2018, pp. 102–110, doi: 10.12845/bitp.49.1.2018.10;

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/>).

## Introduction

Changes in the security environment related to the socio-economic development of the country, including the rapid urbanisation of areas adjacent to large urban and industrial centres, have led to the formation of monocentric and polycentric agglomerations. Agglomerations develop qualitatively and spatially, as they are a functional phenomenon which is difficult to be confined within the rigid boundaries of basic territorial division units. Common interests, and economic, social and cultural ties, encourage a common effort and provide a strong basis for the solidarity of care to ensure a secure existence and development, i.e., ensuring safety to all residents of the agglomeration. In Polish conditions, this task is not easy, as it requires re-modelling

of the existing security management system, which is rigidly based on the principle of the primacy of the territorial system.

A key role in security management is played by crisis management systems operating on the basis of the various levels of the administrative division, which seems to be a reasonable solution, for example due to the assignment of responsibilities to competent public authorities [1]. A specific exception in this system is the organisation of crisis management in cities with district rights, e.g., in the Capital City of Warsaw, where the tasks assigned in the *Act on Crisis Management* to the Starosta [district governor], the Mayor of the City and the Wojt [municipality head] are carried out by one entity subordinate to the Mayor of the City. In the capital city, such entity is the Security and Crisis Management Office, whose activity is highly rated by experts and residents.

Assuming that agglomerations in Poland operate in similar conditions and face similar problems in the sphere of security, it seems possible to use a common crisis management model. In the organisational system, such a model should fit well into the complex administrative structure of the agglomeration. On the other hand, in the functional system, it should take into account effective use of the potential of the central and local government administration as well as services and institutions responsible for crisis management in the agglomeration and use of the synergy effect resulting from combining their efforts. Obviously, differences between the above-mentioned types of agglomeration should be taken into account. For a polycentric agglomeration, the criteria for the selection of the leading city and its significance within the agglomeration's security management system will be important. From a scientific point of view, this entails some flexibility in crisis management rules – by liberalising the principle of the primacy of the territorial system and the principle of the responsibility of public authorities in order to strengthen the principle of the primacy of one-man management in the case of large urban agglomerations.

### A comparative analysis of agglomerations and crisis management systems

In order to solve the main research problem presented in the question **to what extent is it possible to create a model solution for a crisis management system for large urban agglomerations in Polish conditions and what shape could such a solution have?** we needed to analyse the organisational frameworks of crisis management in various agglomerations and to answer a number of additional questions, the first of which concerned the definition of an agglomeration.

The term 'agglomeration' comes from the Latin language, where *agglomeratio* means accumulation. It is assumed in the doctrine that an urban agglomeration is a morphological unit forming a coherent set of interconnected settlement units, created as a result of the concentration of buildings and development [2]. Agglomerations are usually formed by settlement units of separate administrative cells. In the case of urban planning [3], this term is understood as an area of intense urban development characterised by a high density of population, temporarily or permanently residing on the territory in question. Agglomerations are characterised by a considerable flow of persons and goods as well as the exchange of services. The common nomenclature assumes that an agglomeration is a concentration of neighbouring cities and villages, which constitute an interconnected system by integrating or complementing the various forms of infrastructure across these villages and making mutual use of the potential and resources available to these villages. Jerzy Parysek claims that an *agglomeration* is "a functionally coherent metropolitan system comprising many settlement units connected with strong relations involving the movement of people, goods, money and information. It consists of a hub and lower central units called suburban zones" [4].

See below for the results of our review of organisational frameworks of the crisis management system for cities forming polycentric agglomerations (Silesia and Tri-City) and

monocentric agglomerations (Poznań, Wrocław, and Krakow; solutions adopted in Warsaw are the result of a separate analysis).

Research has shown that depending on the size and status of the city (urban municipality or city with district rights), the crisis management system may be extended accordingly. In the case of cities with district rights, the situation was that irrespective of district structures, there were frameworks specific only for a given city. Such a situation occurred when a given district included many towns, as in the case of the Department of Security and Crisis Management of the Gdańsk District, where tasks were carried out by individual Crisis Management service posts functioning in particular towns within the district. In addition to the above, in Gdańsk itself there was also a Department of Safety and Crisis Management, which included the Municipal Centre for Crisis Management and the City Crisis Management Team. It is worth noting that in the case of smaller towns with district rights (especially in the case of the Silesian Province), urban and district crisis management systems functioned in parallel, with no additional distinction being made between centres and teams within the crisis management system. This was the case with Bytom, where the City Security Office operated, and at the same time the District Crisis Management Centre and the Crisis Management District Team were functioning. In Sosnowiec, Świętochłowice, and Gliwice, where next to the district structures there was a city structure under the name of the Rescue Centre in Gliwice. In such cities as Jaworzno, Dąbrowa Górnicza, Piekary and Siemianowice Śląskie the city structure was a bit more developed, as the Crisis Management Centre operated within the framework of the urban structure, but the Crisis Management team remained at the district level.

To sum up, the structures of Crisis Management systems were developed to match the size of the city, its legal status, the degree of urbanisation of the district, and the permeability of the borders of individual cities and towns. It is worth noting that while at the level of government administration in the field – i.e., at the provincial level – this structure is always clear, manifesting itself in the functioning of the Department of Security and Crisis Management, together with the Provincial Crisis Management Centre and the Crisis Management Team; at the district level, and even more at the level of municipalities, one may notice discrepancies in the nomenclature and tasks of individual structures. At the same time, it should be highlighted that regardless of these regional differences, local crisis management structures fully implement tasks assigned to local governments by the legislator.

### The Crisis Management System of the Capital City of Warsaw as a starting point for developing a model solution

Based on the assumption that the Warsaw system could be the starting point for a solution with regard to the crisis management model for any urban agglomeration, it has been subject to appropriate studies. Empirical surveys conducted among the employees of the local-government administration of the Capital City of Warsaw allowed us to determine the opinion of respondents on the functionality and possible need for changes in the current system. The survey was conducted on a representative group of 3711 people,

out of 6287 employees of the City Hall of the Capital City of Warsaw and selected districts. As a result, 783 questionnaires were properly completed in case of which 87 respondents (11.7%) declared that their jobs were directly related to the implementation of security tasks. Replies of those persons were treated as expert opinions.

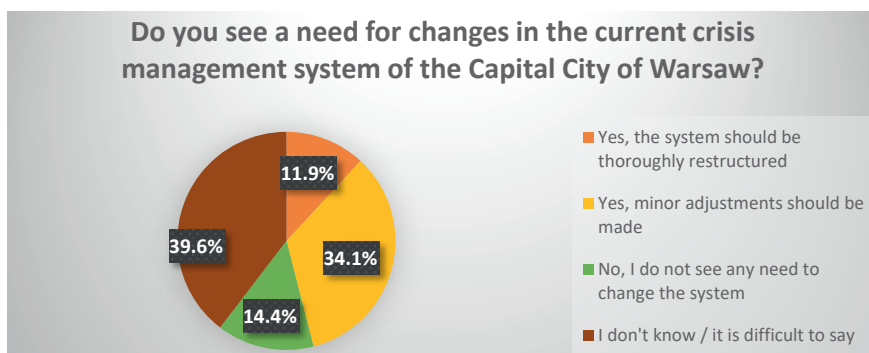
When asked a single-choice question “Do you see a need for changes in the current system of crisis management of the Capital City of Warsaw?” 14.4% of all the respondents did not see a need for changes in the current system and 34.1% indicated that only a few corrections were needed. Therefore, 48.5% of all the respondents believed that the current system fulfilled its essential role as regards crisis management. According to them, only some small adjustments could be made in order to improve the functionality of the current system, without the need for comprehensive restructuring.

The total restructuring of the crisis management system in Warsaw was supported by 11.9% of respondents, who considered the current solutions to be incorrect and not meeting the requirements. Unfortunately, 39.6% of the respondents indicated an answer “I don’t know/ it is difficult to say”, which is probably due to their lack of knowledge regarding the examined issues. In addition, it should be highlighted that considering the total number of respondents, such a large number of uninformed answers should not be surprising, as a large part of them have nothing to do with security tasks.

In the case of managers, 21.7% saw no need for changes in the current system and 38.8% proposed only a few adjustments, which means that 60.7% of them gave a positive assessment of the current crisis management system. Only 13.2% of the respondents answered “Yes, it should be thoroughly restructured”, and 26.4% of the respondents selected the answer “I don’t know/ it’s difficult to say”.

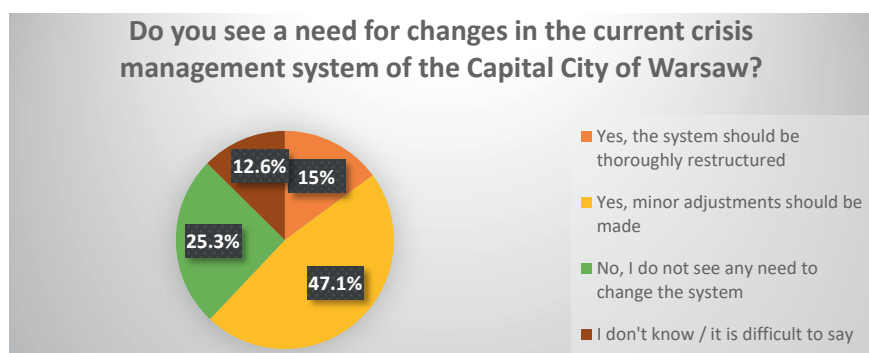
Taking into account civil servants, assistant personnel, and other posts, a negative response to the need for changes was provided by 13.0%, and a response covering minor adjustments was provided by 33.2%, giving the final result of 46.2%. Negative opinions on the system and the need for changes were expressed by 11.6% of the respondents. As many as 42.2% of the respondents did not assess the current Warsaw system and indicated the answer “I don’t know/ it is difficult to say”.

In this regard, the opinion of persons whose positions are directly related to the implementation of safety tasks, i.e., experts, seems particularly important. Out of 87 of them, 22 did not indicate the need for changes and 41 saw the need for introducing only minor adjustments, which means that in total 72.4% of experts evaluated the crisis management system in Warsaw in positive terms. Only 13 persons (15%) assessed the current system as poor and proposed a complete redevelopment of it, while 11 people, i.e., 12.6% of the respondents, indicated the answer “I don’t know/ it’s difficult to say”.



**Figure 1.** Existence of the need for changes in the current crisis management system for Warsaw

**Source:** Results of own surveys concerning the whole group of respondents.



**Figure 2.** Existence of the need for changes in the current crisis management system for Warsaw

**Source:** Results of own studies concerning the group of respondents directly implementing security tasks.

When asked the next single-choice question “Do you think that it is possible to transfer the solutions of the Capital City of Warsaw to other large urban agglomerations in Poland?” 6.0% of all respondents answered “Definitely yes” and 37.0% answered

“Rather yes”. Therefore, 43.0% of all respondents believed that it was possible to transfer solutions of the current crisis management system of the Capital City of Warsaw to other large urban agglomerations in Poland.

## CASE STUDY – ANALYSIS OF ACTUAL EVENTS

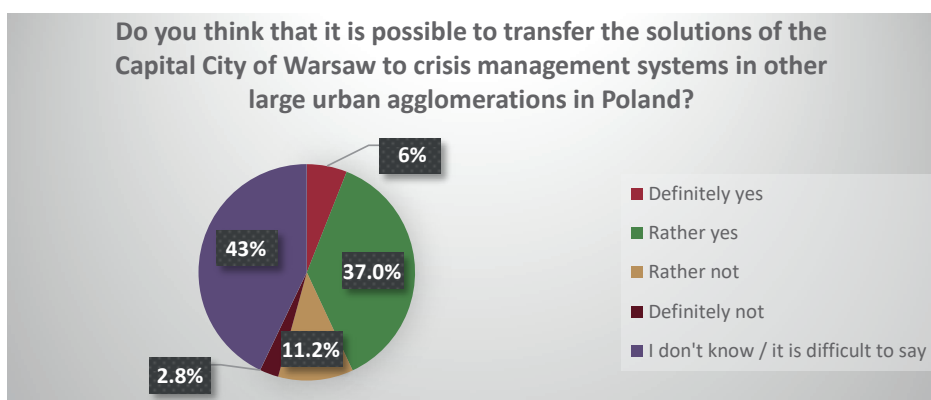
Respondents accounting for 42.9% of the total number of respondents did not assess the possibility of transferring the system solutions (most likely due to their lack of relevant knowledge) and only 2.8% of the respondents believed that this was definitely not possible. 11.2% of the respondents indicated the answer “Rather not”. In total, 14% of the respondents believed that the proposed solution was not acceptable.

In the case of managers, 10.1% answered “Definitely yes” and 39.5% answered “Yes”, which represents 49.6% of positive opinions with respect to solutions functioning in Warsaw and the possibility of transferring them to crisis management systems in other large Polish agglomerations. As many as 34.9% of respondents had difficulties with answering the question, 1.6% of respondents provided clearly negative opinions and 14% of respondents provided rather negative opinions. Therefore, 15.6% of respondents did not consider it possible to transfer the system to other Polish cities.

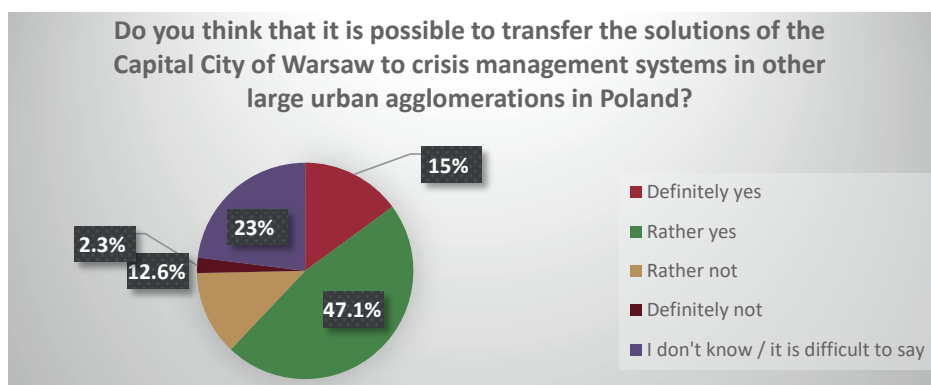
Among the respondents working as civil servants, assistants or on other positions, the “Definitely yes” answer was

provided by 5.2%, and the “Yes” answer was provided by 36.5%, which gives the final result of 41.7% of positive opinions on the possibility of transferring the Warsaw system to other cities. Unfortunately, as many as 44.5% of respondents answered “I don’t know/ it is difficult to say”. Definitely negative evaluations of system solutions in the Capital City of Warsaw were given by 3.1% of the respondents, and rather negative evaluations were given by 10.7%. As a result, 13.8% of the surveyed civil servants considered the transfer of experience to be inadvisable.

In this regard, the opinion of those persons whose positions are directly related to the execution of safety tasks is of particular importance. Out of 87 of them, 13 answered “Definitely yes” and 41 answered “Yes”, which in sum represents 62.1% of positive assessments. The “I don’t know/ it is difficult to say” answer was provided by 20 respondents, i.e., 23.0% of the respondents, while 2 persons (2.3%) negatively assessed the possibility of transferring Warsaw solutions to other agglomerations, and 11 respondents (12.6%) replied “Rather not”.



**Figure 3.** Possibility of transferring the solutions used in the Capital City of Warsaw to crisis management systems in other Polish agglomerations.  
Source: Results of own surveys concerning the whole group of respondents.



**Figure 4.** Possibility of transferring the solutions used in the Capital City of Warsaw to crisis management systems in other Polish agglomerations  
Source: Results of own studies regarding the group of the respondents directly implementing security tasks.

The next single-choice question was “Who in the office, in your opinion, should carry out tasks related to the security of the agglomeration?” The majority of votes, i.e., 56.6%, were given to employees of units responsible for crisis management, supported, if necessary, by employees of other units in the office. A solution assuming that all employees of the office, within the scope of their competences and capabilities,

should perform tasks related to the security of the agglomeration, was supported by 21.5% of respondents. 17.8% of respondents believed that these tasks should be performed only by the employees of the units responsible for crisis management, as they were considered best prepared for these tasks. Only a few respondents (4.1%) answered “I don’t know/ it’s difficult to say”.

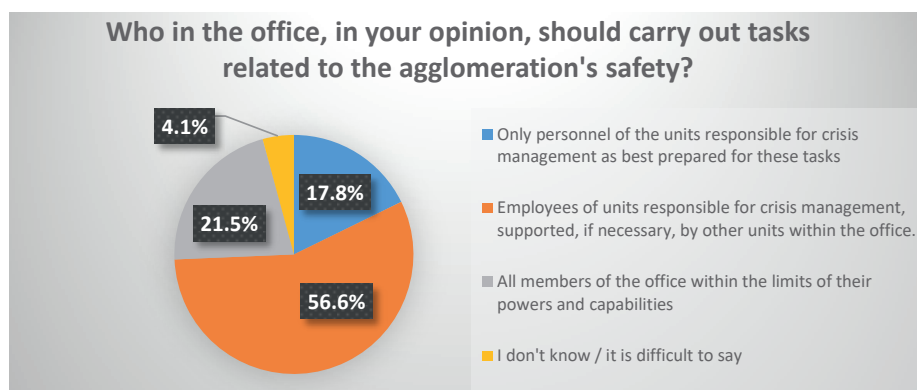


The responses of managers were slightly different from those in general provided by the surveyed officials. In their opinion, tasks in the field of urban agglomeration security should be performed by the employees of the units responsible for crisis management, supported, if necessary, by the staff from other units within the office – 60.5%. As many as 27.1% of respondents indicated that all employees of the office should, within the scope of their competences and capabilities, perform these activities, and 11.6% of respondents believed that these activities should be performed only by the personnel of the units responsible for crisis management as they were considered best prepared for these tasks. Only one person answered “I don’t know/ it is difficult to say”.

Taking into account officials, assistants and other positions, 55.8% of the respondents suggested the employees of the units responsible for crisis management matters, supported, if necessary, by the staff from other units within the office. 20.3% of the respondents indicated all employees of the office within the scope of their competences and capabilities, and 19% of the

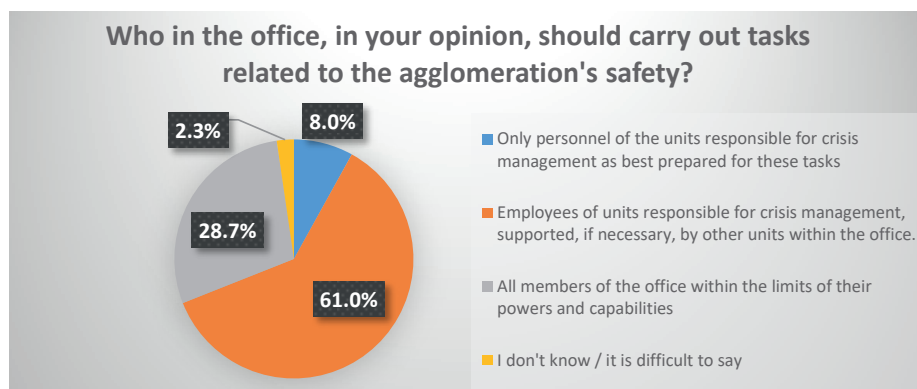
respondents answered “Only employees of the units responsible for crisis management, as they are best prepared for these tasks”. In the case of 4.9% of the respondents, the answer was “I don’t know/ it is difficult to say”, probably due to their lack of competence in this area.

In this respect, the opinion of experts, i.e., persons whose position is directly related to the performance of security tasks, is particularly important. Out of the 87 surveyed officials, as many as 53 respondents indicated that tasks related to ensuring the security of a large urban agglomeration should be performed by the personnel of the units responsible for crisis management, supported, if necessary, by the staff from other units within the office (61.0%). 25 persons (28.7%) believed that this duty was incumbent on all the employees in the office, within the scope of their competences and capabilities. Only 7 surveyed persons believed that these tasks belonged exclusively to the staff of units specialising in crisis management, as they were believed to be best prepared for these tasks (8%). Two persons answered “I don’t know/ it’s difficult to say”.



**Figure 5.** Employees performing tasks related to agglomeration's security – opinions of respondents

**Source:** Results of own surveys concerning the whole group of respondents.



**Figure 6.** Employees performing tasks related to agglomeration's security – opinions of respondents

**Source:** Results of own research on the group of respondents involved in the implementation of security tasks.

Some general conclusions can be extrapolated from the above survey results, namely that almost half of respondents positively assess the current crisis management system operating in the Capital City of Warsaw. After minor adjustments these solutions could be transferred to other large Polish agglomerations, which would solve the problem of an

efficient and satisfactory management process at the time of crisis. Powers to carry out tasks related to crisis management should be devolved mainly on the staff of units specialising in this field, supported, where necessary, by the staff from other units within the office, which seems to be justified and rational.

Unfortunately, within the total number of the respondents there is a significant proportion of respondents who answered "I don't know it/ it's difficult to say", which indicates a high number of people who lack competence and are not interested in security issues.

It should be added that the results of the research depend first of all on what group provides the answer, whether it was the total number of the respondents, people occupying managerial positions, civil servants or persons directly involved in the implementation of tasks for the security of residents. The most reliable data seem to come from the last group.

### Crisis management system concept for large urban agglomerations

Current solutions in the area of crisis management at various levels of public administration fit well into the state security system. These are "typical" solutions for provinces, districts and municipalities; therefore, it is difficult to require that they meet the expectations of society organised in a different way. An example of such an organisation is a large urban agglomeration, where centres of different sizes are functionally interconnected; hence common problems related to security assurance occur within the agglomeration as a whole.

In order to respond to emerging challenges in the area of agglomeration security, and in particular to optimise the crisis management frameworks of large urban agglomerations, it seems appropriate to carry out an in-depth analysis of the operating conditions of such frameworks. First of all, consideration should be given to the general and universal determinants that emerge for all organisational structures, and then the detailed determinants for the structure of crisis management systems in large urban agglomerations should be identified.

According to the management theory, the structure of each organisation should be a framework for organisational activities, both management and executive ones, and should take into account the specific nature of internal processes and external impacts. It should also fulfil the function of a regulator of activities of particular components of the system in a given organisation to ensure effective implementation of its objectives. The structure of an organisation should facilitate the achievement of a certain level of implementation of the needs of its individual components. Moreover, it should neutralise turbulence in the external environment and temporary imperfections of its internal elements. Each structure has three dimensions: 1) formalisation, 2) specialisation, and 3) coordination. The universal determinants of each organisational framework are: mission and strategy of the organisation's operation, size and complexity of its functioning, previous experience, area (scope of activity), technology, potential, complexity and uncertainty of the environment, cultural complexity and organisational culture, and leadership [5].

Generally, the structure of the organisation reflects the functions and relationships formalising the mission of its individual components, and the principles of cooperation between them within the organisation in order to achieve the assumed objectives [6].

On the other hand, crisis management structures of large urban agglomerations should take into account the specific

nature of such large collective systems and their individual entities, i.e., the inhabitants of the agglomeration. In particular, the concept of a model solution for the safety system of mono- and polycentric agglomerations should take into account:

- formal and legal conditions,
- social expectations in terms of security,
- possibility of performing tasks (expectations),
- types and nature of risks,
- field conditions,
- population structure,
- deployment of critical infrastructure,
- financial capacity,
- capacity of the civil rescue system,
- capacity of other security systems.

The concept of a model solution for a crisis management system for large urban agglomerations should take into account the structure of public administration and the shape of the state's crisis management system, as these conditions will include new solutions. The inclusion of the organisational structure of the crisis management system in the agglomeration into the existing frameworks is also a necessary condition for the implementation of tasks resulting from the Act on crisis management, and in particular the tasks envisaged for local-government administration authorities.

Analyses of the current system solutions in the area of crisis management have shown that there are units or individual positions on particular levels of local-government administration that perform security tasks. In particular, these are the basic tasks of Starosts [district governors], city mayors and heads of municipalities, as defined in the *Crisis Management Act*, and are confined to the administrative boundaries of a commune, city or municipality. It is worth noting that these tasks are duplicated and overlap each other, and their implementation is a considerable burden taking into account the modest capacity of local governments. Therefore, the main objective of the suggested concept is to consolidate the efforts of local-government administration authorities in implementing security tasks. It is worth noting that such consolidation would concern not only the administration but also the executive subsystem, i.e. the forces and means at the disposal of crisis management bodies.

The basic question that arises from the presented idea is where should the central authority managing the security of the agglomeration be located? This question is particularly important in the case of polycentric agglomerations, where there are several or more entities (cities) of similar size and potential. This problem practically does not concern monocentric agglomerations, where there is one dominant urban centre. In Polish conditions, in both monocentric and polycentric agglomerations there is a provincial city with district rights, which is the strongest centre and most often it is located centrally within the agglomeration. In addition to this type of urban centre, there are also three types of entities forming the agglomeration.

In total, there may be four types of entities within the agglomeration.

"A" – the capital city of the province and at the same time the seat of both the Voivode [province governor] and the Marshal of the province. It is worth noting that in the context of tasks

envisaged for local-government administration in the Act on Crisis Management, the Marshal of the province has very limited powers and the Voivode is responsible for crisis management. And in this article we do not consider the whole province but the agglomeration focused around the provincial city, hence – from the point of view of the main research problem – the most important thing is that it is a city with district rights, where the mayor of the city carries out simultaneously the tasks envisaged for the Starost [district governor].

“B” – district city being the capital city of the district – municipal district which consists of cities – municipalities. Among the statutory crisis management units, the most common is one combined centre which carries out the tasks of the city and the district.

“C” – district city being the capital city of the district – township district. In this case, the rule is that there is a permanent crisis management unit. It is a joint centre, carrying out tasks provided for in the Act on Crisis Management for the city and the district.

“D” – city-municipality or a municipal locality without municipal rights, forming the basic level of local-government administration. They are part of the district – municipal district. Crisis management teams are set up at the municipal level, while crisis management centres do not usually exist and tasks are assigned to individual officials.

The “A” entity, as the strongest urban centre, will be the obvious leader among the entities forming the agglomeration. It should be emphasised that, from the point of view of

local-government administration, it is not important that it is the capital of the province. As mentioned above, as a representative of government administration, the Voivode is responsible for overall crisis management in the whole province, also in cities and municipalities not included in the agglomeration; hence the Voivode's role is not taken into account in the concept of agglomeration management.

The proposed concept of the crisis management system is largely based on solutions adopted and tested in the Capital City of Warsaw. Since the effectiveness of such a solution has been confirmed by empirical studies and our respondents, the model of capital city crisis management can be transposed to other agglomerations, the concept is to establish the Security and Crisis Management Office (BBiZKA) subordinate to the mayor of the leading city (“A”). The composition of BBiZKA would cover a strong Crisis Management Centre of the Agglomeration created at the expense of eliminating this type of unit in the other entities forming the agglomeration. In the remaining large cities, the Crisis Management Centre of the Agglomeration would have its Delegations and in smaller towns and municipalities – representatives, as necessary. At the agglomeration level – similarly to Warsaw – the Agglomeration Crisis Management Team would be established. As mentioned in the assumptions for the concept, such a structure would have to fit into the national crisis management system, hence Crisis Management Centre of the Agglomeration was subordinated to the province structure (Figure 7).

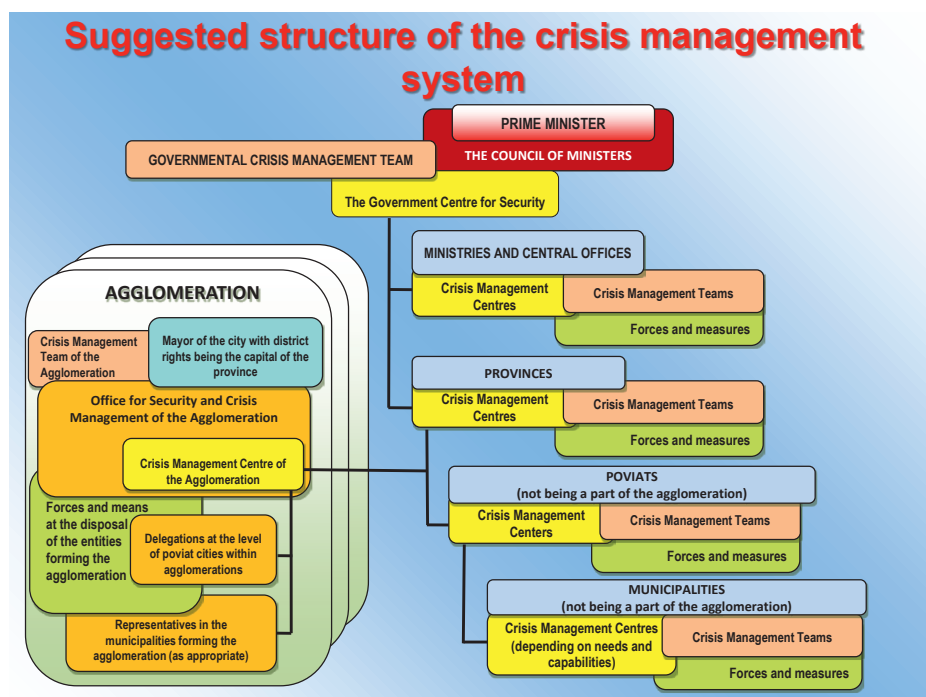


Figure 7. Crisis Management System of the Agglomeration in the Polish national system structure

Source: Own elaboration.

This is justified for at least two reasons: 1) in Poland there are no agglomerations extending beyond the borders of one province; 2) The responsibility of the lowest level of government administration, i.e., Voivode for ensuring safety in the province is maintained.

The presented solutions would require amendments to the Act on crisis management and to some other regulations, especially those governing the responsibility of Starosts [district governors], city mayors and heads of the municipalities forming the agglomeration [7].

## Summary

The main research problem, defined by the subject of the presented article, was described in the question concerning the possibility of creating a model solution for a crisis management system of large urban agglomerations in Polish conditions. In other words, is it possible to develop common solutions in the form of a comprehensive crisis management model, taking into account the specific nature and diversity of individual urban agglomerations? An empirical research method in the form of a diagnostic survey was used to answer this question, and the technique of a single-choice questionnaire was used within this method. The examination was carried out on the officers of the Capital City of Warsaw, both those with general competencies and those directly related to crisis management in the Warsaw agglomeration.

The first question concerned the need for introducing changes to the current Crisis Management system of the Capital City of Warsaw, to which the majority of officials responded negatively, opting only for minor modifications and not for a thorough reconstruction of the system as a whole. The obtained results allow us to believe that the majority of civil servants believe that the crisis management system of the Capital City of Warsaw is working flawlessly, and only small adjustments could be considered to improve the generally efficient functionality.

The second question was directly related to the opinions of the respondents concerning the possibility of transferring solutions related to crisis management in the Capital City of Warsaw to the crisis management systems in other urban agglomerations. Both the majority of officials and crisis management staff were in favour of the possibility of transferring these solutions. Majority of officers positively assessed the crisis management system of the Capital City of Warsaw to such an extent that they saw no obstacles to implementing the solutions of the Capital City in other agglomerations.

Finally, the third question concerned the indication of the entity (or entities) responsible for managing and coordinating the crisis management system. This question is important as it allowed us to illustrate the opinions of officials about the current functionality of the municipal crisis management structures. It follows from the collected answers that a vast majority of both officials and experts believe that appropriate structures responsible for crisis management of the Capital City of Warsaw should be supported by other civil servants on an ongoing basis.

The concept of a model for the crisis management system for large urban agglomerations provides for the consolidation of efforts at the level of the so-called "leading city" which in Polish conditions is the capital of a province. The idea accompanying the implementation of this concept would be to optimise crisis management structures according to real needs, while avoiding the duplication of tasks across individual organisational units operating in the same area of responsibility. At the same time, the aforementioned optimisation would also manifest itself in a wider use of support from other organisational units of local government administration. This, in turn, would facilitate the

organisation of a clear structure and responsibilities, as well as subordination to decision-makers at the appropriate level for a given agglomeration, ending with a Voivode.

The authors express their hope that the article will contribute to broadening the knowledge in the field of crisis management and, as a consequence, to increasing the level of security in dynamically developing Polish agglomerations.

## Literature

- [1] Bryczek P., *Rola władzy wykonawczej w systemie bezpieczeństwa narodowego*, „Zeszyty Doktoranckie Wydziału Bezpieczeństwa Narodowego” 2013, 4(9), 171–198.
- [2] Markowski T., Marszał T., *Metropolie, obszary metropolitalne, metropolizacja: problemy i pojęcia podstawowe*, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa 2006, 16.
- [3] *Encyklopedia powszechna PWN*, PWN SA, Warszawa 2004, <https://encyklopedia.pwn.pl/>, [dostęp: 15.10.2017].
- [4] Parysek J.J., *Aglomeracje miejskie w Polsce oraz problemy ich funkcjonowania i rozwoju*, [w:] *Wybrane problemy rozwoju i rewitalizacji miast: aspekty poznawcze i praktyczne*, Biuletyn Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej. Rozwój regionalny i polityka regionalna, J. J. Parysek, A. Toelle (red.), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2008, 30.
- [5] Kuc B.R., *Zarządzanie doskonałe*, Oskar-Master of Business, Warszawa 1999, 125–152; Maciejczak M., *Organizowanie*, „Podstawy zarządzania” <http://www.maciejczak.pl/download/pz-w7.pdf> [dostęp: 8.07.2017].
- [6] Szczurek T., *Od deskrypcji do antycypacji wykorzystania potencjału militarnego w kształtowaniu bezpieczeństwa nowoczesnych wspólnot państwowych wobec rozwoju zagrożeń niemilitarnych*, WAT, Warszawa 2012, 227–228.
- [7] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 sierpnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U. 2013 poz. 1166).

**TADEUSZ SZCZUREK, D.SC.** – colonel, doctor in the scientific discipline of “Security Science”. He graduated from the Military University of Technology. He received his doctoral degrees at the Maria Curie-Skłodowska University and at the Faculty of National Security of the National Defence Academy. He is the author or editor of more than a dozen monographs and over sixty other publications in which he addresses issues related to crisis management, environmental protection and the use of technology in the implementation of security tasks. His special attention is focused on non-military and paramilitary threats. Currently, he is the Rector-Commander of the Military University of Technology in Warsaw.

**PATRYCJA BRYCZEK-WRÓBEL, PH.D.** – a graduate of the Faculty of Law and Administration at Maria Curie-Skłodowska University. She obtained her Ph.D. degree at the Faculty of Cybernetics of the Military University of Technology. She specializes in research in the field of engaging public administration into national security management. Her publications refer mainly to the discipline of “security science”. Currently, she is a researcher and lecturer at the Faculty of Military Logistics at the Military University of Technology in Warsaw.



**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](http://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

## UTWORZENIE OBROP

Utworzenie Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwpowozarowej (OBROP) w Józefowie-Dębinie na podstawie zarządzenia Nr 81 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 r.



## OBROP -> CNBOP

Przekształcenie OBROP w Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej (CNBOP), na podstawie zarządzenia Nr 9/84 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 28 stycznia 1984 r. (Dz. ZIR KG SP Nr 1-2, poz.3).

## AKREDYTOWANE LABORATORIA

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez: Laboratorium Badań Właściwości Powozarowych Materiałów, numer certyfikatu L 60/1/96 (następnie Zakład Laboratorium Badań Właściwości Powozarowych Materiałów, certyfikat akredytacji Nr AB 060 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji), Laboratorium Pomp i Armatury Wodno-Pianowej, numer certyfikatu L 59/1/96 (następnie Zakład Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Powozarnej, certyfikat akredytacji Nr AB 059 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).



## UTWORZENIE JEDNOSTKI CERTYFIKUJĄCEJ

Utworzenie w CNBOP Jednostki Certyfikującej w celu prowadzenia oceny zgodności wyrobów wprowadzanych do obrotu i stosowanych w ochronie przeciwpowozarowej.

## KOLEJNA AKREDYTACJA

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez Zakład-Laboratorium Sygnalizacji Alarmu Powozaru i Automatyki Powozarowej.

1972

1974



## OŚRODEK NORMALIZACYJNY MSW

Ustanowienie OBROP jako ośrodka normalizacyjnego w resorcie spraw wewnętrznych na podstawie zarządzenia Nr 66/67 Ministra Spraw Wewnętrznych.

1984

1992



## JEDNOSTKA ORGANIZACYJNA PSP

Włączenie CNBOP w poczet jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Powozarnej w rozumieniu ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Powozarnej.

1996

1997



## PATRON CNBOP – JÓZEF TULISZKOWSKI

Nadanie CNBOP imienia Józefa Tuliszkowskiego na podstawie zarządzenia Nr 4 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 23 stycznia 1997 r. (Dz. Urz. MSWiA Nr 2, poz. 22).

1998

## AKREDYTACJA JEDNOSTKI CERTYFIKUJĄCEJ

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji (obecnie Polskie Centrum Akredytacji) przez Jednostkę Certyfikującą.



# 1999

# 2000



## AKREDYTACJA DLA TRZECH LABORATORIÓW

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez kolejne 3 laboratoria badawcze: Zakład-Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowodziowych, Laboratorium Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego, Laboratorium Pojazdów i Wyposażenia.

## JEDNOSTKA BADAWCZO-ROZWOJOWA

Przekształcenie CNBOP z państwowej jednostki budżetowej w jednostkę badawczo-rozwojową, w rozumieniu ustawy z dnia 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych. Wpisanie CNBOP do Krajowego Rejestru Sądowego.

## AUTORYZACJA MINISTRA GOSPODARKI

Uzyskanie przez CNBOP autoryzacji Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w zakresie dyrektywy 89/686/EWG z dnia 21 grudnia 1989 r. w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych Państw Członkowskich dotyczących środków ochrony indywidualnej.

# 2003

# 2004

# 2010



## NOTYFIKACJA KOMISJI EUROPEJSKIEJ

Uzyskanie przez CNBOP notyfikacji Komisji Europejskiej (numer identyfikacji 1438) w zakresie dyrektyw: 89/686/EWG z dnia 21 grudnia 1989 r. w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych Państw Członkowskich dotyczących środków ochrony indywidualnej, 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych Państw Członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych.

## AUTORYZACJA MINISTRA INFRASTRUKTURY

Uzyskanie przez CNBOP autoryzacji Ministra Infrastruktury w zakresie dyrektywy 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych Państw Członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych.

## STATUS PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO

Nadanie przez Radę Ministrów Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpowodziowej 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.

## 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.

# 2014

# 2016



## 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).



# 45 YEARS OF CNBOP-PIB

## FOUNDING OF OBROP

Founding of the Research and Development Centre for Fire Protection (OBROP) in Józefów-Dębinka on the basis of Regulation no. 81 of August 14, 1972 issued by the Ministry of Home Affairs.



## OBROP -> CNBOP

The transformation of OBROP into the Scientific and Research Centre for Fire Protection (CNBOP) on the basis of Regulation no. 9/84 of the Minister of Home Affairs of January 28, 1984. (Dz. ZiR KG SP [Official Journal of the National Headquarters of the State Fire Service of Poland No. 1-2, item 3]).

## ACCREDITED LABORATORIES

Obtaining the Polish Centre for Testing and Accreditation certificates by: Laboratory for Testing Fire Properties of Materials, certificate no. L 6/1/96 (then called Department - Laboratory for Testing Fire Properties of Materials; certificate AN 060 issued by the Polish Centre of Accreditation), Laboratory of Pumps and Water-Foam fittings, certificate L 59/1/96 (then called Laboratory Department of Technical Equipment for Fire Service and Technical Fire Protection, certificate AB 059 issued by the Polish Department of Accreditation).



## ESTABLISHMENT OF CERTIFICATION DEPARTMENT

Establishing at CNBOP a Certification Department aimed at the assessment of the compliance of marketed products used for fire protection.

## ANOTHER ACCREDITATION

Department – Laboratory of Fire Signalling and Fire Automation gained accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation.

1972

1974



## CENTRE OF STANDARDIZATION IN THE DEPARTMENT OF HOME AFFAIRS

Granting OBROP the status of the centre of standardization in the Department of Home Affairs on the basis of the Regulation No. 66/67 of the Minister of Home Affairs.

1984

1992



## ORGANISATIONAL UNIT OF THE STATE FIRE SERVICE

Inclusion of CNBOP into State Fire Service organisational units in accordance with the State Fire Service act of August 24, 1991.

1996

1997



## CNBOP-PIB PATRONAGE - JÓZEF TULISZKOWSKI

CNBOP was named after Józef Tuliszkowski under Regulation no. 4 of the Minister of Interior and Administration of January 23, 1997 (Official Journal of the Ministry of Interior and Administration No. 2 item 22).

1998

#### ACCREDITATION FOR CERTIFICATION DEPARTMENT

CNBOP Certification Department obtained accreditation of the Polish Centre for Testing and Accreditation no 63/Cw-69/99 (Polish Centre for Accreditation).



1999

2000



#### ACCREDITATION FOR THREE LABORATORIES

Another three laboratories obtained the accreditation of the Polish Centre for Testing and Administration: Department – Laboratory of Technical Fire Protection, Laboratory of Extinguishing Media and Portable Equipment and Laboratory of Vehicles and Equipment.

#### RESEARCH AND DEVELOPMENT UNIT

Transformation of CNBOP from a public-budget entity into a research and development unit in accordance with the Act of July 25, 1985 on Research and Development Entities. Registration of CNBOP in the National Court Register.

#### AUTHORISATION THE MINISTER OF ECONOMY

CNBOP obtained authorisation of the Minister Minister of Economy, Labour and Social Policy under the Directive no. 89/686/EWG of December 21, 1989 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to personal protection products.

2003

2004

2010



#### NOTIFICATION OF THE EU COMMISSION

CNBOP obtained notification of the European Commission (notification no. 1438) within the scope of the following Directives: 89/686/ EWG of December 21, 1989 on the approximation of law provisions of the Member States relating to personal protective equipment; 89/106/EWG of December 21, 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products.

#### AUTHORISATION OF THE MINISTER OF INFRASTRUCTURE

CNBOP obtained authorisation of the Minister of Infrastructure under the Directive no. 89/106/ EWG of December 21, 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products.

2014



#### UNITED ARAB EMIRATES

The General Headquarters of Civil Defence, Ministry of Interior of the United Arab Emirates recognized CNBOP-PIB Certification Department and BA Research Laboratory in the scope of fire alarm equipment. Consequently, CNBOP-PIB can issue certificates of conformity, which are respected in the UAE market, based on constancy of performance certificates (CPR) held by the Clients and issued by CNBOP-PIB.

#### ISO 9001:2008

CNBOP-PIB was granted the certificate which confirms that its quality management system meets the requirements of PN-EN ISO 9001:2009.

#### EUROPEAN BODY OF TECHNICAL ASSESSMENT

CNBOP-PIB obtained a status of the Technical Assessment Body. Institute's competence in this area was confirmed by the Minister of Infrastructure and Construction pursuant to the decision no. 1/ JOT/WB/16 of 22 June 2016.

2016





# Ochrona obiektów zabytków i ich zbiorów

## Wybrane pożary obiektów zabytkowych

BEATA WOJTASIAK  
RAFAŁ NOSKE

Jednym z największych zagrożeń dla zabytków są pożary. Generują one straty, które należy rozpatrywać nie tylko w aspekcie ekonomicznym, ale także kulturowym i historycznym. Każdego roku w wyniku pożarów z naszego otoczenia nieodwracalnie znika kilkadziesiąt zabytków. Żadna rekonstrukcja nie zastąpi oryginału. To przykre, kiedy w miejscu wspaniałego, kilkusetletniego drewnianego zabytku stawia się jego murowaną replikę, a fragmenty wykańcza drewnem, które ma przypomnieć pierwotny wygląd obiektu. To właśnie drewniane zabytki architektury, zwłaszcza sakralne, są szczególnie narażone na pożary. W dorocznej statystyce pożarów obiektów kultury jest ich zawsze najwięcej. Poniżej przedstawiono podstawowe informacje dotyczące pożarów wybranych obiektów zabytkowych, które miały miejsce w Polsce w latach 2014–2016.

### Pożar kościoła w Milestkach

31 sierpnia 2015 roku nad ranem wybuchł pożar w drewnianym XVIII-wiecznym kościele pw. św. Doroty w Milestkach nieopodal Łodzi. Kościół ten powstał w 1766 roku i był to jeden z najstarszych tego typu obiektów w Polsce. Do akcji ratowniczo-gaśniczej zadysponowano 17 zastępów straży pożarnej. Gdy pierwsze z nich dotarły do Milesek, ogień wydostawał się już przez dach kościoła. Świątynia została doszczętnie zniszczona. Strażacy nie mogli skorzystać z hydrantów z wodą rozmieszczonych wokół kościoła, gdyż nie było w nich wody. Problemy te rozwiązała dopiero cysterna strażacka, sprowadzona Jednostki Ratowniczo-Gaśniczej nr 4 w Łodzi. W ostatniej chwili strażacy wyносили z zakrystii szaty liturgiczne i to, co jeszcze można było ocalić. Przyczyną tego pożaru było zwarcie instalacji elektrycznej.



Zamek Książ podczas pożaru

Źródło: Dariusz Gdesz,  
<http://www.dziennikpolski24.pl/artukul/zdjecia/3679026,pozar-zamku-ksiaz-w-walbrzychu-potezne-straty-zawinili-robotnicy-filmy-i-zdjecia,4600244,id,t,zid.html>  
[dostęp: 15.03.2018]



Kościół św. Doroty w Milestkach przed pożarem

Źródło: By KKK2352 – Praca własna, Domena publiczna, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2030737> [dostęp: 12.03.2018]



## Pożar Zamku Książ

Jeden z największych zamków w Polsce, którego historia sięga drugiej połowy XIII w. 10 grudnia 2014 r. we wczesnych godzinach popołudniowych stanął w płomieniach. Zamek Książ to jedna z największych atrakcji turystycznych Dolnego Śląska. Książański kompleks zamkowo-pałacowy wraz z otaczającym go parkiem jest trzecim pod względem kubatury, po Malborku i Wawelu, zamkiem w Polsce. Pożar zaczął się od poddasza i szybko rozprzestrzenił się na dach budynku. Spłonęło ok. 100 m kw. dachu zamku. Akcję gaśniczą utrudniał ograniczony dostęp do obiektu, wynikający z jego położenia na wzgórzu, w otoczeniu lasu i okalającej go fosy. Do akcji zadysponowano 41 samochodów pożarniczych z terenu całego województwa. Strażacy mieli problem z dostępem do źródła pożaru. Po dwóch godzinach walki z ogniem udało się im opanować sytuację. Ewakuowano pracowników oraz turystów, którzy przebywali na terenie zamku. Straty oszacowano na około milion złotych. Według ustaleń prokuratury przyczyną pożaru było nieprawidłowe użycie przez pracownika firmy remontowej palnika gazowego. Wałbrzyska prokuratura postawiła zarzuty nieumyślnego spowodowania pożaru pracownikowi i właścicielowi jednej z firm remontowych wykonujących prace na Zamku Książ.



Zabytkowy dwór w Klimontowie przed pożarem

Źródło: By Krkpr [CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)], from Wikimedia Commons [dostęp: 11.03.2018]

## Pożar dworu w Miłachowie

5 stycznia 2016 r. spłonął zabytkowy pałac na Pomorzu. Dwór w Miłachowie (woj. zachodniopomorskie) pod Kamieniem Pomorskim pochodził z pierwszej połowy XIX wieku. Pierwotnie był to budynek parterowy. Pod koniec XIX w. pałacik przebudowano, ozdabiając fasadę od strony północnej trzema ryzalitami w stylu neogotyckim. Obiekt w 1987 r. został wpisany do rejestru zabytków. Pożar wybuchł po godzinie 3 nad ranem, w znajdującym się na terenie pałacu mieszkaniu. Mimo że z ogniem walczyło 16 jednostek straży pożarnej, dach zawalił się, a konstrukcja budynku została uszkodzona. Jedna osoba została ranna. Akcja gaśnicza była bardzo ciężka i utrudniona przez mróz sięgający minus 14 stopni. Hydranty w okolicy nie działały wskutek zamarznięcia, a podczas akcji zamarzała woda w liniach gaśniczych. Wodę dowożono z oddalonego o kilka kilometrów Zalewu Kamieńskiego. Spłonął doszczętnie dach tego unikatowego zabytku, zawalił się także drewniany strop. Dwór był własnością prywatną i od wielu lat nie był remontowany.

## Pożar zabytkowego dworu w Klimontowie

7 września 2015 r. doszło do pożaru zabytkowego dworu w Klimontowie w Małopolsce. Z informacji umieszczonych na portalu społecznościowym miłośników polskich zabytków wynikało, że dwór w Klimontowie został zbudowany na początku XX wieku według projektu Stanisława Witkiewicza. Dwór stanowił przykład artystycznych przemian w architekturze polskiej przełomu



Pożar zabytkowego dworu w Klimontowie

Źródło: fot. Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Proszowicach, <http://www.24ikp.pl/redakcja/archiwum/2015/09/20150907klimontow/art.php> [dostęp: 7.09.2015]

XIX i XX wieku, nawiązując do tradycyjnego budownictwa drewnianego i zastosowania stylu zakopiańskiego w siedzibie dworskiej. Zespół dworsko-parkowy w Klimontowie został wpisany do rejestru zabytków województwa Małopolskiego w 1990 roku. Drewniana konstrukcja stanęła w płomieniach w nocy. Po przybyciu strażaków na miejsce okazało się, że pożarem objęty był już cały budynek. Dwór wykonany był z drewna modrzewiowego i pomimo zaangażowania jednostek z OSP Klimontów, OSP Pałecznicza, OSP Ostrów, OSP Bobin, OSP Kościelec oraz dwóch jednostek powiatowej Państwowej Straży Pożarnej, dwór spłonął. Strażacy ustalili, że budynek był opuszczony. Obiekt ten był wielokrotnie kontrolowany zarówno przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Krakowie, jak i Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Proszowicach. Na miejscu pracowało 10 zastępów straży pożarnej. Dwór uległ całkowitemu zniszczeniu.

Na terenie całej Polski znajduje się wiele budynków i budowli, które posiadają wartość historyczną i są traktowane jako nieruchome obiekty zabytkowe. Zabytki są świadectwem tego, jak żyły poprzednie pokolenia, jak budowały

świątynie, domy, układy architektoniczne i urbanistyczne. To co pozostało do chwili obecnej wymaga szczególnej troski, opieki, remontów, modernizacji, zabiegów konserwatorskich, a także zabezpieczeń przed pożarem, a także innymi zdarzeniami losowymi. Skuteczna ochrona jest zatem szczególnie ważna w odniesieniu do tych obiektów.

O rozwiązaniach na rzecz ochrony przeciwpożarowej obiektów zabytkowych i ich zbiorów można przeczytać szerzej w publikacjach przygotowanych w ramach projektu pt. „Opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych w zurbanizowanych centrach miast” nr DOB-BIO7/08/01/2015 finansowanego przez NCBR. Pozycje w wersji elektronicznej udostępnione są na stronie internetowej Wydawnictwa: <http://www.cnbp.pl/pl/wydawnictwa/ksiazki>.

### BEATA WOJTASIAK

Specjalista w Zakładzie Ocen Technicznych CNBOP-PIB

### RAFAŁ NOSKE

Specjalista w Zakładzie Ocen Technicznych CNBOP-PIB



*Relacje z konferencji,  
sympozjów, szkoleń, targów  
oraz innych wydarzeń  
dotyczących bezpieczeństwa  
i ochrony przeciwpożarowej.  
Zapraszamy do lektury!*



## KONFERENCJA NAUKOWA

### „Innowacyjne technologie w straży pożarnej”

W dniu 15 marca 2018 roku na terenie Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowego Instytutu Badawczego (CNBOP-PIB) zorganizowano konferencję naukową „Innowacyjne technologie w straży pożarnej”. Organizatorem było CNBOP-PIB przy współudziale Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (SGSP) oraz Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii (WICHIR).

Zaprezentowane zostały wybrane zagadnienia dotyczące:

- 1) rozwiązań systemowych wspierających organizację zabezpieczenia akcji ratowniczych,
- 2) innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych uzyskanych w ramach realizacji projektów badawczo-rozwojowych realizowanych w konsorcjach naukowo-przemysłowych,
- 3) systemów wspomagania zarządzania działaniami w jednostkach ochrony ppoż.,

- 4) monitoringu eksploatacji wybranego sprzętu i wyposażenia w straży pożarnej.

Celem konferencji było przedstawienie demonstratora technologii MTSRG. Działania podejmowane podczas realizacji projektu pozwoliły określić istotne z punktu widzenia eksploatacji parametry, opracować metody ich doskonalenia dla poprawy bezpieczeństwa i skuteczności prowadzonych działań, a także określić powiązania z innymi projektami badawczymi z obszaru



zastosowania i tworzenia innowacyjnych technologii w straży pożarnej.

Konferencja adresowana była do osób zajmujących się problematyką logistyki oraz eksploatacji sprzętu i wyposażenia w jednostkach ochrony przeciwpożarowej, komend PSP, szkół pożarniczych, Ochotniczych Straży Pożarnych, wojska, policji i innych służb uczestniczących w działaniach ratowniczych oraz jednostek naukowych zajmujących się przedmiotową problematyką. Wymiana doświadczeń środowiska naukowego i specjalistów-praktyków w obszarze eksploatacji sprzętu i wyposażenia w straży pożarnej dokonywała się w ramach burzliwych dyskusji. Rekomendacja nowych kierunków badań naukowych w zakresie problematyki eksploatacji i logistyki, zdaniem uczestników, przyczynią się do poprawy bezpieczeństwa ratowników i efektywności prowadzonych oraz skutecznego ich monitorowania. Konferencję zorganizowano w ramach projektu pt. „Mobilny Turbinowy System Ratowniczo-Gaśniczy”(MTSRG), nr DOB-BIO6/06/113/2014 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju – konkurs nr 6/2014 na wykonanie projektów w zakresie badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa.

Przedstawiciele sześciu uczelni, instytutów badawczych, jednostek produkcyjno-badawczych wygłosili łącznie dziesięć referatów w ramach sesji zatytułowanych:

*Rozwiązania systemowe wspierające organizację zabezpieczenia logistycznego akcji ratowniczych* – analizie poddano sposoby zabezpieczenia logistycznego długotrwałych akcji ratowniczych.

*Mobilny Turbinowy System Ratowniczo-Gaśniczy (MTSRG)* – dokonano prezentacji demonstratora technologii Mobilnego Systemu Ratowniczo Gaśniczego oraz przedstawiono podstawowe założenia systemu gaśniczego bazującego na wykorzystaniu turbiny samolotowej SO3aktywności.

*Systemy wspomaganie zarządzania działaniami w jednostkach ochrony ppoż.* – przedstawiono możliwości zastosowania sieci 5G do monitorowania urządzeń eksploatowanych w straży pożarnej, zaprezentowano projekt OZAB – innowacyjny, teleinformatyczny system wspomaganie zarządzania bezpieczeństwem w kontekście podniesienia poziomu bezpieczeństwa kompleksów obiektów zabytkowych.

*Innowacyjne rozwiązania uzyskane w ramach realizacji projektów badawczo-rozwojowych realizowanych w konsorcjach naukowo-przemysłowych* – zaprezentowano wykorzystanie narzędzia, jakim jest Internet Rzeczy, (rozwiązanie w budowie) i przedstawiono wyniki prac nad realizacją projektu rozwojowego nr DO-BR-BIO4/051/13087/2013 „Opracowanie metodologii stałego nadzoru eksploatacji wybranych obszarów wyposażenia straży pożarnej w zakresie niezawodności i skuteczności działania”.

dr inż. Jacek Roguski  
mgr Emilia Żebrowska  
CNBOP-PiB



**Najważniejsze informacje w jednym miejscu\***

## **Kieszonkowy poradnik kierującego działaniem ratowniczym**

Informacje i listy  
kontrolne dla dowódców

**Markus Gunter**

**Rolf Hermesen**

**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](http://WWW.CNBOP.PL)**

\* Publikacja stanowi przekład z języka niemieckiego. Uwzględniono w niej regulacje obowiązujące w Polsce, które funkcjonują w poszczególnych obszarach.







Bitp.cnbop.pl

