

SFT

SAFETY & FIRE TECHNOLOGY

Results of Jet Fan Tests Using Experimental and Numerical Techniques

p. 6

Wyniki badań wentylatorów strumieniowych z wykorzystaniem technik eksperymentalnych i numerycznych

s. 6

Civil Security Engineering
or Civil Protection
Engineering?

p. 48

Inżynieria bezpieczeństwa
cywilnego czy inżynieria
ochrony ludności? **s. 48**

Health Effects
of Exposure to
Ionising Radiation

p. 32

Skutki zdrowotne
ekspozycji na promieniowanie
jonizujące **s. 32**

Acquisition of Field Logistic
and Medical Resources
in Long-term Rescue
Operations **p. 124**

Pozyskiwanie terenowych
zasobów logistycznych
i medycznych w długotrwałych
akcjach ratowniczych **s. 124**

EDITORIAL COMMITTEE / KOMITET REDAKCYJNY

st. bryg. dr inż. Paweł Janik – Editor-in-Chief / Redaktor Naczelny

st. bryg. dr inż. Jacek Zboina
dr hab. Maria Zielecka
dr hab. Anna Rabajczyk
st. bryg. dr inż. Mariusz Feltynowski
prof. Bogdan Z. Długogórski
prof. dr. inż. Aleš Dudáček
prof. Arief E. Dahoe
dr Monika Wyszomirska-Łapczyńska
dr Agnieszka Siłuszzyk

Language editing / Redakcja językowa:

mgr Aleksandra Grzęda
mgr Elżbieta Muszyńska-Poleć
mgr Katarzyna Szulejewska
AGIT Agnieszka Rydz

Projekt okładki: Małgorzata Żurniewicz-Turno

Grafika na okładce: Adobe Stock

ISSN 2657-8808

e-ISSN 2658-0810

DOI: 10.12845/sft

© by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej

im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2020.

Pewne prawa zastrzeżone. Artykuły udostępnione na licencji CC BY-SA 4.0

/ Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research

Institute, 2020. Some rights reserved. The articles are published under

Creative Commons License the CC BY-SA 4.0

Editorial Office / Redakcja:

ul. Nadwiślańska 213,
05-420 Józefów k. Otwocka

tel. 22 769 32 20

e-mail: sft@cnbop.pl

www: sft.cnbop.pl

Publisher / Wydawca:



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

Circulation / Nakład: 50 egz.

Typesetting / Skład: Małgorzata Żurniewicz-Turno

Print and binding / Druk i oprawa: Studio Sense

EDITORIAL ADVISORY BOARD / RADA NAUKOWA

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

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

dr hab. Iwona Szwach,
prof. ICSO The Łukasiewicz Research Network
– Institute of Heavy Organic Synthesis "Blachownia",
Poland

dr Jason Yunlong Liu, FIEAust
(<https://www.jasonyunlong.com/>),
United States of America

prof. dr Qiang Xu,
Nanjing University of Science and Technology,
School of Mechanical Engineering, China

INDEXING IN DATABASES / INDEKSACJA W BAZACH

Punkty MNISW: 20

Index Copernicus International: ICI 2018: 100

EBSCO Publishing

BazTech

RINC

J-Gate

VINITI

Referativny Zhurnal

Ulrich's Periodicals Directory

ProQuest

BOOKSTORE PLATFORMS & LIBRARIES /
PLATFORMY KSIĘGARSKIE I BIBLIOTEKI

Google Play

Electronical Journals Library, University of Regensburg

Vernadsky National Library of Ukraine

Yakub Kolas Central Scientific Library of NAS of Belarus

CyberLeninka

ibuk.pl

Academia.edu

CONTENT

- 6** Results of Jet Fan Tests Using Experimental and Numerical Techniques
Grzegorz Kubicki, Izabela Tekielak-Skałka
- 16** Analysis of Temperature Increase in Fire-Exposed Internal Vertical Partitions with Glazing
Konrad Podawca, Marek Przywózki
- 32** Health Effects of Exposure to Ionising Radiation
Arkadiusz Trzos, Wiktoria Kudła, Karol Łyziński, Michał Korman
- 48** Civil Security Engineering or Civil Protection Engineering?
Tadeusz Terlikowski
- 62** The Concept of Systemic Solutions in the State Fire Service in the Context of Terrorist Threats
Wojciech Wróblewski
- 82** Old and New Trends in Security Theory
Tadeusz Kęsoń
- 102** Selected Issues of Security Sciences in Terms of Risk Analysis and Resilience Building
Jerzy Wolanin
- 124** Acquisition of Field Logistic and Medical Resources in Long-term Rescue Operations
Michał Chmiel, Eugeniusz Nowak
- 142** Innovations in Chainsaws Utilised as Mechanical Rescue Devices
Łukasz Warguła, Piotr Krawiec, Mateusz Kukla, Bartosz Wieczorek, Piotr Kaczmarzyk
- 154** Fire Extinguishing Efficiency of Compressed Air Foam, Water and Gel Forming Agents in a Standard Class A Test Fire
Stanislav Shakhov, Stanislav Vinogradov

SPIS TREŚCI

- 6** Wyniki badań wentylatorów strumieniowych z wykorzystaniem technik eksperymentalnych i numerycznych
Grzegorz Kubicki, Izabela Tekielak-Skałka
- 16** Analiza przyrostu temperatury przeszklonych przegród pionowych wewnętrznych narażonych na działanie ognia
Konrad Podawca, Marek Przywózki
- 32** Skutki zdrowotne ekspozycji na promieniowanie jonizujące
Arkadiusz Trzos, Wiktoria Kudła, Karol Łyziński, Michał Korman
- 48** Inżynieria bezpieczeństwa cywilnego czy inżynieria ochrony ludności?
Tadeusz Terlikowski
- 62** Koncepcja systemowych rozwiązań w Państwowej Straży Pożarnej w kontekście zagrożeń terrorystycznych
Wojciech Wróblewski
- 82** Stare i nowe trendy w teorii bezpieczeństwa
Tadeusz Kęsoń
- 102** Wybrane zagadnienia nauk o bezpieczeństwie w aspekcie analizy ryzyka i budowy odporności
Jerzy Wolanin
- 124** Pozyskiwanie terenowych zasobów logistycznych i medycznych w długotrwałych akcjach ratowniczych
Michał Chmiel, Eugeniusz Nowak
- 142** Innowacje w pilarkach łańcuchowych stosowanych jako mechaniczne urządzenia ratownicze
Łukasz Warguła, Piotr Krawiec, Mateusz Kukla, Bartosz Wieczorek, Piotr Kaczmarzyk
- 154** Porównanie skuteczności gaśniczej piany sprężonej, wody i związków żelotwórczych podczas gaszenia pożaru modelowego klasy A
Stanislav Shakhov, Stanislav Vinogradov

Grzegorz Kubicki^{a)*}, Izabela Tekielak-Skałka^{b)}^{a)} *Warsaw University of Technology / Politechnika Warszawska*^{b)} *SMAY Sp. z o.o.*^{*} *Corresponding author / Autor korespondencyjny: grzegorz.kubicki@pw.edu.pl*

Results of Jet Fan Tests Using Experimental and Numerical Techniques

Wyniki badań wentylatorów strumieniowych z wykorzystaniem technik eksperymentalnych i numerycznych

ABSTRACT

Aim: The aim of the experiments was to check if different jet fans with similar parameters had a similar air flow profile. The study was also aimed at testing whether normal and reverse flow direction have the same profile. Next, the obtained results of velocity distribution along the airflow axis were compared with the results of numerical analysis carried out using tools commonly applied in Poland.

Project and methods: The study involved three jet fans (W1 and W3 were manufactured as reversible units, W2 was a unidirectional device). The tests were conducted in two empty warehouses to investigate airflow velocity. The measurements were performed along the axis of the fans and at additional specific points. The first measurement point was located at the fan inlet plane. The following measurements were conducted at 0.6-meter intervals at a distance of 3.6 m from the fans and at 1.2-meter intervals at a distance from 3.6 m to 24.0 m from the fan. The velocity at each measurement point was determined as the average of a 10-second measurement. The velocity measurements were conducted using an ultrasonic anemometer – Windmaster Pro. At the second stage of the study, CFD analysis was performed. Two models were devised in both Ansys Fluent and FDS. Each CFD model presented a single fan in warehouses. Models included the actual position of the fan, doors, columns and joists. Different settings and different sizes of the computational mesh were used in CFD simulation.

Results: The study resulted in an air profile along three different jet fans. Velocity profiles in normal and reverse directions were compared. Significant differences were found between airflows for normal and reverse directions. Additionally, it was possible to compare the obtained results in real scale and a CFD simulation performed in the ANSYS FLUENT 13, FDS 5.5.3 and FDS 6. Some of the CFD simulations provided a good similarity of airflow profiles in CFD and real tests, while others did not. Thus, the study showed which settings provided the best results.

Conclusions: Each of the tested fans is characterised by a different airflow distribution. The velocity distribution profile is different for the normal and reverse direction in the studied reversible fans despite the same air stream blown in both directions. The performed analyses show that CFD programs can solve velocity correctly, but this requires good settings.

Keywords: numerical simulations, velocity profile, jet fans, physical research, smoke and heat control

Type of article: original scientific article

Received: 18.10.2019; Reviewed: 19.03.2020; Accepted: 26.03.2020;

Authors' ORCID IDs: I. Tekielak-Skałka – 0000-0001-7152-8601; G. Kubicki – 0000-0001-9782-4468;

Percentage contribution: I. Tekielak-Skałka – 55%; G. Kubicki – 45%;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 6–14, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.1>;

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

ABSTRAKT

Cel: Celem badań było sprawdzenie, czy różne wentylatory strumieniowe o różnej konstrukcji, ale zbliżonych parametrach pracy, generowały podobny profil przepływu powietrza. Badania prowadzone były w warunkach pracy normalnej i rewersyjnej. Uzyskane rezultaty pomiarów rozkładu prędkości wzdłuż osi przepływu powietrza zostały wykorzystane do porównania wyników analiz numerycznych wykonywanych przy użyciu powszechnie stosowanych w Polsce narzędzi.

Projekt i metody: Przedmiotem badań były trzy wentylatory strumieniowe różnych producentów. Dwa z nich (W1 i W3) posiadały zdolność do pracy w kierunku normalnym i rewersyjnym, W2 był urządzeniem jednokierunkowym. Testy zostały przeprowadzone w pustej przestrzeni hali magazynowej. Pomiaru prędkości przepływu powietrza, wykonane za pomocą anemometru ultradźwiękowego (WindmasterPro), realizowane były w osi wentylatorów, a pomiary wykonywane były co 0,6 m w odległości do 3,6 m od wylotu wentylatora i co 1,2 m w odległości od 3,6 do 24,0 m. Prędkość w każdym punkcie określano jako średnią z 10 s pomiaru. Badania numeryczne dla każdego z wentylatorów zostały wykonane na dwóch modelach stworzonych w Ansysy Fluent i FDS. Modele zawierały pełne odwzorowanie położenia wentylatorów oraz elementów konstrukcyjnych hali. W symulacjach zastosowano różne ustawienia i rozmiary siatki obliczeniowej.

Wyniki: Rezultatem badań było określenie i porównanie charakterystyki przepływu powietrza dla trzech różnych wentylatorów strumieniowych. Pomimo podobnej wielkości jednostek wyniki badania wykazały znaczącą różnicę między poszczególnymi charakterystykami przy przepływie normalnym i pomiędzy przepływem powietrza w kierunku normalnym i odwrotnym. Wyniki rzeczywiste zostały porównane do wyników symulacji CFD przeprowadzonych w ANSYS FLUENT 13, FDS 5.5.3 i FDS 6. Niektóre symulacje CFD pozwoliły na uzyskanie dobrego podobieństwa profilu przepływu powietrza w CFD i rzeczywistych testach, a niektóre nie. Pozwala to na określenie ustawień, przy których uzyskane wyniki najlepiej odwzorowują stan rzeczywisty.

Wnioski: Każdy z badanych wentylatorów charakteryzuje się innym rozkładem przepływu powietrza przy pracy normalnej. Znaczną różnicę widać również przy pracy badanych wentylatorów w kierunku normalnym i rewersyjnym, pomimo takiej samej wielkości strumienia powietrza wdmuchiwanego w obu kierunkach. Przeprowadzone analizy pokazują, że programy CFD potrafią poprawnie rozwiązać prędkość, ale potrzebują dobrych ustawień.

Słowa kluczowe: symulacje CFD, wentylacja strumieniowa, profil prędkości, kontrola dymu i ciepła, badania obiektowe

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 18.10.2019; **Zrecenzowany:** 19.03.2020; **Zaakceptowany:** 26.03.2020;

Identyfikatory ORCID autorów: Tekielak-Skałka – 0000-0001-7152-8601; G. Kubicki – 0000-0001-9782-4468;

Procentowy wkład merytoryczny: I. Tekielak-Skałka – 55%; G. Kubicki – 45%;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 6–14, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.1>;

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

Introduction

Jet fan systems are commonly used in ventilation systems of indoor parking lots. The basis for designing such systems is knowledge of the performance characteristics of jet fans and their accurate presentation using CFD analysis. It is important to know the air distribution formed by jet fans. This paper presents the results of physical and numerical tests of four jet fans made by different manufacturers. The objective of the study was to determine how the differences in the fans' construction and their mode of operation influence the velocity distribution model. The results were used to verify the numerical analyses of the operation of the studied fans. The CFD (Computational Fluid Dynamics) analysis was applied using: ANSYS FLUENT 13.0, FDS (Fire Dynamics Simulator), versions 5.5.3 and 6. The comparison of the results of the simulation and the survey served as a basis for the assessment of the compliance of the numerical analysis with real-life conditions.

Software

The tests described in this paper were performed by:

- Ansys Fluent 13:
 - Developer: ANSYS Inc.
 - Address: <http://www.ansys.com/about-ansys/contacts-and-locations>
 - Available in ANSYS Inc.: 2006
- Fire Dynamics Simulator (FDS 5.5.3 and FDS 6):
 - Developer: National Institute of Standards and Technology (NIST)
 - Address: <https://www.nist.gov/services-resources/software/fds-and-smokeview>
 - Year first available: 2000
 - FDS is free software
 - FDS require Smokeview to visualise the results of a simulation, also free software
 - FDS and Smokeview are available for the Windows, Linux and Mac OS X platforms.

The application of jet fans is a very popular method of day-to-day ventilation, as well as a means of smoke and heat control in enclosures like indoor parking lots. The factors influencing the efficiency of this equipment have been identified and described for years, and have been the subject of numerous surveys and analyses, the results of which are frequently published in international literature. The above-mentioned issues have been widely described, among others, in the series of articles published in the "Fire Safety Journal" [1–2], [3]. The authors of these publications agree on the fact that day-to-day ventilation systems based on the operation of jet fans, as well as smoke and heat control systems are very difficult to design using only analytical methods. At the design stage, it is almost impossible to test the assumptions using physical experiments. On the other hand, physical tests using small-scale models do not fully reflect the actual conditions of a fire. Such a thesis was presented, among others, by I. Horváth, J. van Beeck and B. Merci in a paper published in the "Fire Safety Journal" [4].

An important conclusion from study findings described in existing literature is that the velocity profile and airflow distribution along the jet fan axis is of essential for effectively directing air and smoke flow in an indoor parking lot. Such conclusions were formulated, among others, by B.J.M van Giesen., S.H.A. Penders, M.G.L.C. Loomans, P.G.S. Rutten and J.L.M. Hensen in the paper entitled *Modelling and simulation of a jet fan for controlled airflow in large enclosures* [5]. It is of paramount importance to know precisely the behaviour of the air jet generated by a fan to be able to set up jet fans in appropriate locations, and to choose properly shaped deflectors. Consequently, the location of these devices and equipping them with components that deflect the air jet is crucial in designing an effective system of day-to-day ventilation and smoke and heat control. Some countries, such as the United Arab Emirates, introduced obligatory design requirements that the manufacturer should provide full specifications of the fan's operation that included specifications of the air jet. Moreover, when designing the whole system

of jet air ventilation with the use of CFD, there is a requirement to verify the behaviour of a single fan with the same CFD tools. Such verification should precede the core analysis of the whole system. The verification process should be carried out using the same tools and principles meant for a simulation in a parking lot. The obtained results of the velocity distribution field should be in compliance with the results of the physical jet fan tests (these should be the tests results provided by the equipment manufacturer). The difference between simulation results and physical tests should not exceed 10% [6]. Using this procedure, we obtain confirmation at an early stage of the design process that the used tools and methodology are able to reproduce the real-life operation of jet fan ventilation systems.

The design of jet fan ventilation systems in Poland is mostly based on the guidelines of British [7] and Dutch [8] standards, as well as on national guidelines formulated by the Building Research Institute [9]. The mentioned documentation does not include a uniform requirement that the design should be based on the specifications of the jet fans' exhaust profile provided by the manufacturers. Therefore, the design process is based on familiarity with the fan's efficiency and thrust.

At the design stage, the efficiency of the jet fan ventilation system is validated by CFD simulations. However, in Poland it is not obligatory to perform analyses according to uniform and commonly accepted guidelines, and such analyses do not have to be conducted by experts. Given these circumstances, CFD simulations are frequently superficial, using only the basic capabilities of the FDS. This leads to a situation where the performed simulations are not credible as regards the proper reproduction of real-life situations. The cases where measurements of the designed systems conducted in a real-life scale and in identical conditions as the simulations do not confirm the system's functionality derived from the numerical analysis also occur too frequently.

Practical experience warrants a thesis that the air jet generated by the fans with similar catalogue parameters may vary greatly by their velocity profile. The velocity distribution profile affected by the individual features of the design of the devices made by different manufacturers influences the air and smoke flow profile in the parking lot's cross-section. The knowledge of the behaviour of the used equipment will determine the efficiency of the ventilation and smoke and heat control systems. For the correct configuration of the network of jet fans in a parking lot, it is necessary to know the real velocity distribution profile of a specific device. The data of the actual range and the width of the air jet generated by the fan should be provided by the manufacturer. It is only by having such data at one's disposal that it would be possible to set up jet fans in correct locations within the parking lot space. This issue becomes particularly significant for the functioning of the jet fan systems in relatively small parking lots. A faulty design will not operate in accordance with the guidelines. The airflow generated by incorrectly located fans can, for example, be reflected off the wall and cause strong air and smoke circulation. In many countries, it is not compulsory for the manufacturer to provide detailed information about the air velocity distribution profile of a specific type of fan. In view of the fact that these data can influence the actual efficiency of the

jet fan ventilation system, the lack of such requirement should be regarded as undesirable.

This paper presents the results of physical and numerical tests of selected types of jet fans. The studies determined the actual airflow generated by similar devices having different shapes. World literature very rarely provides the results of real-life measurements of jet fans. The data obtained in the course of the following study served as a basis for the assessment of different CFD tools.

Aim and scope of the experiment

The aim of the experiment was to test whether different jet fans with similar parameters had a similar air throw profile. The study also aimed to test whether normal and reverse flow directions have the same profile. The obtained results of velocity distribution along the airflow axis were then used to test the compliance of the results of the numerical analysis carried out using the tools commonly applied in Poland.

Methodology

Experimental setup

The study involved three jet fans. Fans W1 and W3 were manufactured as reversible units and fan W2 was a unidirectional device. Each jet fan was made of a rotor, blades and attached silencers. During the normal operation of the fan, the air first flows around the rotor and then around the engine. During the reverse operation, the air first flows around the engine and then around rotor blades. Although we can come across modern solutions with similar design in both directions, the above-mentioned property is a distinctive feature of the majority of commonly used jet fan designs.

Typical operational parameters of the fans selected for the tests are shown in Table 1.

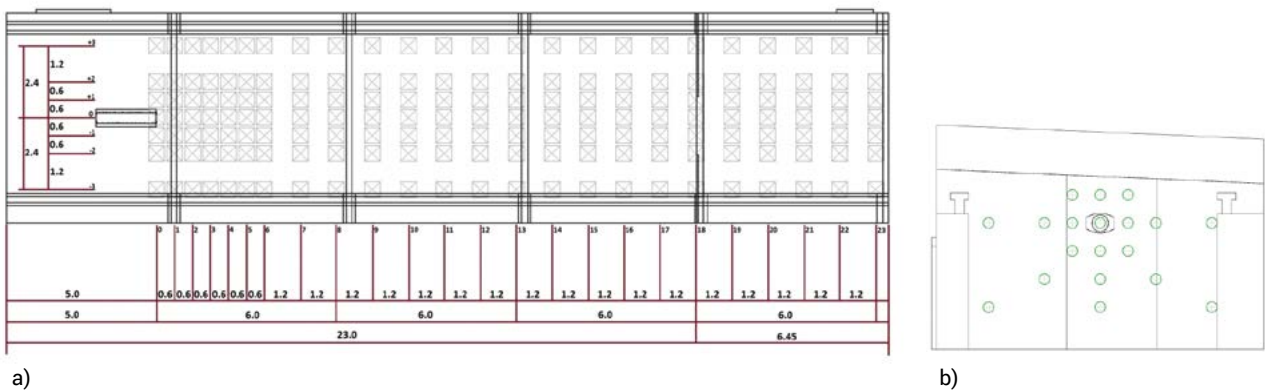
The jet fan tests were conducted in two empty warehouses located in Krakow (Poland). Two of the selected fans (W1, W2) were tested in a 7.5-metre wide and 30-metre long room, with the average height of 5 meters. The test site ensured that the air jet generated by the fans was well-isolated from the influence of the external environment. Each fan was installed at the same height. In both cases a forklift was used to lift the fan to the height of 3 meters, and this height guaranteed that the fan was able to generate a free air jet. The subsequent tests were conducted in a bigger warehouse measuring 80 by 36 meters.

The experiment tested airflow velocity. The measurements were conducted along the axis of the fans and at specific points of air jet development. The first measurement point was located at the fan exhaust plane. The following measurements were conducted at 0.6-meter intervals at a distance of 3.6 m from the fans and at 1.2-meter intervals at a distance from 3.6 m to 24.0 m from the fan. The velocity at each measurement point was determined as the average of a 10-second measurement. The test site schematic with the location of measurement points is shown in Figure 1.

Table 1. Technical data of the tested fans

Fans	Characteristics				
	Diameter, d [mm]	Power, P [kW]	Thrust, N [N]	Volume, V [m ³ /s]	Direction of airflow -
Fan W1	370	1.23	48	2.19	reversible
Fan W2	355	1.80	56	2.20	unidirectional
Fan W3	355	1.50	36	1.89	reversible

Source: Own elaboration.

**Figure 1.** Location of measurement points in the smaller room: a) horizontal section, b) vertical section

Source: Own elaboration.

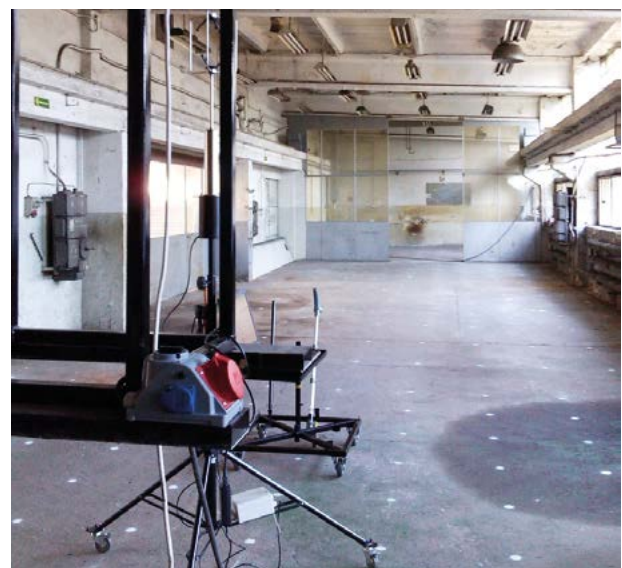
The velocity measurements were conducted using an ultrasonic anemometer – Windmaster Pro. This type of ultrasonic anemometer allows the determination of the speed of the airflow within the range of 0 to 65 m/s, with inaccuracy not exceeding 1.5% for the air speed range from 0 to 12 m/s and not exceeding 1.0% for speeds exceeding 12 m/s. It is also possible to precisely determine the air flow direction which, in consequence, allows for the exact description of the exhaust jet coming from the fan opening.

The values of the measured parameters were recorded using custom-made computer software – SAFETYCAR.

The above-mentioned site was used to test the velocity distribution profile of fans W1 and W2. The test of fan W3 was conducted in a larger room with the identical location of measurement points. Additionally, after the measurements, a tracer gas test was performed which allowed the visualisation of the operation of the two fans (fan W1 and W3).

Computational Analyses

At the second stage of the study, CFD analysis was performed. Models were made in both Ansys Fluent and FDS. Each CFD model included a single fan in warehouses. Models include

**Figure 2.** View of the measurement site for testing the jet fan air flow profile

Source: Own elaboration.

the actual position of the fan, doors, columns and joists. Analyses were performed for a normal direction of fan W2.

The Ansys Fluent model used a tetrahedral computation grid with the maximum dimension of elements of 0.25 m. The grid element size was smaller at the walls – 0.20 m, and on the fan – 0.02 m. Basic model settings were applied. K-epsilon in the RNG version model was chosen as the turbulence model. Analysis was performed for isothermal conditions. The fan was modelled by adding two connected velocity inlet boundary conditions, one of which was blowing air and the other removing it.

Next models were created in FDS 5.5.3. The size of the computational grid was selected on the basis of the fan's diameter in such a way that the fan exhaust field in FDS had a similar size to real-life conditions. Two models were created with different mesh size: 0.15 m and 0.30 m. The jet fan was modelled as square vent with a constant volume flow of 2.2 m³/s. CFD analysis was performed for:

- the basic setting of the LES model,
- LES model with a Smagorinsky coefficient of 0.1,
- LES model with a Dynamic Smagorinsky function.

Additionally, a similar model was devised in FDS 6. A mesh was used in the model, with a piece sized 0.15 m. CFD analysis was performed for basic settings of the LES model. The jet fan in this version of FDS was modelled as a square boundary condition & HVAC with a defined diameter and constant volume flow of 2.2 m³/s.

Each simulation was performed in transient time. The results were averaged after 600 seconds for a period of 10 seconds.

Results and discussion

Results of measurements

Figure 3 present the results of velocity distribution measurements taken along the axis of the tested fans. In the case of reversible fans W1 and W3, a distinct change in their behaviour in normal and reverse modes of operation can be noted.

The shape of the velocity distribution field generated by the jet fan is as important as the velocity distribution along the fan's axis for shaping the velocity distribution profile in the parking lot cross-section. It can be surmised from the conducted measurements that each of the tested units exhibits a different velocity distribution profile.

In the case of reversible fans, the velocity distribution profile changes with the airflow direction mode. All reversible units exhibited the same phenomenon. During the normal direction mode, the highest airflow velocity was recorded along the fan's axis. When the fan operated in the reverse mode, the situation was completely different. The highest exhaust velocity was recorded near fan walls and the angle of the air throw spread also increased (Figure 4). This means that during the phase of designing smoke and heat control systems, it is necessary to perform a separate analysis for the different modes of operation of reversible fans. This requirement does not have to be upheld if the manufacturer declares an identical velocity profile in both directions of the fan's operation. Nowadays, special two-rotor jet

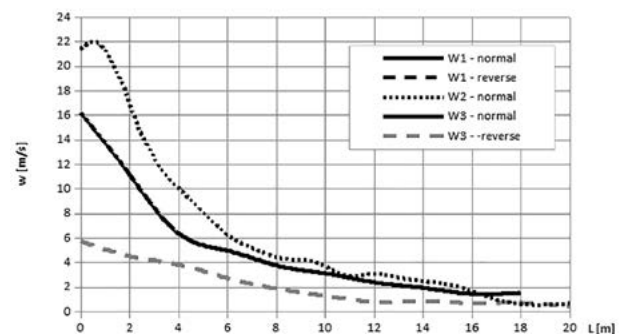


Figure 3. Comparison of air speed along the axis of fans W1; W2 and W3 operating in the normal direction

Source: Own elaboration.

Table 2. Test of air velocity produced by fan W2 at a fan height at different points shown in Figure 1

L [m]	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
0.0	0.29	0.28	0.30	21.32	0.14	0.19	0.11
0.6	0.37	0.21	0.48	21.98	0.34	0.16	0.12
1.2	0.11	0.42	0.41	20.60	0.38	0.18	0.13
1.8	0.32	0.10	0.43	18.10	0.29	0.24	0.27
2.4	0.28	0.24	1.38	14.81	0.46	0.20	0.15
3.0	0.13	0.22	2.20	12.62	0.77	0.61	0.21
3.6	0.29	0.27	2.86	10.87	1.33	0.36	0.28
4.8	0.12	0.51	4.34	8.55	1.60	0.39	0.17
6.0	0.20	1.26	3.95	6.27	1.86	0.61	0.36
7.2	0.20	1.34	4.52	5.02	1.71	0.49	0.62
8.4	0.32	2.18	4.51	4.26	1.40	0.41	0.62
9.6	0.24	2.39	4.03	4.02	1.82	1.02	0.54
10.8	0.68	1.91	3.09	2.96	2.16	0.99	0.60
12.0	0.46	2.35	3.13	3.05	2.00	0.90	0.88
13.2	1.19	2.93	2.63	2.69	2.04	1.48	0.91
14.4	0.88	2.05	2.21	2.38	1.81	1.19	0.37
15.6	0.48	1.24	0.84	1.93	1.26	0.99	0.58
16.8	0.38	0.66	1.01	1.08	1.24	0.41	0.37
18.0	xxx	0.38	1.17	0.60	0.55	xxx	xxx
19.2	0.30	0.34	0.46	0.56	0.65	0.14	0.11
20.4	0.30	0.34	0.25	0.65	0.74	0.22	0.11
21.6	0.33	0.19	0.18	0.47	0.51	0.40	0.18
22.8	0.39	0.16	0.14	0.34	0.55	0.36	0.15
24.0	0.15	0.46	0.35	0.23	0.12	0.12	0.33

Source: Own elaboration.

fans are produced which, according to the manufacturers' declarations, maintain both the airflow and behaviour of the exhaust in both operational modes. In the majority of the cases, however, the data concerning the airflow in front of the fan opening are not

provided. The results of the tests conducted, among others, by the authors of this paper reveal that the behaviour is of a completely different nature. We believe that the information concerning the method of the air discharge from the fan is essential for the efficiency of the whole system of parking lot ventilation.

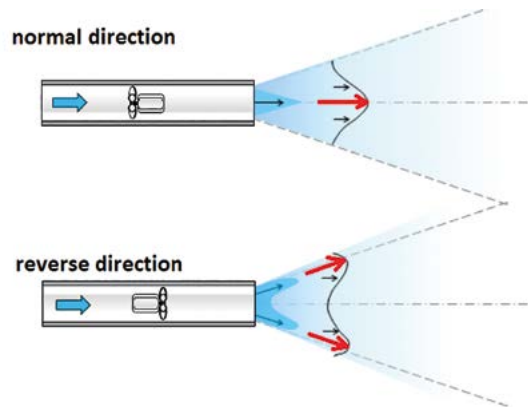


Figure 4. A comparison of the air throw performance of different jet fans
Source: Own elaboration.

Comparison of study results with the CFD analysis using different tools

Results of CFD simulations

The above-mentioned physical experiment provided an excellent opportunity to verify the precision of the commonly used models of numerical analyses. It was possible to compare the results obtained from the ANSYS FLUENT 13 program and FDS 5.5.3 and FDS 6 (commonly used in Poland) with the measurement results of fan operating parameters. Below please find the selected results of a W2 fan simulation.

Firstly, the measured velocity along the jet fan axis was compared with velocity distribution obtained from the simulation performed in the ANSYS FLUENT 13 program.

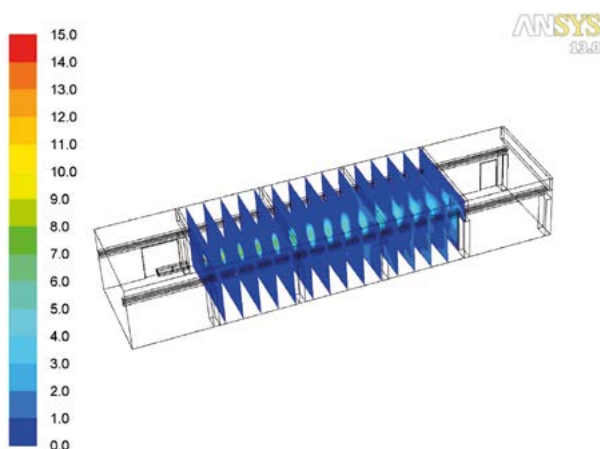


Figure 5. Visualisation of velocity distribution (m/s) in measurement cross-sections in the Ansys Fluent program
Source: Own elaboration.

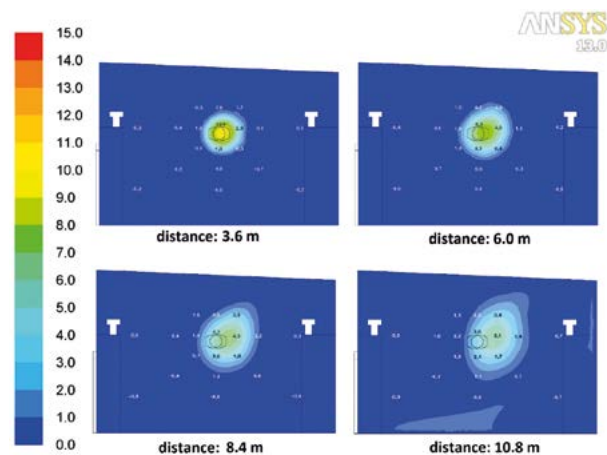


Figure 6. Results of the simulation of velocity (m/s) in Ansys Fluent at different distances from the fan

Source: Own elaboration.

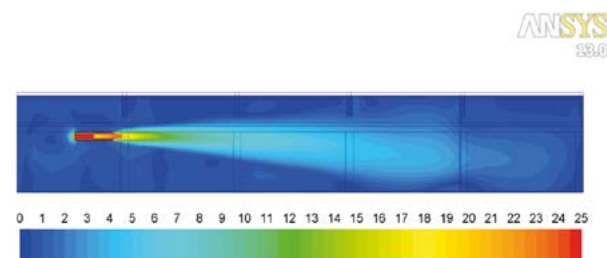


Figure 7. Visualisation of speed distribution in the Ansys Fluent

Source: Own elaboration.

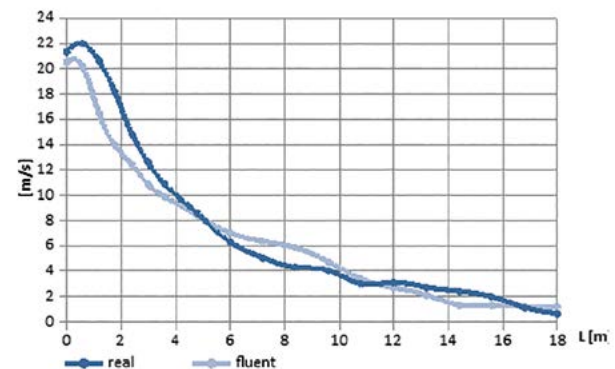


Figure 8. Comparison of the measured velocity profile of fan W2 with the results obtained in the Ansys Fluent program

Source: Own elaboration.

The basic settings of the Ansys Fluent program, in combination with a dense computational grid, yielded a satisfactory reproduction of the exhaust velocity distribution of the studied fan. Unfortunately, due to the high costs of a commercial license, this program is very rarely used in Poland for numerical analyses of indoor parking lots.

Another figure compared the measurement and numerical velocity along the fan's axis with the velocity distribution simulated by FDS v 5.5.3.

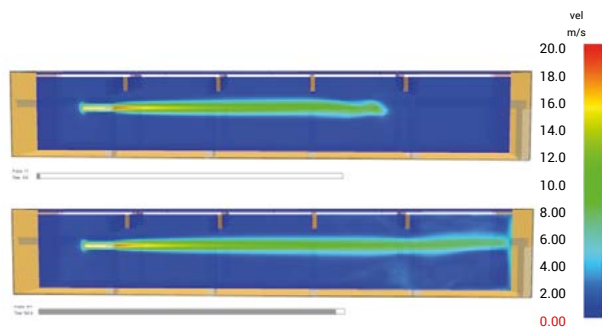


Figure 9. Visualisation of velocity distribution (m/s) in the program FDS 5.5.3 for the default settings of the LES model and a 15-cm grid (after 10 and 600 seconds)

Source: Own elaboration.

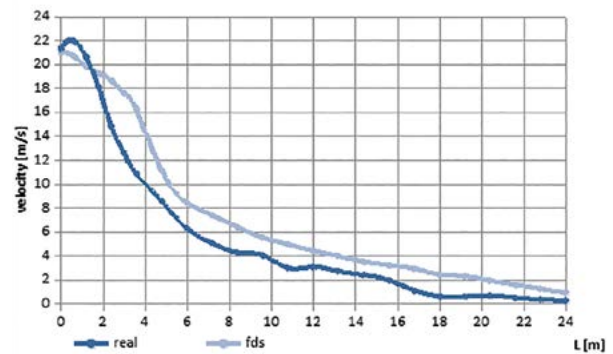


Figure 12. Velocity comparison measured along the jet fan's axis with velocity distribution simulated in the FDS 5.5.3 program with the use of the constant value of the Smagorinsky coefficient, equal to 0.1, and a 15-cm grid

Source: Own elaboration.

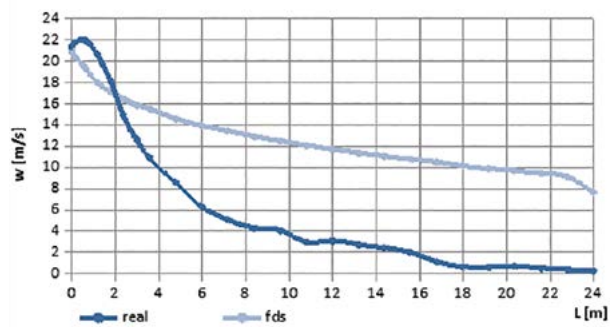


Figure 10. Velocity comparison measured along the fan's axis with velocity distribution simulated in the FDS 5.5.3 program in the LES model and grid settings of 15 cm

Source: Own elaboration.

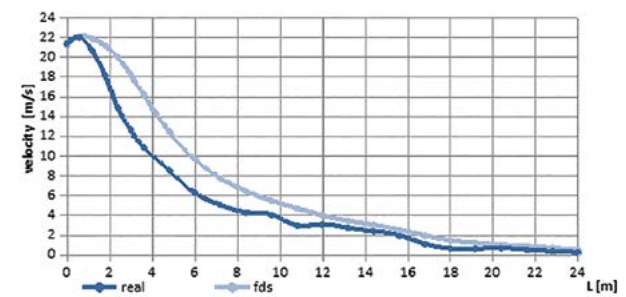


Figure 13. Velocity comparison measured along the jet fan's axis with velocity distribution simulated in the FDS 5.5.3 program with the use of the Dynamic Smagorinsky function, and a 15-cm grid

Source: Own elaboration.

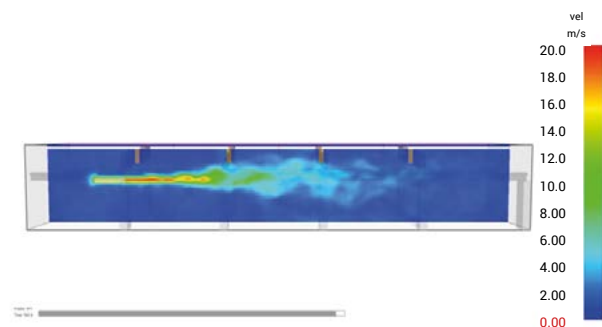


Figure 11. Visualisation of velocity distribution (m/s) in program FDS 5.5.3 with the use of the Dynamic Smagorinsky function in the LES model with a 15-cm grid

Source: Own elaboration.

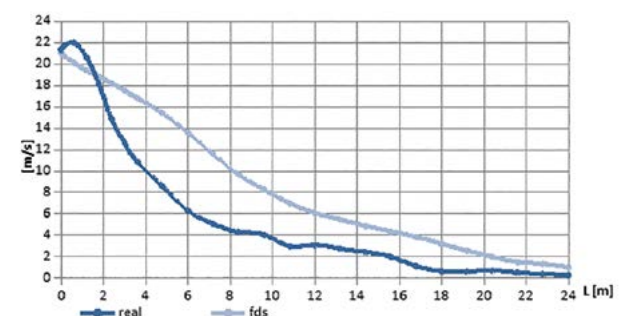


Figure 14. Velocity comparison measured along the jet fan's axis with the velocity distribution simulated in the FDS 5.5.3 program with the use of the Dynamic Smagorinsky function in the LES model for a 30-cm grid

Source: Own elaboration.

The simulation results illustrated by Figures 12, 13 and 14 reveal that it is necessary to use the Dynamic Smagorinsky function properly in the FDS program version 5.5.3. The impact of the density of the computational grid on the precision of the simulation is also clearly seen.

In conclusion, the same analysis was performed in the newer – sixth – version of the FDS program. The results obtained for the basic program settings are presented in Figure 15. The simulation results revealed that immediately outside the fan exhaust opening, the values were lower than anticipated; however, farther on,

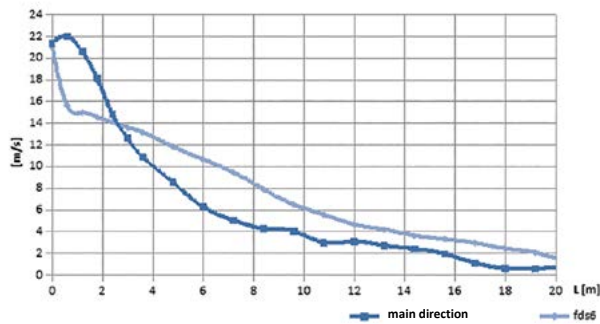


Figure 15. Comparison of velocity measured along the jet fan's axis with velocity distribution obtained in the FDS 6v program with basic program settings

Source: Own elaboration.

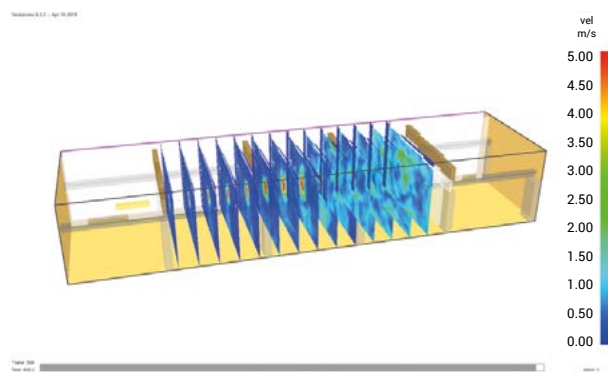


Figure 16. Visualisation of velocity distribution (m/s) at cross-sections over 600 seconds in the FDS 6 program with basic program settings for a 15-cm grid

Source: Own elaboration.

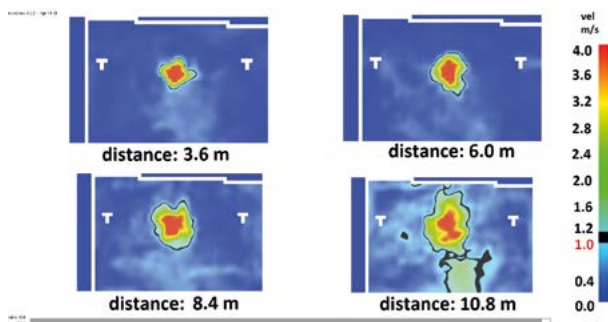


Figure 17. Visualisation of velocity distribution (m/s) in FDS 6 at different distances from the fan

Source: Own elaboration.

the simulation results showed overstated values in comparison with the measurements.

Conclusions

The results of the study:

1. Each of the tested fans exhibits a different airflow distribution. In the case of the forward direction, the angle

of airflow spread for different fans ranged from 18 to 30 degrees. Fans W1 and W2 featured small air stream diffusion at the exhaust opening, making it possible to maintain high velocity along the fan's axis at a long distance. Fan W3 showed a lower velocity along the fan's axis and the airflow was more diffuse and curved.

2. The velocity distribution profile is different between the normal and reverse direction in the studied reversible fans despite the same air stream pushed in both directions. In the case of the normal direction (when air flows around the rotor first and then around the engine), the highest velocity occurs along the fan's axis. In the case of the reverse direction, the axis speed is lower by approximately a half in comparison with the basic direction. On the other hand, in the case of reversible flow, velocity is higher at fan walls.
3. The popular guidelines for conducting computer analyses to determine the minimum requirements of the computational grid (e.g., not bigger than 0.4 m x 0.4 m x 0.4 m; whereas in the fire zone and adjacent zones, the computational grid cannot be larger than 0.2 m x 0.2 m x 0.2 m) may turn out to be insufficient for the appropriate reproduction of real-life conditions. It is necessary to ensure higher precision in the determination of the requirements for simulations in relation to the guidelines for a specific CFD program. The maximum size of the computational grid should also be determined more precisely, particularly when establishing the behaviour of air spread right outside the jet fan exhaust opening. The conducted analyses show that for the proper reproduction of the air exhaust outside the jet fan opening with the use of the FDS program, the fan exhaust field should be covered by at least four cells of the computational grid, which in this case provide to be a grid with a 15-cm side.
4. Numerical analysis results showed that the results obtained depended largely on the version of FDS used. The newer version (FDS 6) yielded similar results for measurements already in the basic version of the program.

Acknowledgements

We would like to thank the SMAY Company (Poland) for the financial support of our study.

Literature

- [1] Deckers X., Haga S., Tilley N., Merci B., *Smoke control in case of fire in a large car park: CFD simulations of full-scale configurations*, "Fire Safety Journal" 2013, 57, 22–34, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2012.02.005>.
- [2] Deckers X., Haga S., Sette B., Merci B., *Smoke control in case of fire in a large car park: Full-scale experiments*, "Fire Safety Journal" 2013, 57, 13, 11–21, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2012.10.017>.

- [3] Merci B., Shipp M., *Smoke and heat control for fires in large car parks: Lessons learnt from research?*, "Fire Safety Journal" 2013, 57, 3–10.
- [4] Horváth I., v.d.Beeck J., Merci B., *Full-scale and reduced-scale tests on smoke movement in case of car park fire*, "Fire Safety Journal" 2013, 57, 35–43, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2012.10.009>.
- [5] Van Giesen B. J. M., Penders S. H. A., Loomans M. G. L. C., Rutten P. G. S., Hensen J. L. M., *Modelling and simulation of a jet fan for controlled airflow in large enclosures*, "Environmental Modelling & Software" 2011, 26, 2, 191–200, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.07.008>.
- [6] UAE FIRE AND LIFE SAFETY CODE OF PRACTICE.
- [7] BS 7346-7:2006 Components for smoke and heat control systems – Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered.
- [8] NBN S 21-208-2 Protection incendie dans les batiments. Conception des systems d'evacuation des fumees et de la chaleur (EFC) des parkings interieurs.
- [9] Węgrzyński W., Krajewski G., *Systemy wentylacji pożarowej garaży – projektowanie ocena odbiór*, ITB Warszawa 2015.

GRZEGORZ KUBICKI, PH.D. ENG. – a specialist in the field of fire ventilation systems. For 15 years, lecturer of the fire ventilation subject and in post-graduate studies 'Building smoke extraction systems – fire ventilation'. Participant of research programmes and co-creator of technical solutions for modern smoke prevention systems for the evacuation and smoke extraction of stairwells.

IZABELA TEKIELAK-SKAŁKA, M.SC. ENG. – graduated from the Cracow Technical University in 2010 with a M.Sc. degree. Head of the department of research and CFD analysis at SMAY Sp. z o.o. She has been researching various fire ventilation systems for eight years.

DR INŻ. GRZEGORZ KUBICKI – specjalista w dziedzinie wentylacji pożarowej. Od 15 lat prowadzi na uczelni zajęcia z wentylacji pożarowej oraz wykłady w ramach studiów podyplomowych z zakresu systemów oddymiania budynków – wentylacji pożarowej. Uczestnik programów badawczych oraz współtwórca rozwiązań technicznych na potrzeby współczesnych systemów zapobiegania rozprzestrzenianiu dymu w procesie ewakuacji i oddymiania klatek schodowych.

MGR INŻ. IZABELA TEKIELAK-SKAŁKA – w 2010 r. ukończyła studia na Politechnice Krakowskiej, uzyskując tytuł magistra. Kierownik działu badań i analiz CFD w przedsiębiorstwie SMAY Sp. z o.o. Od ośmiu lat prowadzi badania nad różnymi systemami wentylacji pożarowej

Krakow, Poland

www.etcc2020.org



ETCC 2020
EUROPEAN TECHNICAL COATINGS CONGRESS

Coatings
Inspirations

Since 1950

ETCC2020 - European Technical Coatings Congress (www.etcc2020.org)

z powodu ograniczeń wynikających z pandemii SARS CoV-2 kongres odbędzie się w roku 2021 w Krakowie (szczegółowa data zostanie podana w najbliższym czasie)

Prezentacje dotyczą najnowszych osiągnięć naukowych i technicznych w zakresie farb i lakierów, klejów i materiałów budowlanych.

Ten prestiżowy kongres organizowany jest od 70 lat, teraz po raz pierwszy w Polsce.

Tu są Innowacje!

Wymierne Korzyści:

- Sześć równoległych Sesji z referatami.
Prezentacje Posterów.

Program Kongresu ETCC2020 w:

www.etcc2020.org/en/congress/congress-program

- Sesje Plenarne.

Keynote speakers, prezentowani na stronie:

www.etcc2020.org/en/congress/speakers

- Wystawa. Prezentacje osiągnięć naukowych, technicznych, produktów, urządzeń, usług.

Rejestracja przez:

www.etcc2020.org/en/congress/exhibition

- Sesja „Summer School”

Program w:

www.etcc2020.org/en/congress/summer-school



UDZIAŁ W KONGRESIE

Zarejestruj się poprzez:

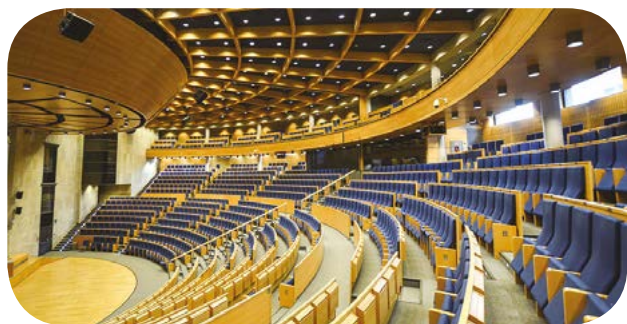
www.etcc2020.org/en/registration

PUBLIKACJE wystąpień w czasopismach fachowych, szczegóły w:

www.etcc2020.org/en/congress/publication-in-journals

Nagrody po 1000 Euro przyznawane w kategoriach:

- Najlepszy referat
- Najlepszy referat młodego naukowca (wiek do 35 lat)
- Najlepszy referat o tematyce ekologicznej
- Inne nagrody i wyróżnienia



Bliższe szczegóły na stronie kongresu: www.etcc2020.org

W przypadku pytań proszę o kontakt, e-mail:

- etcc2020@sitpchem.org.pl
- koziel.jozef@gmail.com

Jesteśmy w mediach
społecznościowych:



Konrad Podawca^{a)*}, Marek Przywózki^{b)}

^{a)} *Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Civil and Environmental Engineering / Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska*

^{b)} *POLFLAM Sp. z o.o*

* *Corresponding author / Autor korespondencyjny: konrad_podawca@sggw.pl*

Analysis of Temperature Increase in Fire-Exposed Internal Vertical Partitions with Glazing

Analiza przyrostu temperatury przeszklonych przegród pionowych wewnętrznych narażonych na działanie ognia

ABSTRACT

Aim: The aim of the test, performed in accordance with PN-EN 1364-1, was to measure the ability of the designed non-load-bearing glass wall element to stop the spread of fire. A comparative analysis was also conducted to show the differences between various glass partition wall solutions in terms of their fire insulation parameters which should be ensured during fire exposure.

Introduction: Glass has been increasingly used in the construction of buildings due to its transparency and aesthetic qualities. However, such glass constructions must comply with the most stringent requirements, including those concerning fire safety. By definition, the measure of fire insulation is the temperature increase on an unheated surface above a given level. For partition and curtain walls, the limit value of temperature increase at any point of a given partition is 180°C, while the average temperature increase on the glazing cannot exceed 140°C. A barrier is considered as not providing fire insulation when the non-load-bearing wall loses its separation function due to the temperature limit being exceeded on the unheated surface.

Methodology: As a first step, we designed the original solution involving a glass-partition frameless construction. The partition was subjected to fire tests performed in accordance with PN-EN 1363-1 and 1364-1 standards. The parameters compared were temperature over 30 minutes of fire with a two-minute surge from three areas: glass surface, profiles located in the central part of the structure and the peripheral frame attached to the furnace structure.

Conclusions: Each of the constructions showed different fire resistance characteristics. These differences allowed the assessment of their effectiveness as barriers during fire and made it possible to identify the advantages provided by the proposed frameless construction. The partition made of steel sections exhibited the highest heat increase, reaching a maximum average temperature of 120°C. The results for other partitions did not go beyond the 75°C threshold, which was approached the closest by the one made of aluminium profiles. Wooden and frameless constructions provided the most effective protection against temperature transfer. The first one reached a maximum average temperature of 21°C, while the second did not exceed 11°C.

Keywords: fire, glass partition wall, fire protection glass, fire insulation

Type of article: case study

Received: 09.12.2019; **Reviewed:** 21.02.2020; **Accepted:** 16.04.2020;

Authors' ORCID IDs: K. Podawca – 0000-0001-5261-6657; M. Przywózki – 0000-0003-0155-8930;

Percentage contribution: K. Podawca – 45%; M. Przywózki – 55%;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 16–30, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.2>;

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

ABSTRAKT

Cel: Celem badania, zgodnie z normą PN-EN 1364-1, był pomiar zdolności zaprojektowanego elementu przeszklonej ściany nienośnej do powstrzymania rozprzestrzeniania się ognia. Natomiast celem analizy porównawczej było ukazanie różnic pomiędzy różnymi rozwiązaniami przeszklonych ścian działowych pod kątem izolacyjności ogniowej, które powinny być spełnione w trakcie oddziaływania pożaru.

Wprowadzenie: W budownictwie coraz częściej spotyka się konstrukcje wykorzystujące szkło z uwagi na jego transparentność i estetykę. Jednocześnie muszą one spełniać najwyższe wymogi m.in. ogniowe. Zgodnie z definicją miarą izolacyjności ogniowej jest przyrost temperatury na powierzchni nienagrzewanej powyżej danego poziomu. Dla ścian działowych i osłonowych graniczna wartość przyrostu temperatury w dowolnym punkcie danej przegrody wynosi 180°C, przy czym przyrost średniej temperatury na przeszkleniach nie może przekroczyć 140°C. Za przegrodę nie spełniającą cech izolacyjności ogniowej uznaje się taką, w której ściana nienośna przestaje spełniać funkcję oddzielenia na skutek przekroczenia na powierzchni nienagrzewanej granicznej wartości temperatury.

Metodologia: Wstępnym etapem było zaprojektowanie autorskiego rozwiązania bezramowej konstrukcji przegrody przeszklonej. Przegrodę tę poddano badaniom ogniowym zgodnie z normami PN-EN 1363-1 i PN-EN 1364-1. Otrzymane rezultaty skonfrontowano z analogicznymi badaniami przeszklonych przegród wykonanych w konstrukcji ramowej z drewna, stali i aluminium. Porównywanymi parametrami były temperatury w czasie 30 minut działania ognia ze skokiem dwuminutowym z trzech obszarów: powierzchni szkła, profili znajdujących się w centralnej części konstrukcji i z ramy obwodowej zamocowanej do konstrukcji pieca.

Wnioski: Każda z konstrukcji wykazywała odmienne cechy odporności na działanie pożaru. Występujące rozbieżności pozwoliły na ocenę skuteczności ich funkcjonowania jako bariery w czasie trwania pożaru oraz na określenie przewagi zaproponowanej konstrukcji bezramowej. Witryna wykonana z kształtowników stalowych odznaczała się najwyższym przyrostem temperatury, osiągając maksymalną średnią temperaturę 120°C. Wyniki pozostałych przegród nie wykroczyły poza próg 75°C, do którego najbardziej zbliżyła się ta, wykonana z profili aluminiowych. Największą skuteczność ochrony przed przenikaniem temperatury przejawiała konstrukcja drewniana oraz bezramowa. Pierwsza z nich osiągnęła maksymalną, średnią temperaturę 21°C, natomiast druga nie przekroczyła 11°C.

Słowa kluczowe: pożar, przeszklona ściana działowa, szkło ogniochronne, izolacyjność ogniowa

Typ artykułu: studium przypadku

Przyjęty: 09.12.2019; **Zrecenzowany:** 21.02.2020; **Zaakceptowany:** 16.04.2020;

Identyfikatory ORCID autorów: K. Podawca – 0000-0001-5261-6657; M. Przywózki – 0000-0003-0155-8930;

Procentowy wkład merytoryczny: K. Podawca – 45%; M. Przywózki – 55%;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 16–30, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.2>;

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

Introduction

One of the requirements when designing a building is to provide an adequate level of fire safety to reduce fire- and smoke-related risks. Such safety can be provided to people inside the building under fire for a specific amount of time by, for instance, making it more difficult for fire to spread and keeping temperature increase on the other side of the internal partition as low as possible [1–2]. Hence, at the building design stages, one of the fire-safety aspects involves the principle of fire control, according to which the spread of fire should be restricted to the smallest area possible. This can be achieved by well-designed internal walls [3].

Research papers on the subject in question use a typical, methodology- and standard-based approach to describe the correctness of fire testing [4–6]. These studies demonstrate that there are multiple factors affecting the fire resistance of glazed elements, including the type and weight of glass used, the type of its fixing, the type of profile, or the insulation and sealing materials used. Connections between different materials are relevant during a fire. This applies, for instance, to steel-concrete adherence or joints between individual glass panels, a particularly important aspect in glass partitions [2], [7]. In the case of glass partition walls, researchers have focused on the behaviour of different glass-pane types during a fire [7]. However, the behaviour they describe usually reflects temperature increase on the surface of glass and profiles in which they are fixed, made of aluminium, steel and wood, among other materials [6–8]. Relevant factors noted also include profile construction and filling [6]. Based on the literature mentioned above and standard requirements, we defined the procedure and the result presentation method.

Wprowadzenie

Jednym z wymagań stawianym projektantom budynków jest zapewnienie właściwego poziomu bezpieczeństwa pożarowego, którego celem jest zredukowanie zagrożenia wynikającego z działania ognia oraz dymu. Zapewnienie takiego bezpieczeństwa przez określony czas osobom, znajdującym się wewnątrz budynku objętego pożarem, może być osiągnięte m.in. przez utrudnienie rozprzestrzeniania się ognia i wzrostu temperatury po drugiej stronie przegrody wewnętrznej [1–2]. Dlatego podczas projektowania budynków jednym z elementów odnoszących się do bezpieczeństwa pożarowego jest zasada powstrzymywania pożaru – ogień powinien być ograniczony do możliwie najmniejszej powierzchni, co mogą zapewnić dobrze skonstruowane ściany wewnętrzne [3].

W artykułach naukowych dotyczących analizowanej tematyki znajdujemy podejście typowo metodyczno-normowe, opisujące poprawność wykonania badań ogniowych [4–6]. Badania te ukazują, że na odporność ogniową elementów zawierających przeszklenia wpływa wiele czynników, m.in. typ i waga zastosowanego szkła, sposób jego mocowania, rodzaj profili nośnych lub użytych materiałów izolacyjnych i uszczelniających. Połączenie ze sobą różnych materiałów ma znaczenie podczas pożaru. Dotyczy to np. przyczepności stali do betonu, czy tak ważnych w przegrodach przeszklonych, połączeń poszczególnych tafli szkła [2], [7]. W przypadku przeszklonych ścian działowych badacze zwracają uwagę na zachowanie podczas pożaru różnego rodzaju szyb [7]. Jednak najczęściej charakterystyka skupia się na ukazywaniu przyrostu temperatury na powierzchni szkła oraz profili, w których są mocowane, np. aluminiowych, stalowych czy drewnianych [6–8]. Często zwraca się uwagę na konstrukcję i wypełnienie profili [6]. Na podstawie przytoczonej literatury oraz wymogów normowych określono tok postępowania oraz sposób zaprezentowania otrzymanych wyników.

Aim and methods of study

The material presented here provides a further description of fire tests involving glass partitions [9]. The mentioned paper presents the detailed design of profiles and the issue of displacements in them due to fire.

Through our testing, performed in accordance with the PN-EN 1364-1 standard, we aimed to measure the ability of the designed non-load-bearing glass wall element to stop the spread of fire from one side of the wall to the other. By definition, the measure of fire insulation is the temperature increase on an unheated surface above a given level. For partition walls, the limit value of temperature increase at any point of a given partition is 180°C, while the average temperature increase on the glazing cannot exceed 140°C [10–11]. A barrier is considered as not providing fire insulation when the non-load-bearing wall loses its separating function due to the temperature limit or the average temperature being exceeded on the unheated surface [12].

We also conducted a comparative analysis to show the differences between various glass partition wall solutions in terms of their fire insulation parameters which should be ensured during a fire exposure simulation.

The starting point was to design an original solution involving a glass-partition frameless construction. This partition was subjected to fire tests performed at the CERTBUD Sp. z o.o. laboratory.

We compared the results of the designed partition with other similarly sized vertical glass frame-based elements. This included the results of temperature increases found in fire test reports for glass partitions with frame constructions made of wood, aluminium and steel.

Such praxeological basis for the presented material stems from the fact that it is impossible to determine the fire rating of a given glass partition using the element's design or other technical documentation. The only way to determine the actual fire rating is by performing tests in accordance with the relevant standard [12–14]. Using the test results for different solutions, it is possible to project the expected fire rating of glass partitions [15]. The results presented in the literature mentioned above relate to partitions featuring a frame construction. This study is specifically concerned with a frameless partition construction and its comparison with the more common material solutions.

Material and methods

The test object was the designed frameless glass partition (object 1). In order to keep the required stability of the partition without the presence of profiles which connect neighbouring glazing, we proposed to use two layers of tempered glass with a thickness of 10 mm each, separated by 10 mm layers of a fire-retardant gel. Glass panels were fixed using special clamps made of thin steel sheets. They were spot-placed along

Cel i metody analizy

Przedstawiony materiał jest kontynuacją opisu badań ogniowych nt. analizowanych przeszklonych przegród [9]. W artykule zaprezentowano szczegółową budowę profili oraz aspekt powstałych w nich przemieszczeń będących wynikiem działania pożaru.

Celem samego badania, zgodnie z normą PN-EN 1364-1, był pomiar zdolności zaprojektowanego elementu przeszklonej ściany nienośnej do powstrzymania rozprzestrzeniania się pożaru z jednej strony ściany na drugą. Zgodnie z definicją – miarą izolacyjności ogniowej jest przyrost temperatury na powierzchni nienagrzewanej powyżej danego poziomu. Dla ścian działowych graniczna wartość przyrostu temperatury w dowolnym punkcie danej przegrody wynosi 180°C, przy czym przyrost średniej temperatury na przeszkleniach nie może przekroczyć 140°C [10–11]. Za przegrodę nie spełniającą cech izolacyjności ogniowej uznaje się taką, która przestaje spełniać funkcję oddzielenia na skutek przekroczenia na powierzchni nienagrzewanej, zarówno średniej, jak i granicznej wartości temperatury [12].

Natomiast celem analizy porównawczej było ukazanie różnic pomiędzy różnymi rozwiązaniami przeszklonych przegród pod kątem izolacyjności ogniowej, które powinny być spełnione w trakcie symulacji oddziaływania pożaru.

Punktem wyjścia było zaprojektowanie autorskiego rozwiązania bezramowej konstrukcji przegrody przeszklonej. Przegrodę tę poddano badaniom ogniowym wykonanym w laboratorium badawczym CERTBUD Sp. z o.o.

Otrzymane rezultaty badań poddano analizie porównawczej z innymi pionowymi, ramowymi elementami przeszklonymi o zbliżonych gabarytach. Do porównania przyjęto wyniki przyrostu temperatury zawarte w raportach badań ogniowych przeszklonych przegród w konstrukcji ramowej wykonanej z drewna, aluminium i stali.

Podstawa prakseologiczna prezentowanego materiału wynika z faktu, że klasa odporności ogniowej danej przegrody przeszklonej nie jest możliwa do określenia na podstawie projektu elementu czy też innej dokumentacji technicznej. Jedynym sposobem na określenie rzeczywistej klasy odporności ogniowej jest przeprowadzenie badania zgodnie z odpowiednią normą badawczą [12–14]. Wyniki badań różnych rozwiązań mają umożliwić prognozowanie oczekiwanej odporności ogniowej przeszklonych przegród [15]. W przytoczonej wcześniej literaturze prezentowane wyniki dotyczą przegród wykonanych w konstrukcji ramowej. Specyfiką niniejszego opracowania jest uwzględnienie bezramowej konstrukcji przegrody i jej porównanie z częściej stosowanymi rozwiązaniami materiałowymi.

Materiał i metody

Przedmiotem badań była zaprojektowana bezramowa przegroda przeszklona (obiekt 1). Ze względu na zachowanie wymaganej stateczności przegrody, przy jednoczesnym braku profili łączących sąsiednie przeszklenia, zaproponowano zastosowanie dwóch warstw szkła hartowanego, każda o grubości 10 mm oddzielonych 10-milimetrową warstwą żelu ogniochronnego. Do mocowania tafli szkła zastosowano specjalne zaciski wykonane z cienkiej

the perimeter at appropriate distances and fixed permanently to the ground. By gripping both sides of the glass, the separated parts of the clamps stabilise the glass. To ensure integrity along the perimeter of the glass system, we used intumescent seals with a cross-section of 2 x 20 mm. The gaps between the edge of the opening and glass were closed with a fire-retardant silicone sealant on both sides of the opening. To provide both sides of the glass fixing spot with additional cover, we used two strips of a fire-resistant gypsum board with a total thickness of 25 mm. This solution made it possible to attach the glass symmetrically to the fixing system. With no structural profiles in place, there were only vertical joints between neighbouring glass panels. As with the side fixing, their integrity was ensured through intumescent seals, with the resulting gap at the interface between glasses being closed with a fire-retardant silicone [16].

The objects compared were as follows:

- a glass partition with load-bearing elements made of glued-laminated timber (object 2) with a density of 550 kg/m³, pressure-treated with a salt-based water preparation; two fire-resistant glass panes made of tempered glass with a thickness of 5 mm, separated by a 10-mm layer of a fire-retardant gel, were supported in the construction through the appropriate milling of battens with a thickness of 68 mm and the use of a wooden profile, the so-called glazing clip, along the sides of each glazing, fixed to the main frame with screws to ensure permanent and stable glazing fixing; in each case the face of the glass pane was secured with an intumescent seal with a cross-section of 2 x 20 mm; the side edges of glass panes at the interface with the wooden frame were insulated using a strip of additional ceramic material secured by a layer of fire-retardant silicone; the glass panels were connected using two identical wooden profiles, and a gypsum board insert was applied at their interface [17];
- a glass partition made of aluminium profiles (object 3) re-cut and connected by fasteners or by crimping appropriate elements to form a frame; the glass partition featured several glazings (the largest one measuring 1,500 x 3,000 mm); the main profiles of the system comprised two the type of profiles connected via a spacer made of reinforced plastic; the 78-mm wide profile designed in this way exhibited a symmetrical construction and allowed the axial fixing of fire-resistant glass (two layers of tempered glass and fire-retardant gel, 5 mm and 10 mm each, respectively); the central profile enclosure was filled with gypsum board strips, which considerably limited temperature transfer to the unexposed side; the glazings were supported in frames with steel angle profiles spot-placed along the edge, and an active gasket with a cross-section of 2 x 20 mm, expanding when exposed to increased temperature was applied along the perimeter of the glass panes [18];
- a glass partition made of fire-resistant glass and steel profiles (object 4) with an appropriately bent steel sheet with a C-shaped cross-section; the connection between these types of parts was achieved through a spacer; the

stalowej blachy. Zostały one umieszczone punktowo po obwodzie w odpowiednich odstępach, a następnie zamocowane do podłoża w sposób trwały. Zagięcie wydzielonych części zacisków na obie strony szyb pozwoliło na ich ustabilizowanie. Szczelność na obwodzie układu szyb zapewniono poprzez użycie uszczelki pęczniającej o przekroju 2 x 20 mm. Powstałe szczeliny pomiędzy krawędzią otworu a szkłem zamknięto silikonem ogniochronnym po obu jego stronach. W celu zapewnienia dodatkowej osłony, w miejscach mocowania szkła po obu jego stronach zastosowano po dwa paski ogniochronnej płyty gipsowo-kartonowej o łącznej grubości 25 mm. Opisane rozwiązanie pozwoliło na symetryczne mocowanie szkła względem wykorzystanego systemu mocowania. Z uwagi na brak profili konstrukcyjnych występowały jedynie połączenia pionowe między sąsiednimi taflami szkła. Ich szczelność, podobnie jak w przypadku mocowania bocznego, zapewniono dzięki umieszczeniu taśmy pęczniającej, a zamknięcie powstałej szczeliny na styku szyb wykonano przy użyciu silikonu ogniochronnego [16].

Obiektami porównawczymi były:

- przegroda przeszklona z elementami nośnymi wykonanymi z drewna klejonego (obiekt 2) o gęstości 550 kg/m³ i zaimpregnowanego ciśnieniowo preparatem wodnym na bazie soli; szyby ogniochronne: dwie ze szkła hartowanego o grubości 5 mm, oddzielonych 10-milimetrową warstwą żelu ogniochronnego, utrzymywane były w konstrukcji dzięki odpowiedniemu wyfrezowaniu kantówek o grubości 68 mm i zastosowaniu drewnianego profilu tzw. klipsa szklącego, który biegł wzdłuż boków każdego przeszklenia i mocowany był do głównej ramy przy pomocy wkrętów, zapewniając trwałe i stabilne mocowanie przeszkleń; w każdym przypadku czoło szyby zabezpieczone było taśmą pęczniąco o wymiarze w przekroju 2 x 20 mm; krawędzie boczne szyb, na styku z ramą drewnianą, wyizolowane były przy pomocy paska dodatkowego materiału ceramicznego, którego zabezpieczenie stanowiła warstwa silikonu ogniochronnego; łączenie sąsiednich tafl szkła wykonane było przy zastosowaniu dwóch identycznych profili drewnianych, a w miejscu ich styku zastosowano wkładkę wykonaną z płyty gipsowej [17];
- przegroda przeszklona zbudowana z profili aluminiowych (obiekt 3) dociętych i łączonych za pomocą łączników lub poprzez zagniatanie odpowiednich elementów tworząc ramę; witryna zawierała kilka przeszkleń (największe o wymiarze 1500 x 3000 mm); główne profile wykorzystanego systemu składały się z dwóch kształtowników połączonych za pomocą tzw. przekładki wykonanej ze zbrojonego tworzywa sztucznego; skonstruowany w taki sposób profil o szerokości 78 mm charakteryzował się symetryczną budową i pozwalał na osiowe zamocowanie szkła ogniochronnego (2 warstwy po 5 mm szkła hartowanego i 10 mm żelu ogniochronnego); środkowa komora profilu wypełniona była paskami płyty gipsowo-kartonowej, które w znacznym stopniu ograniczają przenikanie temperatur na stronę nienagrzewaną; przeszkleń utrzymywane były w ramach za pomocą stalowych kątowników umieszczonych punktowo wzdłuż krawędzi, a na profilach biegnących po obwodzie szyb zastosowano aktywną uszczelkę

machine crimping of sheet edges binds the elements together to form a 60-mm thick runner; we placed inserts made of fire-resistant gypsum boards inside the two resulting enclosures to reduce temperature increase on the unexposed side; the 20-mm thick glass panes designed as in objects 2 and 3 were fixed in the frame (the largest one was sized 1,500 x 3,000 mm) through the single-side use of steel glazing beads along the perimeter of the openings; on the other side their edges were supported by a face made of an appropriately formed main profile; ceramic strips at the interface between steel elements and both glass surfaces; the integrity of joints between glass panes and the steel construction was conventionally achieved using an intumescent seal, with a cross-section of 2 x 15 mm, along the perimeter of each pane; joints between neighbouring glazings were achieved with the use of profiles with a design similar to the side profile [19].

When designing our tests, we relied on the PN-EN 1363-1 standard, which lays down the general requirements for each fire partition [20]. Detailed guidelines provided in the PN-EN 1364-1 standard on fire insulation tests involving non-load-bearing elements, such as the objects under analysis here, allowed us to produce similar reports based on fire tests. The results for glazed frame partitions with a wooden, aluminium and steel design were taken from POLFLAM's documents [17–19].

The testing conditions relating to pressure, temperature and temperature increase in the furnace, and for the fixing of the boundary test element were in line with Chapter 5 of the PN-EN-1363-1 standard. At the start of the test the ambient temperature was 18.5°C. Measurement locations are shown in Figure 1 and correspond to PN-EN-1363-1 recommendations. In the case of test elements of inhomogeneous non-load-bearing walls, i.e. ones comprising separated parts with an area of $\geq 0.1 \text{ m}^2$, and expected different fire-insulation levels, such as glazing, each separated part should be monitored individually for mean-temperature increase. Mean-temperature increase should be measured using thermocouples placed on each separated part. One thermocouple should be provided per each 1.5 m^2 of area of the test element or its part.

The results of fire simulations were compared in terms of temperature increases, broken down into three groups of measurement element location: the glass surface, profiles in the central part of the construction and the peripheral frame fixed to the furnace structure.

o przekroju 2 x 20 mm, która zwiększa swoją objętość podczas działania temperatury [18];

- przegroda przeszklona wykonana ze szkła ogniochronnego i profili stalowych (obiekt 4) z odpowiednio wygiętej stalowej blachy o przekroju w kształcie litery C. Dwie tego typu części połączono za pomocą przekładki termicznej; maszynowe zagniatanie krawędzi blachy spaja elementy w całość tworząc kształtownik o gr. 60 mm; w powstałych w ten sposób dwóch komorach umieszczono wkłady wykonane z ogniochronnych płyt gipsowo-kartonowych mających na celu zmniejszenie wzrostu temperatury na stronie nienagrzewanej; szyby o grubości 20 mm i budowie jak w obiekcie 2 i 3, mocowane były w ramie (największa o wymiarze 1500 x 3000 mm) przez jednostronne zastosowanie stalowych listew szklących, które biegły po obwodzie otworów; ich krawędzie z drugiej strony opierały się na przyldze wytworzonej z odpowiednio uformowanego głównego profilu; w miejscu styku stalowych elementów z obiema powierzchniami szkła zastosowano taśmy ceramiczne; klasycznie w celu zapewnienia szczelności połączenia szyb z konstrukcją stalową zastosowano uszczelkę pęczniącą o przekroju 2 x 15 mm po obwodzie każdej z nich. Sąsiednie przeszklenia połączono przez zastosowanie profili o podobnej budowie do profilu bocznego [19].

Badania zostały wykonane zgodnie z normą PN-EN 1363-1, która określa wymagania ogólne stawiane wobec każdej z przegród stanowiącej barierę dla ognia [20]. Szczegółowe wytyczne zawarte w normie PN-EN 1364-1 dotyczącej badania izolacyjności ogniowej elementów nienośnych, jakimi są analizowane obiekty, pozwoliły na wykonanie analogicznych raportów na bazie testów ogniowych. Wyniki badań dla przeszklonych przegród ramowych w konstrukcji drewnianej, aluminiowej i stalowej zostały zaczerpnięte z dokumentów POLFLAM-u [17–19].

Warunki wykonania badania dotyczące ciśnienia, temperatury i jej przyrostu w piecu, jak i zamocowania brzegowego elementu próbnego, były zgodne z zapisami rozdziału 5 normy PN-EN-1363-1. Temperatura otoczenia w momencie rozpoczęcia badania wynosiła 18,5°C. Miejsca dokonania pomiarów zostały przedstawione na rycinie 1 i odpowiadają one zaleceniom normy PN-EN-1363-1. W przypadku elementów próbnych niejednorodnych ścian nienośnych, tj. zawierających części wydzielone o powierzchni $\geq 0,1 \text{ m}^2$ i spodziewanych różnych poziomach izolacyjności ogniowej, np. przeszklenie, każdą część wydzieloną należy monitorować osobno pod względem przyrostu temperatury średniej. Przyrost temperatury średniej należy mierzyć za pomocą termoelementów rozmieszczonych na każdej części wydzielonej. Jeden termoelement powinien przypadać na każde $1,5 \text{ m}^2$ powierzchni elementu próbnego lub jego części.

Wyniki z przeprowadzonych symulacji pożaru zostały porównane ze sobą pod względem wielkości przyrostów temperatury w podziale na trzy grupy rozmieszczenia elementów pomiarowych: powierzchni szkła, profili znajdujących się w centralnej części konstrukcji i z ramy obwodowej zamocowanej do konstrukcji pieca.

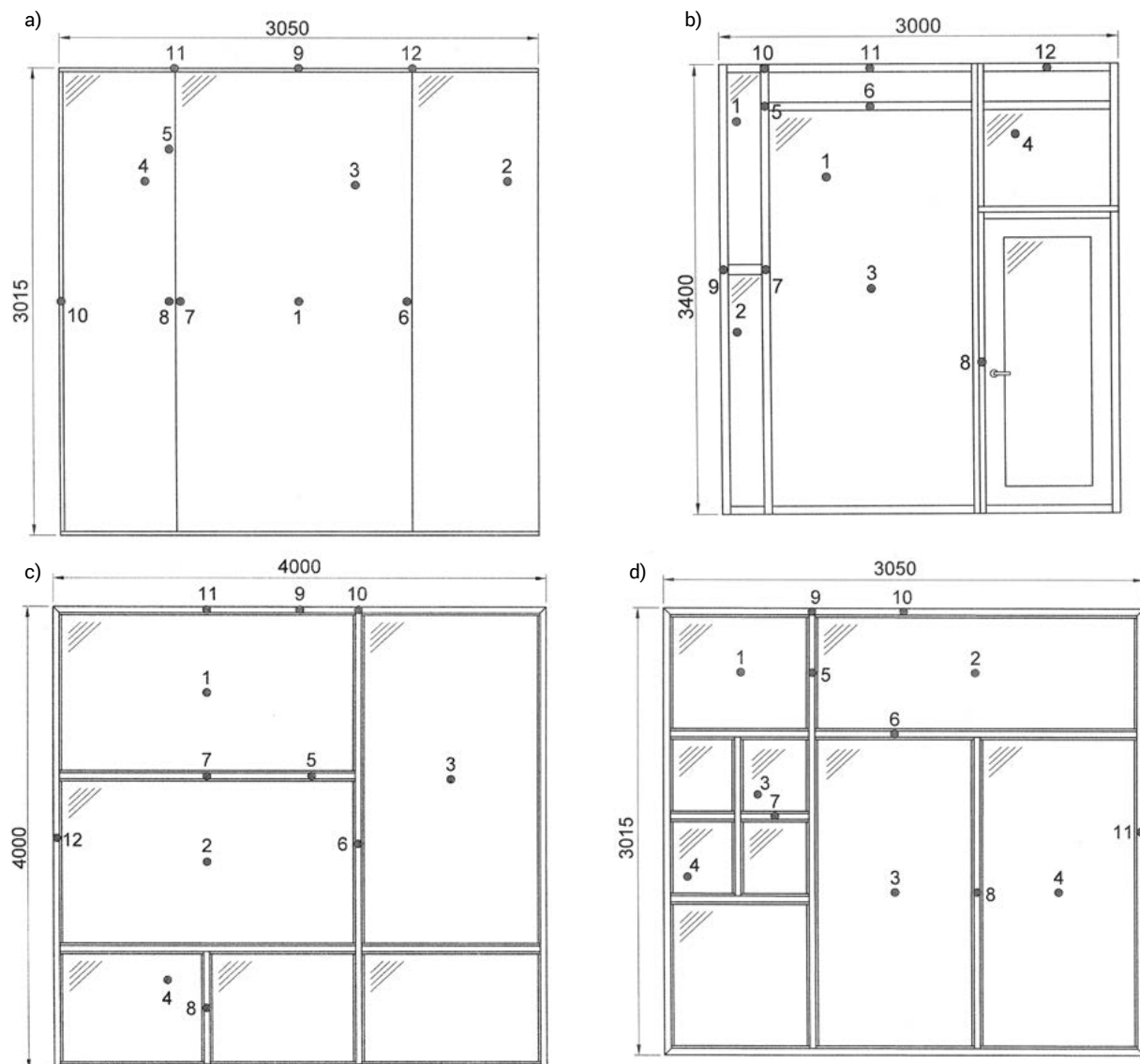


Figure 1. A schematic of glazed partitions and the arrangement of measurement points as per Table 1: a) object 1, b) object 2, c) object 3, d) object 4
Rycina 1. Schemat przeszklonych przegród oraz rozmieszczenie punktów pomiarów zgodnie z tabelą 1: a) obiekt 1, b) obiekt 2, c) obiekt 3, d) obiekt 4

Source: Own elaboration based on the technical data.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych technicznych.

Results

Fire insulation, or more specifically, the effectiveness of restricting the flow of heat in the tested construction from the side exposed to fire to the unexposed side is tested using plate thermocouples. It is measured using plate thermometers, made from a nickel-alloy plate assembly, located on the surface of the tested object. The measured quantity is temperature increase determined on the basis of temperature measured at a given time and at a given point of the tested object from which the initial temperature at second 0 is subtracted. At the start of the test temperature readings for each point are adjusted to zero regardless of their value, and from that point their increases are measured in line with the PN-EN-1363-1 standard. Figure 2 shows the appearance of the tested glazings after the test.

Wyniki

Izolacyjność ogniową, a w zasadzie skuteczność ograniczania przepływu ciepła weryfikowanej konstrukcji ze strony poddawanej działaniu ognia na stronę nienagrzewaną, bada się przy pomocy termoelementów płytkowych. Mierzy się ją przy pomocy termometrów płytkowych, zbudowanych z zespołu płytki ze stopu niklu, rozmieszczonych na powierzchni badanego obiektu. Miarą jest przyrost temperatury określany na podstawie temperatury mierzonej w danej chwili i w danym punkcie badanego obiektu, od której odejmowana jest temperatura początkowa w sekundzie 0. W momencie uruchomienia badania temperatura odczytywana dla każdego punktu jest zerowana, niezależnie od jej wartości, i od tego momentu liczony jest jej przyrost zgodnie z normą PN-EN-1363-1. Zdjęcia analizowanych przeszkleń, po zakończeniu badania, zostały przedstawione na rycinie 2.

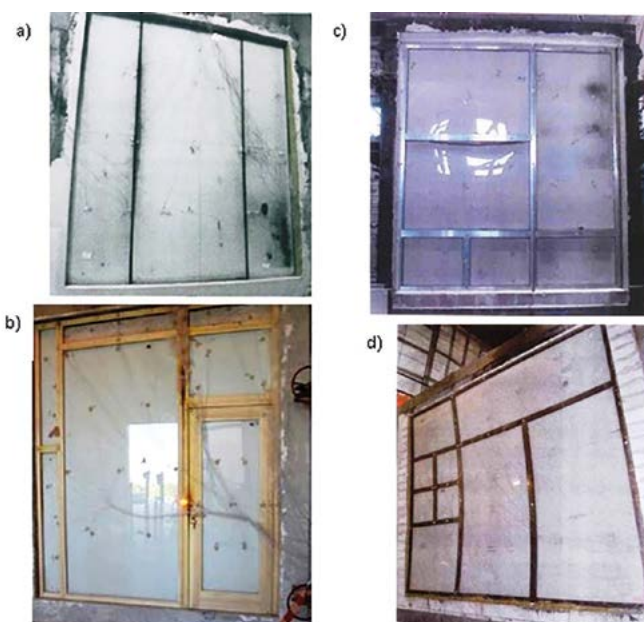


Figure 2. Partition walls after the fire tests: a) object 1, b) object 2, c) object 3, d) object 4

Rycina 2. Widok przeszklonych ścian działowych po badaniu ogniowym: a) obiekt 1, b) obiekt 2, c) obiekt 3, d) obiekt 4

Source: Reports [16–19].

Źródło: Raporty [16–19].

Table 1. The results of measurements of temperature increase [°C] in the tested glass partitions

Tabela 1. Wyniki pomiarów przyrostu temperatur [°C] w badanych przegrodach przeszklonych

Time/Czas [min]	Measurement locations according to Figure 1 / Miejsca pomiaru zgodnie z ryciną 1																			
	1				2				3				4				5			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	2	2	2	0	2	2	1	0	1	2	3	0	3	4	3	0	0	1	5
6	1	11	7	10	1	10	7	10	1	5	10	7	2	11	10	8	2	1	8	25
8	4	24	20	25	4	21	19	22	4	10	25	18	5	24	27	17	3	2	20	69
10	8	35	30	30	7	30	28	35	7	20	37	22	8	36	35	21	9	3	27	72
12	14	45	38	35	12	41	36	40	13	29	40	30	11	48	40	28	13	4	35	74
14	19	55	48	48	18	50	47	51	17	37	50	42	17	59	53	43	18	5	54	75
16	27	61	58	55	29	58	55	60	26	45	57	48	24	65	62	47	27	7	70	76
18	30	68	68	65	36	65	65	68	34	52	64	57	32	71	70	55	35	8	80	79
20	42	71	73	70	44	70	68	70	45	58	68	62	40	75	75	57	41	11	80	81
22	45	74	76	73	49	73	72	74	48	62	70	65	44	77	77	62	46	13	80	86
24	46	76	80	75	55	77	77	77	53	67	75	68	49	79	81	65	54	15	80	96
26	59	78	83	77	58	78	80	80	59	70	78	71	56	81	85	70	58	17	80	112
28	61	80	86	80	64	80	83	82	65	73	79	75	59	83	88	74	62	18	81	121
30	64	81	87	87	67	82	84	85	68	75	80	77	60	85	90	75	64	19	81	122

Time/Czas [min]	Measurement locations according to Figure 1 / Miejsca pomiaru zgodnie z ryciną 1																			
	7				8				9				10				11			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	6	0	0	0	3	0	0
6	0	1	4	8	0	1	6	12	0	0	0	8	0	10	0	8	0	5	1	7
8	4	1	14	25	5	2	20	55	0	0	4	22	0	20	5	19	0	11	7	40
10	11	2	20	38	11	3	48	68	0	0	5	28	0	25	8	40	0	14	11	50
12	16	3	28	54	15	3	58	71	0	1	8	37	0	29	15	61	0	12	15	71
14	24	4	27	71	23	3	63	76	0	2	14	46	0	31	30	74	0	11	20	75
16	34	6	44	76	33	7	70	77	1	3	27	55	0	33	42	77	1	10	28	77
18	38	7	60	77	38	11	76	81	2	4	60	60	0	35	48	78	2	11	65	79
20	48	7	72	81	47	9	78	87	6	5	76	70	0	36	51	79	3	12	60	80
22	54	8	80	86	53	10	78	90	8	6	80	73	1	38	53	82	4	14	60	84
24	59	8	82	90	57	11	78	110	9	7	82	75	2	40	56	85	5	15	62	89
26	63	9	83	105	64	12	74	115	12	8	82	78	3	41	58	96	7	17	63	102
28	68	11	84	118	69	14	74	127	15	8	82	80	4	43	59	109	10	20	60	118
30	74	13	85	125	75	15	75	129	16	9	81	81	5	44	60	119	13	24	57	120

Source: Own elaboration based on the test results.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań.

In the frameless partition joints between neighbouring glass panes were provided as narrow gaps secured with fire-retardant silicone. Due to the lack of a profile at the interface between glass panes, the thermocouples which were to measure temperature on profiles in the central section of the construction were placed close to the said joints. Made almost entirely of glass, the partition exhibited a uniform increase in value for measurement points 1 to 8, with a slow decrease over test time. Each of them was placed on the surface of glass panes, all of which had the same internal structure and provided a barrier for heat transfer to the unexposed side. The maximum value reached 75°C. Glazing fixings were secured with two gypsum board strips on both sides of the partition. We attached thermocouples numbered 9 to 12 to this casing. While no increase was recorded in the first half of the test, after about 15 minutes, and until the test ended, sensors registered a small temperature increase, reaching a maximum of 16°C. It should be added that internal glass pane cracking occurred between 180 and 360 s from the test start.

The partition made of wooden battens had good fire insulation against temperature transfer to the non-heated surface. Profiles located in the central section of the construction showed similar thermal conductivity to the peripheral frame, and temperature increase was linear for both. This was caused by the consistent burning of wood, reducing its thickness and protection effectiveness. Placed at the connection of profiles, measurement point 10 was an exception here. It involved an abrupt increase in temperature at the initial stage of the test, identifying a local weakening of the construction's fixing and integrity. Taken from glazing surfaces, the measurements exhibited a consistent increase in value in the first half of the test. In the second part of the test, the rate of temperature increase in points 1–4 decreased after reaching a maximum of 85°C. We noted that wood provided better thermal insulation than fire-resistant glass, with a difference of about 65 attributable to the different thickness and conductivity of °C these materials. Internal glass pane cracking occurred between seconds 150 and 360 of the test.

Made of aluminium profiles, the partition had a similar temperature increase over time on its entire surface. The profiles in the central part of the construction showed a higher temperature increase in the first half of the test compared to those located at the perimeter. Underlying this difference was the fact that their entire surface was exposed to fire from the heated surface, as opposed to the external frame. In this case, one of its surfaces came into contact with the furnace wall construction, which had a cooling effect, thus reducing the effects of the high temperature. An important factor affecting thermocouple readings on central profiles was also the bending of the construction to the interior of the test furnace. The deformation at the initial stage of the test caused the profiles to be closer to fire from the burners which heated the furnace chamber. Due to this proximity, it was easier for aluminium to absorb the high temperature and transfer it to the unexposed side. About 16–18 minutes into the test, we noticed that the temperature on metal elements had increased by as many as 33–37°C. This was related to the melting of aluminium and the deterioration of parts of the construction, causing heat to penetrate deeper into the profile. Ceramic

W przegrodzie bezramowej łączenia między sąsiednimi szybami sprowadzały się do wąskiej szczeliny zabezpieczonej silikonem ogniochronnym. Z uwagi na nieobecność kształtownika w miejscu styku szyb, termopary właściwe do pomiaru temperatury na profilach w części centralnej konstrukcji zlokalizowano w bliskiej odległości wspomnianych połączeń. Przegroda, składająca się niemal w całości ze szkła, odznaczała się równomiernym wzrostem wartości dla punktów pomiarowych od 1 do 8 o niewielkim obniżeniu wraz z czasem trwania badania. Każdy z nich umieszczono na powierzchni szyb, których wewnętrzna struktura była jednakowa i w podobnym stopniu stanowiła barierę dla przenikania ciepła na stronę nienagrzewaną. Maksymalna wartość sięgnęła 75°C. Mocowania przeszkleń zabezpieczone były dwoma paskami płyty gipsowo-kartonowej po obu stronach przegrody. Na tak przygotowanej obudowie przymocowano termopary o numerach od 9 do 12. W pierwszej połowie badania nie odnotowano żadnego wzrostu, jednak po upływie ok. 15 minut aż do zakończenia testu czujniki rejestrowały niewielki wzrost temperatury, osiągając najwyższą wartość 16°C. Należy dodać, że pęknięcia szyb wewnętrznych nastąpiły w czasie między 180 a 360 s od rozpoczęcia badania.

Przegroda wykonana z kantówek drewnianych odznaczała się dobrą izolacyjnością przed przenikaniem temperatury na powierzchnię nienagrzewaną. Profile znajdujące się w centralnej części konstrukcji wykazywały podobne przewodnictwo cieplne do ramy obwodowej, a przyrost wartości dla obu z nich miał charakter liniowy. Związane było to z systematycznym wypalaniem się drewna prowadzącym do zmniejszania jego grubości i skuteczności ochrony. Wyjątek stanowił punkt pomiarowy nr 10, który umieszczony był w miejscu łączenia profili. Wykazywał on nagły wzrost temperatury, w początkowej fazie badania identyfikując punktowe osłabienie mocowania i szczelności konstrukcji. Pomiaru zbierane z powierzchni przeszkleń charakteryzowały się systematycznym wzrostem wartości w pierwszej połowie badania. W drugiej jego części szybkość przyrostu temperatury w punktach 1–4 uległa zmniejszeniu, osiągając najwyższą wartość 85°C. Zaobserwowano, że drewno stanowiło lepszy izolator termiczny niż zastosowane szkło ogniochronne z różnicą sięgającą ok. 65°C, co było spowodowane różnicą w grubości i przewodnictwie cieplnym obu materiałów. Pęknięcia szyb wewnętrznych nastąpiły między 150 a 360 sekundą badania.

Przegroda wykonana z kształtowników aluminiowych charakteryzowała się zbliżonym wzrostem temperatury w czasie na całej swojej powierzchni. Profile, umiejscowione w centralnej części konstrukcji, wykazywały większy przyrost wartości w pierwszej połowie badania w porównaniu do tych, znajdujących się na obwodzie. Różnica wynikała z faktu, iż były one wystawione na działanie ognia na całej swojej powierzchni od strony nagrzewanej w przeciwieństwie do ramy zewnętrznej. W tym przypadku jedna z jej płaszczyzn stykała się z konstrukcją ściany pieca, która działała wychładzająco, ograniczając w ten sposób oddziaływanie wysokiej temperatury. Istotny wpływ na wartości odczytywane z termopar zlokalizowanych na profilach centralnych, miało również ugięcie konstrukcji do wnętrza pieca badawczego. Występująca deformacja w początkowej fazie testu spowodowała zbliżenie kształtowników do strumienia ognia z palników, które ogrzewały komorę pieca. Bliższa odległość do płomieni ułatwiła przejmowanie wysokiej temperatury przez aluminium i przekazywanie jej na stronę

fibre compound inserts in the internal enclosure of the profiles helped to slow down heat penetration and had a positive effect on the overall test result. As in the case of the wooden glass partition, the readings from glazing surfaces indicated lower temperature surges over test time. For points 1–4 the values were in the range of 1–5°C 18 minutes into the test. Towards the end of the testing process, the temperature for both aluminium profiles and glazings reached similar values, with the maximum being around 90°C. Internal glass cracking occurred between seconds 180 and 300 after the fire started.

The highest temperatures in most points was recorded for the construction made of steel profiles. In the first half of the test, the profiles located in the central section of the construction were found to involve a higher temperature increase than the peripheral frame. As in the previous case, this involved both a considerable bending of the partition towards the interior of the furnace and the function of the wall to which the end profiles, exhibiting poor thermal conductivity, were attached. The largest temperature increase was observed between minutes 6 and 8 of the test for the profiles located in the central section of the construction. This caused the deformation of joints. Halfway into the testing process, between minutes 14 and 22, the temperature surge was found to have decreased due to the cooling function of the applied inserts in internal profile enclosures. The ceramic fibre compound provided good thermal insulation, preventing much of the heat from penetrating into the unexposed side. After about 22 minutes the rising temperature inside the furnace exceeded the cooling capacity of gypsum inserts, causing a greater temperature increase to reach a maximum of 155°C at point 6 in the central section of the construction. This was caused by the endothermic effects which can be seen on the DTA curve of gypsum. The measurements taken on glazing surfaces showed a steady, proportional increase, with a minor drop over test time. Internal glass pane cracking occurred between seconds 120 and 300 of the test.

Regardless of the glass partition's design, the fire-retardant gel underwent superficial and progressive crystallisation immediately after the glass panes on the side of the test furnace had cracked and detached. The crystalline structure of the gel deteriorated slowly over time, losing its thickness and thereby its fire-retardant quality, and being increasingly exposed to the rising temperature inside the furnace.

Analysis of the results

The comparative analysis involved the presentation of temperature changes in a set of analogous points. The first set of results related to temperature increase readings on the glazing

nienagrzewaną. Po upływie ok. 16–18 minut testu zauważono zwiększenie przyrostu temperatury na elementach metalowych o nawet 33–37°C. Związane było to z wytopianiem się aluminium i degradacją części konstrukcji, czego efektem było przenikanie ciepła w głąb profilu. Wkłady z masy na bazie włókna ceramicznego, znajdujące się w wewnętrznej komorze profili, pozwoliły na spowolnienie przenikania ciepła i pozytywnie wpłynęły na wynik badania. Wartości odczytywane z powierzchni przeszkleń, podobnie jak w przypadku witryny drewnianej, charakteryzowały się zmniejszaniem skoku temperatury wraz z czasem trwania testu. W odniesieniu do punktów 1–4 były to wartości w granicach 1–5°C po 18 minucie badania. Temperatura pod koniec procesu badawczego – zarówno dla profili aluminiowych, jak i przeszkleń – osiągnęła zbliżone wartości, a maksymalna z nich oscylowała ok. 90°C. Pęknięcia szyb wewnętrznych nastąpiły w czasie między 180 a 300 sekundą od początku działania pożaru.

Konstrukcja wykonana z kształtowników stalowych cechowała się w większości punktów największymi temperaturami. W pierwszej połowie czasu badania na profilach znajdujących się w centralnej części konstrukcji odnotowano większy wzrost wartości niż w przypadku ramy obwodowej. Wiązało się to, podobnie jak w poprzednim przypadku, zarówno ze znacznym ugięciem przegrody w kierunku wnętrza pieca, jak również z funkcją ściany, do której zamocowano skrajne kształtowniki, posiadające niskie przewodnictwo cieplne. Największy przyrost temperatury zaobserwowano między 6 a 8 minutą badania dla profili znajdujących się w centralnej części konstrukcji. Wiązało się to z deformacją połączeń. W środkowej części procesu badawczego, między 14 a 22 minutą, zaobserwowano zmniejszenie skoku przyrostu temperatury, które spowodowane było wychładzającą funkcją zastosowanych wkładów w zewnętrznych komorach profili. Masa na bazie włókna ceramicznego stanowiła dobry izolator termiczny, który w znacznym stopniu ograniczał przenikanie ciepła na stronę nienagrzewaną. Po upływie ok. 22 minut rosnąca temperatura we wnętrzu pieca przewyższyła możliwości chłodzące gipsowych wkładek i spowodowała zwiększenie przyrostu osiągając maksymalną wartość 155°C w punkcie 6 znajdującym się w centralnej części konstrukcji. Było to związane z efektami endotermicznymi, które można zaobserwować na krzywej DTA gipsu. Pomiar prowadzony na powierzchni przeszkleń odznaczał się stałym, proporcjonalnym wzrostem o niewielkim obniżeniu wraz z czasem trwania procesu badawczego. Pęknięcia szyb wewnętrznych nastąpiły między 120 a 300 sekundą od rozpoczęcia badania.

Niezależnie od budowy przegrody przeszklonej, żel ulegał powierzchniowej i stopniowo postępującej krystalizacji od razu po pęknięciu i odpadnięciu szyb od strony pieca badawczego. Struktura krystaliczna żelu ulegała powolnej degradacji wraz z upływem czasu, redukując swoją grubość, a tym samym zmniejszając swoją ogniochronność, poddając się powoli wzrastającej temperaturze wewnątrz pieca.

Analiza wyników

Analiza porównawcza sprowadzała się do przedstawienia zmian temperatury w zbiorze analogicznych punktów. Pierwszy zbiór wyników dotyczył wskazań wzrostu temperatury na powierzchni

surfaces of all tested partitions (Figure 3). Constructions with wooden, aluminium and steel profiles exhibited similar temperature distributions over time, with tolerance in the range of $\pm 8^\circ\text{C}$. The discrepancies in readings could stem from many factors associated with conducting tests using furnaces with similar, although not identical, performance, available in various laboratories. The maximum temperature increase recorded did not exceed 85°C . The measurements taken from thermocouples on the partition surface in the frameless solution differed from other measurements. This discrepancy was due to the glass partition featuring glass with an increased thickness of 30 mm, which started to respond to rising temperature about 2 minutes later than the 20-mm thick glazings. At the initial stage of the testing process, this difference grew and reached a maximum of 30°C about 15 minutes into the test, decreasing by several degrees over test time. A comparative analysis can show the extent to which temperature increase on the non-heated surface can be reduced by applying glass with twice the thickness.

przeszkleń wszystkich testowanych przegród (zob. ryc. 3). Konstrukcje o profilach drewnianych, aluminiowych oraz stalowych odznaczały się zbliżonym rozkładem temperatury w czasie z tolerancją mieszczącą się w zakresie $\pm 8^\circ\text{C}$. Występujące rozbieżności w odczytach mogły wynikać z wielu czynników związanych z przeprowadzaniem testów przy użyciu pieców o podobnej, lecz nie identycznej charakterystyce, znajdujących się w różnych laboratoriach badawczych. Maksymalna zaobserwowana wartość przyrostu temperatury nie przekroczyła 85°C . Pomiary odczytywane z termoelementów na powierzchni przegrody w rozwiązaniu bezramowym odróżniały się od pozostałych. Powodem występującej rozbieżności było zastosowanie w przegrodzie szkła o zwiększonej grubości 30-milimetrów, które zaczęło reagować na rosnącą temperaturę o ok. 2 minuty później niż w przypadku przeszkleń o grubości 20 mm. W początkowej fazie procesu badawczego różnica ta zwiększała się i w okolicach 15 minut osiągnęła maksimum wynoszące 30°C , zmniejszając się o kilka stopni wraz z upływem czasu badania. Analiza porównawcza może pokazać, w jakim stopniu dwukrotne zwiększenie grubości szkła może wpłynąć na zmniejszenie przyrostu temperatury na powierzchni nienagrzewanej.

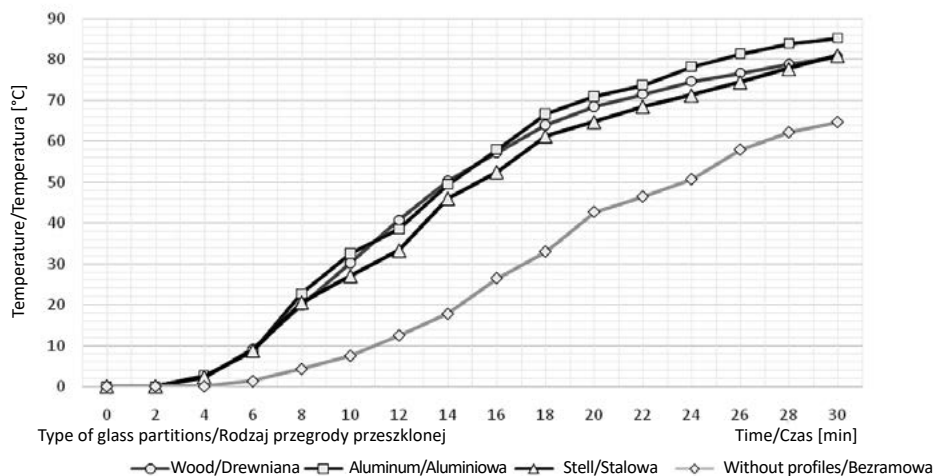


Figure 3. Average temperature increase on the glass surface of the analysed glass partitions

Rycina 3. Średni przyrost temperatury na powierzchni szkła analizowanych przegród przeszklonych

Source: Own elaboration based on the test results.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań.

The other set of data under analysis was collected from surfaces of the profiles in the central section of the partition, serving as joints between neighbouring glass panels (Figure 4). The results varied significantly, as each of the constructions was built from materials having different thermal insulation properties. The largest temperature increase was found on steel profiles. They exhibited higher values compared to other constructions due to the use of 60-mm thick profiles, i.e. the thinnest of all profiles used. With the heated surface of the partition being closer to flames from the test-chamber burners, the temperature of metal increased easier and faster in the first minutes of the test than in other constructions. The largest value recorded was 135°C . Temperature increases for the partition made of aluminium profiles were more moderate compared to the steel construction.

Kolejny analizowany zbiór danych został zebrany z powierzchni profili znajdujących się w centralnej części przegrody i stanowiących połączenie sąsiednich tafli szkła (zob. ryc. 4). Zaprezentowane wyniki w znacznym stopniu różniły się od siebie, ponieważ każda z konstrukcji zbudowana była z materiałów o odmiennych właściwościach izolacyjności termicznej. Największy przyrost temperatury odnotowano na kształtownikach wykonanych ze stali. Osiąganie wyższych wartości, niż w przypadku pozostałych konstrukcji, spowodowane było zastosowaniem profili o grubości 60 mm, będącymi najcieńszymi spośród wszystkich. Zbliżenie nagrzewanej powierzchni przegrody do strumienia płomieni, wydostających się z palników w komorze badawczej, spowodowało łatwiejsze i szybsze rozgrzewanie się metalu w początkowych minutach testu niż w przypadku pozostałych konstrukcji.

The profiles exhibited a slower rate of heating and heat transfer to the unexposed side across the test. Temperature increases were on the decline over time, and from about minute 20 to the end of the process, the temperature ranged from 70 to 75°C. The triple-enclosure design of the profiles with cooling inserts put inside the central section provided the construction with good protection against heat transfer to the unexposed side. The external empty spaces of the profiles served as an additional buffer, substantially reducing heat transfer. We obtained satisfactory results for the frameless glass solution. In this case the thermocouples were located at a distance of about 20 mm from the gaps at the interface of neighbouring glass panels. The average temperature increase from minute 6 grew moderately and almost linearly until the end of the test. This was due to the uniform composition of glass on its entire surface and its effective thermal insulation. Maximum temperatures did not exceed 70°C. The lowest parameters were recorded for the construction made of wooden battens. Despite being only 68-mm thick, these elements had a very low thermal conductivity coefficient, considerably reducing heat transfer to the unexposed side. Temperature increase was recorded from about minute 6, growing slowly to reach a maximum of 19°C 30 minutes into the test at designated profile points without joints.

Najwyższa odnotowana wartość osiągnęła 135°C. Przegroda wykonana z kształtowników aluminiowych odznaczała się łagodniejszym wzrostem temperatury w porównaniu do konstrukcji stalowej. Profile charakteryzowały się wolniejszym nagrzewaniem i przekazywaniem ciepła na stronę nienagrzewaną w ciągu całego badania. Wraz z upływem czasu kolejne przyrosty charakteryzowały się coraz mniejszą wartością i od ok. 20 minuty do końca procesu temperatura wahała się między 70 a 75°C. Trójkomorowa budowa profili z wkładami wychładzającymi umieszczonymi w środkowej części we właściwy sposób zabezpieczyła konstrukcję przed przenikaniem ciepła na stronę nienagrzewaną. Zewnętrzne, puste przestrzenie kształtowników funkcjonowały jako dodatkowy bufor ograniczający w znaczny sposób przekazywanie ciepła. Bezramowe rozwiązanie mocowania szkła również uzyskało zadowalające wyniki. W tym przypadku termoelementy umieszczone zostały w odległości ok. 20 mm od szczelin w miejscu styku sąsiednich tafli szkła. Średni przyrost temperatury w czasie od 6 minuty zwiększał swoje wartości w łagodny sposób i utrzymywał niemal liniowy wzrost do końca trwania testu. Związane było to z jednolitą budową szkła na całej swojej powierzchni i jego efektywną izolacyjnością termiczną. Maksymalne temperatury nie przekroczyły 70°C. Najniższymi parametrami charakteryzowała się konstrukcja wykonana z kantówek drewnianych. Elementy te, pomimo swojej niewielkiej grubości 68 mm, posiadały bardzo niski współczynnik przenikania ciepła, który w znacznym stopniu ograniczył przekazywanie ciepła na stronę nienagrzewaną. Przyrost temperatur odnotowano od ok. 6 minuty, który powoli zwiększał swoje wartości, osiągając maksymalną wartość 19°C w 30 minucie badania w punktach wyznaczonych na profilach bez łączni.

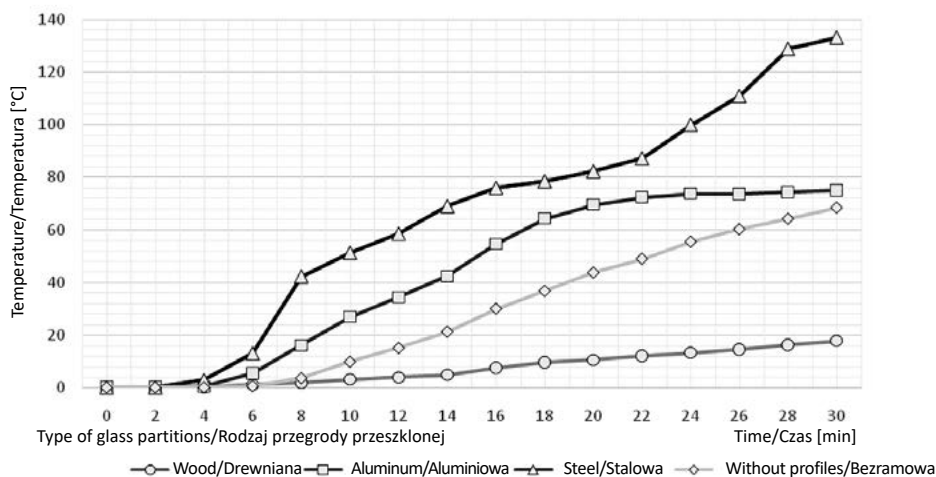


Figure 4. Average temperature increase on the internal profiles of the analysed glass partitions
Rycina 4. Średni przyrost temperatury na profilach wewnętrznych analizowanych przegród przeszklonych

Source: Own elaboration based on the test results.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań.

The last comparison was related to temperature readings on surfaces of the profiles which constituted the external peripheral frame of the tested elements. The results are presented in the chart as mean values for each partition (Figure 5). As in the previous case, substantial differences were observed in temperature

Ostatnie porównanie dotyczyło temperatur odczytywanych na powierzchni profili tworzących zewnętrzną ramę obwodową elementów badawczych. Otrzymane wyniki zaprezentowano na wykresie w formie średnich wartości obliczonych dla każdej z przegród (zob. ryc. 5). Podobnie jak w poprzednim przypadku,

increases between the tested elements. The largest increase was recorded on steel-profile surfaces, whose temperatures grew at the fastest rate. The maximum temperature for this type of glass partition was 107°C. We observed a difference relative to other partitions due to the use of 60-mm wide profiles, which were thinner compared to other elements subjected to testing. Internally, they comprised two enclosures partly filled with inserts, showing poorer effectiveness than other partitions. Much better results were obtained for aluminium-profile constructions. The triple-enclosure design of 78-mm wide profiles provided a more effective protection against heat transfer to the unexposed side. The spaces inside them acted as buffers, providing a good barrier against the rising temperature. At 72°C the highest temperature was recorded at minute 25, decreasing over time to 70°C at the end of the test. The construction made of wooden battens proved highly effective in providing thermal protection. As previously mentioned, this material affords superior thermal insulation. Temperature on the peripheral-frame surface increased much slower than in partitions made of steel and aluminium profiles. It did not exceed 22°C 30 minutes into the test. The most effective protection was provided by the frameless partition. The interface between glass panels with the edge of the tested frame was protected from both the exposed and unexposed side with two narrow strips of gypsum board. Due to its low thermal conductivity, this material provided excellent protection against heat transfer. The surface thermocouples were placed on the glass-fixing protection spot, as described. Given the behaviour of gypsum boards, the recorded temperature increase over time began at about minute 14, and the temperature reached its maximum of 16°C at minute 30 of the test.

zaobserwowano duże różnice w przyrostach temperatury pomiędzy testowanymi elementami. Największy wzrost odnotowano na powierzchni profili stalowych, które rozgrzewały się również w najszybszym tempie. Maksymalna wartość dla tego typu witryny osiągnęła poziom 107°C. Zaobserwowana różnica w stosunku do pozostałych przegród wynikała z zastosowania kształtowników o szerokości 60 mm, które były najcieńsze w porównaniu z pozostałymi elementami badawczymi. Ich wnętrze składało się z dwóch komór częściowo wypełnionych wkładami, których skuteczność była słabsza niż w przypadku innych przegród. Znacznie lepsze wyniki uzyskano dla konstrukcji składających się z profili aluminiowych. Trójkomorowa budowa kształtowników o szerokości 78 mm charakteryzowała się skuteczniejszą ochroną przed przenikaniem ciepła na stronę nienagrzewaną. Występujące przestrzenie w ich wnętrzu tworzyły zamknięte bufory, które stanowiły dobrą barierę dla rosnącej temperatury. Najwyższą wartość 72°C odnotowano w 25 minucie, która wraz z upływem czasu malała, osiągając ok. 70°C na koniec badania. Konstrukcja wykonana z kantówek drewnianych odznaczała się wysoką skutecznością ochrony termicznej. Jak wcześniej wspomniano, materiał ten charakteryzuje się wysoką izolacyjnością przed przenikaniem ciepła. Temperatura na powierzchni ramy obwodowej wzrastała znacznie wolniej niż w przypadku przegród wykonanych z kształtowników stalowych czy aluminiowych. Po upływie 30 minut badania wartości nie przekroczyły 22°C. Najskuteczniejszą ochronę zapewniła przegroda wykonana w rozwiązaniu bezramowym. Miejsce styku paneli szklanych z krawędzią ramy badawczej zabezpieczone było zarówno od strony nagrzewanej, jak i nienagrzewanej dwoma wąskimi paskami płyty gipsowo-kartonowej. Materiał ten, z uwagi na niski współczynnik przewodzenia ciepła, stanowił bardzo dobre zabezpieczenie przed przenikaniem ciepła. Termoelementy powierzchniowe rozmieszczone były na opisanym zabezpieczeniu miejsca mocowania szyb. Ze względu na charakterystykę zastosowanych płyt zarejestrowany przyrost wartości w czasie rozpoczął się w ok. 14 minucie i osiągnął maksymalną wartość nieprzekraczającą 16°C w 30 minucie badania.

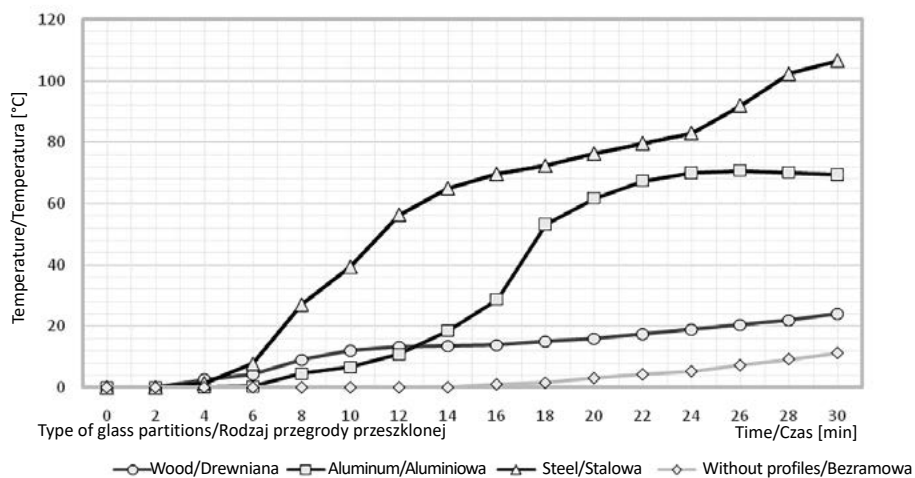


Figure 5. Average temperature increase on external profiles of the analysed glass partitions

Rycina 5. Średni przyrost temperatury na profilach zewnętrznych analizowanych przegród przeszklonych

Source: Own elaboration based on the test results.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Conclusions and summary

In no case were the guidelines on the boundary values of temperature increase exceeded, in terms of both a single point and the average increase.

The analysed partitions exhibited different temperature increases measured on the side opposite to the one exposed to fire. In the chart below we present consolidated values from all measurement points for each of the analysed constructions, excluding glass panels (Fig. 6). Measurements taken on glass panes were disregarded because of the differences in their thickness in the frameless solution compared to other test objects. The partition made of steel profiles exhibited the highest temperature increase, reaching a maximum average temperature of 120°C. Other partitions were found not to exceed the 75°C threshold, and the one which came closest to it was made of aluminium profiles. The wooden and frameless constructions afforded the most effective protection against heat transfer. The former reached a maximum average temperature of 21°C, while the other did not exceed 11°C.

Wnioski i podsumowanie

Biorąc pod uwagę wytyczne dotyczące granicznych wartości przyrostu temperatury, w żadnym przypadku nie zostały one przekroczone zarówno w odniesieniu do pojedynczego punktu, jak i średniego przyrostu.

Analizowane przegrody odznaczały się odmiennymi przyrostami temperatury mierzonymi po przeciwnej stronie względem działania ognia. Na poniższym wykresie zaprezentowano uśrednione wartości ze wszystkich punktów pomiarowych dla każdej z analizowanych konstrukcji z wyłączeniem paneli szklanych (zob. ryc. 6). Pomiary wykonane na szybach zostały pominięte z uwagi na różnice w ich grubości w rozwiązaniu bezramowym względem innych obiektów. Przegroda wykonana z kształtowników stalowych odznaczała się najwyższym przyrostem temperatury, osiągając maksymalną średnią temperaturę 120°C. Wyniki pozostałych przegród nie wykroczyły poza próg 75°C, do którego najbardziej zbliżyła się ta wykonana z profili aluminiowych. Największą skuteczność ochrony przed przenikaniem ciepła przejawiała konstrukcja drewniana oraz bezramowa. Pierwsza z nich osiągnęła maksymalną, średnią temperaturę 21°C, natomiast druga nie przekroczyła 11°C.

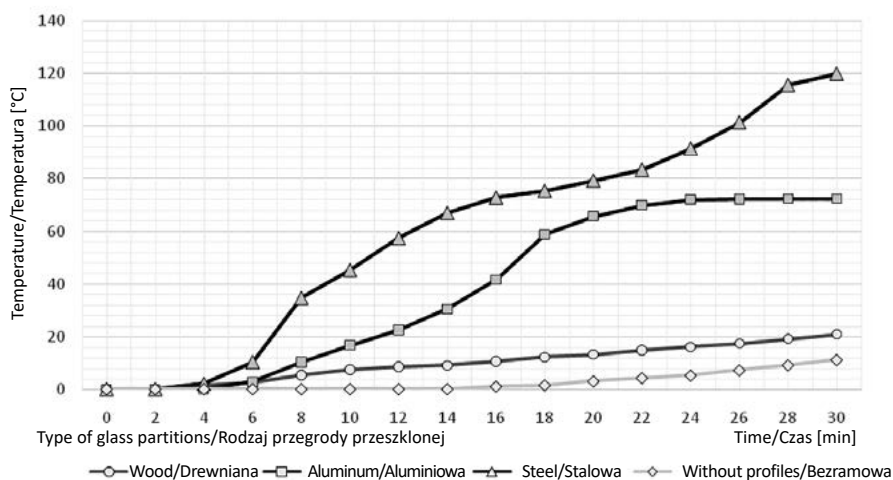


Figure 6. Average temperature increase on the surface of glazing joints of the analysed glass partitions

Rycina 6. Średni przyrost temperatury na powierzchni łączów przeszkleń analizowanych przegród przeszkłonych

Source: Own elaboration based on the test results.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Each of the analysed partitions was made of materials with different behaviour. The profiles we used differed in terms of both their internal construction and thermal properties. Detailed analyses of the temperature increase distribution on unexposed surfaces allowed us to compare their effectiveness as fire partitions. The frameless solution provided the most effective protection against heat transfer. Peripheral profiles made of gypsum board strips proved to be effective barriers against fire. Similar thermal insulation properties were found for the partition

Każda z analizowanych przegród zbudowana była z materiałów o odmiennej charakterystyce. Wykorzystywane profile różniły się zarówno budową wewnętrzną, jak i właściwościami termicznymi. Szczegółowe analizy rozkładu przyrostu temperatury na powierzchniach nienagrzewanych pozwoliły na porównanie efektywności ich funkcjonowania jako przegrody ogniochronnych. Najskuteczniejszą ochroną przed przenikaniem ciepła odznaczało się rozwiązanie bezramowe. Obwodowe profile wykonane z pasków płyt gipsowo-kartonowych stanowiły skuteczną barierę

made of wooden battens. Despite the significant difference in temperature increases for other constructions made of steel and aluminium profiles, each of them met the fire-resistance requirements and maintained fire-insulation parameters for 30 minutes, reaching the rating of I 30.

Compared to other constructions, the frameless solution had no internal profiles, and based on the collected temperature increase data, these proved to be the weakest element of glazed constructions. Our analysis shows that the simplest way to increase fire safety is not only by increasing glass pane thickness, but also by reducing the number of internal profiles in the glass partition.

Glass partitions currently available on the market have different designs and thermal performance. The only criterion to assess the effectiveness of a construction as a barrier during a fire is to test its fire resistance. As long as an element meets the integrity and fire insulation requirements over test time, it serves as a partition which could be used in buildings to provide passive fire protection.

dla działania pożaru. Podobne właściwości izolacyjności termicznej przejawiała przegroda zbudowana z kantówek drewnianych. Pomimo znacznej różnicy w przyroście temperatury dla pozostałych konstrukcji składających się z kształtowników stalowych i aluminiowych, każda z nich spełniła stawiane wymagania odporności ogniowej i utrzymała parametry izolacyjności ogniowej w czasie 30 minut, osiągając klasę I 30.

Rozwiązanie bezprofilowe w porównaniu do pozostałych charakteryzowało się brakiem wewnętrznych profili, które to w oparciu o zebrane dane o wzroście temperatur, potwierdzają, że są najsłabszym elementem konstrukcji przeszklonych. Zaprezentowana analiza pokazuje, że bezpieczeństwo pożarowe w najprostszy sposób można zwiększyć nie tylko grubością szyb, ale również ograniczeniem liczby profili wewnętrznych w przeszklonej przegrodzie.

Obecnie na rynku dostępne są przeszklone przegrody budowlane o różnej budowie i odmiennej charakterystyce termicznej. Jedynym kryterium oceny skuteczności funkcjonowania danej konstrukcji jako bariery podczas pożaru jest wykonanie badania odporności ogniowej. Dopóki dany element spełnia określone wymagania szczelności i izolacyjności ogniowej w czasie testu, stanowi on przegrodę, która może być stosowana w budynkach w celu zapewnienia biernej ochrony przeciwpożarowej.

Literature/Literatura

- [1] URL 1. Portal wiedzy budowlanej. Firesafety design. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Fire_safety_design [dostęp: 20.10.2018].
- [2] Bednarek Z., Ogrodnik P., Pieniak D., *Laboratoryjna metoda oceny wpływu wysokich temperatur na parametry eksploatacyjne systemów połączeń żelbetowych*, „Maintenance and Reliability” 2010, nr 3, 67–78.
- [3] Stollard P., *Fire from First Principles. A design guide to building fire safety*, London 2003, 22–86, <https://doi.org/10.4324/9780203478202>.
- [4] Sulik P., Sędklak B., *Ochrona przeciwpożarowa w przegrodach wewnętrznych*, „Izolacje” 2015, nr 9, 30–34.
- [5] Sędklak B., Sulik P., *Odporność ogniowa pionowych elementów przeszklonych*, „Szkło i Ceramika” 2015, nr V, 8–10, <https://doi.org/10.15199/33.2015.07.06>.
- [6] Sulik P., Sędklak B., *Wybrane aspekty oceny odporności ogniowej przeszklonych elementów oddzielenia przeciwpożarowego*, „Journal Of Civil Engineering, Environment And Architecture” 2017, T. XXXIV, Z. 64 (3/I/17), 17–29, <https://doi.org/10.7862/rb.2017.100>.
- [7] Laskowska Z., Kosiorek M., *Bezpieczeństwo pożarowe ścian działowych przeszklonych: badania i rozwiązania*, „Świat Szkła” 2007, nr 5 (108), 46–54.
- [8] Kinowski J., Sędklak B., Sulik P., *Izolacyjność ogniowa aluminiowo szklanych ścian osłonowych w zależności od sposobu wypełnienia profili szkieletu konstrukcyjnego*, „Izolacje” 2015, R.20 (nr 2), 48–53.
- [9] Podawca K., Przywózki M., *Wpływ rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych połączeń przeszkleń na odkształcenia podczas działania ognia*, „Safety & Fire Technology” Vol. 53 Issue 1, 2019, 118–128, <https://doi.org/10.12845/sft.51.3.2019.7>.
- [10] Izydorczyk D., Sędklak B., Sulik P., *Thermal insulation of single leaf fire doors, test results comparison in standard temperature-time fire scenario for different types of doorsets*, „Proceedings of the International Conference in Dubrovnik. Applications of Structural Fire Engineering” 2015, Dubrovnik, Croatia, 484–489, <https://doi.org/10.14311/asfe.2015.077>.
- [11] Kinowski J., Sulik P., Sędklak B., *Badania i klasyfikacja systemów pionowych przegród przeszklonych o określonej klasie odporności ogniowej*, „BiTP” Vol. 42, Issue 2, 2016, 135–140, <https://doi.org/10.12845/bitp.42.2.2016.14>.
- [12] PN-EN 1364-1:2015 *Badania odporności ogniowej elementów nienośnych – Część 1: Ściany*.
- [13] Sulik P., Sędklak B., *Odporność ogniowa pionowych przegród przeszklonych. Część 2.*, „Świat Szkła” 2015, nr 9, 31–35.

- [14] Sulik P., Sędlak B., *Odporność ogniowa pionowych przegród przeszklonych. Część 1.*, „Świat Szkła” 2015, nr 7–8, 37–43.
- [15] Laskowska Z., Borowy A., *Rozszerzone zastosowanie wyników badań odporności ogniowej ścian działowych przeszklonych wg PN-EN 15254-4.* „Materiały Budowlane” 2012, 7 (479), 62–64.
- [16] Raport z badań ogniowych witryny bezramowej nr 01/BZ/10/2018, Certbud, Polska 2018.
- [17] Raporty z badań ogniowych witryny w konstrukcji drewnianej nr 01/BZ/09/2015, Efectis, Francja 2015.
- [18] Raport z badań ogniowych witryny w konstrukcji aluminiowej nr 02/BZ/12/2012, Gryfitlab, Polska 2012.
- [19] Raporty z badań ogniowych witryny w konstrukcji stalowej nr 02/BZ/08/2013, ITB, Polska 2013.
- [20] PN-EN 1363-1:2012 Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne.

KONRAD PODAWCA, PH.D. ENG. – lecturer at the Faculty of Civil and Environmental Engineering at the Warsaw University of Life Sciences.

DR INŻ. KONRAD PODAWCA – adiunkt w Instytucie Inżynierii Środowiska, Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

MAREK PRZYWÓZKI, M.SC. ENG. – civil engineer, an employee of POLFLAM Sp. z o.o.

MGR INŻ. MAREK PRZYWÓZKI – inż. budownictwa, pracownik firmy POLFLAM Sp. z o.o.



OFERUJEMY USŁUGI W ZAKRESIE:

- doradztwa technicznego w zakresie doboru BSP i osprzętu do różnych zastosowań i potrzeb klienta
- testowania wyrobów i produktów innowacyjnych dla rekomendacji do stosowania w ochronie ppoż
- certyfikacji dobrowolna BSP
- realizacji projektów międzynarodowych i krajowych
- wykonywania pomiarów zanieczyszczeń powietrza
- organizacji specjalistycznych warsztatów dotyczących BSP i ich zastosowań
- analizy ryzyka dla specjalistycznych operacji z użyciem BSP

Więcej informacji na

www.cnbop.pl/centrumdronow

Kontakt: Joanna Sadowska, + 48 22 769 32 03, jsadowska@cnbop.pl

Siedziba: CNBOP-PIB ul. Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów

Arkadiusz Trzos^{a, b)*}, Wiktoria Kudła^{c)}, Karol Łyziński^{a, d)}, Michał Korman^{c)}

^{a)} Jagiellonian University Medical College, Faculty of Medicine, Chair of Anaesthesiology and Intensive Care, Department of Disaster Medicine and Emergency Care / Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Wydział Lekarski, Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Zakład Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej

^{b)} Atmed Medicine and Education / Atmed Medycyna i Edukacja

^{c)} Jagiellonian University Medical College, Faculty of Medicine, Chair of Anaesthesiology and Intensive Care, Extreme and Disaster Medicine Student Society / Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Wydział Lekarski, Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Studenckie Koło Naukowe Medycyny Ekstremalnej i Medycyny Katastrof

^{d)} Krakow Emergency Medical Services / Krakowskie Pogotowie Ratunkowe

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: a.trzos@uj.edu.pl

Health Effects of Exposure to Ionising Radiation

Skutki zdrowotne ekspozycji na promieniowanie jonizujące

ABSTRACT

Purpose: The effects of ionising radiation on the human body has been discussed. The authors believe that the understanding of the radiation incidents from the perspective of its effects is crucial for better preparation, and therefore safer and more effective responses to incidents involving such threats.

Introduction: The increasing use of radioactive materials and radiation producing devices in many areas of our lives carries the risk of exposure to high doses of radiation being hazardous to our health due to possible damage to radiation sources or improper handling. Exposure resulting from the intentional use of radioactive materials for criminal or terrorist purposes cannot be excluded, either. Exposure to ionising radiation may cause adverse health effects both to victims of a radiation incident and for rescuers providing emergency care. Such threats require the proper preparation of emergency medical services (EMS). Part of these preparations is to examine the specifics of radiation hazards, including radiation sources, the mechanism of injury of ionising radiation and the type of radiation damage.

Methodology: The publication presents the properties of ionising, corpuscular and electromagnetic types of radiation, which are the most important from EMS's perspective. The dangers of contact with a radiation source, the problem of external and internal contamination, the estimation of the amount of absorbed radiation were discussed, and the interrelationships between them were presented. The mechanism of direct and indirect action of ionising radiation on cell structures (DNA, mRNA, cytoplasmic membranes) and intracellular enzymes was thoroughly discussed. The authors presented health consequences of radiation for the body in the form of acute (deterministic) lesions and late (stochastic) lesions.

Conclusions: Particular attention was paid to acute radiation syndrome (ARS). The dependence of ARS on the amount of absorbed radiation was discussed in detail. Four stages of ARS were presented: initial, latent, manifest illness and recovery (or death) as well as the time of their onset, duration and end. The mechanism of damage to individual organs and systems was also analysed. The most common symptoms, their severity, and causes of life-threatening conditions, resulting from radiation damage in particular syndromes of ARS, were indicated. In addition to systemic effects, local changes in the form of Cutaneous Radiation Syndrome (CSR) were discussed.

Keywords: ionising radiation, deterministic effects, acute radiation syndrome, stochastic effects

Type of article: review article

Received: 30.12.2019; Reviewed: 15.03.2020; Accepted: 11.05.2020;

Authors' ORCID IDs: A. Trzos – 0000-0002-4390-0901; W. Kudła – 0000-0002-0072-0652; K. Łyziński – 0000-0003-3292-2459;

M. Korman – 0000-0003-1511-0774;

Percentage contribution: A. Trzos – 50%; W. Kudła – 25%; K. Łyziński – 15%; M. Korman – 10%;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 32–47, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.3>;

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

ABSTRAKT

Cel: W publikacji omówiono skutki działania promieniowania jonizującego na organizm ludzki. W przeświadczeniu autorów przedstawienie problematyki zdarzeń radiacyjnych od strony skutków napromieniowania pozwoli na lepsze przygotowanie na wypadek ich wystąpienia, a w konsekwencji bezpieczniejsze działanie w trakcie tego zagrożenia.

Wprowadzenie: Coraz szersze zastosowanie materiałów promieniotwórczych i urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące w wielu obszarach naszego życia niesie za sobą ryzyko narażenia na działanie niebezpiecznych dla zdrowia dawek promieniowania. Dawki te mogą być generowane wskutek uszkodzenia źródeł promieniowania lub postępowania z nimi w nieodpowiedni sposób. Nie można również wykluczyć narażeń wynikających z intencjonalnego wykorzystania materiałów promieniotwórczych w działaniach kryminalnych lub terrorystycznych. Narażenie na promieniowanie jonizujące może wywołać negatywne skutki zdrowotne – zarówno u ofiar zdarzenia radiacyjnego, jak i u ratowników udzielających ofiarom pomocy. Istniejące zagrożenia wymagają więc odpowiedniego przygotowania medycznych służb ratowniczych. Jednym z elementów tych przygotowań jest poznanie specyfiki zagrożeń radiacyjnych, w tym źródeł promieniowania, mechanizmu działania poszczególnych form promieniowania jonizującego, a także rodzaju obrażeń radiacyjnych, które wywołują.

Metodologia: W artykule przedstawiono właściwości promieniowania jonizującego, najbardziej istotne z punktu widzenia ratownictwa medycznego. Omówiono zagadnienia związane z kontaktem ze źródłem promieniowania, skażenia zewnętrznego i wewnętrznego, pomiaru wielkości ekspozycji i dawek pochłoniętych oraz zaprezentowano wzajemne zależności pomiędzy nimi. Szczegółowo opisano mechanizm bezpośredniego i pośredniego działania promieniowania jonizującego na struktury komórkowe (DNA, mRNA, błony cytoplazmatyczne) i enzymy wewnątrzkomórkowe. Przedstawiono konsekwencje zdrowotne dla organizmu w postaci uszkodzeń ostrych (deterministycznych) i zmian późnych (stochastycznych).

Wnioski: Szczególną uwagę zwrócono na ostry zespół radiacyjny (ang. Acute Radiation Syndrome, ARS). Szczegółowo omówiono zależność poszczególnych postaci ARS od wielkości pochłoniętej dawki. Przedstawiono każdą z faz ARS: wstępną, utajoną, rozwiniętych objawów i zdrowienia (śmierci) oraz czas ich wystąpienia, długość trwania i moment zakończenia. Scharakteryzowano mechanizm uszkodzenia poszczególnych narządów i układów. Wskazano najczęstsze objawy, ich nasilenie i przyczyny zagrożenia życia w poszczególnych postaciach ARS. Obok skutków ogólnoustrojowych opisano zmiany miejscowe pod postacią radiacyjnego zespołu skórno (ang. Cutaneous Radiation Syndrome, CSR).

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Słowa kluczowe: promieniowanie jonizujące, skutki deterministyczne, ostry zespół radiacyjny, skutki stochastyczne

Przyjęty: 30.12.2019; **Zrecenzowany:** 15.03.2020; **Zaakceptowany:** 11.05.2020;

Identyfikatory ORCID autorów: A. Trzos – 0000-0002-4390-0901; W. Kudła – 0000-0002-0072-0652;

K. Łyziński – 0000-0003-3292-2459; M. Korman – 0000-0003-1511-0774;

Procentowy wkład merytoryczny: A. Trzos – 50%; W. Kudła – 25%; K. Łyziński – 15%; M. Korman – 10%;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 32–47, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.3>;

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

Introduction

Ionising radiation has been present since the beginning of the Universe. The early Earth was penetrated by much higher radiation than that we are exposed to now. The composition of the Earth's crust with deposits of radioactive elements incl. uranium, thorium, radium has been a major source of natural radiation [1]. Part of natural radiation emanates from the ground, which is called background radiation and its values differ. The average annual dose in Poland is 2.43 mSv from natural sources [2]. In numerous European countries average natural background exposure is higher e.g. in Norway, Switzerland, Finland and Spain. In some parts of Norway and Sweden natural exposure ranges from 10 to 35 mSv per annum, but it is not the highest value in the world, as there are areas where even higher natural exposure has been observed. In Ramsar, a city in Iran, annual radiation exposure equals 132 mSv per year, whereas the maximum allowable annual dose of radiation for employees is 20 mSv [1], [3]. In general, the indoor radiation may be higher than the outdoor one. Grand Central Station in New York produces radiation of 5.4 mSv per year (due to the use of granite containing high concentrations of radioactive elements) [3].

All living organisms consist in radioactive elements, and that is why every organism emits radiation. For instance, a human being is a source of radiation due to radioactive potassium present in his or her body. It makes up 0.012% of the total amount of potassium, which is the source of radiation of 0.17 mSv per year [4–6]. Another source of radiation is cosmic radiation, which is mostly

Wprowadzenie

Promieniowanie jonizujące występuje od początków istnienia wszechświata. Gdy dopiero powstawało życie na Ziemi, wartości tego promieniowania były znacznie wyższe od występujących obecnie. Do dzisiaj w skorupie ziemskiej znajdują się pierwiastki promieniotwórcze, m.in. uran, tor, rad, które są źródłem naturalnego promieniowania [1]. Jego część dociera do nas z podłoża gruntowego. Stanowi ono tak zwane tło Ziemi. Promieniowanie to przyjmuje różne wartości, w Polsce wynosi przeciętnie 2,43 mSv [2]. W wielu krajach europejskich wartość ta jest jednak wyższa, np. w Norwegii, Szwecji, Szwajcarii, Finlandii, Hiszpanii. W pewnych rejonach Norwegii i Szwecji promieniowanie ze źródeł naturalnych jest szczególnie wysokie, wynosi bowiem od 10 do 35 mSv/rok. Ponadto na świecie spotyka się obszary o jeszcze wyższym promieniowaniu tła Ziemi. W mieście Ramsar (Iran) roczna dawka promieniowania sięga nawet 132 mSv/rok, podczas gdy dopuszczalna dawka, na którą mogą być narażeni irańscy pracownicy wynosi 20 mSv rocznie [1], [3]. Wartość promieniowania w obiektach z reguły jest wyższa od tych spotykanych na wolnym powietrzu. Przykładowo w budynku stacji kolejowej Grand Central w Nowym Jorku dawka promieniowania wynosi aż 5,4 mSv/rok (z powodu użycia podczas budowy granitu, w którym znajdują się izotopy promieniotwórcze) [3].

Pierwiastki radioaktywne stanowią również element budulcowy żywego organizmu. Stąd każdy organizm emituje pewne wartości promieniowania jonizującego. Przykładowo, człowiek jest źródłem promieniowania jonizującego wynikającego z obecności

absorbed by the Earth's atmosphere and only its small fraction reaches the Earth's surface. The level of cosmic radiation dose in Poland is merely 11.8% of the total annual dose [7].

The development of civilization and subsequent scientific and technological advances allowed for the use of radioactive materials for both peaceful and military purposes. The radiation technologies are commonly used in various industries esp. energy industry, transportation industry and medicine, but the use of those technologies poses risks. Radionuclides may carry a health risk for people resulting from various incidents such as accidental man-made releases (Mexico, Goiânia) or largescale radiation accidents (Chernobyl, Fukushima). Radiation may also be used intentionally for military, criminal or terrorist purposes (poisoning Alexander Litvinenko).

A statistical resident of Poland receives radiation in the annual average dose of 3.74 mSv, of which 2.43 mSv comes from natural radiation and 1.31 mSv from artificial sources [2]. Radiation from medical exposure especially computed tomography scans (CT) is an increasing man-made radiation source [8]. A single chest CT scan delivers 3 mSv, which is equivalent to the radiation dose of 150 chest X-rays while a head CT scan equals 4 mSv, which corresponds to 200 chest X-rays [9]. According to radiation regulations and laws, an average person may receive an effective dose of 1 mSv per a single calendar year. An effective dose may be greater than 1 mSv unless a total dose of 5 mSv in 5 consecutive years is not exceeded [10]. The authors are inclined to believe that due to a common use of radioactive materials and related risks it carries, the understanding of ionising radiation effects on a human body should be paramount for EMS workers. The aim of this paper is to present the impact of ionising radiation on a human body and health effects of high-dose radiation.

Ionising radiation

A human being is constantly exposed to different sources of radiation incl. ionising radiation. Ionising radiation is a form of energy emitted in the form of particles or electromagnetic waves that may result in the production of harmful and potentially lethal ions.

There are several types of ionising radiation, each with different properties such as its range, penetrating power and ionising power.

- Alpha particle (a helium nucleus) – the range of the alpha radiation is about 10 centimeters of air but it decreases

w organizmie radioaktywnego potasu. Stanowi on ok. 0,012% całkowitej zawartości potasu, będąc źródłem dawki promieniowania na poziomie 0,17 mSv rocznie [4–6]. Dodatkowo z kosmosu dociera do nas kolejna dawka promieniowania. Na szczęście atmosfera pochłania znaczną część promieniowania kosmicznego i tylko niewielka jego część przedostaje się do powierzchni Ziemi. Na terenie Polski wartość dawki pochodzącej z promieniowania kosmicznego stanowi jedynie 11,8% całkowitej dawki rocznej [7].

Rozwój cywilizacyjny i związany z nim postęp naukowo-techniczny pozwoliły na wykorzystywanie materiałów promieniotwórczych w celach zarówno pokojowych, jak i militarnych. Z właściwości promieniowania korzystają różne dziedziny m. in. energetyka, transport, przemysł czy medycyna, jednak z wykorzystywaniem źródeł promieniowania wiąże się pewne niebezpieczeństwo. Materiały promieniotwórcze mogą stanowić dla człowieka zagrożenie, np. gdy w wyniku ludzkiej nieodpowiedzialności dojdzie do przypadkowego ich uwolnienia (Meksyk, Goiânia). Mogą to być zdarzenia na ogromną skalę (Czarnobyl, Fukushima). Promieniowanie bywa też wykorzystane intencjonalnie do celów militarnych, kryminalnych lub terrorystycznych (otrucie Aleksandra Litwinienki).

Współcześnie przeciętny Polak, otrzymując średnio roczną dawkę promieniowania w wysokości 3,74 mSv, pochłania promieniowanie ze źródeł naturalnych o wartości 2,43 mSv, a ze źródeł sztucznych – 1,31 mSv [2]. Coraz większy odsetek promieniowania pochodzącego ze źródeł sztucznych pochodzi z badań medycznych, głównie tomografii komputerowej (TK) [8]. Badanie TK klatki piersiowej wiąże się z pochłonięciem przez pacjenta dawki promieniowania rzędu 3 mSv, co stanowi odpowiednik dawki ze 150 zdjęć rentgenowskich klatki piersiowej, a badanie TK głowy – 4 mSv, czyli równości promieniowania przy 200 zdjęciach rentgenowskich klatki piersiowej [9]. Według obowiązujących przepisów przeciętny obywatel ze źródeł zewnętrznych może otrzymać dawkę 1 mSv promieniowania w ciągu roku kalendarzowego. Jej przekroczenie w danym roku kalendarzowym możliwe jest pod warunkiem, że w ciągu kolejnych pięciu lat kalendarzowych jej sumaryczna wartość nie sięgnie powyżej 5 mSv [10]. W dobie powszechnego wykorzystania materiałów promieniotwórczych (i ryzyka z tym związanego), znajomość skutków działania promieniowania jonizującego na organizm człowieka – w ocenie autorów – powinna być powszechną wiedzą pracowników systemu ratowniczego. Celem publikacji jest przedstawienie sposobu oddziaływania promieniowania jonizującego na organizm ludzki oraz omówienie klinicznych następstw napromieniowania dużymi dawkami.

Promieniowanie jonizujące

W szerokim spektrum promieniowania spotykanego w otoczeniu człowieka występuje promieniowanie jonizujące. Jest to forma energii wysyłana w postaci cząstek lub fali elektromagnetycznej, powodująca w organizmie powstawanie niebezpiecznych dla zdrowia i życia jonów.

Istnieje kilka form promieniowania jonizującego, różniących się od siebie właściwościami, takimi jak: zasięg, przenikliwość, zdolność do jonizacji.

- Cząstki alfa (jądra helu) mają zasięg ok. 10 cm w powietrzu.

thousandfold in human tissues. A thin shield e.g. a sheet of paper can effectively stop the penetration of alpha particles [11, p. 688];

- Beta radiation (electrons and positrons) – the range is up to 10 metres in the air with high energies. Beta particles may be absorbed by thicker shielding e.g. aluminum plate [12];
- Gamma radiation and X-radiation (electromagnetic waves) – highly penetrating and its range is virtually unlimited in the air. It requires thick shields of concrete or heavy metals e.g. lead [3], [12];
- Neutron radiation (neutron particles) – highly penetrating and thick shields of concrete or water are used to absorb it [12].

Ionising radiation protection is presented in Figure 1.

Zmniejsza się on tysiąckrotnie w tkankach ludzkiego ciała. Do ochrony przed tego typem promieniowania wystarczy cienka osłona (np. kartka papieru) [11, s. 668];

- Promieniowanie beta (cząstki elektronów i pozytonów) przy dużej wartości energii promieniowania ma zasięg nawet do dziesięciu metrów w powietrzu. Ochrona wymaga zastosowania grubszych osłon (np. blaszki aluminiowej) [12];
- Promieniowania gamma i rentgenowskie (fale elektromagnetyczne) są mocno przenikliwe, mając praktycznie nieograniczony zasięg w powietrzu. Ochronę stanowią grube osłony z betonu lub metali ciężkich (np. z ołowiu) [3], [12];
- Promieniowanie neutronowe (cząstki neutronów) również ma bardzo dużą przenikliwość. Do jego zatrzymania wykorzystywane są grube warstwy betonu oraz bloki wodne [12].

Możliwości osłony przed promieniowaniem jonizującym przedstawiono na rycinie 1.

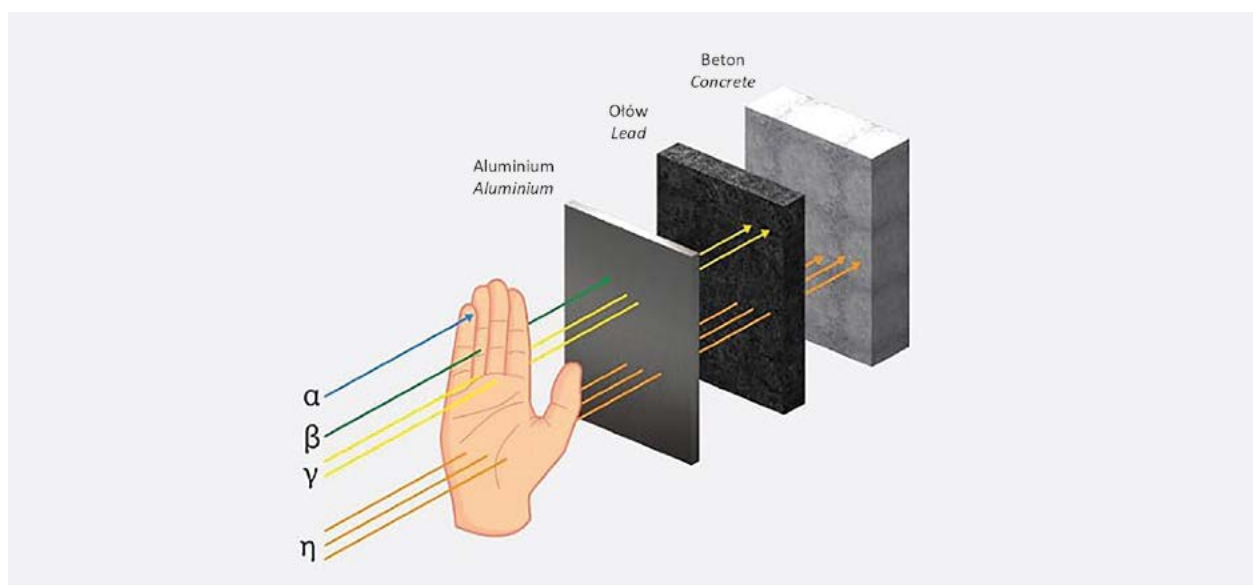


Figure 1. Radiation shielding

Rycina 1. Ochrona przed promieniowaniem radiacyjnym

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The source of radiation may be any material including radioactive isotopes or ionising radiation-producing devices e.g. X-ray machines, CT scanners. Radioactive sources are divided into a sealed source, in which the radioactive material is prevented from escaping or being released and an unsealed (closed) source, which refers to any radioactive material which is not encapsulated or contained [13]. Radioactive liquids or solids that come in direct contact with people cause external contamination. Internal contamination occurs when radioactive material is inhaled, ingested or incorporated via wounds. Radiation producing devices (e.g. X-ray machines, CT scanners) do not cause contamination.

Źródłem promieniowania może być materiał zawierający w swoim składzie izotop promieniotwórczy lub urządzenie generujące (wytwarzające) promieniowanie jonizujące, np. aparat rentgenowski, tomograf komputerowy. Źródła promieniowania zawierające materiał promieniotwórczy dzieli się na zamknięte (takie, które chronią materiał promieniotwórczy przed wydostaniem się do środowiska) oraz otwarte (wszystkie pozostałe) [13]. Bezpośredni kontakt z materiałem promieniotwórczym – zarówno w formie stałej, jak i płynnej – powoduje skażenie zewnętrzne. Wchłonięcie materiału promieniotwórczego przez drogi oddechowe lub przewód pokarmowy oraz wniknięcie bezpośrednio przez rany powoduje skażenie wewnętrzne. Aparaty generujące promieniowanie jonizujące (np. rentgenowskie, TK) nie powodują skażeń.

Radiation doses

Since radiation is the energy deposited in matter, the knowledge of the absorbed doses by tissue is crucial to assess the risk of radiation effects. Radiation absorbed dose which is defined as one Joule of energy absorbed per kilogram of matter. The SI unit of measure is the gray (Gy). Owing to the fact that different ionising abilities refer to a specific type of radiation, an equivalent dose has been introduced. An equivalent dose is based on the absorbed dose to individual tissues or organs taking into account the type of radiation, and thereby the amount of energy and its force. An equivalent dose allows for precise assessment of biological damage of a certain type of radiation to exposed tissues. The SI unit of measure is the sievert (Sv). An effective dose is calculated by multiplying an absorbed dose (Gy) by a radiation weighting factor to a specified radiation type. The values radiation weighting factor are presented in Table 1. Gray and sievert are the units expressing high amounts of absorbed energy. Hence mili (1/1000) and micro (1/1 000 000) of the base unit (1 Sv (Gy) = 1000 mSv(Gy) = 1 000 000 uSv(Gy)) are used. In order to assess the variability of exposure in time a dose rate is given i.e. a dose per time unit e.g. Gy/h or Sv/h which is used to show radiation effects.

Dawki promieniowania

Jako że promieniowanie jest formą przekazywania energii, to znajomość wartości pochłoniętej energii przez tkankę jest niezbędna w ocenie ryzyka skutków napromieniowania. Dawka pochłonięta określana jest jako ilość energii pochłoniętej (mierzonej w dżulach) na kilogram masy tkanki. W układzie SI jednostką jest 1 grej (Gy). Ze względu na różne zdolności do jonizacji poszczególnych form promieniowania wprowadzono tzw. równoważnik dawki. Wartość ta mierzy dawkę pochłoniętą w tkance lub narządzie, uwzględniając rodzaj – a tym samym wielkość energii i moc działania – danego promieniowania. Pozwala to na dokładniejsze określenie skutków biologicznych oddziaływania danego promieniowania na eksponowaną tkankę. W układzie SI jednostką jest 1 siwert (Sv). Wartość tę otrzymuje się po przemnożeniu wartości dawki pochłoniętej (Gy) przez współczynnik wagowy promieniowania o wartości charakterystycznej dla danego rodzaju promieniowania. Wartości współczynnika wagowego promieniowania przedstawiono w tabeli 1. Grej i siwert są to jednostki określające duże wartości pochłoniętej energii. W praktyce wykorzystywane są wartości mniejsze, mierzone w wartościach mili (1/1000) czy mikro (1/1 000 000) wartości podstawowej (1 Sv (Gy) = 1000 mSv(Gy) = 1 000 000 uSv(Gy)). W celu określenia zmienności ekspozycji w czasie podaje się moc dawki, tj. wartość dawki w przeliczeniu na jednostkę czasu (np. Gy/h czy Sv/h). Pojęcie to wykorzystywane jest przy określaniu skutków napromieniowania.

Table 1. The values of the radiation weighting factor
Tabela 1. Wartości współczynnika wagowego promieniowania

Radiation type / Rodzaj promieniowania	W_R
Alpha / Alfa	20
Neutrons / Neutrony	5–20
Beta / Beta	1
Gamma and X-ray / Gamma i rentgenowskie	1

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Most of ionising radiation detection devices (e.g. Geiger Mueller (GM) Detectors) do not measure an absorbed dose but only an exposure dose, which is the amount of single ion pairs produced in a gas-filled chamber. The exposure dose is based on the amount of the total charge of the ions in air produced by photons of ionising radiation. The SI unit of exposure to radiation is C/kg (coulomb/kilogram) and is the total electrical charges produced in a volume of air of mass. The unit for exposure has no name and is expressed as C/kg and a previously used roentgen unit was related to $1\text{ R} = 2.58 \times 10^{-14} \text{ C/kg}$. The exposure dose expresses exposure per hour (mSv/h). In order to assess biological effects of radiation on the human body it is crucial to measure an absorbed dose or even an equivalent dose.

Biological effects of irradiation

Ionising radiation-induced damages lead to local and systemic radiation lesions and injuries. Damage to biological material is the result of the energy deposited in particles of cellular structures. There are three phases of radiation influence on cells: physical, chemical and biological. In the physical phase, the radiation pushes an electron in the DNA molecule (strand of deoxyribonucleic acid) out of its orbit, which disrupts its structure. In the chemical phase, high energy induces ionisation (radiolysis) of water molecules (OH^- , H^+), which leads to the production of free radicals ($\cdot\text{OH}$, $\text{HO}_2\cdot$) and chemical bonds are either broken or new ones are formed [14]. Free radicals damage cellular structures and thus cells in the biological phase. DNA, mRNA, enzymes (catalase, peroxidase) and cytoplasmic membranes are mainly damaged [15]. Some of those damages that are beyond repair lead to cell death or its lysis (decomposition and elimination). In other cases changes to DNA survive and may be passed to a subsequent cell generation.

Apart from the damage resulting from water radiolysis, there is an indirect damage resulting from the Compton Effect (Compton Scatter) and the photoelectric effect [16]. Two models of DNA chain damage are presented in Figure 2. Minor damage activate the self-repair mechanism in the cell. Radiation exposure above the threshold dose causes too much major and irreparable damage. This, in turn, activates apoptosis (the natural process of elimination of damaged cells) in the whole body [17]. If the cell DNA is not repaired then changes in genetic material due to radiation exposure survive. The DNA changes may result in passing new features/properties to the next generations and may trigger neoplastic changes.

Większość wykorzystywanych do pomiarów promieniowania jonizującego urządzeń (np. licznik Geigera-Müllera) nie mierzy dawki pochłoniętej, a jedynie dawkę ekspozycyjną, np. poprzez pomiar ilości par jonów wytworzonych w określonej objętości gazu. Dawka ekspozycyjna jest to wielkość oparta na liczbie aktów jonizacji wywołanych w powietrzu przez fotony promieniowania jonizującego. W układzie SI dawka ekspozycyjna wyrażana jest w C/kg (kulomb/kilogram) i określa sumę ładunków elektrycznych jednego znaku, generowanych przez promieniowanie w jednostce masy powietrza. Jednostka C/kg nie ma swojej nazwy, a z dawniej stosowaną jednostką rentgenem R związana jest zależnością $1\text{ R} = 2.58 \times 10^{-14} \text{ C/kg}$. Podobnie do mocy dawki pochłoniętej, ważnym parametrem jest moc dawki ekspozycyjnej określającej wartość ekspozycji na godzinę (mSv/h). Kluczowe w ocenie skutków napromieniowania człowieka pozostaje jednak określenie wielkości dawki pochłoniętej, a najlepiej równoważnika tej dawki.

Skutki biologiczne napromieniowania

W wyniku oddziaływania na organizm żywy promieniowania jonizującego dochodzi w nim do powstania szeregu uszkodzeń, prowadzących do rozwoju miejscowych i ogólnych zmian chorobowych. Uszkodzenie materiału biologicznego jest wynikiem przekazania energii promieniowania do cząsteczek struktur komórkowych. Oddziaływanie promieniowania jonizującego na komórki odbywa się w trzech fazach: fizycznej, chemicznej i biologicznej.

W fazie fizycznej dochodzi do wybicia elektronów z cząsteczki DNA (nici kwasu deoksyrybonukleinowego), co destabilizuje jej strukturę. W fazie chemicznej wystarczająco wysokie energie powodują jonizację (radiolizę) cząsteczek wody (OH^- , H^+), a w konsekwencji powstawanie wolnych rodników ($\cdot\text{OH}$, $\text{HO}_2\cdot$) i zrywanie lub tworzenie nowych wiązań chemicznych [14]. Oddziaływanie wolnych rodników w fazie biologicznej powoduje uszkodzenie struktur komórkowych, a w konsekwencji – całych komórek. Dochodzi głównie do uszkodzenia DNA, mRNA, enzymów (katalaz i proteaz) i błon cytoplazmatycznych [15]. Część spośród uszkodzeń, które nie mogą zostać naprawione, doprowadza do śmierci komórki i jej lizy (rozpuszczenia i eliminacji). W pozostałych przypadkach dochodzi do zachowania zmian w DNA, przez co mogą one zostać przekazane przyszłym pokoleniom komórek.

Obok wspomnianych uszkodzeń powstałych w wyniku radiolizy wody dochodzi do uszkodzeń bezpośrednich w wyniku tzw. zjawiska Comptona (rozpraszania komptonowskiego) oraz zjawiska fotoelektrycznego [16]. Dwa mechanizmy uszkodzenia łańcucha DNA komórki zilustrowano na rycinie 2. Powstałe niewielkie uszkodzenia powodują uruchomienie procesu naprawczego w komórce. Przekroczenie progowej dawki promieniowania powoduje powstanie zbyt dużych uszkodzeń niemożliwych do naprawienia. Skutkuje to uruchomieniem procesów apoptotycznych (naturalnego procesu eliminacji uszkodzonych komórek) w skali całego organizmu [17]. Jeżeli nie dochodzi do naprawy DNA w komórce, to zmiany w materiale genetycznym powstałe w wyniku napromieniowania komórki zostają zachowane. Powstałe zmiany w obrębie DNA niosą za sobą ryzyko przekazania nowych cech kolejnym pokoleniom oraz mogą prowadzić do powstania zmian nowotworowych.

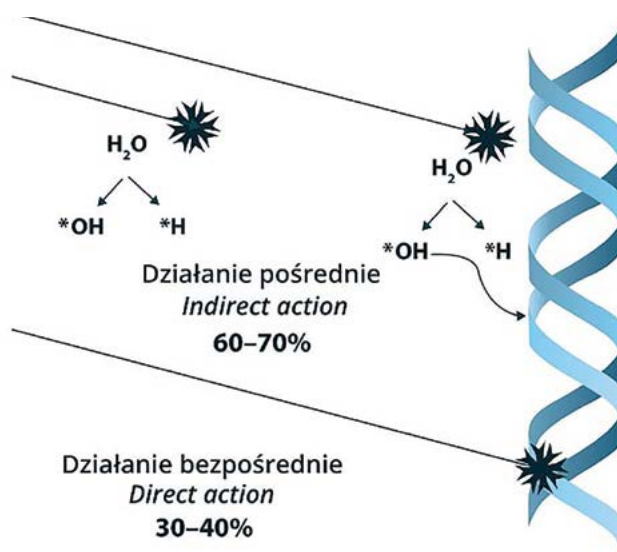


Figure 2. Mechanism of DNA chain damage by ionising radiation

Rycina 2. Mechanizm uszkodzenia łańcucha DNA przez promieniowanie jonizujące

Source / Źródło: Own elaboration based on: / Opracowanie własne na podstawie: M. H. Bourguignon, P. A. Gison, M. R. Perez, S. Michelin, D. Dubner, M. Di Giorgio, E. D. Carosella, *Genetic and epigenetic features in radiation sensitivity: Part II: Implications for clinical practice and radiation protection*, "European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging" 2005, 32, 351–368 [41].

Prenatal ionising radiation exposure may be teratogenic (disturbing the embryo development), carcinogenic, or mutagenic. Health effects from radiation exposure depend on the radiation dose and the stage of embryonic development. An embryo is particularly sensitive to radiation during the period of organogenesis (two to seven weeks after conception) and in the early fetal period (eight to 15 weeks after conception) [18]. The effects of exposure to radiation may be classified as deterministic and stochastic ones.

W życiu płodowym zarodka narażenie na promieniowanie jonizujące może być teratogenne (uszkodzenie płodu), rakotwórcze lub mutagenne. Efekty napromieniowania są bezpośrednio związane z poziomem ekspozycji i etapem rozwoju płodu. Płód jest najbardziej podatny na promieniowanie podczas organogenezy (2–7 tygodni po zapłodnieniu) i we wczesnym okresie płodowym (8–15 tygodni po zapłodnieniu) [18]. W związku z różnym wpływem promieniowania na organizm żywy możemy wyróżnić dwa podstawowe skutki działania promieniowania jonizującego: deterministyczne i stochastyczne.

Deterministic effects

Deterministic effects of ionising radiation result from exposure to radiation with a threshold dose exceeding 1Gy delivered in a short period of time (a single dose). Irradiation above a threshold dose causes temporary or permanent damage to tissues and thus damage to the organs and systems. Deterministic effects most often occur from 2 to 4 weeks after the radiation exposure and are manifested as bone marrow (hematopoietic), gastrointestinal, cardiovascular [19]. Local reactions and skin lesions may occur alone or with general symptoms due to ionising radiation. Although many organs are in fact damaged, the signs and symptoms are varied, depending on the dose and on extent of the damage to the organs and systems.

Table 2 presents the damage to the human body caused by external radiation source. Internal irradiation resulting from unintentional or intentional contamination via inhalation, ingestion or through the wounds occurs rarely.

Skutki deterministyczne

Skutki deterministyczne powstają w wyniku przyjęcia dużych, ponadprogowych tj. powyżej 1Gy, dawek promieniowania jonizującego w krótkim przedziale czasu (dawka jednorazowa). Napromienienie powyżej dawki progowej powoduje przejściowe lub trwałe uszkodzenia tkanek, a w konsekwencji uszkodzenie całych układów i narządów. Skutki deterministyczne pojawiają się najczęściej w okresie od 2 do 4 tygodni po narażeniu na promieniowanie. Manifestują się one w postaci ogólnoustrojowych zespołów klinicznych: szpikowego (hematopoetycznego), żołądkowo-jelitowego, naczyniowo-mózgowego [19]. Miejscowe odczyny i zmiany skórne mogą wystąpić samodzielnie lub równolegle z objawami ogólnymi, w następstwie ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Choć w praktyce uszkodzenia w organizmie dotyczą wielu narządów, to manifestacja objawów jest różna i zależy od wielkości pochłoniętej dawki i skali uszkodzenia poszczególnych narządów i układów.

Tabela 2 pokazuje, że uszkodzenia organizmu spowodowane są najczęściej promieniowaniem pochodzącym z zewnętrznego źródła. Sporadycznie spotyka się przypadki napromieniowania wewnętrznego, powstałego w wyniku zanieczyszczenia (kontaminacji) nieświadomego lub celowego, poprzez wdychanie, spożycie lub bezpośrednie wniknięcie przez uszkodzoną skórę.

Table 2. Characteristics of individual forms of acute radiation syndrome (ARS)

Tabela 2. Charakterystyka poszczególnych postaci ostrego zespołu radiacyjnego (ARS)

ARS subsyndrome / Postać ARS	Symptoms / Objawy	Death rate without medical treatment / Śmiertelność bez udzielenia pomocy medycznej	Death rate with medical treatment / Śmiertelność przy udzieleniu pomocy medycznej	Death; Immediate death cause / Śmierć; Bezpośrednia przyczyna zgonu
Subclinical phase / Faza subkliniczna (1–2 Gy)	Mild or severe leukopenia, fatigue, weakness, drop in peripheral blood lymphocyte counts after several days after exposure / Leukopenia lekka do umiarkowanej, zmęczenie, ogólne osłabienie, zmniejszenie ilości leukocytów we krwi obwodowej występujące kilkanaście dni po napromieniowaniu	0–5%	0–5%	6–8 weeks / 6–8 tyg. Bone-marrow depression / Depresja układu odpornościowego
Hematopoietic syndrome / Postać hematopoetyczna (2–6 Gy)	Mild or severe leukopenia, hemorrhage, infections, epilation (hair loss) after 3 Gy, weakness and fatigue, drop in peripheral blood lymphocyte counts (lymphopenia) after a few days followed by anemia and immunodeficiency and hemorrhagic diathesis / Leukopenia umiarkowana lub silna, krwotok, infekcje, wypadanie włosów po 3 Gy, ogólne osłabienie, zmniejszenie ilości limfocytów we krwi obwodowej (limfopenia) występujące kilka dni po napromieniowaniu później niedokrwistość i obniżenie odporności ustroju, niekiedy skaza krwotoczna	5–95%	5–50%	4–6 weeks / 4–6 tyg. Bone-marrow depression / Depresja szpiku kostnego
Gastrointestinal syndrome / Postać żołądkowo-jelitowa (6–8 Gy)	Severe leukopenia, high fever, dehydration, vomiting, electrolyte disturbances, hypotension, gastrointestinal reactions including bloody diarrhea, hemorrhagic diathesis, fluid and electrolyte imbalance accompanied by swelling; symptoms occur shortly or several hours after exposure / Silna leukopenia, wysoka gorączka, odwodnienie, wymioty, zaburzenia elektrolitowe, hipotensja, dominują objawy ze strony przewodu pokarmowego z charakterystycznymi krwawymi biegunkami, skaza krwotoczna oraz zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej z obrzękami; objawy pojawiają się wkrótce po napromieniowaniu najpóźniej do kilkunastu godzin	95–100%	50–100%	2–4 weeks / 2–4 tyg. Damage to gastrointestinal epithelium / Uszkodzenie nabłonka przewodu pokarmowego
Neurovascular syndrome / Postać mózgowo-naczyniowa (8–30 Gy)	Nausea, vomiting, heavy diarrhea, high temperature, electrolytes imbalance, convulsion, reduced deep tendon reflexes, ataxia, confusion/cognitive disorder, loss of consciousness shortly after radiation exposure / Nudności, wymioty, ciężka biegunka, wysoka gorączka, zaburzenia elektrolitowe, drgawki, zniesienie odruchów głębokich, ataksja, zaburzenia poznawcze, utrata przytomności wkrótce po napromieniowaniu	100%	99–100%	2 days–2 weeks / 2 dni–2 tyg. Damage to brain nerve conduction / Uszkodzenie przewodnictwa nerwowego w mózgu

Source / Źródło: Adapted from /Opracowano na podstawie: Military Medical Operations Armed Forces Radiobiology Research Institute: *Medical Management of Radiological Casualties*, edition 2, April 2003 [42].

The human body's reaction to radiation depends upon several factors. The most important factors are as follows: an absorbed dose, a radiation type (alpha, beta, gamma, neutron radiation), radiation exposure, a kind and size of exposed tissue, age, health condition and what is crucial the quality of medical care provided incl. possibilities and skills of EMS to respond within first minutes and hours after radiation exposure [19].

Radiosensitivity of specific organs and tissues differ. Minor biological effects are noticed in sensitive organs such as testicles when exposed to radiation greater than 0.15 Sv causing temporary infertility or bone marrow affected by a dose of 0.5 Sv (impaired/weakened hematopoietic function) [20]. The above changes are in most cases temporary and leave no permanent effects. It appears that cells characterised by high proliferative activity and low maturity are particularly susceptible to radiation [21]. The most radiosensitive cells are the gonads, bone marrow and intestinal epithelium, while the least sensitive are nerve and muscle cells [22]. The term Acute Radiation Syndrome (ARS) is used to describe signs and symptoms of damage induced to organs and system that may lead to death within days or many months. ARS is also termed acute radiation sickness occurs when the whole body or its significant part receives radiation above a threshold dose of 1 Gy of gamma radiation (or 1 Sv) over a short period of time. Dose fractionation over a period of time weakens radiation biological effects. The linear no-threshold (LNT) model implies the proportional dose-response relationship is expressed as a line and even the smallest dose close to zero always results in damage. The LNT model assumes that there is no threshold level below which adverse health effects such as ones of high-dose radiation occur. As mentioned above, doses between 0.5 and 1.0 Sv may have temporary effects; mainly a drop in lymphocyte count was observed [23]. Signs and symptoms of ARS are expected to occur after being exposed to a threshold dose of 1 Gy. One of the most important indicator is the lethal dose within 60 days (LD50/60). It is the dose of radiation that leads to death to 50 percent of an exposed population in 60 days. The LD 50/60 is in the range from 3.5–4.0 Gy in patients managed without specialised care provided, 4.5–7 Gy when antibiotics and appropriate advanced treatment are provided and up to 7-9 Gy in patients with immediate access to intensive care units, reverse isolation and hematopoietic cell transplantation. Any exposure above the range 10–12 Gy is lethal [20].

It is paramount for the medical management of a radiation incident to determine whether a person has absorbed a threshold dose of ionising radiation above 1 Gy (or its equivalent 1 Sv). A threshold dose of 1–6 Sv leads to the damage to hematopoietic system which is particularly radiosensitive and is followed by hematopoietic syndrome. Other organs are less affected. A threshold dose of 10–20 Sv damages intestinal epithelium (gastrointestinal syndrome), and a dose above 20 Sv leads to cardiovascular syndrome resulting from a sudden radiation damage to the central nervous system (CNS). There are four phases of ARS: prodromal, latent, manifest illness and recovery or death. The time course and severity of signs and symptoms for each subsyndromes of ARS may differ.

Reakcja organizmu osoby na ekspozycję zależy od wielu niezależnych zmiennych. Przede wszystkim od wielkości dawki pochłoniętej, rodzaju promieniowania (alfa, beta, gamma, neutronowego) i wielkości przekazywanej energii tego promieniowania, rodzaju i rozmiaru napromieniowanej tkanki, wieku i stanu zdrowia, oraz co niezwykle ważne, jakości dostępnej opieki medycznej, w tym możliwości i umiejętności reagowania systemu ratowniczego w pierwszych minutach, godzinach po ekspozycji [19].

Poszczególne organy i tkanki przejawiają różną wrażliwość na promieniowanie. Niewielkie zmiany w organizmie pojawiają się we wrażliwych narządach już przy dawkach przekraczających 0,15 Sv dla jąder (przemijająca niepłodność) i 0,5 Sv dla szpiku kostnego (osłabienie funkcji krwiotwórczej) [20]. Są to na ogół zmiany przejściowe, ustępujące bez pozostawienia trwałych zmian.

Szczególną wrażliwość na promieniowanie wykazują komórki o dużej aktywności proliferacyjnej i jednocześnie cechujące się niską dojrzałością [21]. Do najbardziej wrażliwych komórek zaliczamy komórki gonad, szpiku kostnego, nabłonka jelitowego. Najmniej wrażliwe na promieniowanie jonizujące są natomiast komórki nerwowe i mięśnie [22]. Pojęcie ostrego zespołu radiacyjnego (ang. Acute Radiation Syndrome, ARS), obejmuje uszkodzenia różnych narządów i układów, które mogą doprowadzić do śmierci człowieka w różnym przedziale czasu: od kilku godzin po wiele miesięcy. Powszechnie zespół ARS określany jest mianem ostrej choroby popromiennej (OChP). Powstaje on w wyniku pochłonięcia przez całe ciało, lub znaczną jego część, dawki promieniowania przekraczającej wartość progową, za jaką przyjmuje się wartość 1 Gy promieniowania gamma (lub dawkę równoważną 1 Sv). Aby uzyskać opisywany efekt chorobowy, dawka promieniowania musi zostać przekazana w krótkim czasie. Frakcjonowanie dawki, rozłożenie jej w czasie osłabia efekt biologicznego działania. Zgodnie z hipotezą liniową zależność między dawką a skutkiem ma postać linii prostej i nawet najmniejsza dawka, bliska zerowej, zawsze przynosi szkodę. Hipoteza ta zakłada, że nie istnieje żaden próg, poniżej którego przestają występować skutki obserwowane po dużych dawkach promieniowania. Jak wspomniano wyżej, większe dawki w przedziale 0,5–1,0 Sv spowodują prawdopodobnie jedynie przejściowe zmiany, najczęściej we krwi, polegające na obniżeniu poziomu limfocytów [23]. Jako wartość graniczną, po której spodziewamy się wystąpienia skutków ostrego napromieniowania, przyjmuje się obecnie wartość 1 Gy. Jednym z najważniejszych wskaźników opisujących skutki ostrego napromieniowania jest pojęcie dawki śmiertelnej po 60 dniach (LD 50/60). Jest to dawka pochłonięta powodująca śmierć u 50% napromieniowanej populacji w ciągu 60 dni. Wartość LD 50/60 oszacowana na poziomie około 3,5–4,0 Gy występuje u osób leczonych bez specjalistycznego wsparcia. Przy bardziej zaawansowanej pomocy medycznej może przyjąć wartość 4,5–7 Gy, gdy zapewnione są antybiotyki i inne leczenie wspomagające. W wyjątkowych sytuacjach granica ta może zostać przesunięta nawet do 7–9 Gy u pacjentów z szybkim dostępem do oddziałów intensywnej terapii, możliwością izolacji w trakcie leczenia i przeszczepieniem komórek krwiotwórczych. Wartości powyżej 10–12 Gy uważane są powszechnie za śmiertelne [20].

Najważniejsze w procesie zarządzania pomocą medyczną w wypadku radiacyjnym jest zatem ustalenie, czy osoba narażona na promieniowanie jonizujące pochłonięła dawkę promieniowania

przekraczającą wartość progową 1 Gy (lub równoważną 1 Sv). Przy dawkach ponad progowych w przedziale 1–6 Sv w pierwszej kolejności dochodzi do uszkodzenia najbardziej wrażliwego na promieniowanie jonizujące układu krwiotwórczego, co prowadzi do powstania postaci hematopoetycznej. Objawy uszkodzenia innych narządów występują w mniejszym nasileniu. Przy dawkach rzędu 10–20 Sv dominują objawy wynikające z uszkodzenia nabłonka jelitowego (postać żołądkowo-jelitowa), a przy wyższych może powstać postać naczyniowo-mózgowa wynikająca z nagłego uszkodzenia CSN. W przebiegu ostrego zespołu radiacyjnego wyróżnia się cztery fazy: wstępną (prodromalną), utajoną (latentną), właściwych objawów, fazę zejściową lub zdrowienia. W zależności od postaci ARS moment wystąpienia każdej z tych faz, czas ich trwania i intensywność objawów są mocno zróżnicowane.

Prodromal phase

The prodromal phase begins usually within first 48 hours, but may develop up to 6 days after exposure [24]. Signs and symptoms are characterised by depression, anxiety, nausea, vomiting, dizziness, headache and sleep disturbances. Symptoms may occur from minutes following high-dose exposure to ionising radiation or an hour or a few hours after exposure if doses were less. Depending on the dose, a prodromal phase is followed by either a latent phase (low doses) or a manifest illness phase (high doses). The assessment of the time course of signs and symptoms (especially nausea and vomiting) and their severity may indicate the approximate absorbed dose [25]. This radiation triage was primarily intended to be used in the aftermath of a nuclear war which would involve mass casualties. Today, the radiation incidents involve few casualties and thus the radiation triage is of lesser importance due to more accurate solutions to be employed such as lab blood tests (the dynamics of lymphocyte count changes, chromosome aberration analysis). More detailed analysis of radiation triage and laboratory diagnostic methods will be presented in the following subsequent paper where the medical management of radiation incidents is thoroughly discussed. Table 3 presents characteristics of the prodromal phase of acute radiation syndrome (ARS).

Latent phase

The latent phase following a prodromal phase is characterised by delusive improvement of signs and symptoms. Although patients seem to be recovering, a disease resulting from radiation-induced damage is developing. This phase lasts from a few days up to several weeks and the latent phase shortens as the initial dose increases. This phase is typical of a hematopoietic syndrome (1–10 Gy) and less common for a gastrointestinal syndrome (10–20 Gy). This phase is literally unnoticeable in other syndromes due to the extent of radiation-induced damage and

Faza wstępna (prodromalna)

Faza prodromalna występuje najczęściej w ciągu 48 godzin od momentu ekspozycji na promieniowanie, ale może rozwinąć się nawet do 6 dni po niej [24]. Wśród objawów dominują: złe samopoczucie, niepokój, nudności, wymioty, bóle i zawroty głowy, zaburzenia snu. Przy dużych wartościach pochłoniętego promieniowania objawy występują już po kilku, kilkunastu minutach, przy mniejszych – dopiero po godzinie lub kilku godzinach. Przy małych dawkach okres ten przechodzi w fazę utajenia, przy dużych praktycznie bezpośrednio do fazy pełnoobjawowej. Ocena upływu czasu od ekspozycji do momentu wystąpienia objawów (przede wszystkim nudności i wymiotów), a także ich intensywności, pozwala na orientacyjne określenie wielkości pochłoniętej dawki [25].

Ten model przesiewowego triage'u radiacyjnego (segregacji medycznej) planowany był do wykorzystania w warunkach totalnej wojny jądrowej, w której zakładano zaistnienie strat masowych na ogromną skalę. Współcześnie w incydentach radiacyjnych, w których odnotowuje się pojedyncze ofiary, ta forma przesiewowego triage'u ma mniejsze znaczenie. Dostępne są inne dokładniejsze metody oceny wielkości pochłoniętej dawki, których dokonuje się na podstawie badań laboratoryjnych (ocena dynamiki zmian poziomu limfocytów, ocena aberracji chromosomalnych). Szczegółowemu omówieniu triage'u i laboratoryjnych metod diagnostycznych poświęcona zostanie oddzielna publikacja dotycząca zasad organizacji pomocy medycznej w zdarzeniach radiacyjnych. Charakterystykę reakcji pierwotnej w zależności od pochłoniętej dawki zilustrowano w tabeli 3.

Okres latentny

Okres drugi charakteryzuje się zanikaniem wcześniej opisanych objawów. Pacjent pozornie powraca do zdrowia. W organizmie, w wyniku powstałych uszkodzeń, rozwija się jednak choroba. Zazwyczaj faza ta trwa od kilku do kilkunastu dni. Wraz ze wzrostem dawki pochłoniętej czas trwania tej fazy ulega skracaniu. Ten okres jest bardzo charakterystyczny dla postaci hematopoetycznej (1–10 Gy), w mniejszym stopniu dla zespołu żołądkowo-jelitowego (10–20 Gy). W pozostałych postaciach – ze względu na skalę uszkodzeń popromiennych organizmu, dynamiki zmian wynikających z reakcji na

dynamics of changes resulting from reactions to that damage, and thus the deteriorating patient's condition. At the end of this phase, the manifestation of signs and symptoms are getting apparent since the most damaged organs or systems are critically malfunctioning. This period especially in the hematopoietic syndrome is characterised by the failure of the bone marrow and immune system, water-electrolyte imbalance resulting from progressive damage to gastrointestinal epithelium. Symptoms of changes in the central nervous system do not occur with such a clearly marked latency period.

uszkodzenia i wynikającej z tego stanu pacjenta – praktycznie jest niezauważalny. Pod koniec tego okresu następuje manifestacja objawów wynikających z krytycznych zaburzeń funkcjonowania najbardziej uszkodzonych układów czy narządów. W postaci hematopoetycznej dochodzi do niewydolności układu krwiotwórczego i odpornościowego, w postaci żołądkowo-jelitowej – do poważnych zaburzeń gospodarki wodno-elektrolitowej wynikającej z postępującego uszkodzenia nabłonka jelitowego przewodu pokarmowego. Objawy uszkodzenia centralnego systemu nerwowego nie występują z tak wyraźnie zaznaczonym okresem latencji.

Table 3. Characteristics of the prodromal phase of acute radiation syndrome (ARS)
Tabela 3. Charakterystyka fazy prodromalnej ostrego zespołu radiacyjnego (ARS)

Symptoms / Objawy	Dose value / Wartość dawki				
	1–2 Gy	2–6 Gy	6–8 Gy	8–30 Gy	>30 Gy
Nausea, vomiting / Nudności, wymioty	5–50%	50–100%	75–100%	90–100%	100%
Time of onset / Czas wystąpienia	2–6 h	1–2 h	10–60 min	< 10 min	Minutes / Minuty
Duration / Czas trwania	< 24 h	24–48h	< 48 h	< 48 h	N/A (death < 48 h) / Nie dotyczy (śmierć < 48 h)
Diarrhoea / Biegunka	None / Brak	Moderate / Lekka < 10%	Severe / Silna > 10%	Severe / Silna > 95%	Severe / Silna 100%
Time of onset / Czas wystąpienia	-	3–8 h	1–3 h	< 1 h	< 1 h
Headache / Ból głowy % of incidents / % wystąpienia	Slight / Niewielki	Mild / Umiarkowany 50%	Mild / Umiarkowany 80%	Severe / Silny 80–90%	Severe / Silny 100%
Time of onset / Czas wystąpienia	-	4–24 h	3–4 h	1–2 h	<1 h
Fever / Gorączka	None / Brak	Mild / Umiarkowana 10–100%	Mild – High / Umiar- kowana do wysokiej 100%	High / Wysoka (100%)	High / Wysoka (100%)
Time of onset / Czas wystąpienia	-	1–3 h	<1 h	<1 h	<1 h
CNS function / Ośrodko- wy układ nerwowy	No impairment / Bez upośledzenia	Cognitive impairment / Upośledzenie funkcji poznawczych	Cognitive impairment / Upośledzenie funkcji poznawczych	Incapacitation / Niezdolność do poruszania	Convulsions, tremor, ata- xia, lethargy, / Drgawki, drżenie, ataksja, letarg

Source / Źródło: Adapted from / Opracowano na podstawie: Military Medical Operations Armed Forces Radiobiology Research Institute: *Medical Management of Radiological Casualties*, edition 2. April 2003. [42]

Manifest illness phase

The third stage of ARS is characterised by the full manifestation of organ or system dysfunctions. If a person survives this phase, recovery is likely [20]. The critical phase of the hematopoietic syndrome occurs within 3–4 weeks after the bone marrow injury that causes the inability to produce sufficient amount of blood cells that consequently leads to immunodeficiency. Damage to intestinal epithelium occurring after a few days impair water-electrolyte balance followed by cardiopulmonary failure [26]. In the cardiovascular syndrome, radiation-induced damage to the cerebrovascular endothelium, synaptic connections and the demyelination of myelin sheath around nerves resulting from a decline in the population of oligodendrocytes lead the cerebral edema, various neurological deficits and finally patient's death. Exposure to extremely high doses of radiation significantly damages intracellular structures (cell membranes) and intracellular enzymes (catalase, peroxidase) that causes cellular degradation and systemic poisoning.

Recovery or death

The last stage is recovery or death. It is difficult to predict whether the total radiation absorbed dose of ionising radiation is lethal for a particular patient. There are a few cases of patients who survived apparently lethal doses of radiation (Goiania, Brazil). They involved radiation which was fractionated into smaller doses within a prolonged period of time. Additionally it penetrated body parts assumed to be "safe" from the biological effects' perspective [27]. Age and sex are important factors that are to be taken into consideration while assessing radiation risks. Men tend to be more susceptible (higher radiosensitivity of their immune system) to adverse effects of radiation than women. Children and adults over 40–45 are more radiosensitive than adults under 40 [29]. Moreover, individual radioresistance must be taken into account [30]. In case of repeated exposures of the whole body or radiosensitive organs to sublethal doses, cumulative effects have been observed. The manifestations of health effects of such radiation are termed chronic radiation syndrome (CRS). Its nature and dynamics are distinct from acute radiation syndrome. Its health effects may occur after many years and are predominantly characterised by an increased frequency of tumor formation especially hematopoietic malignancies such as leukemias, lymphomas, thyroid cancers, bone cancers, gliomas, premature aging and life span shortening as well as sterility, damage to the genetic material in reproductive cells that may result in offsprings' congenital abnormalities, hormonal imbalance and cataract [17], [31].

Okres rozwiniętych objawów

W trzecim okresie choroba w pełni manifestuje swój kompletny obraz kliniczny w formie zdominowanej przez objawy pochodzące od uszkodzonych narządów i układów. Jeżeli organizm pacjenta poradzi sobie z tym etapem choroby, ma dużą szansę na powrót do zdrowia [20]. W postaci szpikowej dopiero po okresie 3–4 tygodni od uszkodzenia szpiku dochodzi do okresu krytycznego dla pacjenta, wynikającego z obniżenia odporności organizmu powstałego z braku możliwości regeneracji naturalnie obumierających komórek krwi. Skutki uszkodzenia nabłonka jelitowego objawiają się po kilku dniach w postaci zaburzeń gospodarki wodno-elektrolitowej doprowadzającej do niewydolności krążeniowo-oddechowej [26]. W zespole mózgowo-naczyniowym dochodzi do uszkodzenia śródbłonka naczyń mózgowych, połączeń synaptycznych oraz demielinizacji osłonek nerwowych spowodowanej spadkiem populacji oligodendrocytów. Zmiany te prowadzą do rozwoju obrzęku mózgu oraz licznych deficytów neurologicznych, które w konsekwencji skutkują śmiercią pacjenta. Przy szczególnie dużych dawkach promieniowania dochodzi do znacznego uszkodzenia struktur wewnątrzkomórkowych (błon komórkowych) oraz uszkodzeń enzymów wewnątrzkomórkowych (katalaz i peroksydaz). W konsekwencji następuje rozpad komórek i intoksykacja całego organizmu.

Okres zdrowienia lub śmierci

W tym okresie dochodzi do śmierci organizmu lub do rozpoczęcia procesu zdrowienia. W zależności od wspomnianych wyżej czynników trudno jest przewidzieć, czy dana wartość przyjętego promieniowania jonizującego dla danego pacjenta będzie letalna (śmiertelna). Pojedyncze przypadki przeżycia po przyjęciu dużej dawki promieniowania, uważanej za śmiertelną (Goiania, Brazylia), wynikały ze sposobu naświetlenia, tj. frakcjonowania dawki, rozciągnięcia jej w czasie i przyjęcia na określoną, bezpieczną z punktu widzenia skutków część ciała [27]. Wiek i płeć organizmu ma również znaczenie przy ocenie skutków napromieniowania. Układ immunologiczny u mężczyzn wykazuje większą niż u kobiet wrażliwość na negatywne skutki promieniowania [28]. Dzieci oraz osoby dorosłe powyżej 40–45 lat są bardziej podatne na promieniowanie niż osoby dorosłe poniżej 40 roku życia [29]. Nie można też wykluczyć osobniczej, indywidualnej odporności organizmu na promieniowanie [30].

W przypadku wielokrotnego narażenia na dawki podprogowe promieniowania może dojść do kumulacji dawki i przekroczenia wartości progowych dla całego ciała lub wrażliwych narządów. Te zmiany chorobowe określa się mianem przewlekłej choroby popromiennej (PChP). Charakter i dynamika zmian chorobowych w tej postaci jest inna niż w ostrym zespole radiacyjnym. Zmiany chorobowe pojawiają się dopiero po kilku-kilkunastu latach. Do głównych skutków tej formy napromieniowania należy: zwiększona zapadalność na choroby nowotworowe (zwłaszcza nowotwory układu krwiotwórczego – białaczki i chłoniaki, nowotwory tarczycy, układu kostnego i glejaki), przyspieszone starzenie się organizmu i skrócenie czasu życia, bezpłodność, uszkodzenie genomu komórek płciowych skutkujące możliwością wystąpienia wad wrodzonych u potomstwa, zaburzenia hormonalne, zaćma [17], [31].

Cutaneous radiation syndrome

The cutaneous symptoms that occur after radiation exposure are caused by a combination of inflammatory processes and proliferation changes [32]. Cutaneous radiation syndrome (CRS) may be a prompt reaction to radiation exposure. The radiation damages connective tissues and the blood vessels of the dermis. Transient erythema has been observed a few hours after the radiation exposure to 2 Gy [30]. The process may take years. The prodromal phase may develop within minutes or hours after exposure and is transient in nature. The prodromal phase is characterised by erythema (reddening and rash), irritation and itchiness. Then, a latent phase (delusive) occurs and is characterised by momentary remission of prodromal symptoms. The following manifestation stage is characterised by such lesions as noticeable erythema, desquamation and itchiness of the skin. In severe cases, subepidermal blisters, ulceration and skin necrosis. Ulceration may not be extensive but can involve deeper structures, i.e. soft tissues and even muscles and bones [30]. Long-term effects include keratosis, hyperpigmentation, hypopigmentation, epidermal atrophy, fibrosis, ulceration, telangiectasias and extravasation [34–35]. The extent and dynamics of cutaneous responses depend on several factors such as a dose, type and intensity of radiation, individual radiosensitivity, the extent of radiation exposure, contamination and absorption and the volume of skin exposed. It has been proved that repeated exposure to radiation results in cumulative doses and increases the radiation-induced damage to the skin. The skin covering bony areas show higher sensitivity to radiation [36]. Basal-cell and squamous cell skin cancers may occur years after exposure [37]. Extensive damage to the skin alter LD50/60 and increase the risk of death after every radiation exposure irrespective of the absorbed dose [38]. Table 4 presents the onset of clinical signs of skin injury depending on the dose received.

Table 4. Characteristics of skin lesions depending on the absorbed radiation dose

Tabela 4. Charakterystyka zmian skórnych w zależności od pochłoniętej dawki promieniowania

Symptoms / Objawy	Dose range / Zakres dawki [Gy]	Time of onset [days] / Czas wystąpienia objawów po narażeniu [dni]
Erythema / Rumień	3–10	14–21
Epilation / Depilacja	above / powyżej 3	14–18
Dry desquamation / Suche złuszczenie	8–12	25–30
Moist desquamation / Mokre złuszczenie	15–20	20–28
Blister formation / Pęcherze	15–25	15–25
Ulceration (within skin) / Owrzodzenia	above / powyżej 20	14–21
Necrosis (deep penetration) / Martwica	above / powyżej 25	above / powyżej 21

Source / Źródło: J.T. Bushberg, *Radiation Exposure and Contamination*, <https://www.merckmanuals.com/professional/injuries-poisoning/radiation-exposure-and-contamination/radiation-exposure-and-contamination> [43].

Ostry zespół skórny

Objawy skórne pojawiające się po ekspozycji na promieniowanie są spowodowane przez połączenie procesów zapalnych i zmian proliferacyjnych [32]. Ostry radiacyjny zespół skórny (ang. Cutaneous Radiation Syndrome, CRS) może rozwinąć się zaraz po ekspozycji. W momencie działania promieniowania dochodzi do uszkodzenia tkanki łącznej oraz naczyń skóry. Przemijający rumień powstały w wyniku napromieniowania dawką 2 Gy zaobserwowano już kilka godzin po ekspozycji [30]. Proces ten może jednak trwać latami. Zazwyczaj w ciągu kilku minut do godziny po ekspozycji rozwija się stadium prodromalne, które ma charakter przejściowy. W tym czasie pojawia się zaczerwienienie skóry, któremu towarzyszyć może wysypka oraz uczucie swędzenia i pieczenia. Po nim występuje etap utajony, który charakteryzuje się chwilowym ustąpieniem objawów. W fazie manifestacji pojawia się wyraźny rumień, któremu towarzyszyć może łuszczenie i swędzenie skóry. W ciężkich przypadkach mogą wystąpić podskórne pęcherze, głębokie owrzodzenia, a nawet martwica skóry. Owrzodzenia skóry mogą obejmować małe obszary, ale rozciągać się głęboko w tkankę miękką, docierając nawet do leżących pod nią mięśni i kości [30]. Wśród przewlekłych następstw rozwija się: rogowacenie, hiper- lub hipopigmentacja, zanik naskórka, zwłóknienie popromienne, owrzodzenia, teleangiektazje, wynaczynienie krwi [34–35]. Wielkość i dynamika zmian zależy od kilku czynników, m.in. od dawki promieniowania, rodzaju promieniowania i jego mocy, indywidualnej wrażliwości na promieniowanie, wielkości ekspozycji, skażenia i skali absorpcji oraz rozmiaru narażonej na promieniowanie skóry. Wykazano, że przy wielokrotnych ekspozycjach dochodzi do kumulacji dawki promieniowania, co zwiększa uszkodzenie skóry, a ponadto skóra w miejscach przylegania do kości jest bardziej narażona na promieniowanie [36]. Zmiany nowotworowe – najczęściej w postaci podstawniokomórkowego i płaskonabłonkowego raka skóry – mogą pojawić się dopiero po latach od ekspozycji [37]. Znaczące obrażenia powłoki zmieniają LD 50/60 i zwiększają ryzyko śmierci przy każdej ekspozycji na promieniowanie, niezależnie od pochłoniętej dawki [38]. Charakterystykę zmian skórnych powstałych w zależności od wielkości dawki przedstawia tabela 4.

Stochastic effects

Stochastic effects are assumed to be dose-independent. It is believed that a dose rate may only cause the increase in the probability of disease occurrence. Stochastic effects have no threshold level, which means the effects may occur after low-dose radiation exposure [39]. Stochastic effects include leukemia, solid tumors and hereditary defects passed on to children [40]. Neoplastic transformations may occur many years after the exposure to radiation. Genetic alterations may appear in the subsequent generations which are difficult to be distinguished from the diseases of other origins. The occurrence of stochastic effects depend on ontogenic variability of genetic predisposition or irradiated area (body part) [1].

Conclusion

Various sources of radiation have always been present around us. Nuclear energy, medical devices producing radiation or containing radioactive material, diagnostic and measuring devices used in industry and radioactive waste repositories are the main sources of potential hazard sources. The amount of artificial radiation a man is exposed to increases every year. The risk of radiation incidents resulting from failures of radiation producing devices (diagnostics, radiotherapy), human error or intended use of radioactive materials for criminal purposes must be considered. We cannot exclude that incidents such as the Chernobyl or Fukushima disasters will reoccur in the near future. The use of radioactive materials has been the target of terrorists. The state security services are aware of the real risk of a "dirty bomb" being constructed and detonated. The authors of this paper intended to discuss the medical approach of radiation incidents and their effects. The authors believe that the post-cold war peace is deceptive and makes emergency services less alert towards the ionising radiation risks.

Literature / Literatura

- [1] Zdrojewicz Z., Szlagor A., Wielogórska M., Nowakowska D., Nowakowski J., *Wpływ promieniowania jonizującego na organizm człowieka*, "Family Medicine & Primary Care Review" 2016, 18, 2, 174–179.
- [2] Roczny Raport, Działalność Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2018 roku, PAA Warszawa 2019, 47–50.

Skutki stochastyczne

Do skutków stochastycznych zalicza się te, w których nasilenie objawów jest niezależne od wielkości pochłoniętej dawki, a jej wielkość zwiększa wyłącznie prawdopodobieństwo zachorowania. Dla skutków tych nie istnieje dawka progowa – mogą pojawić się przy przyjęciu nawet najmniejszej dawki promieniowania [39]. Do skutków stochastycznych zaliczymy przede wszystkim białaczkę i guzy łe, a także zmiany dziedziczne ujawniające się u potomstwa [40]. Zmiany nowotworowe pojawiają się z różnym opóźnieniem czasowym (od kilku do nawet kilkudziesięciu lat). Zmiany dziedziczne mogą ujawnić się dopiero w kolejnych pokoleniach. Skutki te są trudne do odróżnienia od zachorowań wywołanych innymi przyczynami. Wystąpienie skutków stochastycznych uzależnione jest także od osobniczej zmienności, predyspozycji genetycznych czy miejsca (okolica ciała) przyjętego napromienienia [1].

Podsumowanie

Źródła promieniowania są stale obecne w naszym otoczeniu. Stanowią je: energetyka jądrowa, środki medyczne wytwarzające promieniowanie lub mające w swoim składzie materiał promieniotwórczy, urządzenia diagnostyczne i pomiarowe wykorzystywane w przemyśle, magazyny przechowujące odpady. Z roku na rok wzrasta wielkość dawki promieniowania, jaką otrzymujemy ze źródeł sztucznych. Zawsze należy zakładać możliwość wystąpienia zdarzenia radiacyjnego powstałego w wyniku awarii urządzeń emitujących promieniowanie jonizujące (diagnostyka, radioterapia), ludzkiej bezmyślności w posługiwaniu się źródłami promieniowania, czy celowego i świadomego wykorzystania materiałów promieniotwórczych w celach kryminalnych. Nie można wykluczyć, że zdarzenia podobne do incydentów w Czarnobylu czy Fukushima powtórzą się w niedalekiej przyszłości. Materiały promieniotwórcze pozostają nadal w kręgu zainteresowania środowisk terrorystycznych. Ryzyko skonstruowania i zdetonowania „brudnej bomby” jest poważnie brane pod uwagę przez służby odpowiedzialne za bezpieczeństwo państwa. Autorzy w niniejszej publikacji pragnęli przybliżyć problematykę zdarzeń radiacyjnych od strony konsekwencji medycznych powstałych w wyniku napromieniowania. W opinii autorów zgubne poczucie bezpieczeństwa po zakończeniu „zimnej wojny” uśpiło czujność środowiska ratowniczego na zagrożenia ze strony promieniowania jonizującego.

- [3] Gale R.P., Lax E., *Radiation: What It Is, What You Need to Know*, Retrieved Knopf Doubleday Publishing Group, New York 2013.
- [4] Chau N.D., Michalec B., *Natural Radioactivity in Bottled Natural Spring, Mineral and Therapeutic Waters in Poland*, "Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry" 2008, 279 (1), 121–129, <https://doi.org/10.1007/s10967-007-7276-6>.
- [5] Suarez-Navarro, J.A., Pujol L., *Determination of Potassium*

- Concentration in Salt Water for Residual Beta Radioactivity Measurements*, "Radiation Measurements" 2004, 38 (2), 145–151, <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2003.09.007>.
- [6] Bin S., Green S., Beddoe A. H., *The 40K activity of one gram of potassium*, "Physics in Medicine and Biology" 1997, 42 (2), 407–413, <https://doi.org/10.1088/0031-9155/42/2/012>.
- [7] Moskal P., Jowzaee S., *Promieniowanie naturalne z Ziemi i z Kosmosu*, „Foton” 2012, 117, 4–7
- [8] Jaworowski Z., *Beneficial radiation*, „Wiadomości Chemiczne” 1996, 50, 759–878.
- [9] Krajewska-Kułak E., Turczyńska A., Piotr Kułak, Gościk E., *Radiation Protection from the Point of View of Patients of the Radiology Department at the University Clinical Hospital in Białystok*, "Nursing and Public Health" 2016, 6 (10), 29–38.
- [10] Załącznik nr 3 do ustawy z dnia 13 czerwca 2019 r. (poz. 1593), Załącznik nr 4 do ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2018 r. poz. 792, 1669 i 2227 oraz z 2019 r. poz. 730).
- [11] Karwowski A., *Encyklopedia popularna. Wyd. XXII*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992.
- [12] Brandt A. M., *Beton jako materiał osłon przed promieniowaniem jądrowym – przegląd*, "Cement Lime Concrete", 18/80, nr 2, 115–128.
- [13] Ustawa z dnia 13 czerwca 2019 r. o zmianie ustawy – Prawo atomowe oraz ustawy o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. 2019 poz. 1593, Rozdział 4b Strategia i polityka w zakresie rozwoju bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej).
- [14] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2006 Report. *Effects of ionising radiation*. Vol. I. Report to the General Assembly, with scientific annexes A and B. UNSCEAR; 2006, Available from URL: http://www.unscear.org/unscear/en/publications/2006_1.html [dostęp: 5.12.2019].
- [15] Rudnicki T., Terlecki J., *Działania biologiczne promieniowania jonizującego*, F. Jaroszyk (red.), Biofizyka, PZWL, Warszawa, 2008, 769–770.
- [16] Compton A. H. A., *Quantum Theory of the Scattering of X-Rays by Light Elements*, "Physical Review American Physical Society (APS)" 1923, 21 (5), 483–502.
- [17] Fijuth J., *Radiobiologia*, w: *Radiologia – Diagnostyka obrazowa RTG, TK, USG i MR*, B. Pruszyński, A. Cieszanowski (red.), Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2016, 76–77.
- [18] Williams P. M., Fletcher S., *Health Effects of Prenatal Radiation Exposure*, "American Family Physician" 2010, 82 (5), 488–493.
- [19] *Radiation and Your Health Acute Radiation Syndrome: A Fact Sheet for Clinicians*, <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/emergencies/arsphysicianfactsheet.htm> [dostęp: 12.12.2019].
- [20] López M., Martín M., *Medical Management of the Acute Radiation Syndrome*, "Reports of Practical Oncology & Radiotherapy" 2011, 16 (4), 138–146, <https://doi.org/10.1016/j.rpor.2011.05.00>.
- [21] Lass P., Kubicki A., Bojarski P., Sein J. A., *Na pograniczu toksykologii i fizyki jądrowej – nietypowe wypadki radiacyjne*. „Przegląd Lekarski” 2013, 70 (8), 638–642.
- [22] Rubin P., Casarett W. G., *Clinical Radiation Pathology as Applied to Curative Radiotherapy*, "Cancer" 1968, 22 (4), 767–778, [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(196810\)22:4<767::AID-CNCR2820220412>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/1097-0142(196810)22:4<767::AID-CNCR2820220412>3.0.CO;2-7).
- [23] Berger M. E., Christensen D. M., Lowry P. C., Jones O. W., Wiley A. L., *Medical management of radiation injuries: current approaches*, "Occupational Medicine" 2006, 56(3), 162–172, <https://doi.org/10.1093/occmed/kql011>.
- [24] Waselenko J. K., *Medical Management of the Acute Radiation Syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group*, "Annals of Internal Medicine" 2004, 140(12), 1037–1057, <https://doi.org/10.7326/0003-4819-140-12-200406150-00015>.
- [25] Grammaticos P., Giannoula E., Fountos G., *Acute radiation syndrome and chronic radiation syndrome*, "Hellenic Journal of Nuclear Medicine" 2013, 16 (1), 56–59.
- [26] Wieczorek A., Góźdz S., *Zespół żołądkowo-jelitowy ostrej choroby popromiennej w: Medycyna zagrożeń i urazów radiacyjnych*, Janiak M., Wójcik A., PZWL, Warszawa 2005, 67–71.
- [27] José de Lima Valverde N., Ferreira da Silva J., Tantalean O. B., *An update on three radiation accidents in South America*, "Health Physics" 2010, 98, 868–871, <https://doi.org/10.1097/01.HP.0000345070.33576.f9>.
- [28] Kossakowski S., Kossakowski A., *Pozytywne aspekty działania na organizm promieniowania jonizującego*, „Medycyna Ogólna” 1999, 5 (XXXIV), 2, 201–210.
- [29] Laia H., Terradas M., Jordi Camps J., Martín M., Tusell L., Genescà A., *Aging and Radiation: Bad Companions*, "Aging Cell" 2015, 14 (2), 153–161, <https://doi.org/10.1111/accel.12306>.
- [30] Bray F. N., Simmons B. J., Wolfson A. H., Nouri K., *Acute and Chronic Cutaneous Reactions to Ionising Radiation Therapy*, "Dermatology and Therapy" 2016, 6 (2), 185–206, <https://doi.org/10.1007/s13555-016-0120-y>.
- [31] Grammaticos P., Giannoula E., Fountos G., *Acute radiation syndrome and chronic radiation syndrome*, "Hellenic Journal of Nuclear Medicine" 2013, 16 (1), 56–59.
- [32] Peter R. U., Gottlob P., *Management of Cutaneous Radiation Injuries: Diagnostic and Therapeutic Principles of the Cutaneous Radiation Syndrome*, "Military Medicine" 2002, 167, Suppl. 1, 110–112, https://doi.org/10.1093/milmed/167.suppl_1.110.
- [33] Barabanova A. V., *Acute radiation syndrome with cutaneous syndrome*, w: *The Medical Basis for Radiation – Accident Preparedness. The Clinical Care of Victims*, Ricks R. C., Berger M. E., O'Hara F. M., (red.), New York 2020, 217–224.
- [34] Peter R. U.: *Klinische Aspekte des kutanen Strahlen Syndroms nach Strahlenunfällen-Erfahrungen von Goiania und Tschernobyl*, „Aktuelle Dermatologi” 1993, 19, 364–667.
- [35] Peter R. U., Gottlob P., Nadeshina N., Krahn G., Plewtg G., Kind P., *Radiation lentigo: a distinct cutaneous lesion after accidental radiation exposure*, "Archives of Dermatology" 1997, 133, 209–211, <https://doi.org/10.1001/archderm.133.2.209>.

- [36] Jabłońska S., Majewski S., *Uszkodzenia skóry czynnikami fizykalnymi, w: Choroby skóry i przenoszone drogą płciową*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008, 200–204.
- [37] Gottlober P., Bezold G., Krahn G., Peter R. U., *Basal cell carcinomas occurring after exposure to ionising radiation*, "British Journal Dermatology" 1999, 141 (2), 383–385, <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.1999.03019.x>.
- [38] Ryan J. L., *Ionising Radiation: The Good, the Bad, and the Ugly*, "Journal of Investigative Dermatology" 2012, 132 (3), 985–993, <https://doi.org/10.1038/jid.2011.411>.
- [39] Hamada N., Fujimichi Y., *Classification of Radiation Effects for Dose Limitation Purposes: History, Current Situation and Future Prospects*, "Journal of Radiation Research" 2014, 55 (4), 629–640, <https://doi.org/10.1093/jrr/rru019>.
- [40] Douple E. B., Mabuchi K., Cullings H., Preston D. L., Kodama K., Shimizu Y., Fujiwara S., Shore R. E., *Long-Term Radiation-Related Health Effects in a Unique Human Population: Lessons Learned from the Atomic Bomb Survivors of Hiroshima and Nagasaki*, "Disaster Medicine and Public Health Preparedness" 2011, (CUP)5 (S1), 122–133, <https://doi.org/10.1001/dmp.2011.21>.
- [41] Bourguignon M. H., Gison P. A., Perez M.R., Michelin S., Dubner D., Di Giorgio M., Carosella E. D., *Genetic and epigenetic features in radiation sensitivity: Part II: Implications for clinical practice and radiation protection*, "European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging" 2005, 32, 351–368.
- [42] Military Medical Operations Armed Forces Radiobiology Research Institute: Medical Management of Radiological Casualties, edition 2, April 2003.
- [43] Bushberg J.T., *Radiation Exposure and Contamination*, <https://www.merckmanuals.com/professional/injuries-poisoning/radiation-exposure-and-contamination/radiation-exposure-and-contamination> [dostęp: 12.12.2019].

ARKADIUSZ TRZOS, M.D., PH.D. – specialising in disaster medicine, emergency medicine, extreme medicine; acting Head of the Department of Disaster Medicine and Emergency Care at the Jagiellonian University Medical College.

DR N. MED. ARKADIUSZ TRZOS – specjalności: medycyna katastrof, medycyna ratunkowa, medycyna ekstremalna, p.o. Kierownik Zakładu Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum.

WIKTORIA KUDŁA – medical student. Interests: disaster medicine and extreme medicine.

WIKTORIA KUDŁA – studentka medycyny. Zainteresowania: medycyna katastrof i medycyna ekstremalna.

KAROL ŁYZIŃSKI, PH.D. – medical rescue worker at the Kraków Emergency Medical Services; Assistant at the Department of Disaster Medicine and Emergency Care, the Jagiellonian University Medical College.

DR N. O ZDR. KAROL ŁYZIŃSKI – ratownik medyczny w Krakowskim Pogotowiu Ratunkowym, asystent w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum.

MICHAŁ KORMAN – medical student. Interests: extreme medicine and disaster medicine. President of the Extreme and Disaster Medicine Student Society at the Jagiellonian University Medical College, Faculty of Medicine, Chair of Anaesthesiology and Intensive Care.

MICHAŁ KORMAN – student medycyny. Zainteresowania: medycyna ekstremalna i medycyna katastrof. Przewodniczący Studenckiego Koła Naukowego i Medycyny Katastrof przy Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum.

Tadeusz Terlikowski^{a)*}^{a)} The Main School of Fire Service / Szkoła Główna Służby Pożarniczej

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: t_terlik@poczta.onet.pl

Civil Security Engineering or Civil Protection Engineering?

Inżynieria bezpieczeństwa cywilnego czy inżynieria ochrony ludności?

ABSTRACT

Objective: This paper attempts to prove that an effective model of protecting civilians from consequences of hazards ensuing from natural events considered as natural disasters, as well as risks arising from civilisational development in the reality of a global world, is the civil security engineering system based on achievements of many scientific disciplines related to the humanities, social sciences and technical sciences. This objective is justified by the thesis that stipulates that civil security engineering is an interdisciplinary measure of numerous entities in a modern state, the task of which is ensuring security for the society as regards the protection of life and health, property and the environment as fundamental conditions for the existence of the nation.

Introduction: The contemporary reality, in which the 21st century society is functioning, creates diverse hazards for human life and health, property and the environment. Hence it is the obligation of the state to seek new effective methods that would allow combatting the consequences of such hazards. Many of those methods and tools are comprised by security engineering with civil protection engineering distinguished as a specialist discipline, which comprises means, methods and ways of organising effective protection of the society, human life and health as well as civilisational and cultural achievements of the society.

Methodology: The basic method adopted in preparing this article was a review of source materials related to hazards to the society resulting from natural phenomena and industrial environment, followed by preparing conclusions and a presentation of the complete reasoning in relation to the subject of the present article.

Conclusions: Civil protection is one of the most crucial challenges for the state security system in the context of all-encompassing globalisation, which is conducive to the generation of new hazards, especially those that result from the development of modern technologies. But also in the sphere of natural hazards we are faced with new events, i.e., due to climate change, such as extreme weather conditions, changes to annual precipitation, melting of icebergs, rise of the water level in seas and oceans, or the recent spread of epidemic hazards, which may be caused by diverse viruses, such as the current coronavirus outbreak. To be effective, the civil protection system has to be organised in a way that ensures it is capable of coping with all challenges; it needs to be able to use knowledge from many scientific fields and domains, and furthermore it also has to be an interdisciplinary system characterised not only by social knowledge, but in the first place technical know-how, and that is why we can speak of civil protection engineering.

Key words: civil protection, natural and technical hazards, rules for civil protection, safety engineering, civil security engineering, civil protection engineering

Type of article: review article

Received: 05.02.2020; Reviewed: 19.02.2020; Accepted: 09.03.2020;

Author's ORCID ID: T. Terlikowski – 0000-0001-6197-4421;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 48–61, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.4>;

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

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest próba dowiedzenia, że efektywnym modelem ochrony ludności przed skutkami zarówno zagrożeń wynikających ze zdarzeń naturalnych, jak i z rozwoju cywilizacji jest system inżynierii ochrony ludności oparty na osiągnięciach dyscyplin naukowych z dziedziny nauk humanistycznych, społecznych oraz nauk technicznych. Cel ten uzasadnia teza mówiąca, że inżynieria ochrony ludności jest interdyscyplinarnym działaniem wielu podmiotów współczesnego państwa, którego zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa społeczeństwu w zakresie podstawowych warunków istnienia narodu: ochrony życia i zdrowia, mienia i środowiska.

Wprowadzenie: Współczesna rzeczywistość, w której funkcjonuje społeczeństwo XXI wieku, stwarza wiele zagrożeń dla życia i zdrowia ludzi, mienia oraz środowiska. Stąd obowiązkiem państwa jest szukanie nowych efektywnych metod pozwalających na przeciwstawienie się skutkom tych zagrożeń. Wiele metod i narzędzi dedykowanych temu celowi znaleźć można w obszarze inżynierii bezpieczeństwa – z wyodrębnieniem inżynierii ochrony ludności jako specjalistycznej dyscypliny zawierającej środki, metody i sposoby organizowania skutecznej ochrony społeczeństwa, życia i zdrowia ludzi oraz dorobku cywilizacyjnego i kulturowego społeczeństwa.

Metodologia: Podstawową metodą zastosowaną w trakcie przygotowania artykułu była analiza materiałów źródłowych z zakresu zagrożeń dla społeczeństwa płynących ze zjawisk naturalnych i środowiska industrialnego, opracowanie wniosków i przedstawienie całości wywodów w odniesieniu do tematu artykułu.

Wnioski: Wobec powszechnej globalizacji, która sprzyja powstawaniu nowych zagrożeń, zwłaszcza tych będących wynikiem rozwoju nowoczesnych technologii, ochrona ludności stanowi dla systemu bezpieczeństwa państwa jedno z najważniejszych wyzwań. Także w obszarze zagrożeń naturalnych mamy do czynienia z nowymi zdarzeniami będącymi skutkiem np. zmian klimatycznych (ekstremalne zjawisko pogodowe, zmiany w ilości rocznych opadów atmosferycznych, topnienie lodowców, podnoszenie się poziomu wód w morzach i oceanach, szerzenie się zagrożeń epidemicznych, których przyczyną mogą być różnego rodzaju wirusy). Aby system ochrony ludności był efektywny, powinien czerpać wiedzę z różnych obszarów i dziedzin nauki oraz dyscyplin naukowych, wykazywać się interdyscyplinarnością, wykorzystywać nie tylko wiedzę społeczną, prawną, ale przede wszystkim techniczną. Stąd możemy mówić o inżynierii ochrony ludności.

Słowa kluczowe: ochrona ludności, zagrożenia naturalne i techniczne, zasady ochrony ludności, inżynieria bezpieczeństwa, inżynieria bezpieczeństwa cywilnego, inżynieria ochrony ludności

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 05.02.2020; **Zrecenzowany:** 19.02.2020; **Zaakceptowany:** 09.03.2020;

Identyfikator ORCID: T. Terlikowski – 0000-0001-6197-4421;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 48–61, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.4>;

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

Introduction

Before an attempt is made at answering the title of the article, it is necessary to present the story of the concept of “safety”, along with its evolution over the years, and especially the recent period – characterised by geopolitical changes and the dynamic development of civilisation related to technological development and its influence on the human environment.

We are currently facing a number of phenomena of an unprecedented scale and magnitude, resulting both from human activities and powerful natural forces. The contemporary society has a particular need to have a sense of security, value and safe future, because, after all, security has always constituted a significant need in the life of people [1, p. 62]. For years now the need for security in the form of rules and bans defining the admissible solutions and the ensuing required behaviour of people has been an inherent element of how interpersonal relations are regulated. Such requirements for human behaviour in the form of religious laws may be found among others in the Deuteronomy, which contains the following statement: “When thou buildest a new house, then thou shalt make a battlement for thy roof, that thou bring not blood upon thine house, if any man fall from thence” [2, p. 9]. From the viewpoint of security, this is certainly one of the requirements that allow safe usage of the house. This is because the identification and utilisation of an appropriate security system, as well as the determination of appropriate systemic and legal solutions, results from the development of interpersonal and international relations, and in the first place from rapid economic growth.

As a result of social and political transformations, security ceased to be perceived as a military domain and the military sphere. The term of security has been expanded both vertically by furthering the concept of safety to comprise new subjects and objects that need to have security ensured, as well as horizontally, by extending the concept of security to comprise new areas or entities it is related to. Such an evolution of the concept was particularly pronounced in the 1970s. Objects, or subjects, of safety are now human groups, communities, as well as countries, regions or entire international systems. On the other hand,

Wstęp

Przed próbą odniesienia się do pytania zawartego w tytule artykułu należy przedstawić historię pojęcia „bezpieczeństwo” i jego ewolucji na przestrzeni lat. W szczególności ostatnie były bowiem naznaczone zmianami geopolitycznymi i gwałtownym rozwojem cywilizacji idącym w parze z postępem technologii, które znacząco wpłynęły na środowisko człowieka.

Aktualnie występujące zjawiska, charakterystyczne ze względu na swoją skalę i rozmiary, wynikają zarówno z działań samego człowieka, jak i potężnych sił przyrody. Współczesne społeczeństwo odczuwa szczególną potrzebę poczucia bezpieczeństwa, wartości i pewności jutra – wszakże bezpieczeństwo od zawsze stanowiło istotną potrzebę w życiu człowieka [1, s. 62]. Potrzeba ta, w formie nakazów i zakazów określających dopuszczalne rozwiązania i związane z tym konieczne zachowanie się ludzi, jest od lat nieodłącznym elementem regulacji stosunków międzyludzkich. Takie wymagania zachowań ludzkich w formie nakazów religijnych można odczytać na przykład już w Księdze Powtórzonego Prawa, gdzie znajduje się następujący zapis: „Jeśli zbudujesz dom, uczynisz na dachu ogrodzenia, byś nie obciążał swego domu krwią, gdyby ktoś z niego spadł” [2, s. 9]. Z punktu widzenia bezpieczeństwa na pewno jest to jeden z warunków umożliwiających bezpieczne użytkowanie domu. Określenie i stosowanie odpowiedniego systemu bezpieczeństwa, a także wskazywanie właściwych rozwiązań systemowych i prawnych wynika bowiem z rozwoju stosunków międzyludzkich i międzynarodowych, a przede wszystkim z gwałtownego rozwoju gospodarczego.

Zmiany społeczno-polityczne spowodowały, że bezpieczeństwo przestało być postrzegane jako domena militarna, sfera wojskowości. Nastąpiło rozbudowanie pojęcia, zarówno wertykalnie – poprzez jego rozszerzenie o nowe podmioty, obiekty, którym bezpieczeństwo należy zapewnić, jak i horyzontalnie – poprzez zwiększenie zasięgu pojęcia bezpieczeństwa o nowe obszary czy też przedmioty, których bezpieczeństwo dotyczy. Taka ewolucja pojęcia daje się zauważyć od lat 70-tych ubiegłego stulecia. Obiektami bezpieczeństwa, jego podmiotami stali się: człowiek, grupy ludzkie, społeczności, a także państwa, regiony czy całe systemy

security fields now comprise political, military, economic, power engineering, ecological, cultural systems, including also ideological and social ones, etc. As may be seen from its definition and colloquial understanding, security has been understood for years (and perhaps even centuries) as a state that guarantees to countries and communities the certainty of their existence, survival and certainty which ensures further development.

As emphasised by P. Majer [3, p. 11] the approach to security understood as mere guarantee of the existence of the state and its survival is nowadays considered a conservative approach. Security involves not only guaranteeing the existence of the state, its inviolability and development, but also ensuring the appropriate functioning of a particular area of state operation, a guarantee of the safety of its citizens under the man-technology-environment system [2, p. 10]. Economic growth and the consequent economic transformations required ensuring the required security level, including also the devising of relevant systems of legal, organisational and functional solutions, as well as regulations pertaining to interpersonal relations [2, p. 9]. The most pronounced changes in the approach to understanding of security and its application have taken place as a result of a dynamic development of technologies, and in particular cutting-edge technical solutions, which have not been used before, such as for example space industry, introduction of artificial intelligence, peaceful use of nuclear energy by developing nuclear energy etc. Such a situation required on the one hand the adoption of solutions related to societal organisation (among others extending societal education to include topics related to security, such as for example occupational safety and health, defence training, including self-defence and defence education), and, on the other hand, ensuring the safety of machinery, equipment of technological lines, buildings and structures, to make sure that they do not become a source of threat for people and property.

Extending the concept of security to other entities, objects, and areas resulted in the necessity of having this concept particularised, which consequently led to the establishing of various proposals for its classification. All those attempts at finding a definition or structuring clearly indicate that there is a great interest in these topics. This in turn resulted in the formal recognition of security as a scientific discipline¹. This recognition results from the fact that security is the “most important value, a nationwide need and a priority objective of the operation of the state, social entities and groups, and concurrently a process that comprises diverse means guaranteeing a life free of interferences and possibilities of development, including state security and protection of individuals and of the entire society, its goods and the natural environment from hazards that endanger goods covered by special protection” [4, p. 117]. Based on such an all-embracing definition of security, its division may be made for example with view to subjectiveness (national security, international security) or assuming objectiveness as a basis for division,

międzynarodowe. Do obszarów bezpieczeństwa zaczęły zaliczać się: systemy polityczne, militarne, ekonomiczne, energetyczne, ekologiczne, kulturowe (w tym ideologiczne, społeczne itp.). Bezpieczeństwo, jak wynika z definicji pojęcia i jego potocznego znaczenia, przez wiele lat (może nawet stuleci) rozumiane było jako stan gwarantujący państwu, społeczeństwu pewność ich istnienia, przetrwania, która dawała również gwarancję rozwoju.

Współcześnie, jak podkreśla P. Majer [3, s. 11], postrzeganie bezpieczeństwa wyłącznie jako gwarancji istnienia państwa i jego przetrwania jest nazywane konserwatywnym. Obecnie bezpieczeństwo oznacza nie tylko zapewnienie istnienia państwa, jego nienaruszalności, gwarancji istnienia i rozwoju, ale również zapewnienie funkcjonowania poszczególnych dziedzin państwa, gwarancji bezpieczeństwa jego obywateli w układzie człowiek-technika-środowisko [2, s. 10]. Rozwój gospodarczy oraz związane z nim zmiany społeczne wymagały zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, w tym opracowania właściwych rozwiązań prawnych, organizacyjnych, funkcjonalnych oraz uregulowań z zakresu stosunków międzyludzkich [2, s. 9]. Największe zmiany w podejściu do rozumienia bezpieczeństwa i jego stosowania nastąpiły w wyniku gwałtownego rozwoju technologii, zwłaszcza nowoczesnych rozwiązań technicznych, które nigdy wcześniej nie były stosowane (np. przemysł kosmiczny, wprowadzenie sztucznej inteligencji, pokojowe wykorzystanie energii atomowej poprzez budowę energetyki jądrowej itp.). Sytuacja taka wymagała z jednej strony zastosowania rozwiązań z obszaru organizacji społeczeństwa (m.in. wprowadzenie do edukacji społeczeństwa zagadnień takich jak bezpieczeństwo i higiena pracy, szkolenie obronne – w tym powszechna samoobrona, edukacja obronna), a z drugiej strony zapewnienia bezpieczeństwa maszyn, urządzeń linii technologicznych, budynków i obiektów, aby nie stanowiły one źródła zagrożeń dla osób i mienia.

Rozszerzenia pojęcia bezpieczeństwa na inne podmioty, obiekty, obszary prowadziło do konieczności uszczegółowienia tego terminu, co w konsekwencji zaowocowało wieloma propozycjami jego systematyki. Wszystkie próby definiowania, systematyzowania dobitnie świadczą o dużym zainteresowaniu poruszaną problematyką. To z kolei przełożyło się na formalne uznanie bezpieczeństwa za dyscyplinę naukową¹. Jego powodem było stwierdzenie, że jest to „najważniejsza wartość, potrzeba narodowa i priorytetowy cel działalności państwa, jednostek i grup społecznych, a jednocześnie proces obejmujący różnorodne środki gwarantujące trwałą, wolną od zakłóceń byt i rozwój w tym obronę państwa oraz ochronę jednostek i całego społeczeństwa, ich dóbr i środowiska naturalnego przed zagrożeniami, które godzą w dobra podlegające szczególnej ochronie” [4, s. 117]. Z tak obszernej definicji bezpieczeństwa można dokonać jego podziału np. ze względu na podmiotowość (bezpieczeństwo narodowe, bezpieczeństwo międzynarodowe) albo – biorąc za podstawę podziału przedmiotowość – można wyróżnić bezpieczeństwo polityczne, militarne, ekonomiczne, społeczne,

¹ For the first time security was recognised as a scientific field under the name of “security sciences” in 2011, see: Regulation of the Minister of Science and Higher Education on areas of knowledge, fields of science and art as well as scientific and artistic disciplines of 8 August 2011 (Polish Journal of Laws/Dz.U. No. 179, item 1065); the currently binding Regulation of the Minister of Science and Higher Education on branches of science and scientific disciplines and artistic disciplines of 20 September 2018 (Polish Journal of Laws/Dz.U. 2018 item 1818) assigns security sciences to the field of social sciences as a scientific discipline.

¹ Po raz pierwszy bezpieczeństwo uznano za dyscyplinę naukową pod nazwą „nauki o bezpieczeństwie” w 2011 roku, patrz: Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 8 sierpnia 2011 r. w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych (Dz.U. Nr 179, poz. 1065); aktualnie obowiązujące rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz.U. 2018 poz. 1818) sytuuje nauki o bezpieczeństwie w dziedzinie nauk społecznych jako dyscyplinę naukową.

we may mention political, military, economic, social, religious, ideological, maritime, aviation, ecological, climate-related, internal, external, technical, civil, health-related, foodstuff, sanitary, legal and societal security etc. [3]. Coming up with a closed catalogue of security appears to be impossible and, given its objectiveness, new hazards may appear that would require specific security principles to be created. Once issues related to security have been introduced to the field of science and practice, a domain was created (in the colloquial understanding of the word) of knowledge, science as well as studies defined as “safety engineering”. It was recognised as a field of study in 2007 when the minister of science and higher education defined the standards of education for the field of study (major) of safety engineering [5]. The presented characteristics and definitions, and, first of all, formal and legal regulations suggest that appropriate rank has been given to these issues in science and in processes that affect the security conditions of the modern civilisation.

Safety engineering – definition, conceptual and functional scope

Safety engineering has been established and is based on principles worked out under reliability theory.

Given the dramatic development of civilisation, and consequently also technologies available at the time, recognition was given to the necessity of studying relations between the development of sciences and technology, on the one hand, and environmental conditions that reduce society's adjustment potential to constantly changing living conditions arising from rapidly shifting civilisational requirements [2, p.10]. S. Radkowski wrote that this necessity led to the creation of technological development forecasts taking into account broadly understood consequences in the man- technology-environment system in the context of their impact on humans and on the environment. Those studies comprised estimates of the types, scope and magnitude of such impact in relation to individual types of technology. In addition, those estimates also contained assessments of the positive and negative effects. These studies were based on the thesis that each human activity entails a specific risk understood as a product of the likelihood of an event and potential losses resulting from it. Studies suggesting a solution to the problem of assessing and analysing the level of security take into account societal expectations and limitations that arise from the adopted solutions [2, p.11].

Consequently, the security level is a criterial function that limits the state of technology, and its identification is one of the tasks of safety engineering, and namely the identification of possibilities of reducing technical risk already at the construction stage of building structures. In this respect particular importance is gained by the necessity of carrying out analyses related to reducing the state of uncertainty as to the projected time until failure and correct scenario for the course of the event, as well as total costs necessary to eliminate its consequences. In the opinion of S. Radkowski [2, p. 15–16] the performance of such an analysis requires the adoption of suitable methods and tools appropriate for engineering processes, and this is where the concept of safety engineering is derived from.

kulturowe, religijne, ideologiczne, morskie, lotnicze, ekologiczne, klimatyczne, wewnętrzne, zewnętrzne, techniczne, cywilne, zdrowotne, żywnościowe, sanitarne, prawne, powszechne, itp. [3]. Wydaje się, że nie sposób opisać zamkniętego katalogu bezpieczeństwa, uwzględniając jego przedmiotowość. Zawsze mogą pojawić się nowe zagrożenia, których skutki będą podstawą do określania zasad bezpieczeństwa. Wraz z wprowadzeniem problematyki bezpieczeństwa do obszaru nauki i praktyki powstała dziedzina (w potocznym znaczeniu tego słowa) wiedzy, nauki, a także studiów, określona jako „inżynieria bezpieczeństwa”. Została uznana jako kierunek studiów w 2007 r., kiedy minister nauki i szkolnictwa wyższego określił standardy kształcenia na kierunku studiów inżynieria bezpieczeństwa [5]. Z przedstawionych charakterystyk oraz pojęć definicyjnych, a przede wszystkim regulacji formalno-prawnych wynika, że niniejszej problematyce została nadana odpowiednia ranga w nauce i procesach kształtujących warunki bezpieczeństwa we współczesnej cywilizacji.

Inżynieria bezpieczeństwa – definicja, zakres pojęciowo-funkcjonalny

Inżynieria bezpieczeństwa powstała i opiera się na zasadach wypracowanych przez teorię niezawodności.

Wraz z bardzo gwałtownym rozwojem cywilizacji i technologii dostrzeżono konieczność badania związków pomiędzy rozwojem nauki i techniki a środowiskowymi warunkami ograniczającymi możliwości adaptacyjne społeczeństwa do stale zmieniających się warunków życia, które wynikają z bardzo dynamicznie zmieniających się wymogów cywilizacyjnych [2, s.10]. W efekcie powstały, jak pisze S. Radkowski, opracowania prognozy rozwoju techniki uwzględniające szeroko rozumiane skutki w systemie człowiek-technika-środowisko pod kątem ich oddziaływania na człowieka i środowisko. Opracowania te zawierały szacunki rodzajów, zakresu i wielkości tych oddziaływań w odniesieniu do danych rodzajów technologii, a także oceny skutków pozytywnych i negatywnych. Podstawą opracowań była teza, że z każdą działalnością człowieka wiąże się określone ryzyko, rozumiane jako iloczyn prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia i jego potencjalnych strat. Opracowania zawierające rozwiązanie problemu oceny i analizy poziomu bezpieczeństwa uwzględniają społeczne oczekiwania i ograniczenia wynikające z zastosowanych rozwiązań [2, s.11].

Poziom bezpieczeństwa jest więc kryterialną funkcją ograniczającą stan techniki, a jego określenie jest jednym z zadań inżynierii bezpieczeństwa (a dokładnie możliwości zmniejszenia poziomu ryzyka technicznego już na etapie konstruowania obiektów). Szczególnego znaczenia nabiera konieczność przeprowadzenia analizy zmniejszenia stanu niepewności odnoszącej się do prognozy czasu do awarii i prawidłowego scenariusza przebiegu zdarzenia, a także sumarycznych kosztów usuwania jego skutków. S. Radkowski [2, s. 15–16] wyjaśnia, że przeprowadzenie takiej analizy wymaga zastosowania odpowiednich metod i narzędzi właściwych dla procesów inżynierskich – stąd właśnie pochodzi określenie inżynieria bezpieczeństwa.

Ogólnymi zadaniami inżynierii bezpieczeństwa bez względu na jej przedmiot są między innymi [2, s. 16]:

The general tasks of safety engineering, regardless of its subjects are as follows [2, p.16]:

- identification of essential security standards,
- determination of studies aimed at meeting security criteria,
- specification of hazard identification methods for the purposes of security,
- setting up rules for the organisation and functioning of security,
- specification of general requirements and needs specific to local conditions, and in addition formal and legal regulations in the scope of responsibility for security and for impact on the environment.

An exceptionally important element of safety engineering is the development and adoption of procedures to be followed to allow, i.a., the following:

- identification of potential hazards at each stage of functioning of the security area,
- risk assessment of identified hazards,
- determination of the risk acceptability level,
- determination of ways, methods and tools, as well as resources (including financial ones) needed to minimise the risk, for example by adoption of additional security means.

The implementation of the abovementioned measures should allow the devising of appropriate procedures oriented at undertaking appropriate measures and methods as a result of conducted risk analysis and assessment, including in the first place those that are considered as prerequisites for the achievement and ensuring of the required security level.

Procedures for the selection of security criteria in each domain require engineering knowledge from individual areas of technique, technology, management etc. This is due to the fact that as stated fittingly by M. Lutostański [6, p. 175], an obvious thesis may be posed that in addition to good theory provided by security sciences, the security of any object or subject also needs sound techniques. And sound techniques may be ensured by the development of technical sciences with an autonomic scientific discipline, which should be safety engineering. And as further stated by M. Lutostański [6, p. 176] security sciences may not be perceived exclusively in the context of military issues. Consequently, there is a need for a safety engineering science, which should comprise a wide spectrum of phenomena that make the surrounding reality more suitable to expectations of enhancing the safety culture, first of all with respect to technical development.

Therefore, it may be assumed that safety engineering is a specific interdisciplinary scientific discipline that incorporates in the sphere of safety assurance tools and conceptual apparatus of such disciplines, as for example environmental engineering, material engineering, power engineering, mechanics, transport, construction and many other similar technical scientific disciplines. Security science – specified in the list of scientific fields and disciplines – does not include technical or engineering problems, which are indispensable in the planning, organisation and establishing of security systems on various organisational levels, in state, self-government, economic or non-government organisations. As regards non-military security, safety engineering is necessary for the purposes of identification and

- określenie istotnych norm bezpieczeństwa,
- określenie badań mających na celu spełnienie wymagań bezpieczeństwa,
- określenie metod identyfikacji zagrożeń dla bezpieczeństwa,
- sformułowanie zasad organizacji i funkcjonowania bezpieczeństwa,
- określenie wymagań ogólnych oraz wymagań dotyczących warunków lokalnych, miejscowych, a ponadto regulacji formalnoprawnych z zakresu odpowiedzialności za bezpieczeństwo, oddziaływań na środowisko.

Niezwykle istotnym elementem inżynierii bezpieczeństwa jest opracowanie i wprowadzenie procedur postępowania umożliwiających między innymi:

- identyfikację zagrożeń możliwych do wystąpienia na każdym etapie funkcjonowania przedmiotu bezpieczeństwa,
- oszacowanie ryzyka w odniesieniu do zidentyfikowanych zagrożeń,
- ustalenie poziomu akceptowalności ryzyka,
- określenie sposobów, metod i narzędzi oraz środków (w tym finansowych) niezbędnych do minimalizacji ryzyka poprzez np. zastosowanie dodatkowych środków bezpieczeństwa.

W wyniku realizacji powyższych przedsięwzięć powinny zostać opracowane odpowiednie procedury umożliwiające podjęcie stosownych środków i metod, prowadzących do osiągnięcia i zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa.

Procedury wyboru kryteriów bezpieczeństwa w każdej dziedzinie wymagają wiedzy inżynierskiej z poszczególnych obszarów techniki, technologii, zarządzania itp. Bowiem, jak słusznie pisze M. Lutostański [6, s. 175], można postawić oczywistą tezę, że bezpieczeństwo dowolnego podmiotu lub przedmiotu – oprócz dobrej teorii, którą mają zapewnić nauki o bezpieczeństwie – potrzebuje również dobrej techniki. Tę może zaoferować w szczególności rozwój nauk technicznych z autonomiczną dyscypliną naukową, jaką powinna być inżynieria bezpieczeństwa. Jak konstatuje przywołany autor [6, s. 176], nauki o bezpieczeństwie nie mogą być postrzegane wyłącznie w kontekście problemów militarnych. Chodzi tu więc o naukę inżynierii bezpieczeństwa, która powinna obejmować szerokie spektrum zjawisk czyniących otaczającą rzeczywistość bardziej odpowiadającą oczekiwaniom podnoszącym kulturę bezpieczeństwa, przede wszystkim w zakresie technicznego rozwoju.

Można zatem przyjąć, że inżynieria bezpieczeństwa stanowi swoistego rodzaju interdyscyplinarną dyscyplinę naukową integrującą w sferze zapewnienia bezpieczeństwa narzędzia i aparaturę pojęciową z inżynierii środowiska, inżynierii materiałowej, energetyki, mechaniki, transportu, budownictwa i wielu innych technicznych dyscyplin naukowych. Nauka o bezpieczeństwie – zawarta w wykazie dziedzin i dyscyplin naukowych – nie uwzględnia problematyki technicznej, inżynierskiej, która jest niezbędna w planowaniu, organizowaniu i tworzeniu systemów bezpieczeństwa na różnych poziomach organizacyjnych – zarówno w instytucjach państwowych, samorządowych, gospodarczych, jak i organizacjach pozarządowych. Odnosząc się do bezpieczeństwa pozamilitarnego, inżynieria bezpieczeństwa jest niezbędna do rozpoznawania i szacowania ilościowego oraz jakościowego

qualitative and quantitative assessment of hazards, methods, ways and means of combatting such hazards, reconstruction of lands, facilities and other elements of environmental infrastructure, and restoration of the environment afflicted by the consequences of hazards. It may be reasonably assumed that the basis in those measures consists primarily of tools used in technical sciences, in engineering practice. In practical terms, the functional scope of safety engineering integrates security issues distributed among diverse scientific disciplines.

It may be assumed that safety engineering is a well-structured scientific area, related to studies of the essence of natural hazards, hazards arising from civilisational development and man-made hazards, resulting from human activity, including also the development of modern technologies that determine the development of contemporary civilisation. This is a hazard area resulting from the man-technology-environment relationship, also bearing the name of the Technology Assessment theory (TA), coined in the USA, under which studies were carried out aimed at assessing the type, scope and magnitude of impact exerted by a given technology on the society and environment in the long- and medium-term, allowing for positive and negative effects [2, p. 11]. This shows that environmental engineering comprises hazards originating from that system, both potential and dynamic ones, which appear suddenly, in most cases randomly, in emergency states and in situations with an adverse impact on human life and health, causing losses to property and degradation of the natural environment, with particular emphasis on the natural environment. Research tools in safety engineering comprise a full spectrum of engineering tools commonly used in the first place in technical sciences, but also in the field of social sciences in economics, law, management etc.

In practical terms, safety engineering has developed as a scientific discipline despite the fact that it is not formally indicated as an independent scientific discipline.

The fields of practice where safety engineering is functioning are the ever developing in this respect research and development activities, teaching activities², practical and planning activities, for example in the development of zoning plans and plans of response to hazards and elimination of their consequences, as well as reconstruction of entities afflicted by consequences of those hazards.

For years safety engineering has made use of a conceptual framework specific for the theory of security developed during long-term activity, which is reflected in diverse separate specialties – safety engineering in the work environment, fire safety engineering, civil security engineering³ and other ones, with an objective definition, such as for example technical security engineering etc. It also involves studying the impact of emergency situations in industry on the surroundings. Such studies cover the analysis of

zagrożeń, metod, sposobów i środków zwalczania tych zagrożeń, odbudowy terenów, obiektów i innych przedmiotów infrastruktury środowiska, odtwarzania środowiska dotkniętego skutkami zagrożeń. Za podstawę działań śmiało można uznać wyłącznie narzędzia stosowane w naukach technicznych, w praktyce inżynierskiej. Inżynieria bezpieczeństwa scala w swoim obszarze funkcjonalnym problematykę bezpieczeństwa rozproszoną w różnych dyscyplinach naukowych.

Można stwierdzić, że stanowi ona dobrze usystematyzowany obszar naukowy, powiązany z badaniem istoty zagrożeń naturalnych, zagrożeń wynikających z rozwoju cywilizacyjnego i zagrożeń spowodowanych przez człowieka, wynikających z jego działalności – w tym rozwoju nowoczesnych technologii – stanowiących o rozwoju współczesnej cywilizacji. Jest to obszar zagrożeń wynikających z powiązania zależności człowiek-technika-środowisko, nazywany też teorią Technology Assessment (TA). Prowadzone w jej ramach badania miały na celu szacowanie typu, zakresu i wielkości oddziaływania określonej technologii na społeczeństwo i środowisko w ujęciu długo- i średnioterminowym, z uwzględnieniem skutków pozytywnych i negatywnych [2, s. 11]. Inżynieria środowiska obejmuje więc zagrożenia wynikające z tego systemu (zarówno potencjalne, jak i dynamiczne), pojawiające się nagle, najczęściej losowo, w stanach awaryjnych i negatywnie oddziałujących na życie i zdrowie ludzi, powodujących straty w mieniu i degradację środowiska naturalnego, ze szczególnym zwróceniem uwagi na środowisko przyrodnicze. Narzędziami badawczymi w inżynierii bezpieczeństwa jest pełne spektrum narzędzi inżynierskich stosowanych powszechnie, przede wszystkim w naukach technicznych, ale także w obszarze nauk społecznych: ekonomii, prawie, zarządzaniu.

W praktyce inżynieria bezpieczeństwa ukształtowała się jako dyscyplina naukowa, pomimo iż nie jest formalnie wskazana jako taka.

W obszarze inżynierii bezpieczeństwa coraz bardziej rozwija się działalność naukowo-badawcza, dydaktyczna², praktyczno-planistyczna (np. tworzenie planów zagospodarowania przestrzennego, reagowania na zagrożenia, likwidacji ich skutków, a także odbudowa podmiotów dotkniętych skutkami tych zagrożeń).

Inżynieria bezpieczeństwa od lat posługuje się wypracowanym w wyniku wieloletniej działalności, specyficznym dla teorii bezpieczeństwa aparatem pojęciowym. Znajduje on swoje odzwierciedlenie w różnych wyodrębnionych specjalnościach – inżynierii bezpieczeństwa w środowisku pracy, inżynierii bezpieczeństwa pożarowego, inżynierii bezpieczeństwa cywilnego³ i innych określonych przedmiotowo (np. inżynierii bezpieczeństwa technicznego). Inżynieria bezpieczeństwa zajmuje się ponadto badaniem wpływu na otoczenie skutków awarii przemysłowych. Badania

² According to the materials serving as a basis for the development of an application for recognising safety engineering as an independent scientific discipline, which are at the author's disposal, in 2014 in Polish university schools there were 18 "security engineering" majors, and they were also present in 9 schools in Europe, USA and Canada. Moreover, 8 Polish scientific and research institutes and 7 domestic organisations and associations and 15 foreign organisations and associations, recognised safety engineering as a topic subject to studies and analyses. Issues of security engineering are additionally a subject of popularisation in 28 Polish journals and 26 foreign journals. Furthermore, security engineering is also the subject of numerous domestic and international scientific conferences.

³ In the Main School of Fire Service under the general field of study of "safety engineering" two principal specialties are being implemented: fire safety engineering and civil security engineering.

² Według materiałów służących do opracowania wniosku o uznanie inżynierii bezpieczeństwa jako samodzielnej dyscypliny naukowej, będących w posiadaniu autora, w 2014 r. w uczelniach polskich funkcjonowało 18 kierunków studiów „inżynieria bezpieczeństwa” i w 9 uczelniach europejskich, USA i Kanady. Ponadto w 8 krajowych instytutach naukowo-badawczych oraz w 7 organizacjach i stowarzyszeniach krajowych i 15 organizacjach i stowarzyszeniach zagranicznych, inżynieria bezpieczeństwa była przedmiotem badań i analiz. Ponadto problematyka inżynierii bezpieczeństwa jest przedmiotem popularyzacji w 28 czasopiśmie krajowych i 26 czasopiśmie zagranicznych. Inżynieria bezpieczeństwa jest ponadto przedmiotem wielu krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych.

³ W Szkole Głównej Służby Pożarniczej w ramach ogólnego kierunku studiów „inżynieria bezpieczeństwa” realizowane są dwie specjalności: inżynieria bezpieczeństwa pożarowego i inżynieria bezpieczeństwa cywilnego.

methods and means aimed at minimising consequences that may be caused by such failures. Their scope involves not only safety analyses of the equipment, but also the facilities, technological processes, transport, storage e.g. of hazardous materials. Consequently, it may be assumed that, in the context of scientific procedures, safety engineering defines the relationships between potential and actual natural disasters and technical failures with the surroundings, in which such failures or disasters may occur or which have already occurred. Taking a holistic look at problems of hazards in the system man-technology-environment, it becomes possible to define in an unequivocal way the sphere of interest of safety engineering, for which it is impossible to deny social and economic usefulness of its study results related to protection from consequences of contemporary hazards and the civilisational challenges of the contemporary world.

Taking into consideration the presented characteristics of safety engineering, the following definition may be proposed: "safety engineering is an activity connected with the design, construction, usage and decommissioning of technical facilities, which comprise all the generated products, assembly systems, machines, plant, technical installations including their fittings, interrelated in a structural and functional scope, with the aim of minimising possibilities and magnitude of their negative impact on people, their property and the environment, as well as all civilisational achievements, including also planning, designing, organisation and functioning of security systems and modern technologies aimed at the prevention and elimination of consequences of adverse impact of technical facilities and natural phenomena on the surroundings to ensure protection of the life and health of humans and goods of the contemporary society".

Civil security engineering

This extensive concept of safety engineering has been split into several types in relation to the subject – technical security engineering, safety in the working environment, fire safety engineering, civil security engineering, engineering of systems safety, transport security engineering (air, railway, land and maritime transport) and many others. As the subject of the present article is an analysis of civil security engineering, in the further part of the deliberations the author will only discuss this issue in the context of civil protection.

Civil security engineering was described by W. Pihowicz [7, p. 5], who states that safety engineering that formed a new scientific discipline contains topics related to the following: technical security engineering, civil security engineering.

According to him, the co-dependence of tasks and methods of their implementation within technical security engineering and civil security engineering is oriented at achieving the combined goal of safety engineering, which is the rational maximisation of civil protection, the natural environment and civilisational goods. And this particular purpose may be implemented only by ensuring an appropriate combination of successful tasks in both fields (areas) constituting safety engineering. More about this co-dependence may be found in *Inżynieria bezpieczeństwa technicznego. Problematyka podstawowa* [7, p. 18, fig. 2.1].

takie obejmują analizę metod i sposobów ograniczania skutków awarii. Bardzo często wykraczają poza analizę bezpieczeństwa maszyn i urządzeń i obejmują także obiekty, całe procesy technologiczne, warunki transportu i magazynowania, zwłaszcza materiałów niebezpiecznych dla zdrowia i życia ludzi ze względu na swoje własności. Można zatem powiedzieć, że inżynieria bezpieczeństwa na drodze naukowej określa związki potencjalnych i realnych katastrof naturalnych oraz awarii technicznych z otoczeniem, w którym takie awarie bądź katastrofy mogą wystąpić albo już wystąpiły. Patrząc holistycznie na problematykę zagrożeń w systemie człowiek-technika-środowisko, można w sposób jednoznaczny określić obszar zainteresowań inżynierii bezpieczeństwa. Rezultaty jej badań niosą w sobie użyteczność społeczną i gospodarczą w ochronie przed skutkami współczesnych zagrożeń i wyzwań cywilizacyjnych współczesnego świata.

Biorąc pod uwagę przedstawioną charakterystykę inżynierii bezpieczeństwa, można zaproponować jej definicję: „inżynieria bezpieczeństwa, to działalność związana z projektowaniem, budową, eksploatacją i likwidacją obiektów technicznych, którymi są wszystkie wytworzone wyroby, zespoły systemów, maszyn, urządzeń, instalacji technicznych wraz z ich osprzętem, związanych ze sobą w sensie strukturalnym, jak i funkcjonalnym w celu zminimalizowania możliwości i rozmiaru ich negatywnego oddziaływania na ludzi, ich mienie i środowisko i wszystkie osiągnięcia cywilizacyjne, a także planowanie, projektowanie, organizowanie i funkcjonowanie systemów bezpieczeństwa oraz nowoczesnych technologii zapobiegania i usuwania skutków negatywnego oddziaływania obiektów technicznych i zjawisk naturalnych na otoczenie w celu ochrony życia i zdrowia ludzi oraz dóbr współczesnego społeczeństwa”.

Inżynieria bezpieczeństwa cywilnego

Z tak szerokiego pojęcia inżynierii bezpieczeństwa powstało wiele jej rodzajów odnoszących się do przedmiotu – inżynieria bezpieczeństwa technicznego, inżynieria bezpieczeństwa w środowisku pracy, inżynieria bezpieczeństwa pożarowego, inżynieria bezpieczeństwa cywilnego, inżynieria bezpieczeństwa systemów, inżynieria bezpieczeństwa transportu (lotniczego, kolejowego, lądowego, morskiego) i innych. Ponieważ przedmiotem artykułu jest analiza inżynierii bezpieczeństwa cywilnego, w dalszej części rozważań autor ograniczy się wyłącznie do tego wątku w kontekście ochrony ludności.

W. Pihowicz [7, s. 5] twierdzi, że inżynieria bezpieczeństwa, jako nowa dyscyplina naukowa, zawiera w swoim pojęciu zagadnienia dotyczące zarówno inżynierii bezpieczeństwa technicznego, jak i inżynierii bezpieczeństwa cywilnego. Według niego współzależność zadań i sposobów ich realizacji w ramach działania obydwu ukierunkowana jest na racjonalną maksymalizację ochrony ludzi, środowiska naturalnego i dóbr cywilizacji – co stanowi cel całej inżynierii bezpieczeństwa. Może być on urzeczywistniony tylko poprzez właściwą kombinację pozytywnych realizacji zadań w obydwu dziedzinach (obszarach), z których składa się inżynieria bezpieczeństwa. Więcej o tej współzależności można znaleźć w publikacji pt. *Inżynieria bezpieczeństwa technicznego. Problematyka podstawowa* [7, s. 18, ryc. 2.1].

Special position and role of civil security engineering is acquired by counteracting and mastering adverse effects arising directly from natural disasters (floods, hurricanes, earthquakes, landslides, torrential precipitation, extreme temperatures, epidemics etc.), as well as technical disasters (i.a. events due to destructive human actions consisting of sabotage or terrorist acts). The types of such events to which civil security engineering is applicable are illustrated by Figure 1.

Szczególne miejsce i rola inżynierii bezpieczeństwa cywilnego przypadają przeciwdziałaniu i opanowaniu negatywnych skutków wywołanych bezpośrednio przez katastrofy naturalne (powodzie, huragany, trzęsienia ziemi, osuwiska, gwałtowne opady atmosferyczne, występowanie ekstremalnych temperatur, epidemie itp.), a także katastrofy techniczne (w tym zdarzenia powstałe w wyniku destrukcyjnych działań człowieka w postaci aktów sabotażu czy aktów terrorystycznych). Rodzaje takich zdarzeń, w stosunku do których ma zastosowanie inżynieria bezpieczeństwa cywilnego, ilustruje rycina 1.

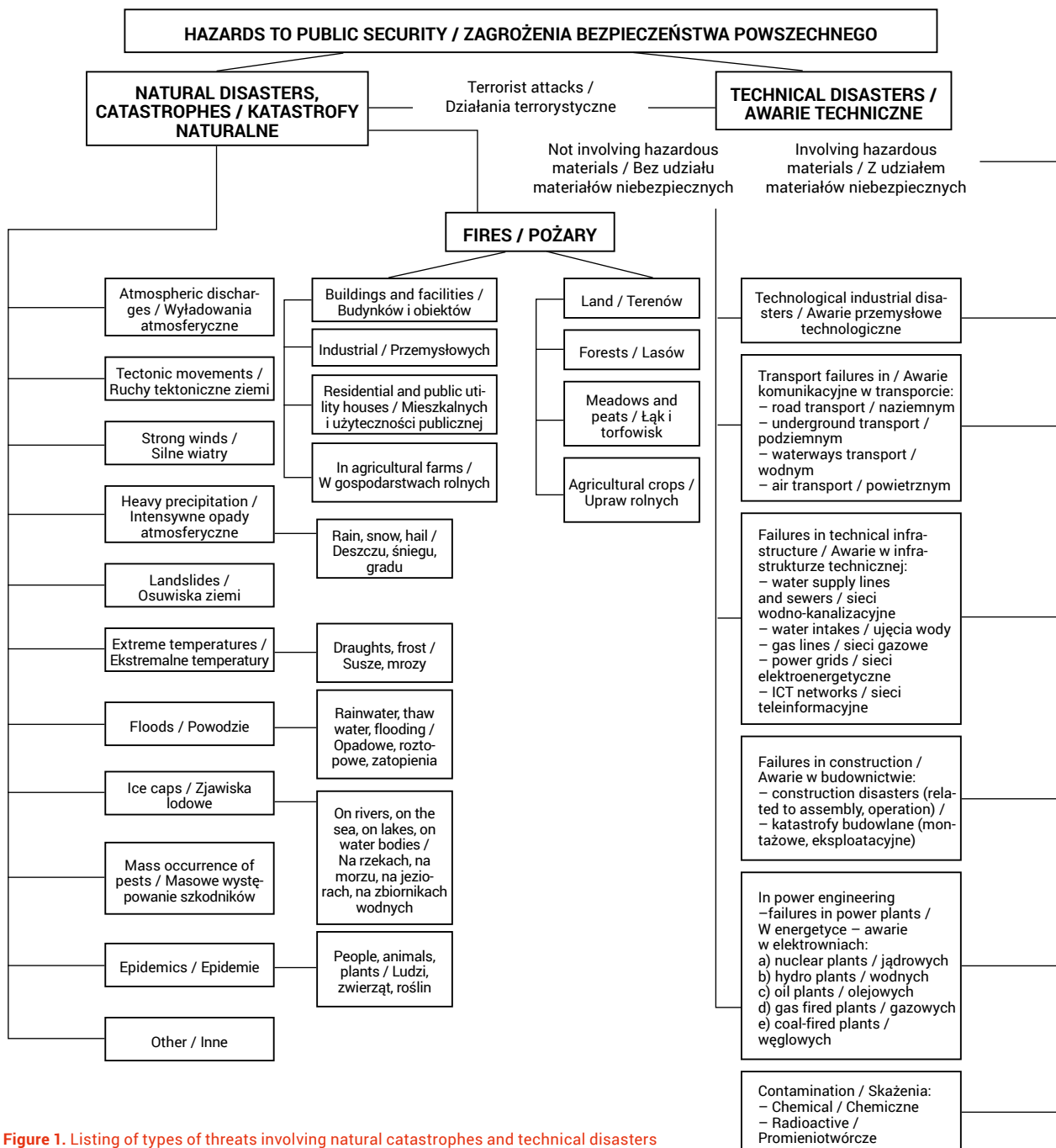


Figure 1. Listing of types of threats involving natural catastrophes and technical disasters
Rycina 1. Zestawienie zagrożeń w postaci katastrof naturalnych i technicznych

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Natural catastrophes and technical disasters lead to adverse consequences, which comprise tangible and intangible damage. The concept of damage comprises among others human death and injuries – non-measurable damage, damage or harm to the natural environment – measurable and non-measurable damage, destruction or damage to civilisational goods – measurable goods [7, p. 135], [2, p. 19]. The basic, direct and most frequent causes of damage involve the destructive action of diverse forces, phenomena or substances, as for example mechanical forces, thermal radiation, ionising radiation, electric current and chemical toxic substances. Destructive impacts causing damage, albeit to a lesser extent, may arise from magnetic fields, electric fields, acoustic fields etc. More about the extent of the damage is written by S. Radkowski [2, s. 19, fig. 3.1].

It may be assumed that for safety engineering, including civil security engineering, the estimation of losses that could be incurred due to a hazard, for example to natural or technical disasters, is one of the basic elements in developing security plans aimed at ensuring protection from consequences of such events.

When defining the possibility of the occurrence of a loss and assessing its potential magnitude, an analysis should be carried out comprising, i.a.:

- the so-called mechanism underlying the damage, including: likelihood of the event and the possibility of occurrence of a consequence of an undesired event [7, p. 242],
- identification of tangible and intangible losses as an immediate result of the event,
- costs that have to be borne in order to prepare the appropriate response to the event (appropriate amount and types of human and financial resources and means), and that had to be allocated for compensation of losses during the so-called restoration to the condition prior to the event.

For more about the damage occurrence mechanism see W. Pihowicz [7, p. 242, fig. 9.5].

The activity described above is one of a number of elements in the entire process of civil security engineering, which is frequently called management of catastrophic risk. It is the object of attention of numerous entities of government administration, regional and local government administration, economic entities, non-government organisations, institutions, inspections, foundations, charities and humanitarian organisations⁴.

When describing civil security engineering and its development one should keep in mind the role played in the process by the Main School of Fire Service. The stimulus to begin education in civil security engineering were the changes in how fire protection was functioning in Poland [8]. In implementing the educational programme for fire engineer officers, in line with the Act on fire protection and also taking into consideration local events other than a fire that pose a hazard to the human life or health, property and the environment, which require taking up appropriate interventions by numerous different entities, a decision was

Katastrofy naturalne i techniczne wywołują szkody materialne i niematerialne. Pod pojęciem szkód przyjęło się rozumieć między innymi śmierć i obrażenia u ludzi (szkody niemierzalne), zniszczenie lub uszkodzenie środowiska naturalnego (szkody mierzalne i niemierzalne), zniszczenia lub uszkodzenia tworów cywilizacji (szkody mierzalne) [7, s. 135], [2, s. 19]. Podstawową, bezpośrednią i najczęstszą przyczyną powstawania szkód jest niszczące działanie różnych sił, zjawisk czy substancji, takich jak siły mechaniczne, promieniowanie cieplne, promieniowanie jonizujące, prądy elektryczne, chemiczne substancje toksyczne. Działania niszczące – chociaż w mniejszym zakresie – mogą powodować pola magnetyczne, pola elektryczne, fale akustyczne itp. Więcej o rozległości szkód pisze S. Radkowski [2, s. 19, ryc. 3.1].

Można przyjąć, że dla inżynierii bezpieczeństwa – w tym inżynierii bezpieczeństwa cywilnego – szacowanie szkód, które mogą powstać w wyniku zmaterializowania się zagrożenia np. ze strony katastrof naturalnych czy technicznych, jest jednym z podstawowych elementów opracowywania planów bezpieczeństwa przed skutkami takich zdarzeń.

Określając możliwość powstania szkody i jej potencjalną wielkość, należy poddać analizie przede wszystkim:

- tzw. mechanizm powstania szkody, a w tym: prawdopodobieństwo powstania zdarzenia oraz możliwość zaistnienia konsekwencji niepożądanego zdarzenia [7, s. 242];
- identyfikację szkód materialnych i niematerialnych jako natychmiastowy rezultat powstałego zdarzenia;
- koszty, które należy ponieść w celu przygotowania właściwej reakcji na zaistniałe zdarzenie (odpowiednia ilość, rodzaje sił i środków ludzkich, sprzętowych, finansowych) oraz jakie należy przeznaczyć na kompensację strat przy tzw. odbudowie czyli przywrócenia stanu sprzed zdarzeniem.

Więcej o mechanizmie powstawania szkód patrz [7, s. 242, ryc. 9.5].

Opisana powyżej działalność stanowi jeden z wielu elementów w całym procesie inżynierii bezpieczeństwa cywilnego i często nosi nazwę zarządzania ryzykiem katastroficznym. Jest ono przedmiotem uwagi podmiotów administracji rządowej, administracji samorządowej, podmiotów gospodarczych, organizacji pozarządowych, instytucji, inspekcji, fundacji i organizacji charytatywnych, humanitarnych⁴.

Opisując rozwój inżynierii bezpieczeństwa cywilnego, nie sposób pominąć roli, jaką odegrała w tym procesie Szkoła Główna Służby Pożarniczej. Impulsem do podjęcia kształcenia studentów w obszarze inżynierii bezpieczeństwa cywilnego były zmiany w charakterze funkcjonowania ochrony przeciwpożarowej w kraju [8]. Kierując się postanowieniami ustawy o ochronie przeciwpożarowej uwzględniającej także inne aniżeli pożar miejscowe zdarzenie zagrażające życiu, zdrowiu ludzi, mieniu oraz środowisku, wymagające podjęcia odpowiednich interwencji przez wiele podmiotów, postanowiono rozpocząć kształcenie w tzw. zakresie

⁴ Tasks for diverse entities functioning within the state in respect to crisis management have been defined in several legal regulations with the rank of an act, as for example: Acts on regional government, on district local government, on commune local government, on crisis management, on the state of a natural disaster; the Act on central public administration bodies and many others.

⁴ Zadania dla różnych podmiotów funkcjonujących w państwie w zakresie zarządzania kryzysowego określone są w szeregu aktów prawnych mających rangę ustawy, np.: ustawy o samorządzie wojewódzkim, powiatowym, gminnym, o zarządzaniu kryzysowym, o stanie klęski żywiołowej; ustawy o centralnych urządzeniach administracji publicznej i wiele innych.

made to begin teaching in the so-called civil security engineering *sensu stricto*". As a result of such measures the school started teaching in the scope of fire safety engineering (for candidates for fire engineer officers) and in the field of civil safety engineering for candidates from various levels of administration: public, economic, etc. of organisations and institutions, which are obligated under the act to implement tasks in the field of counteracting the effects of other local hazards.

To sum up our discussion of civil security engineering, it may be presumed that it fulfils a rudimentary role in the effective reduction of adverse effects of events such as:

- natural hazards, such as extreme atmospheric phenomena (torrential rainfall, heavy snow fall, hail), extreme temperature (heat, cold), floods (rainwater, thaw water, stormwater on the sea coastal line, hurricanes, landslides, epidemics among people, animals and plants), fires, especially of forests or agricultural cultivations, etc.,
- hazards arising from human activity as a result of civilisational development, comprising technical disasters, industrial breakdowns, including potential terrorist or sabotage actions, mass demonstrations, street riots, long-lasting strikes and other events that may occur in the surroundings.

The core of civil security engineering includes:

- preventing hazards caused both by natural catastrophes and technical disasters,
- preparing entities and systems that guarantee the safety of people and the environment from consequences of natural and civilisational hazards,
- development of methods and ways of responding in situations where potential hazards turn into dynamic ones, caused by a natural catastrophe or a technical civilisational disaster, aimed at minimising the effects of their adverse impact on the surroundings (people and the environment),
- planning of actions related with public security in connection with a specific situation following a technical disaster or natural catastrophe.

The scope of actions of civil security engineering comprises developing methods, solutions and means necessary to effectively ensure safety for the protected entities (people, civilisational surroundings, natural environment) from hazards resulting from natural catastrophes or technical civilisational disasters. Measures in civil security engineering include rational minimising of losses generated by the adverse impact of events of a natural character and events that are civilisation-related.

These primarily include the following measures:

- appropriate evacuation of people and essential components of the natural environment and civilisational goods from areas of adverse impact of consequences of catastrophic events and events caused by humans, such as technical disasters,
- appropriate elimination or neutralisation of substances harmful to the surroundings, radiation or magnetic waves or power surges.

It should be assumed that civil security engineering constitutes a supplementation for other areas of security aimed at

inżynierii bezpieczeństwa cywilnego sensu stricto. Uczelnia zaofiarowała studia na kierunku inżynierii bezpieczeństwa pożarowego (przeznaczone dla kandydatów na inżynierów oficerów pożarnictwa) i inżynierii bezpieczeństwa cywilnego (adresowane do kandydatów z różnych podmiotów administracji publicznej, gospodarczej oraz innych organizacji i instytucji, które na mocy ustawy zobowiązane są do realizacji zadań z zakresu przeciwdziałania skutkom innych miejscowych zagrożeń).

Reasumując rozważania na temat inżynierii bezpieczeństwa cywilnego, można przyjąć, że spełnia ona podstawową rolę w skutecznym zmniejszaniu negatywnych skutków zdarzeń, m.in.:

- zagrożeń naturalnych, takich jak ekstremalne zjawiska atmosferyczne (gwałtowne opady deszczu, śniegu, gradu), ekstremalne temperatury (upały, mrozy), powodzie (opadowe, roztopowe, sztormowe na linii brzegowej morza, huragany, osuwiska ziemi, epidemie wśród ludzi, zwierząt i roślin), pożary, zwłaszcza lasów czy upraw rolnych itp.,
- zagrożeń będących następstwem działalności człowieka i rozwoju cywilizacyjnego w postaci katastrof technicznych, awarii przemysłowych, w tym możliwych działań terrorystycznych lub sabotażowych, masowych demonstracji, zamieszek ulicznych, długotrwałych strajków itp. zdarzeń w otoczeniu.

Istotą inżynierii bezpieczeństwa cywilnego jest między innymi:

- zapobieganie powstawaniu zagrożeń wywołanych zarówno przez katastrofy naturalne, jak i katastrofy techniczne,
- zabezpieczenie podmiotów oraz systemów zapewniających bezpieczeństwo ludności i środowiska przed skutkami zagrożeń naturalnych i cywilizacyjnych,
- opracowywanie metod i sposobów reagowania w sytuacjach przekształcenia się zagrożeń potencjalnych w zagrożenia dynamiczne, powstałych w wyniku katastrofy naturalnej czy też katastrofy technicznej (cywilizacyjnej), mających na celu minimalizację skutków ich negatywnego oddziaływania na otoczenie (ludność i środowisko),
- planowania działań związanych z bezpieczeństwem ludności w związku z powstałą sytuacją po katastrofie technicznej czy też katastrofie naturalnej.

Inżynieria bezpieczeństwa cywilnego obejmuje doskonalenie metod i środków dla skutecznego zapewnienia bezpieczeństwa chronionym podmiotom (ludziom, otoczeniu cywilizacyjnemu, środowisku naturalnemu) przed zagrożeniami będącymi skutkami katastrof naturalnych i katastrof technicznych (cywilizacyjnych). Działaniami inżynierii bezpieczeństwa cywilnego jest racjonalna minimalizacja szkód generowanych negatywnym oddziaływaniem zdarzeń o podłożu naturalnym i zdarzeń o podłożu cywilizacyjnym.

Są to przede wszystkim takie zadania jak:

- odpowiednia ewakuacja ludzi oraz istotnych składników środowiska naturalnego i dóbr cywilizacji z obszarów negatywnego oddziaływania skutków zdarzeń katastroficznych i zdarzeń spowodowanych przez człowieka (katastrofy techniczne),
- odpowiednie usunięcie lub unieszkodliwienie niebezpiecznych dla otoczenia substancji, promieniowania, fal magnetycznych lub elektroenergetycznych.

protecting human life and health, property and the environment from adverse consequences of technical catastrophes caused in the majority of cases by human activity or the impact of technical facilities on the surroundings, as well as natural disasters primarily brought about by natural causes⁵.

Civil protection, civil protection engineering

Civil protection as a measure in the field of the safety of human life and health as well as property has been functioning since the introduction of civil defence. Civil defence was associated with the protection of civilians during armed conflicts. The first measures in the field of civil defence aimed at protecting civilians during armed conflicts were undertaken already after the end of World War I. Taking up actions in protection of civilians from consequences of armed actions was commenced in a situation of victims of air bombing implemented for the first time in the history of wars. The first countries which established organisations that started civil protection were France, England and Germany. This organisation was referred to as the air defence system. In Poland the first decisions were taken in 1921, when the Polish Airborne and Antigas Society was founded, from the transformation of which under the act of 25 March 1934 the air and antigas defence was established.

After World War II civil defence underwent numerous transformations, and in 1967 by force of the Act dated 21 November the activities of the National Civil Defence were made official under the structure of the national defence ministry. Its responsibilities for the first time comprised tasks related to civil protection during natural calamities and catastrophes. Civil defence was been reflected in international law in relation to the protection of civilians during armed conflicts [9].

As a result of the development of international relations, expansion of international cooperation, establishment of various mechanisms such as agreements, international conventions, including widespread globalisation, hazards arising from armed conflicts of an international nature have become less significant. With the technological progress, civilisational achievements, the human impact on the climate and the environment, new hazards have been created for human health and life, property and the environment. They involve extreme climate-related events as well as technical disasters.

The concept of "civil defence" has been used for many years, referring to a wide range of actions aimed at assuring safety to people, property and the environment. The functioning canon of contemporary countries was now extended by the obligation of protecting human life and health, property and cultural heritage as well as the natural environment in situation of hazards due to natural causes or hazards arising from human activity as hazards of contemporary civilisation. Hazards of contemporary civilisation may be said to include, apart from natural hazards, also such hazards as asymmetric hazards, terrorist hazards, cybernetic hazards, hybrid hazards and other threats caused by man

Należy przyjąć, że inżynieria bezpieczeństwa cywilnego stanowi uzupełnienie innych obszarów bezpieczeństwa mających za zadanie ochronę życia i zdrowia ludzi, mienia i środowiska przed negatywnymi skutkami katastrof technicznych wywoływanych najczęściej poprzez działalność ludzi bądź oddziaływanie obiektów technicznych na otoczenie, jak i katastrof naturalnych powodowanych najczęściej z przyczyn przyrodniczych⁵.

Ochrona ludności, inżynieria ochrony ludności

Ochrona ludności jako działanie w zakresie bezpieczeństwa życia i zdrowia ludzi oraz mienia funkcjonuje od czasów zainicjowania obrony cywilnej. Obronę cywilną utożsamiano z ochroną ludności cywilnej podczas konfliktów zbrojnych. Pierwsze takie działania zaczęto podejmować tuż po zakończeniu pierwszej wojny światowej. Ich bezpośrednim powodem były ofiary spowodowane przeprowadzonymi po raz pierwszy w historii wojen bombardowaniami z powietrza. Państwami, które utworzyły organizacje będące zaczątkiem obrony cywilnej, były Francja, Anglia i Niemcy. Organizacja ta przyjęła nazwę System Obrony Przeciwlotniczej. W Polsce w 1921 r. powstało Polskie Towarzystwo Przeciwgazowe, z którego – po przekształceniach ustawą z 25 marca 1934 r. – powstała obrona przeciwlotnicza i przeciwgazowa.

Po drugiej wojnie światowej obrona cywilna przechodziła wiele przeobrażeń, a w 1967 r. ustawą z 21 listopada usankcjonowano funkcjonowanie w strukturach resortu obrony narodowej Obronę Cywilną Kraju. W zakresie jej zadań pojawił się nowy obszar – ochrona ludności w czasie klęsk żywiołowych i katastrof. Obrona cywilna pojawia się także w prawie międzynarodowym w kontekście ochrony osób cywilnych podczas konfliktów zbrojnych [9].

Rozwój stosunków międzynarodowych, zacieśnianie współpracy pomiędzy państwami, stworzenie wielu mechanizmów w postaci umów, konwencji o zasięgu międzynarodowym, a także powszechna globalizacja spowodowały, że zagrożenia z powodu konfliktów zbrojnych o charakterze międzynarodowym straciły na sile. Postęp technologiczny, osiągnięcia cywilizacji i oddziaływanie człowieka na klimat i środowisko generują zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi, mienia oraz środowiska w postaci ekstremalnych zdarzeń klimatycznych, a także katastrof technicznych.

„Ochrona ludności” to pojęcie obejmujące szeroki zakres działań zapewniających bezpieczeństwo ludzi, mieniu i środowisku. Do kanonu funkcjonowania współczesnych państw wszedł obowiązek ochrony życia i zdrowia ludzi, mienia i dziedzictwa kulturowego oraz środowiska naturalnego w sytuacjach zagrożeń powstałych z przyczyn naturalnych lub spowodowanych przez człowieka jako zagrożeń współczesnej cywilizacji. Zaliczyć do nich można, oprócz zagrożeń naturalnych, także zagrożenia asymetryczne, terrorystyczne, cybernetyczne, hybrydowe oraz inne spowodowane przez człowieka – przede wszystkim zagrożenia militarne o gwałtownym i niszczycielskim wpływie na ludzi, infrastrukturę

⁵ Presently it may be assumed that civil security engineering is now facing an extremely difficult task of protecting people and the environment from consequences of climate disorders arising from irresponsible human activity.

⁵ Obecnie można stwierdzić, że inżynieria bezpieczeństwa cywilnego stanęła przed bardzo trudnym zadaniem ochrony ludzi i środowiska przed skutkami zaburzeń klimatycznych będących skutkiem nieodpowiedzialnej działalności człowieka.

– first of all military threats causing violent and destructive impact on humans, the infrastructure and the natural environment [10]. At this point the fact should be emphasised that regulations of the European Union related to civil protection are both at the level of treaties and decisions of the European Parliament and the Council, and implementing decisions of the European Commission. The adopted Lisbon Treaty caused the incorporation of specific provisions dedicated to civil protection to the Treaty on European Union and the Treaty establishing the European Communities [11], [12].

So what is “civil protection” as described in definitions? For the purposes of this paper and problems discussed in it, the author makes use of the definition of civil protection contained in the bill on civil defence and civil protection.

“Civil protection is a complex of actions that are undertaken by relevant public authority bodies, rescue entities and the humanitarian component, as well as individual citizens. Those measures should minimise the consequences of events that endanger the life and health of the citizens, their property and the natural environment” [13]. This definition identifies two basic areas of operation of entities specified in the bill, the task of which is to ensure the required security level.

The areas of those measures are as follows:

- possibility of the occurrence of hazards, which comprise primarily: forecasting and monitoring hazards and assessing risk, counteracting the occurrence of hazards, preparing conditions for evacuation from endangered areas, preparing conditions for civil protection, securing the property and resources indispensable for the functioning of the population on a level that guarantees survival, assuring foodstuffs, medical care, pharmaceuticals etc.;
- occurrence of hazards and their identification, notification, warning and alerting, setting up hazardous zones, ensuring protection from the consequences of chemical, biological and radiological hazards as well as other measures.

The listed tasks of civil protection point to the interdisciplinary nature of activities of state bodies to ensure civil protection. It may be presumed that this scope is much more extensive than the scope of civil protection engineering.

Civil protection is based on the area of knowledge, skills and competencies of many scientific fields and scientific disciplines, such as technical, legal, organisational, economic, nature sciences, which in such a way establish a basis for a responsible and effective system of civil protection from the consequences of diverse hazards, which may be of natural origin, such as natural disasters, and also of civilisational origin, resulting from the industrialisation of life in the era of all-encompassing globalisation and technical disasters, including also hazards related to the state of war⁶.

The engineering methods adopted in the implementation of those tasks are based on the laws of many other scientific disciplines:

- “security science”, where protection means assurance of security;
- “physics” in issues relating, i.a., to radiological hazards, ways of their identification, monitoring, etc.;
- “chemistry” – for example fire hazards, explosions, emissions of hazardous substances;

i środowisko naturalne [10]. Warto wspomnieć, że regulacje Unii Europejskiej dotyczące ochrony ludności zawarte są zarówno na poziomie traktatów, jak i decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady oraz decyzji wykonawczej Komisji Europejskiej. Przyjęty Traktat z Lizbony spowodował wprowadzenie do Traktatu o Unii Europejskiej i Traktatu ustanawiającego Wspólnotę Europejską konkretnych zapisów poświęconych ochronie ludności [11], [12].

Czym jest zatem „ochrona ludności”? Dla potrzeb niniejszego opracowania i omawianego w nim problemu autor posłużył się definicją ochrony ludności zawartą w projekcie ustawy o obronie cywilnej i ochronie ludności.

„Ochrona ludności to zespół działań podejmowanych przez właściwe organy władzy publicznej, podmioty ratownicze i komponent humanitarny, jak również pojedynczych obywateli. Działania te powinny zminimalizować skutki zdarzeń zagrażających życiu i zdrowiu obywateli, ich mieniu i środowisku naturalnemu” [13]. Przywołana definicja określa dwa podstawowe obszary działań podmiotów wskazanych w projekcie ustawy, których zadaniem jest zapewnienie właściwego poziomu bezpieczeństwa. Są to:

- możliwość wystąpienia zagrożenia – prognozowanie i monitorowanie zagrożeń i szacowanie ryzyk, przeciwdziałanie występowaniu zagrożeń, przygotowanie warunków ewakuacji z obszarów zagrożonych, przygotowanie warunków do ochrony ludności, zabezpieczenia mienia i środków niezbędnych do funkcjonowania ludności na poziomie gwarantującym przeżycie, zabezpieczenie środków żywnościowych, opieki medycznej, środków farmaceutycznych itp.;
- wystąpienie zagrożeń i ich rozpoznanie – powiadamianie, ostrzeganie i alarmowanie, wyznaczenie stref niebezpiecznych, zapewnienie ochrony przed skutkami zagrożeń chemicznych, biologicznych i radiologicznych i wielu innych.

Powyższe pokazuje interdyscyplinarność działań organów państwa na rzecz ochrony ludności. Można powiedzieć, że zakres ten jest o wiele szerszy od zakresu inżynierii bezpieczeństwa cywilnego.

Ochrona ludności opiera się o stan wiedzy, umiejętności i kompetencji wielu dziedzin nauk i dyscyplin naukowych, takich jak nauki techniczne, prawne, organizacyjne, ekonomiczne, przyrodnicze. W ten sposób tworzy podstawy do odpowiedzialnego i efektywnego systemu ochrony ludności przed skutkami różnego rodzaju zagrożeń pochodzenia naturalnego i cywilizacyjnego⁶.

Stosowane w realizacji tych działań metody inżynierskie opierają się na prawach wielu innych dyscyplin naukowych:

- naukach o bezpieczeństwie, gdzie ochrona oznacza zapewnienie bezpieczeństwa;
- fizyce dot. np. zagrożeń radiologicznych, sposobów ich identyfikacji, monitorowania itp.;
- chemii dot. np. zagrożeń pożarowych, wybuchów, emisji substancji niebezpiecznych;
- matematyce dla określania prawdopodobieństwa wystąpienia danego zagrożenia, oceny i określenia wielkości ryzyka, określenia zasad ewakuacji;
- meteorologii dot. kwestii zagrożeń ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi;

⁶ The bill on civil protection and civil defence stipulates that entities of civil protection in the state of war become transformed into entities of civil defence.

⁶ Projekt ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej stanowi, że podmioty ochrony ludności w stanie wojny przekształcają się w podmioty obrony cywilnej.

- “mathematics” – for needs of defining the likelihood of occurrence of a given specific hazard, assessment and determination of risk magnitude, setting out evacuation rules etc.;
- “meteorology” – issues related to hazards arising from extreme weather conditions;
- “biology” such issues as e.g. epidemiological hazards for people, animals or plants;
- “management” – principles for the functioning of public administration responsible for crisis management, including for civil protection as the main task;
- “law”, “economics” for example for purposes of evaluating the effectiveness of applied protection means, to determine the magnitude of damage and many other examples.

As indicated in the explanatory memorandum to the bill on civil protection and civil defence [13], the level of civil protection in situations of various types of hazards depends on the measures undertaken at diverse levels of public and economic administration, in such areas as public administration, power engineering, communication, science, national defence, education and upbringing, industrial economy, water management, environment, internal affairs, health and many others.

Knowledge gained from the abovementioned disciplines and fields affords a relatively comprehensive insight into the man-technology-environment system, and as a result it enables also the adoption of appropriate means of civil protection and the environment, adequate to the specific hazards of this system. This justifies the presumption that effective civil protection as a certain defined system of organisational undertakings and means, methods and technical tools, combines social knowledge in the scope of the discipline of security sciences, and technical know-how, and, to put it more precisely, knowledge in the scope of safety engineering, including also civil protection engineering.

Consequently, civil protection makes use of the methods, ways and means provided by technical knowledge. For this reason an equality sign may be placed between civil protection and civil protection engineering defined as preventing adverse consequences caused both by natural phenomena, and by human activity, and the elimination of such consequences with restoration of the environment affected by such consequences to the state from before the event.

Can therefore the concept of “civil protection engineering” be used with reference to the title of this article? The author is convinced that this is the case. This is due to the interdisciplinary nature of the security sciences, including civil protection sciences, as well as technical sciences, forming a clear and transparent system of civil protection, as a specific type of a system of civil safety to protect the civilians from adverse consequences of hazards coming from the natural environment and the technical environment (environment of production, obtaining and distribution of goods indispensable for human existence in the surrounding environment).

- biologii dot. np. zagrożeń epidemicznych dla ludzi, zwierząt czy roślin;
- zarządzaniu odnośnie zasady funkcjonowania administracji publicznej, która jest odpowiedzialna za zarządzanie kryzysowe, w tym za ochronę ludności jako zadanie podstawowe;
- prawie i ekonomii np. do oceny efektywności stosowanych zabezpieczeń, określanie wielkości szkód i wiele innych przykładów.

Jak wynika z uzasadnienia, do projektu ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej [13] poziom ochrony ludności w obliczu zagrożeń zależy od działań podejmowanych na różnych szczeblach administracji publicznej i gospodarczej, w takich obszarach jak: finanse, łączność, nauka, obrona narodowa, oświata i wychowanie, gospodarka przemysłowa, gospodarka wodna, środowisko, sprawy wewnętrzne, zdrowie i wiele innych.

Wiedza zaczerpnięta z wymienionych dyscyplin i dziedzin pozwala na w miarę wszechstronne poznanie systemu człowiek-technika-środowisko, a przez to na przyjęcie odpowiednich, adekwatnych do zaistniałych zagrożeń tego systemu, środków ochrony ludności i środowiska. Można zatem skontestować, że efektywna ochrona ludności, jako pewien określony system przedsięwzięć organizacyjnych oraz środków, metod i narzędzi technicznych, łączy w sobie wiedzę społeczną z zakresu dyscypliny nauki o bezpieczeństwie oraz wiedzę techniczną, a mówiąc ściślej – wiedzę z zakresu inżynierii bezpieczeństwa, w tym inżynierii bezpieczeństwa cywilnego.

Ochrona ludności korzysta zatem z metod, sposobów i środków wiedzy technicznej. W związku z tym można postawić znak równości pomiędzy ochroną ludności a inżynierią bezpieczeństwa cywilnego definiowaną jako zapobieganie negatywnym skutkom wywoływanym zarówno przez zjawiska naturalne, jak i działalność człowieka i usuwanie tych skutków z przywracaniem dotkniętego tymi skutkami środowiska do stanu sprzed zdarzenia.

Czy zatem można – w nawiązaniu do tytułu artykułu – używać określenia „inżynieria ochrony ludności”? Autor jest przekonany, że tak. Wynika to bowiem z interdyscyplinarności nauk o bezpieczeństwie, w tym o ochronie ludności, a także nauk technicznych. Tworzą one jasny, przejrzysty system ochrony ludności jako swoisty rodzaj zabezpieczenia ludności przed negatywnymi skutkami zagrożeń ze strony środowiska naturalnego i środowiska technicznego (środowiska wytwarzania, pozyskiwania i dystrybucji dóbr niezbędnych do egzystencji człowieka w otaczającym go środowisku).

Summary

The conducted analysis of concepts and definitions that characterise the sphere of safety made it possible to find justification for the presumption implying that the modern civil protection system

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza pojęć i definicji charakteryzujących obszar bezpieczeństwa pozwoliła na uzasadnienie tezy, że współczesny system ochrony ludności powinien być oparty na inżynierii

should be based on civil protection engineering. It is civil protection engineering, as specialist knowledge distinguished from the general area of safety engineering, that may serve as a basis for the organisation and functioning of an effective civil protection system, which would be capable of taking up efficient measures aimed at protecting people, their life, health, property, civilisational and cultural achievements and the environment from adverse consequences of hazards that may arise from the natural and civilisational environment. The basis of civil protection engineering is knowledge gained from diverse scientific spheres and disciplines and other similar compendiums of knowledge and practices, and for this reason the concept of "civil protection engineering" may be used to denote a wider conceptual field of "civil security engineering".

The concept of civil protection comprises a range of technical, nature and organisational sciences, forming the basis for the establishment of an effective system capable of efficiently counteracting hazards which present a threat to human health and life as well as property and the environment, which may arise from all types of catastrophic events with origins both in the surrounding natural environment and in the technical environment. Also, the tools at the disposal of technical and nature sciences allow the effective organisational development of the system and the rules for its functioning.

ochrony ludności. To właśnie inżynieria ochrony ludności jako wyodrębniona z ogólnego obszaru inżynierii bezpieczeństwa specjalistyczna wiedza może być podstawą do organizacji i funkcjonowania efektywnego systemu ochrony ludności. Systemu, który będzie w stanie podjąć skuteczne działania zabezpieczające ludzi, ich życie, zdrowie, mienie, dorobek cywilizacyjny i kulturowy przed negatywnymi skutkami zagrożeń ze strony środowiska naturalnego i cywilizacyjnego. Podstawą inżynierii ochrony ludności jest wiedza z różnych dziedzin i dyscyplin naukowych oraz innych zbiorów wiedzy i praktyk. Dlatego możemy używać określenia „inżynieria ochrony ludności” jako szerszego pojęciowo obszaru, jakim jest „inżynieria bezpieczeństwa cywilnego”.

Ochrona ludności obejmuje swoim pojęciem zakres nauk technicznych, przyrodniczych, organizacyjnych, tworząc w ten sposób podstawy do zbudowania efektywnego systemu, który będzie w stanie skutecznie przeciwstawić się zagrożeniom dla życia i zdrowia ludzi oraz mienia i środowiska ze strony różnego rodzaju zdarzeń katastroficznych mających swoje pochodzenie zarówno w otaczającym środowisku naturalnym, jak i środowisku technologicznym. Narzędzia, jakimi dysponują nauki techniczne i przyrodnicze, pozwalają natomiast na efektywne budowanie systemu i zasad jego funkcjonowania.

Literature / Literatura

- [1] Masłow A., *Motywacja a osobowość*, PWN, Warszawa 2006.
- [2] Radkowski S., *Podstawy bezpiecznej techniki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- [3] Majer P., *W poszukiwaniu uniwersalnej definicji bezpieczeństwa wewnętrznego*, „Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego” 2012, 7(4), 11–18.
- [4] Starzyński P., Nawacki M., *Prawo karne materialne w bezpieczeństwie*, Difin, Warszawa 2013.
- [5] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 12 lipca 2007 r. w sprawie standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia, a także trybu tworzenia i warunków jakie musi spełnić uczelnia by prowadzić studia międzykierunkowe i makrokierunki (Dz.U. 2007 Nr 164, poz. 1166).
- [6] Lutostański M., *Dylematy polskiej klasyfikacji nauk w zakresie bezpieczeństwa: inżynieria bezpieczeństwa*, „Zeszyty Naukowe AON” 2016, nr 3 (104).
- [7] Pihowicz W., *Inżynieria bezpieczeństwa technicznego. Problematyka podstawowa*, WNT, Warszawa 2008.
- [8] Ustawa z 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (t.j. Dz.U. 2019 poz. 1372).
- [9] Konwencja Genewska o ochronie osób cywilnych podczas wojny, Genewa, 12 sierpnia 1949 r. zał. nr 1. Protokół dodatkowy dot. ochrony ofiar międzynarodowych konfliktów zbrojnych sporządzony w Genewie 8 czerwca 1977.
- [10] Wytyczne dotyczące definicji potencjalnego poważnego zagrożenia dla zdrowia ludzi lub zwierząt lub dla środowiska naturalnego w kontekście art. 33 ust. 1 i 2 dyrektywy 2001/82/WE (Dz.U.UE.C.06.132.32).
- [11] Decyzja Rady UE z 23 października 2001 r. ustanawiająca mechanizm wspólnotowy ułatwiający wzmocnioną współpracę w interwencjach wspierających ochronę ludności (2001/792/WE, Euratom).
- [12] Decyzja Rady UE z 5 marca 2007 r. ustanawiająca Instrument Finansowy Ochrony Ludności (2007/162/WE).
- [13] https://www.ock.gov.pl/prawo/projekty_aktow_prawnych, Uzasadnienie projektu ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej.

TADEUSZ TERLIKOWSKI, PH.D. ENG. – doctor of law, fire engineer, academic teacher, long-term vice-president for research and teaching affairs at the Main School of Fire Service and vice-president for organizational and didactic affairs at the Academy of Finance in Warsaw. Supervisor of several dozen diploma theses. Assistant professor at the Institute of Internal Security at the Main School of Fire Service (currently). He leads didactic classes and research in the field of legal issues related to safety.

DR INŻ. TADEUSZ TERLIKOWSKI – doktor prawa, inżynier pożarnictwa, nauczyciel akademicki, wieloletni prorektor ds. naukowo-dydaktycznych w Szkole Głównej Służby Pożarniczej oraz prorektor ds. organizacyjno-dydaktycznych w Akademii Finansów w Warszawie. Promotor kilkudziesięciu prac dyplomowych. Adiunkt w Instytucie Bezpieczeństwa Wewnętrznego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (obecnie). Prowadzi zajęcia dydaktyczne i badania w obszarze zagadnień prawnych w bezpieczeństwie.

Wojciech Wróblewski^{a)*}

^{a)} The Main School of Fire Service / Szkoła Główna Służby Pożarniczej

*Corresponding author / Autor korespondencyjny: wwroblewski@sgsp.edu.pl

The Concept of Systemic Solutions in the State Fire Service in the Context of Terrorist Threats

Koncepcja systemowych rozwiązań w Państwowej Straży Pożarnej w kontekście zagrożeń terrorystycznych

ABSTRACT

Aim: The goal of the study is to present the current state of preparedness of the PSP as an element of the protective subsystem in the context of terrorist threats and the concept of improvement of the PSP activities in the area under consideration, in the organizational, technical, and training sphere.

Introduction: The modern world is characterized by a multi-faceted and diverse dynamic of development. This gives rise to the fact that, along with the development of individual areas, the subject matter of common security changes as well. The acquired knowledge and modern solutions enable increasingly better protection of the society; however, in the face of the variables mentioned above, the subject matter of threats is becoming increasingly complex, also including such a peculiar kind of threats as crimes of terrorist nature. Therefore, the multi-dimensional nature of such threats generates the need for multi-faceted response to the new type thereof and poses a significant challenge to the modern system of national security, which, as defined by the Strategy of National Security, includes forces, means and resources allocated by the state for implementation of tasks in this area. Consequently, in order to be able to respond adequately and optimally, all resources should be appropriately organized, maintained and prepared. The National Security System consists of the control subsystem and executive subsystems, including operational defense and protection subsystems as well as support subsystems. Since this article does not examine the entire national security system, only the operational subsystem with protective tasks are outlined in the area under consideration.

Methodology: The goal of the study was analysis of the literature on the subject, the available documents, as well as legal acts. The study also utilizes the author's own experience as well as interviews with specialists in the areas of rescue and civil protection as well as terror prevention.

Conclusions: The subject matter under consideration seems not to be fully explored. The reason for this state of affairs may be the lack of awareness of the necessity of centralization and of a systemic solution with regard to threats of terrorist nature. Dispersed tasks often cause jurisdictional chaos, whereas they should constitute a uniform mechanism featuring "precise response". Definitely, the basis for stability of the state of security is optimal preparedness of all components of the security system for a terrorist threat.

Keywords: civil protection, rescue, protective capacity, terrorist threats

Type of article: review article

Received: 06.02.2020; Reviewed: 04.03.2020; Accepted: 04.03.2020;

Author's ORCID ID: W. Wróblewski – 0000-0003-3415-9485;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 62–81, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.5>;

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

ABSTRAKT

Cel: Celem opracowania jest zaprezentowanie obecnego stanu przygotowania elementu podsystemu ochronnego, jakim jest Państwowa Straż Pożarna (PSP), w kontekście zagrożeń terrorystycznych oraz koncepcji doskonalenia działań PSP w przedmiotowym obszarze – zarówno w sferze organizacyjnej, technicznej, jak i szkoleniowej.

Wprowadzenie: Współczesny świat charakteryzuje wielowątkowa i zróżnicowana dynamika rozwoju. W konsekwencji – wraz z rozwojem poszczególnych obszarów – zmienia się również problematyka dotycząca bezpieczeństwa powszechnego. Zdobywana wiedza oraz nowoczesne rozwiązania pozwalają coraz lepiej chronić społeczeństwo, jednakże w obliczu wspomnianych wyżej zmiennych coraz bardziej złożona staje się problematyka zagrożeń, w tym ich szczególnego rodzaju – przestępstw o charakterze terrorystycznym. Wielowymiarowość tych zagrożeń generuje zatem potrzebę wielopłaszczyznowej odpowiedzi, co stanowi wyzwanie dla współczesnego systemu bezpieczeństwa narodowego, który – jak definiuje go Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej – obejmuje siły, środki oraz zasoby przeznaczone przez państwo do realizacji zadań w tym obszarze. Tak więc, aby można było adekwatnie i optymalnie reagować, wszystkie zasoby powinny być odpowiednio zorganizowane, utrzymane i przygotowane. System

bezpieczeństwa narodowego składa się z podsystemu kierowania i podsystemów wykonawczych, w tym: operacyjnych obronno-ochronnych i wsparcia. Ponieważ artykuł nie stawia sobie za cel badanie całego systemu bezpieczeństwa narodowego, w przedmiotowym zakresie zarysowano jedynie podsystem operacyjny o zadaniach ochronnych.

Metodologia: Celem pracy była analiza literatury przedmiotu, dostępnych dokumentów i aktów prawnych. Wykorzystano także doświadczenie własne oraz rozmowy ze specjalistami z zakresu ratownictwa, ochrony ludności i prewencji terrorystycznej.

Wnioski: Przedmiotowa problematyka, zdaniem autora, nie jest w pełni opracowana. Powodem takiego stanu rzeczy może być brak świadomości co do konieczności scentralizowania oraz systemowego podejścia do zagrożeń o charakterze terrorystycznym. Rozproszone zadania często powodują chaos kompetencyjny, a powinny stanowić jednolity mechanizm z „precyzyjną reakcją”. Zdecydowanie podstawą stabilności stanu, jakim jest bezpieczeństwo, jest optymalne przygotowanie wszystkich elementów systemu bezpieczeństwa na zagrożenie o charakterze terrorystycznym.

Słowa kluczowe: ochrona ludności, ratownictwo, potencjał ochronny, zagrożenia terrorystyczne

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 06.02.2020; **Zrecenzowany:** 04.03.2020; **Zaakceptowany:** 04.03.2020;

Identyfikator ORCID autora: W. Wróblewski – 0000-0003-3415-9485;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 62–81, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.5>;

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

The protective capacity of the Republic of Poland

Referencing one of the fundamental state security documents, namely, the Strategy of National Security of the Republic of Poland, it should be noted that an internally diverse protective capacity supports the state in implementation of the tasks determined by the area of national security. “The protective subsystem comprises: the judiciary; special services; state services; guards and inspectorates; rescue and civil protection services; crisis management elements; the Border Guard; the Customs Service; private sector entities and non-government organizations”. The following sentence reads that a significant role is played by “entities responsible for cybernetic security as well as prevention and combatting of terrorism and extremism” [1, p. 14]. All the mentioned elements jointly comprise the protective potential of the Republic of Poland. The quality of this potential is determined by the effectiveness and efficiency of protective subsystems of the Polish national security system.

The essence of protective activities is to provide conditions under which the constitutional order remains stable and each state security category is preserved, whereas the basis for protective actions is comprised by activities undertaken to rescue life, health, property and environment from natural and human-made disasters or other local threats. One of the kinds of security is common security in which a leading role is played by the State Fire Service (PSP) “as a professional formation established to combat fires, natural disasters and other local threats. Within the subsystem of rescue and civil protection, the State Fire Service is supported by other services, guards and state institutions, as well as by a network of non-government organizations. Since the moment of establishment of the State Fire Service, the scope of its tasks has been greatly expanded. It is no longer limited to the original task of firefighting but also includes organization and conduct of rescue operations in crisis situations, including during traffic, construction or chemical disasters and accidents [2, p. 66].

Potencjał ochronny Rzeczypospolitej Polskiej

Powołując się na jeden z fundamentalnych dokumentów z obszaru bezpieczeństwa państwa, jakim jest Strategia bezpieczeństwa narodowego RP, należy zauważyć, iż zróżnicowany wewnętrznie potencjał ochronny wspiera państwo w realizacji zadań wyznaczanych przez obszar bezpieczeństwa narodowego. Na kartach dokumentu Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej znajdujemy stwierdzenie, iż „potencjał ochronny tworzą: wymiar sprawiedliwości; służby specjalne; państwowe służby; straże i inspekcje, służby ratownictwa i ochrony ludności; elementy zarządzania kryzysowego; Straż Graniczna; Służba Celna; podmioty sektora prywatnego oraz organizacje pozarządowe”, a istotną rolę odgrywają „podmioty odpowiedzialne za bezpieczeństwo cybernetyczne oraz przeciwdziałanie i zwalczanie terroryzmu i ekstremizmu” [1, s. 14]. Wszystkie przywołane elementy łącznie tworzą potencjał ochronny Rzeczypospolitej Polskiej. O jakości tego potencjału decyduje sprawność i efektywność podsystemów ochronnych polskiego systemu bezpieczeństwa narodowego.

Istotą działań ochronnych stanowi zapewnienie takich warunków, w których stabilny pozostaje ład konstytucyjny oraz zachowany jest każdy z rodzajów bezpieczeństwa państwa. Podstawą zadań ochronnych są natomiast działania podejmowane dla ratowania życia, zdrowia, mienia i środowiska przed klęskami żywiołowymi oraz spowodowanymi działalnością człowieka czy też innymi miejscowymi zagrożeniami. W bezpieczeństwie powszechnym wiodącą rolę odgrywa Państwowa Straż Pożarna (PSP), „będąca zawodową formacją powołaną do walki z pożarami, klęskami żywiołowymi i innymi miejscowymi zagrożeniami. W podsystemie ratownictwa i ochrony ludności PSP wspierana jest przez inne służby, straże i instytucje państwowe oraz przez sieć organizacji pozarządowych. Zakres zadań PSP od czasu jej utworzenia został znacznie rozszerzony. Nie ogranicza się już, jak pierwotnie, do gaszenia pożarów, ale obejmuje także organizowanie i prowadzenie akcji ratowniczych w sytuacjach kryzysowych, w tym podczas katastrof i wypadków komunikacyjnych, budowlanych czy chemicznych” [2, s. 66].

Functioning of the State Fire Service in the face of terrorist threats

The goal of preparedness of State Fire Service as an element of the protective subsystem is the progressiveness of the operational strategy. This refers to the organizational, technical and training level alike.

Currently, the tasks and powers of fire services in many countries in which incidents of terrorist nature had occurred have been expanded by the extent under consideration. Analyzing the solutions hitherto functioning in Poland, one can admit that, along with the change of the environment of terrorist threats, a need has arisen to undertake broader study in the area of terrorist threats in the context of rescue actions conducted by State Fire Service officers. A considerable share of available studies has been devoted to actions by State Fire Service officers in the area of biological and chemical threats; however, there is a need to perform a comprehensive study of this subject matter, broadening the powers of the officers. The goal of the study is to prove the need to introduce systemic solutions. This study is, obviously, not a comprehensive solution of the subject matter under consideration but just a concept, an attempt at answering the question how such solutions should look like. The issue under examination will be considered from the viewpoint of a systemic solution based on preventive assumptions consisting in provision of necessary knowledge and development of awareness resulting in evolution of attitudes before, during and after a threat of terrorist nature.

Due to the modern dimension of this phenomenon, no community is resistant to this threat. Even the best-prepared states with a considerable defense and protection capacity are unable to contain terrorists. Therefore, effective forms of action at the stage of preparation for an incident should be developed in such a way as to minimize the results at the moment of occurrence thereof. As pointed out by Tomasz Safjański and Damian Szlachter, "the hybrid and asymmetric nature of terrorist threats has forced international entities to reorient their systemic anti-terrorist solutions" [3, pp. 367–368]. Thus regarded terrorist threat determines new challenges to State Fire Service officers as well. It seems that the knowledge of CBRNE biological and chemical threats is already insufficient today. Joseph Pfeifer notes that the subject matter increasingly needs to be undertaken in a systemic way, since, as exemplified by the example of September 9, 2001 and other crisis situations, fire-fighters are the first to arrive at the place of incident and it is their actions on which the life of both victims and the officers themselves often depends [4].

The legal and organizational conditioning of the State Fire Service in the context of terrorist threats

The current operational tasks of State Fire Service officers during incidents of terrorist nature are not systemic solutions, which may significantly affect the nature of the taken actions. Moreover,

Funkcjonowanie PSP w obliczu zagrożeń terrorystycznych

Celem przygotowania elementu podsystemu ochronnego, jakim jest PSP, jest progresywność strategii operacyjnej. Powyższe odnosi się zarówno do sfery organizacyjnej, technicznej, jak i szkoleniowej.

Współcześnie zadania i kompetencje straży pożarnej w wielu krajach, w których dochodziło do zdarzeń o charakterze terrorystycznym, zostały poszerzone o przedmiotowy zakres. Poddając analizie dotychczasowe rozwiązania obowiązujące w Polsce, można uznać, iż wraz ze zmianą otoczenia zagrożeń terrorystycznych, istnieje potrzeba podjęcia poszerzonych badań w dziedzinie zagrożeń terrorystycznych w kontekście działań ratowniczych prowadzonych przez funkcjonariuszy PSP. Znacząca część dostępnych opracowań została poświęcona działaniom podejmowanym przez funkcjonariuszy PSP w obszarze zagrożeń biologiczno-chemicznych, jednak istnieje potrzeba opracowania problematyki w sposób kompleksowy i rozszerzający kompetencje funkcjonariuszy. Celem artykułu jest wykazanie potrzeby wprowadzenia rozwiązań systemowych. Autor nie przedstawia kompleksowego rozwiązania podejmowanej problematyki, a jedynie pewną koncepcję. Podejmuje próbę odpowiedzi na pytanie, jak powinny wyglądać takie rozwiązania. Podjęte zagadnienie będzie rozważane z perspektywy systemowego rozwiązania opartego na założeniach prewencyjnych, które polegają na dostarczaniu niezbędnej wiedzy oraz kształtowaniu świadomości prowadzącej do ewolucji postaw przed, w trakcie i po zagrożeniu o charakterze terrorystycznym.

Współczesny wymiar terroryzmu sprawia, iż nie ma społeczności odpornej na to zagrożenie. Nawet najlepiej przygotowane państwa, posiadające znaczny potencjał obronno-ochronny, nie są w stanie powstrzymać terrorystów. Należy zatem tak wypracować efektywne formy przygotowywania się na zdarzenie, aby gdy do niego dojdzie, zminimalizować jego skutki. Jak zauważają Tomasz Safjański i Damian Szlachter, „hybrydowość i asymetryczność zagrożeń terrorystycznych sprawiły, iż podmioty międzynarodowe musiały przeorientować systemowe rozwiązania antyterrorystyczne” [3, s. 367–368]. Tak ujęte zagrożenie terrorystyczne determinuje nowe wyzwania także dla funkcjonariuszy PSP. Dziś – jak się wydaje – nie wystarcza wiedza z zakresu zagrożeń biologiczno-chemicznych CBRN. Jak zauważa Joseph Pfeifer, problematykę tę należy podejmować systemowo. Przykład z 11 września 2001 roku oraz inne sytuacje kryzysowe pokazują, że to strażacy są pierwszymi, którzy przybywają na miejsce zdarzenia. Nierzadko od ich działań zależy życie zarówno poszkodowanych, jak i samych funkcjonariuszy [4].

Uwarunkowania prawno-organizacyjne w PSP w kontekście zagrożeń terrorystycznych

Aktualnie obowiązujące zadania operacyjne podejmowane przez funkcjonariuszy PSP podczas zdarzeń terrorystycznych nie mają cech rozwiązań systemowych, co znacząco może wpływać na

officers are exposed to such factors during rescue actions as secondary event, multi-dimensional event, or active shooter. Therefore, it seems significant to prepare State Fire Service officers comprehensively for incidents of terrorist nature, which, consequently, requires considerable broadening of the officers' scope of powers. This is corroborated by an analysis of legal acts and training programmes of State Fire Service officers in the area of terrorist threats.

The first document to be analyzed for the purposes of the undertaken discussion was the Act on the State Fire Service of 24 August 1991, indicating, among other things, the tasks of this service, including:

- “recognition of fire threats and other local threats;
- organization and conduct of rescue actions during fires, natural disasters or elimination of local threats;
- performance of auxiliary specialist rescue actions during natural disasters or elimination of local threats by other rescue services;
- education of personnel for the needs of the State Fire Service and other fire protection formations as well as the general civil protection system;
- supervision of compliance with fire protection regulations;
- conducting of scientific and research works in the area of fire protection and civil protection;
- cooperation with the Head of the National Centre of Criminal Information in the area necessary for implementation of his statutory tasks;
- cooperation with fire and rescue services of other states as well as their international organizations pursuant to international agreements binding to the Republic of Poland as well as separate regulations;
- implementation of other tasks resulting from international agreements binding to the Republic of Poland, pursuant to the principles and within the scope specified therein” [5].

The following legal act subject to analysis is the Act on Fire Protection of 24 August 1991. Chapter 3 of this document indicates that the State Fire Service “is one of the leading components of the National Firefighting and Rescue System (KSRG) and, within the scope of its forces and means, it cooperates with relevant authorities and entities during emergency situations caused by a biological factor, as well as incidents of terrorist nature” [6].

The issue above is considered in detail in the Regulation by the Minister of the Interior and Administration of 3 July 2017 on the detailed organization of the National Firefighting and Rescue System. Chapter 1(2)(16) reads, among other things, that “an act of terror should be understood as an emergency situation the consequences of which threaten the life or health of a large number of persons, property in large amounts, or the environment in large areas, whereas aid and protection may only be effectively undertaken applying extraordinary measures and through cooperation between different authorities, institutions, specialist services and formations acting under unified leadership” [7]. Chapter 6 of this regulation includes a provision of “cooperation, within the extent of the available forces and means, with relevant authorities and entities during emergency situations caused by a biological risk, including during incidents of terrorist nature”. The principles of this cooperation are governed by Section 31(1),

charakter tych działań. Ponadto funkcjonariusze podczas akcji ratowniczych są narażeni m.in. na takie czynniki, jak: zdarzenie wtórne, zdarzenie wielowymiarowe czy aktywny strzelec. Zatem istotne, zdaniem autora, jest wszechstronne przygotowywanie funkcjonariuszy PSP do incydentów terrorystycznych. Wymaga to znacznego poszerzenia zakresu kompetencyjnego funkcjonariuszy. Potwierdzeniem powyższego jest analiza aktów prawnych i programów szkoleniowych funkcjonariuszy PSP w obszarze zagrożeń terrorystycznych.

Na potrzeby podjętych rozważań, jako pierwszą przeanalizowano ustawę o Państwowej Straży Pożarnej z dnia 24 sierpnia 1991 roku, w której zostały m.in. wskazane zadania tejże formacji. Należą do nich:

- „rozpoznawanie zagrożeń pożarowych i innych miejscowych zagrożeń;
- organizowanie i prowadzenie akcji ratowniczych w czasie pożarów, klęsk żywiołowych lub likwidacji miejscowych zagrożeń;
- wykonywanie pomocniczych specjalistycznych czynności ratowniczych w czasie klęsk żywiołowych lub likwidacji miejscowych zagrożeń przez inne służby ratownicze;
- kształcenie kadr dla potrzeb Państwowej Straży Pożarnej i innych jednostek ochrony przeciwpożarowej oraz powszechnego systemu ochrony ludności;
- nadzór nad przestrzeganiem przepisów przeciwpożarowych;
- prowadzenie prac naukowo-badawczych w zakresie ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony ludności;
- współpraca z Szefem Krajowego Centrum Informacji Kryminalnych w zakresie niezbędnym do realizacji jego zadań ustawowych;
- współdziałanie ze strażami pożarnymi i służbami ratowniczymi innych państw oraz ich organizacjami międzynarodowymi na podstawie wiążących Rzeczpospolitą Polską umów międzynarodowych oraz odrębnych przepisów;
- realizacja innych zadań wynikających z wiążących Rzeczpospolitą Polską umów międzynarodowych na zasadach i w zakresie w nich określonych” [5].

Z kolei ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. w rozdziale trzecim wskazuje, iż PSP „jest jednym z wiodących elementów KSRG (Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy) i w ramach posiadanych sił i środków współpracuje z właściwymi organami oraz podmiotami podczas zdarzeń nadzwyczajnych, które zostały wywołane czynnikiem biologicznym, jak i zdarzeń o charakterze terrorystycznym” [6].

Gruntownie powyższe zagadnienie omawia rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowej organizacji Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego. W pierwszym rozdziale, par 2., ust. 16, zdefiniowano akt terroru jako „zdarzenie nadzwyczajne, którego skutki zagrażają życiu lub zdrowiu dużej liczby osób, mieniu w wielkich rozmiarach albo środowisku na znacznych obszarach, zaś pomoc i ochrona mogą być skutecznie podjęte tylko przy zastosowaniu nadzwyczajnych środków oraz we współdziałaniu różnych organów, instytucji, specjalistycznych służb i formacji działających pod jednolitym kierownictwem” [7]. Natomiast w rozdziale szóstym powyższego rozporządzenia znalazł się zapis o „współpracy w ramach posiadanych sił i środków z właściwymi organami i podmiotami podczas zdarzeń nadzwyczajnych wywołanych zagrożeniem czynnikiem biologicznym,

stating that the cooperation of the National Firefighting and Rescue System with relevant authorities and entities during emergency situations caused by a biological risk, including during incidents of terrorist nature, consists in:

- “providing assistance by the National Firefighting and Rescue System entities in the area of the conducted actions in order to preserve their continuity and effectiveness,
- exchange of information with relevant authorities and entities on the occurring threats, the required personal protective equipment and the manner of securing of the area of operations.

The cooperation with relevant authorities and entities is implemented subject to the priority of conducting of rescue actions and with participation of a representative of the relevant authority or entity at the place of operation” [7].

Section 32(1) specifies the actions implemented by the National Firefighting and Rescue System during incidents of terrorist nature, which actions include the following components:

- “aid in securing of the area of operations, in preliminary delineation and marking of the danger zone,
- aid in preparation of disinfection mats when conducting actions intended to contain the spread of a biological factor,
- conducting of preliminary decontamination under supervision of a representative of the competent authority or entity at the site of operations” [7].

The actions mentioned in paragraph 1 are performed by National Firefighting and Rescue System entities, depending on their training and specialist equipment as well as personal protective equipment.

The Act of 10 June 2016 on anti-terrorist actions, Chapter 6, Articles 30(1) and 30(2), references the National Firefighting and Rescue System as well as its cooperation with the competent authorities during emergency situations caused by a biological factor, including during incidents of terrorist nature, and states in section 2(2) that “The minister competent for internal affairs shall specify by regulation the detailed organization of the National Firefighting and Rescue System; in particular, in the following extent: operation at the county, provincial and national level; combatting fires and other natural disasters; technical, chemical, ecological and medical rescue; dispatch for rescue actions; command of a rescue action; cooperation mentioned in par. 1a; maintenance of documentation of incidents specified in Article 2(2); and documentation of the functioning of the National Firefighting and Rescue System, organization of operational reserves, organization of command posts. The above is governed by the parliamentary acts referenced above” [8].

From the viewpoint of response in case of an incident of terrorist nature, a significant area of regulation of the Act on anti-terrorist actions is comprised by normative acts concerning operational activities at the site of incident. Until the entry into force of the Act on anti-terrorist actions, one of the most crucial documents was the Agreement of 21 January 2014 on the cooperation and management of actions at the site of an incident of terrorist nature. The agreement was signed by the Head of the Internal Security Agency, the Chief Commandant of the Police, the Chief Commandant of the Border Guard, and the Chief Commandant of

w tym podczas zdarzeń o charakterze terrorystycznym”. Jej zasady reguluje par. 31, ust. 1, który mówi, iż współpraca KSRG z właściwymi organami i podmiotami podczas zdarzeń nadzwyczajnych wywołanych zagrożeniem czynnikiem biologicznym, w tym podczas zdarzeń o charakterze terrorystycznym, polega na:

- „udzieleniu pomocy przez podmioty KSRG w zakresie prowadzonych działań w celu zachowania ich ciągłości i skuteczności,
- wymianie informacji z właściwymi organami i podmiotami o występujących zagrożeniach, wymaganych środkach ochrony osobistej oraz o sposobie zabezpieczeniu terenu działań”.

Dodatkowo współpraca ta „jest realizowana z zachowaniem priorytetu prowadzenia działań ratowniczych, oraz przy udziale przedstawiciela właściwego organu lub podmiotu na miejscu prowadzenia działań” [7].

W par. 32, ust. 1, wymieniono czynności realizowane przez KSRG w czasie zdarzeń o charakterze terrorystycznym. Obejmują one następujące składowe:

- „pomoc w zabezpieczaniu terenu działań we wstępnym wyznaczaniu i oznakowywaniu strefy zagrożenia,
- pomoc w przygotowywaniu mat dezynfekcyjnych przy prowadzeniu działań mających na celu ograniczenie rozprzestrzeniania się czynnika biologicznego,
- prowadzenie dekontaminacji wstępnej pod nadzorem przedstawiciela właściwego organu lub podmiotu na miejscu prowadzenia działań” [7].

Czynności, o których mowa w ust. 1, prowadzą podmioty KSRG z uwzględnieniem ich wyszkolenia oraz wyposażenia w sprzęt specjalistyczny i środki ochrony indywidualnej.

Ustawa z dnia 10 czerwca 2016 roku o działaniach antyterrorystycznych w rozdz. 6, art. 30, ust. 1 i 2 odnosi się do KSRG i jego współpracy z właściwymi organami podczas zdarzeń nadzwyczajnych wywołanych czynnikiem biologicznym, w tym podczas zdarzeń o charakterze terrorystycznym oraz stwierdza w pkt. 2, ust. 2, iż „minister właściwy do spraw wewnętrznych określi w drodze rozporządzenia szczegółową organizację KSRG w szczególności w następującym zakresie: funkcjonowania na obszarze powiatu, województwa i kraju, walki z pożarami i innymi klęskami żywiołowymi, ratownictwa technicznego, chemicznego, ekologicznego i medycznego, dysponowania do działań ratowniczych, kierowania działaniem ratowniczym, współpracy, o której mowa w ust. 1a, prowadzenia dokumentacji zdarzeń określonych w art. 2, pkt 2 oraz dokumentacji funkcjonowania krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, organizacji odwodów operacyjnych, organizacji stanowisk kierowania. Powyższe regulują przytaczane wcześniej ustawy” [8].

Istotny obszar regulacji ustawy o działaniach antyterrorystycznych z perspektywy reagowania w przypadku zdarzenia o charakterze terrorystycznym stanowią akty normatywne dotyczące działań operacyjnych na miejscu zdarzenia. Do czasu wejścia w życie ustawy o działaniach antyterrorystycznych jednym z najważniejszych dokumentów było porozumienie z dnia 21 stycznia 2014 r. w sprawie współdziałania i zarządzania czynnościami na miejscu zdarzenia o charakterze terrorystycznym. Porozumienie zostało podpisane przez szefa Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, komendanta głównego Policji, komendanta głównego Straży Granicznej i komendanta głównego Państwowej Straży Pożarnej.

the State Fire Service. In 2015, this agreement has been supplemented by an annex concerning establishment of a team supporting procedural actions at the site of an incident of terrorist nature, caused by usage of explosives which may contain a chemical, radioactive or biological substance or factor. The annex includes procedures in case of such an incident [9].

The concluded agreement assumes a principle that “in case of occurrence or suspicion of an incident of terrorist nature, each formation, including the State Fire Service, shall perform actions within the extent of its granted powers and cooperate with other formations in order to optimize the conducted actions as well as to minimize potential losses and costs. The agreement assigns the management of rescue actions within the meaning of the Act on fire protection of 24 August 1991” [9, p. 291].

To sum up, it seems that the missing piece is a provision pointing out the necessity of systemic preparation of State Fire Service officers so that they would be able to utilize the operational and protective capacity optimally during the conducted operational actions.

W 2015 r. do powyższego porozumienia dodano aneks dotyczący powołania zespołu wspierającego czynności procesowe na miejscu zdarzenia o charakterze terrorystycznym, spowodowanego użyciem materiałów wybuchowych, mogących zawierać substancję lub czynnik chemiczny, radioaktywny lub biologiczny. Aneks podaje procedury postępowania w przypadku takiego zdarzenia [9].

Zawarte porozumienie przyjmuje zasadę, „iż w przypadku zdarzenia o charakterze terrorystycznym lub jego podejrzenia, każda z formacji, a więc i PSP, wykonuje działania w zakresie przydzielonych uprawnień oraz współdziała z innymi formacjami w celu optymalizacji prowadzonych czynności oraz minimalizacji potencjalnych strat i kosztów. Porozumienie przypisuje zarządzanie czynnościami ratowniczymi w rozumieniu ustawy o ochronie przeciwpożarowej z 24 sierpnia 1991 r.” [9, s. 291].

Reasumując, wydaje się, iż brakującym elementem istniejących regulacji jest zapis wskazujący na konieczność systemowego przygotowania funkcjonariuszy PSP, aby podczas prowadzonych działań operacyjnych zapewnić im optymalne wykorzystanie potencjału operacyjnego oraz ochronnego.

The training system of the State Fire Service in the area of terrorist actions

The scope of trainings in the area of terrorist threats has been indicated by the Bureau of Training of the National Headquarters of the State Fire Service [10]. Some of them have been indicated by Jerzy Telak [11]. The training cycle has been divided into three spheres: cognitive, practical and motivational.

System szkolenia w PSP w obszarze działań terrorystycznych

Zakres szkoleń w obszarze zagrożeń terrorystycznych został określony przez Biuro Szkolenia Komendy Głównej PSP [10]. Niektóre ze szkoleń wymienia także Jerzy Telak [11]. Cykl szkoleniowy został podzielony na trzy sfery: poznawczą, praktyczną oraz motywacyjną.

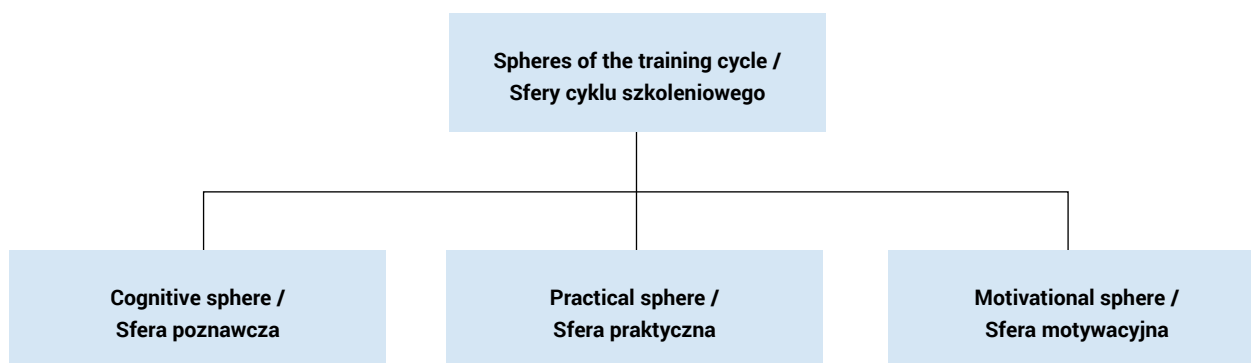


Figure 1. Division of the spheres of the training cycle
Rycina 1. Podział sfery cyklu szkoleniowego

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Different training types have been analyzed

Specialist training in the area of counteraction to chemical, biological, radiological, nuclear and explosive hazards

The goal of this course is to prepare the students to perform rescue actions in a situation of a threat caused by chemical, biological, radiological or nuclear factors as well as explosives (CBRNE).

Analiza wybranych typów szkoleń

Szkolenie specjalistyczne w zakresie przeciwdziałania zagrożeniom chemicznym, biologicznym, radiologicznym, nuklearnym i wybuchowym

Celem tego kursu jest przygotowanie słuchaczy do wykonywania czynności ratowniczych w sytuacji zagrożenia czynnikami

In the cognitive sphere, officers after the completed training should demonstrate: the ability to characterize sources of threats; recognition of symptoms of occurrence of a threat; knowledge of the principles of selection of personal protective equipment; knowledge of manners of detection of CBRNE agents; knowledge of the equipment for measurement and evaluation of the threat scale and type; knowledge of the principles of organization of a rescue action in case of CBRNE threats; as well as principles of cooperation between services involved in elimination of consequences of CBRNE incidents; the awareness of the impact of psychological aspects caused by CBRNE incidents on rescuers and the society; the ability to explain the results of emissions of substances which may cause threats classified as CBRNE.

In the practical sphere, officers completing a training are required to be able to: recognize the symptoms of presence of CBRNE factors; collect samples of substances and materials; undertake threat identification; select personal protective equipment appropriately for a given threat; organize evacuation of injured and exposed persons; provide qualified first aid to the injured; organize decontamination of people and equipment; cooperate with services involved in elimination of consequences of CBRNE incidents.

The motivational sphere, in turn, assumes efficient development of the officers' attitudes of responsibility for their own life and health as well as for the life and health of other rescuers and exposed persons, responsibility for the technical condition of the equipment, and for the condition of the natural environment [12].

Chemical and ecological rescue training

In the indicated area, there are two scopes of training. The first one is the basic scope, implemented by the National Firefighting and Rescue System, whereas the second one is the specialist scope.

The basic scope of the training is intended to prepare a rescuer for performance of actions in the area of chemical and ecological rescue implemented by the National Firefighting and Rescue System in the basic extent. As a result of completion of the training cycle, an officer, in the cognitive sphere, should be able to discuss: the principles of organization of chemical and ecological rescue under the National Firefighting and Rescue System and the threats caused by hazardous materials, as well as to present: the manners of recognition of hazardous materials; the principles of conducting of chemical and ecological rescue operations; the manners of reduction of hazardous substance emissions; and to enumerate the OHS principles applicable during chemical and ecological rescue actions.

In the practical sphere, an officer completing the course should demonstrate such skills as: selection of personal protective equipment; operation of measurement instruments and reading of their indications; application of techniques of control of hazardous substance emissions; conducting of rescue operations during incidents in the area of chemical and ecological rescue; decontamination of people and equipment.

In the motivational sphere, the officer should manifest the attitude of responsibility for: his own and other people's health

o charakterze chemicznym, biologicznym, radiologicznym, nuklearnym oraz materiałami wybuchowymi (CBRNE). Funkcjonariusze po ukończeniu szkolenia powinni w sferze poznawczej wykazać się: umiejętnością charakteryzowania źródeł zagrożeń, rozpoznawaniem oznak wystąpienia zagrożenia, znajomością zasad doboru środków ochrony indywidualnej i sposobów wykrywania środków CBRNE, znajomością sprzętu przeznaczonego do pomiaru i oceny skali oraz rodzaju zagrożenia, znajomością zasad organizacji akcji ratowniczej w przypadku zagrożeń o charakterze CBRNE, oraz zasad współdziałania służb zaangażowanych w likwidację skutków incydentów CBRNE, świadomością wpływu aspektów psychologicznych wywoływanych przez incydenty CBRNE na ratowników i społeczeństwo, a także umiejętnością wyjaśnienia skutków emisji substancji mogących stwarzać zagrożenia kwalifikowane jako CBRNE.

W sferze praktycznej od funkcjonariuszy kończących szkolenie wymaga się umiejętności: rozpoznawania symptomów obecności czynników CBRNE, pobierania próbek substancji i materiałów, przeprowadzania identyfikacji zagrożenia, dobierania środków ochrony indywidualnej odpowiednich do danego zagrożenia, organizowania ewakuacji osób poszkodowanych i zagrożonych, zapewnienia kwalifikowanej pierwszej pomocy poszkodowanym, organizowania dekontaminacji ludzi i sprzętu, współpracy ze służbami zaangażowanymi w likwidację skutków incydentów CBRNE.

W sferze motywacyjnej natomiast zakładane jest skuteczne kształtowanie w funkcjonariuszach postaw odpowiedzialności za zdrowie i życie własne, innych ratowników oraz osób zagrożonych; odpowiedzialności za stan techniczny sprzętu oraz za stan środowiska naturalnego [12].

Szkolenie z ratownictwa chemicznego i ekologicznego

We wskazanym obszarze dostępne są dwa zakresy szkolenia – podstawowy (realizowany przez KSRG) i specjalistyczny.

Pierwszy ma na celu przygotowanie ratownika do wykonywania zadań z obszaru ratownictwa chemicznego i ekologicznego realizowanego przez KSRG w zakresie podstawowym. W wyniku ukończenia cyklu szkoleniowego funkcjonariusz powinien w sferze poznawczej umieć omówić zasady organizacji ratownictwa chemicznego i ekologicznego w KSRG, zagrożenia powodowane przez materiały niebezpieczne, a także przedstawić sposoby rozpoznania materiałów niebezpiecznych, zasady prowadzenia działań ratownictwa chemicznego i ekologicznego, sposoby ograniczania emisji substancji niebezpiecznych oraz wymienić zasady BHP podczas działań ratownictwa chemicznego i ekologicznego.

W sferze praktycznej kończący szkolenie funkcjonariusz powinien wykazać się umiejętnościami, takimi jak: dobieranie środków ochrony indywidualnej, obsługa urządzeń pomiarowych i odczytywanie ich wskazań, stosowanie technik kontrolowania emisji substancji niebezpiecznych, prowadzenie działań ratowniczych w zdarzeniach z zakresu ratownictwa chemicznego i ekologicznego, prowadzenie dekontaminacji ludzi i sprzętu.

W sferze motywacyjnej funkcjonariusz powinien przejawiać postawy odpowiedzialności za: zdrowie i życie swoje i innych, stan techniczny sprzętu oraz stan środowiska naturalnego [12].

Zakres drugi to specjalistyczne szkolenie z ratownictwa chemicznego i ekologicznego z 2014 r., które zastąpiło wcześniej

and life; the technical condition of the equipment; as well as the condition of natural environment [12].

The second scope is the specialist chemical and ecological rescue training of 2014, which has replaced the previously existing programme of specialist training in the area of chemical and ecological rescue for non-commissioned officers of the State Fire Service, as approved on 6 January 2005.

The goal of this course is to prepare the student for efficient and safe conduct of rescue actions in the area of chemical and ecological rescue during incidents involving hazardous chemical, biological and radioactive substances.

The requirements for an officer upon completion of this cycle of classes are as follows:

In the cognitive sphere, the officer has to demonstrate the knowledge of organization of chemical and ecological rescue under the National Firefighting and Rescue System; know the safety principles applicable in chemical and ecological rescue actions; be able to define the parameters of hazardous materials; know the impact of hazardous materials on human organism and the environment; be able to enumerate personal protective equipment of a rescuer and to know the principles of its application; know the structure and principles of operation of containers and packages; understand and know the principles of marking of tanks, vehicles, packages, containers, cylinders, pipelines and danger zones; know the structure and principles of operation of measurement instruments; learn the principles and techniques of collection and securing of samples; be able to describe the methods of reduction and elimination of hazardous substance emissions; know and understand the operation principles of pumps used in chemical and ecological rescue actions; as well as discuss the principles of decontamination of rescuers and the equipment used, the principles of containment of oil spills on water and soil, and the principles of conducting of chemical and ecological rescue actions.

In the practical sphere, the officer should: select personal protective equipment; read the markings of tanks, vehicles, packages, containers, cylinders, pipelines and danger zones; prepare measurement instruments for work; collect and secure samples as well as read and interpret the measurement results; apply sealants, sealing equipment as well as substitute and emergency packaging for reduction and elimination of hazardous substance emissions; apply sorbents, dispersers, neutralizers, ventilators, water curtains, foams and barriers in chemical and ecological rescue actions; build, secure, activate and disassemble pump systems; decontaminate rescuers and equipment; build, secure, activate and disassemble barriers, collectors and separators; conduct reconnaissance and determine danger zones; move safely across danger zones; conduct communication in the area of operation; monitor the working time of rescuers in danger zones.

In the motivational sphere, officers should manifest the developed attitudes of: responsibility for health and life of their own, other rescuers and exposed persons; responsibility for the technical condition of the equipment; responsibility for the condition of natural environment [12].

Training in triage in multiple and mass incidents

The goal of this training is to prepare medical rescue junior instructor / instructor candidates under the National Firefighting

istniejący program szkolenia specjalistycznego w zakresie ratownictwa chemicznego i ekologicznego dla podoficerów Państwowej Straży Pożarnej, zatwierdzony 6 stycznia 2005 r.

Celem kursu jest przygotowanie słuchacza do skutecznego i bezpiecznego prowadzenia działań ratowniczych z zakresu ratownictwa chemicznego i ekologicznego podczas zdarzeń z udziałem niebezpiecznych substancji chemicznych, biologicznych i promieniotwórczych.

Wymagania wobec funkcjonariusza po zakończeniu tego cyklu zajęć przedstawiają się następująco:

W sferze poznawczej musi: wykazać się znajomością organizacji ratownictwa chemicznego i ekologicznego w KSRG; znać zasady bezpieczeństwa obowiązujące w działaniach ratownictwa chemicznego i ekologicznego; umieć zdefiniować parametry materiałów niebezpiecznych; znać wpływ materiałów niebezpiecznych na organizm ludzki i środowisko; umieć wymieniać środki ochrony indywidualnej ratownika oraz znać zasady ich stosowania; znać budowę oraz zasady użytkowania zbiorników i opakowań; rozumieć i znać zasady oznakowania cystern, pojazdów, opakowań, zbiorników, butli, rurociągów i stref zagrożenia; znać budowę oraz zasady działania urządzeń pomiarowych; przyswoić zasady i techniki poboru oraz zabezpieczania próbek, umieć omówić metody ograniczania oraz likwidacji emisji substancji niebezpiecznych, znać i rozumieć zasady działania pomp wykorzystywanych w działaniach ratownictwa chemicznego i ekologicznego, a także omówić zasady prowadzenia dekontaminacji ratowników i użytego sprzętu, zasady ograniczania rozlewów olejowych na wodzie i gruncie oraz zasady prowadzenia działań ratownictwa chemicznego i ekologicznego.

W sferze praktycznej funkcjonariusz powinien: dobierać środki ochrony indywidualnej; odczytywać oznakowania cystern, pojazdów, opakowań, zbiorników, butli, rurociągów i stref zagrożenia; przygotowywać do pracy urządzenia pomiarowe; pobierać i zabezpieczać próbki, a także odczytywać i interpretować wyniki tych pomiarów; stosować uszczelniacze, sprzęt uszczelniający oraz opakowania zastępcze i awaryjne do ograniczania oraz likwidacji emisji substancji niebezpiecznych; stosować sorbenty, dyspergenty, neutralizatory, wentylatory, zasłony wodne, piany i zapory w działaniach ratownictwa chemicznego i ekologicznego; budować, zabezpieczać, uruchamiać i demontować układy pompowe; prowadzić dekontaminację ratowników i sprzętu; budować, zabezpieczać, uruchamiać i demontować zapory, zbieracze i separatory; prowadzić rozpoznanie oraz wyznaczać strefy zagrożenia; bezpiecznie poruszać się po strefach zagrożenia; prowadzić łączność na terenie akcji; monitorować czas pracy ratowników w strefach zagrożenia.

W sferze motywacyjnej oczekuje się od funkcjonariusza ukształtowanych postaw: odpowiedzialności za zdrowie i życie własne, innych ratowników oraz osób zagrożonych; odpowiedzialności za stan techniczny sprzętu; odpowiedzialności za stan środowiska naturalnego [12].

Szkolenie w zakresie segregacji w zdarzeniach mnogich i masowych

Celem szkolenia jest przygotowanie kandydatów na młodszych instruktorów / instruktorów ratownictwa medycznego w KSRG do

and Rescue System to implement tasks in the area of medical rescue in mass and multiple incidents. After the completion of the course, a participant should demonstrate competencies in three spheres.

In the cognitive sphere, they should demonstrate the knowledge of: principles of preliminary (initial) triage; principles of psychological support; and the ability to enumerate the symptoms of stress, to describe the manners of prevention of results thereof and modes of panic prevention.

In the practical sphere, they should be able to manage medical rescue actions until the arrival of the State Medical Rescue (PRM) teams; to conduct preliminary triage; to apply crowd control operations; to provide psychological support to the injured; to conduct a "briefing" reducing the adverse effects of stress.

In the motivational sphere, they are expected to manifest responsibility for their own and other people's safety and for the technical condition of the equipment; concern for continuous enhancement of knowledge; concern for the psychophysical condition [13].

Another training recommended by the Bureau of Training of the National Headquarters of the State Fire Service in the area of terrorist threats is a refresher training in the area of command in rescue operations on the tactical level. This training is intended to enhance the knowledge and to improve skills in the area of command in rescue operations during diverse emergency incidents the scope and nature of which requires application of rescue resources of no more than one battalion or a force including specialist rescue groups.

Unlike other training types, this specific training is not characterized by tripartite division of spheres, and the scope includes the following subjects: organization and command of tactical-level rescue actions; organization of communication; organization of a point of receipt of forces and means as well as logistic facilities; systems of water supply as well as supply of extinguishing and neutralizing media; coordination with cooperating entities [14].

As pointed out by Jerzy Telak, terrorists increasingly apply hazardous materials which could have been transported before [11]. Consequently, the National Headquarters of the State Fire Service has developed a programme of specialist training concerning transportation of hazardous materials. The goal of this training is to prepare the officers for efficient and safe reconnaissance and conducting of rescue and firefighting actions during incidents in transport of dangerous goods (ADR, RID, ICAO, ADN, IMDG). The assumptions of the training envisage an officer to demonstrate specific skills after completion thereof, as mentioned below.

In the cognitive sphere, an officer should: be able to enumerate legal acts governing road, rail, air, inland and maritime transport of dangerous goods; know the safety obligations of parties involved in transport of dangerous goods; know the classification of dangerous goods, as specified in reference to transport of dangerous goods, and explain the principles of packaging selection; indicate exemptions allowing transport of dangerous goods under simplified conditions; be oriented in the documentation required in transport of dangerous goods; know the manners of transport and marking of vehicles and consignment packages in

realizacji zadań z zakresu ratownictwa medycznego w zdarzeniach masowych i mnogich. Po zakończeniu zajęć ich uczestnik powinien wykazać się kompetencjami w trzech sferach.

W sferze poznawczej powinien mieć wiedzę na temat zasad prowadzenia wstępnej (pierwotnej) segregacji medycznej oraz udzielania wsparcia psychicznego, a także umieć wymieniać objawy stresu, omówić sposoby zapobiegania jego skutkom oraz sposoby zapobiegania panice.

W sferze praktycznej powinien potrafić pokierować działaniami z zakresu ratownictwa medycznego do czasu przybycia zespołów Państwowego Ratownictwa Medycznego (PRM), prowadzić wstępną segregację medyczną, stosować działania pozwalające zapanować nad tłumem, udzielać wsparcia psychicznego poszkodowanym, prowadzić „odprawę” zmniejszającą niekorzystne następstwa stresu.

W sferze motywacyjnej oczekuje się od niego wykazania się odpowiedzialnością za bezpieczeństwo swoje i innych oraz za stan techniczny sprzętu, dbałości o ciągłe pogłębianie wiedzy, dbałości o kondycję psychofizyczną [13].

Kolejne szkolenie rekomendowane przez Biuro Szkolenia Komendy Głównej PSP w obszarze zagrożeń terrorystycznych dotyczy poszerzania kompetencji w kierowaniu działaniami ratowniczymi na poziomie taktycznym. Szkolenie to ma na celu poszerzenie wiedzy i doskonalenie umiejętności z zakresu kierowania działaniami ratowniczymi podczas różnego typu zdarzeń ratowniczych, których rozmiar i charakter wymaga wykorzystania zasobów ratowniczych w siłach nieprzekraczających wielkością jednego batalionu lub siły, w skład której wchodzi specjalistyczne grupy ratownicze.

W tym konkretnym szkoleniu nie występuje – jak w innych typach szkoleń – trójkopodział sfer, a zakres tematyki obejmuje następujące treści: organizacja i kierowanie działaniami ratowniczymi poziomu taktycznego, organizacja łączności, organizacja punktu przyjęcia sił i środków oraz zaplecza logistycznego, systemy zaopatrzenia wodnego oraz zabezpieczenia w środki gaśnicze i neutralizujące, współpraca z podmiotami współdziałającymi [14].

Jak zauważył Jerzy Telak, terroryści coraz częściej wykorzystują materiały niebezpieczne, które wcześniej wymagają transportu [11]. Dlatego też Komenda Główna PSP opracowała program specjalistycznego szkolenia dotyczącego transportu materiałów niebezpiecznych. Celem tego szkolenia jest przygotowanie funkcjonariuszy do skutecznego i bezpiecznego rozpoznania oraz prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych podczas zdarzeń w transporcie towarów niebezpiecznych (ADR, RID, ICAO, ADN, IMDG). W założeniach szkolenia przewidziano, że funkcjonariusz po jego ukończeniu wykaże się konkretnymi kompetencjami, o których mowa poniżej.

W sferze poznawczej funkcjonariusz powinien: umieć wymieniać akty prawne regulujące transport drogowy, kolejowy, lotniczy, śródlądowy i morski towarów niebezpiecznych; znać obowiązki uczestników transportu towarów niebezpiecznych w zakresie bezpieczeństwa; znać klasyfikację towarów niebezpiecznych określoną w odniesieniu do transportu towarów niebezpiecznych oraz wyjaśnić zasady doboru opakowań; wskazywać zwolnienia pozwalające przewozić towary niebezpieczne na uproszczonych warunkach; orientować się w dokumentacji wymaganej przy transporcie towarów niebezpiecznych; znać sposoby przewozu oraz oznakowanie środków transportu i sztuk przesyłki w ramach transportu towarów

transport of dangerous goods; know the requirements concerning the structure, equipment and marking of vehicles, tanks and containers as well as bulk transport vehicles in road transport of dangerous goods; know the equipment and accessories used in vehicles for transport of dangerous goods; explain the manners of filling and emptying of tanks used for road transport of dangerous goods under technological conditions; present the possible manners of emergency handling of tank content during emergency situations on road; discuss the coding and hierarchy of tanks and portable tanks for road transport of dangerous goods; identify and explain the nameplates of tanks; explain the principles of transport in a transport chain (multimodal and combined transport).

In the practical sphere, a training participant should demonstrate the abilities to: recognize and evaluate a threat resulting from incidents connected with transport of dangerous goods; identify dangerous goods; intervene in tank filling/emptying systems for the purposes of emergency handling during emergency situations on roads; perform selective chamber emptying of tanks for road transport of dangerous goods; perform cargo handling; select packaging for the purpose of reloading or transport in the area of firefighting and rescue operations; assess the possibility of handling of a vehicle jointly with the cargo.

In the motivational sphere, an officer should manifest the attitude of awareness and understanding of the nature of the threat related to transport of dangerous goods, responsibility for own and other people's health and life, and responsibility for the natural environment [11].

Other mandatory trainings beside those mentioned above include trainings which have been utilized, above all, during preparations for Euro 2012, namely: the training in assembly and disassembly of complete decontamination kits and the training in operation of equipment of a light chemical reconnaissance vehicle.

Thematically related documents also include: *Principles of organization of chemical and ecological rescue under the National Firefighting and Rescue System; Standard procedure during incidents involving radioactive materials – rescue activities at the basic level; as well as Principles of organization of decontamination under conditions of CBRN agent contamination in case of mass incidents during the World Youth Day 2016* [10].

Recommendations, including an original concept of systemic solutions

When analyzing the system of trainings for State Fire Service officers in the area of terrorist threats, it should be noted that most of the presented issues relate to the subject of CBRN and CBRNE as well as the area of rescue. In case of occurrence of an asymmetric scenario, restriction of preparedness of State Fire Service officers only to certain forms of terrorist threats results in a risk of disruption of rescue operations, particularly, compromising of the security of rescuers and the injured. Therefore, such a model of preparation of State Fire Service officers seems insufficient for at least several reasons. Firstly, State Fire Service

niebezpiecznych; znać wymagania dotyczące konstrukcji, wyposażenia i znakowania pojazdów, cystern i kontenerów oraz środków transportu do przewozu luzem w transporcie drogowym towarów niebezpiecznych; znać wyposażenie oraz osprzęt środków transportu w transporcie towarów niebezpiecznych; wyjaśnić sposoby napełniania oraz opróżniania cystern używanych do transportu drogowego towarów niebezpiecznych w warunkach technologicznych; przedstawić możliwe sposoby awaryjnego przemieszczania zawartości cystern podczas zdarzeń awaryjnych na drogach; omawiać kodowanie oraz hierarchię cystern oraz cystern przenośnych używanych do transportu drogowego towarów niebezpiecznych, identyfikować i objaśniać tabliczki znamionowe cystern, wyjaśniać zasady przewozu w łańcuchu transportowym (transport multimodalny, kombinowany).

W sferze praktycznej uczestnik szkolenia powinien się wykazać umiejętnościami: rozpoznawania i oceny zagrożenia wynikającego ze zdarzeń związanych z transportem towarów niebezpiecznych; identyfikacji towaru niebezpiecznego; ingerencji w układy napełniania/opróżniania cystern dla celów awaryjnego przemieszczania podczas zdarzeń awaryjnych na drogach; selektywnego opróżniania komór cystern przeznaczonych do transportu drogowego towarów niebezpiecznych; przemieszczania towaru; dobierania opakowania w celu przeładunku lub transportu na terenie działań ratowniczo-gaśniczych, oceny możliwości przemieszczenia pojazdu wraz z ładunkiem.

W sferze motywacyjnej od funkcjonariusza oczekuje się postawy świadomości i zrozumienia charakteru zagrożenia związanego z transportem towarów niebezpiecznych, odpowiedzialności za własne zdrowie i życie, a także zdrowie i życie innych osób oraz odpowiedzialności za środowisko naturalne [11].

Poza opisanymi powyżej szkoleniami obowiązują również szkolenia przeprowadzane w przeszłości przede wszystkim podczas przygotowań do Euro 2012, tj.: szkolenie z zakresu montażu i demontażu zestawów do dekontaminacji całkowitej oraz szkolenie z zakresu obsługi sprzętu będącego na wyposażeniu lekkiego samochodu rozpoznania chemicznego.

Dokumentami powiązаныmi tematycznie są także: *Zasady organizacji ratownictwa chemicznego i ekologicznego w KSRG, Standardowe zasady postępowania podczas zdarzeń z udziałem materiałów promieniotwórczych – czynności ratownicze na poziomie podstawowym oraz Zasady organizacji dekontaminacji w warunkach skażenia środkami CBRN w przypadku zdarzeń masowych podczas Światowych Dni Młodzieży 2016* [10].

Rekomendacje wraz autorską koncepcją rozwiązań systemowych

Analiza systemu szkoleń funkcjonariuszy PSP w obszarze zagrożeń terrorystycznych pozwoliła zauważyć, iż większość z prezentowanych treści dotyczy tematyki CBRN i CBRNE oraz ratownictwa. Zawężanie przygotowania funkcjonariuszy PSP jedynie do niektórych form zagrożeń o charakterze terrorystycznym powoduje, iż w przypadku wystąpienia scenariusza asymetrycznego, istnieje prawdopodobieństwo zakłócenia działań ratowniczych – zwłaszcza bezpieczeństwa ratowników i poszkodowanych. Zatem taki model przygotowania funkcjonariuszy PSP wydaje się niewystarczający. Po pierwsze, funkcjonariusze PSP

officers during operational actions are exposed to multi-faceted hazards caused by terrorist activities, may be involved in a secondary event, or may also become a potential target for terrorists aiming at crippling of firefighting and rescue operations. In many cases, State Fire Service officers will be the first unit to arrive at a site of an incident of terrorist nature; therefore, they should be able to effectively support systemic operational actions through analytics until the arrival of other services. After all, the perpetrator may await nearby, observing the unfolding situation. For this exact purpose, and also considering other areas in the field of threats of terrorist nature, it seems that a systemic solution preparing State Fire Service officers for all aspects associated with such incidents should be introduced. Under such approach, preparation becomes a significant preventive tool.

Assessing the risk of a terror attack, one can state that the most probable kinds of activity of perpetrators of such acts may include:

- actions of persons employing a mechanical vehicle to perform an attack in communication routes with large numbers of people,
- actions of persons employing firearms or other dangerous objects (e.g. a knife) against people and public utility objects,
- actions of persons employing chemical and biological substances (CBRN agents) against people and public utility objects,
- actions of persons employing explosives against people and public utility objects.

podczas działań operacyjnych są narażeni na wielowątkowe zagrożenia działaniami terrorystycznymi, mogą uczestniczyć w zdarzeniu wtórnym, mogą być również potencjalnym celem terrorystów, którzy dążą do sparaliżowania działań ratowniczo-gaśniczych. Na miejsce zdarzenia o charakterze terrorystycznym funkcjonariusze PSP w wielu przypadkach przybędą jako pierwsza jednostka, a zatem do czasu pojawienia się innych służb powinni umieć skutecznie wesprzeć systemowe działania operacyjne poprzez analitykę. Może się przecież zdarzyć, że zamachowiec oczekuje w pobliżu, obserwując rozwój sytuacji. Właśnie z tego względu, a także mając na uwadze inne obszary z zakresu zagrożeń o charakterze terrorystycznym, wydaje się, iż należy wprowadzić systemowe rozwiązanie przygotowujące funkcjonariuszy PSP do wszystkich aspektów towarzyszących takim zdarzeniom. Tak ujęte przygotowanie staje się istotnym narzędziem prewencyjnym.

Oceniając ryzyko zamachu terrorystycznego można uznać, iż najbardziej prawdopodobnymi rodzajami takiej aktywności mogą być:

- działania osób wykorzystujących pojazd mechaniczny do przeprowadzenia zamachu w ciągach komunikacyjnych z dużą liczbą ludzi,
- działania osób wykorzystujących broń palną lub inne niebezpieczne przedmioty (np. nóż) wobec osób i obiektów użyteczności publicznej,
- działania osób wykorzystujących substancje chemiczne i biologiczne (czynniki CBRN) wobec osób i obiektów użyteczności publicznej,
- działania osób wykorzystujących materiały wybuchowe wobec osób i obiektów użyteczności publicznej.

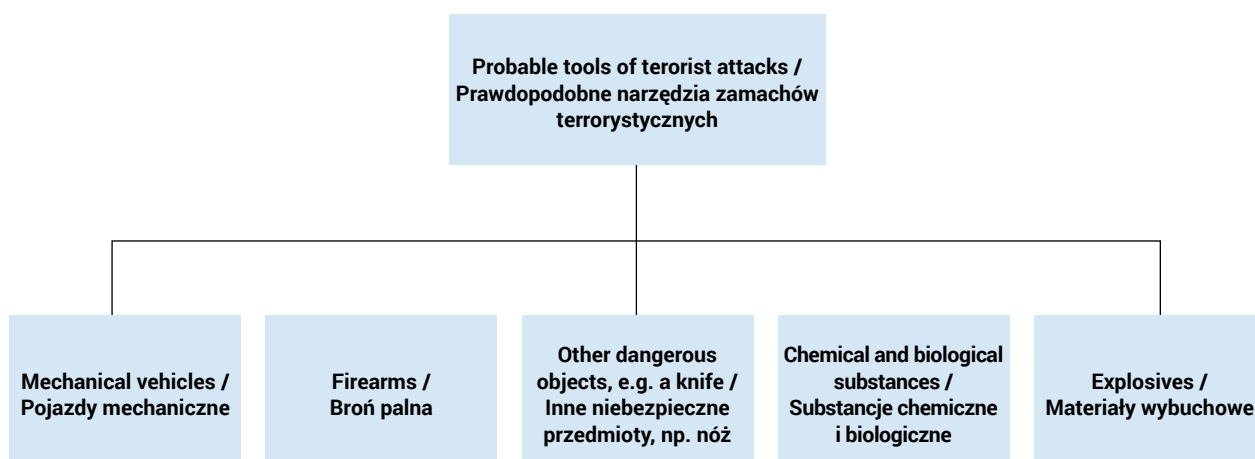


Figure 2. Diagram of probable tools used to carry out a terrorist attack

Rycina 2. Schemat prawdopodobnych narzędzi do przeprowadzenia zamachu terrorystycznego

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Beside social prevention, consisting in provision of necessary knowledge and development of awareness affecting the evolution of attitudes before, during and after a terrorist threat, the primary task is preparation of members of uniformed services responsible for the internal security of the country in this regard. Every state concerned with security should put all efforts into optimal preparation of all state structures for an incident of terrorist nature, especially considering that almost every such event has features of a mass incident.

As mentioned before, members of the State Fire Service should be important recipients of trainings in this area, since it is firefighters who, due to e.g. the nature of their service and the short time of arrival, will probably be one of the first services, if not the first one, to arrive at the site of incident, also in case of an incident of terrorist nature. Consequently, they will be the first – depending on the course of the situation – to undertake rescue actions. Therefore, their knowledge of terrorist threats seems very significant. After terrorist attacks perpetrated in many countries, representatives of anti-terrorist structures of those countries have included the issues from the area of combatting of terrorism into their processes of education of fire service officers, which has increased the effectiveness of implementation of the statutory tasks and prepared the officers for proper reactions during such incidents.

Secondly, firefighters may become witnesses of terrorist incidents in places unrelated to their service. Due to their higher awareness of threats compared to the general public, since they learn the principles of procedure during an attack, they will become the most competent persons with regard to proper recognition of a threat. Therefore, they will significantly increase the odds of proper recognition of a threat, and consequently, the odds of appropriately early activation of the rescue procedure. As a result, possible consequences, such as loss of life and health, will be minimized to an extent.

The issue under consideration is connected with another important component. Namely, Article 3 of the Act on anti-terrorist actions, adopted by the Polish Parliament in 2016, imposes an obligation to prevent terrorist incidents in the territory of Poland on the Head of the Internal Security Agency. In order to perform this task, the Head coordinates exchange of information concerning terrorist incidents, transferred to the Internal Security Agency by the State Fire Service, among other entities. A considerable part of such information consists, most probably, of knowledge concerning incidents involving CBRNE factors in the territory of Poland. However, this kind of threat is only one of several areas of terrorist threats to the internal security of the Republic of Poland, as identified by the services. Therefore, it is appropriate for the purpose of optimization of rescue actions conducted by State Fire Service officers to implement a concept of an extended training programme based on the following substantive issues:

Poza prewencją społeczną, która polega na dostarczaniu niezbędnej wiedzy oraz kształtowaniu świadomości wpływających na ewolucję postaw przed, w trakcie i po zagrożeniu o charakterze terrorystycznym, wiodącym zadaniem państwa jest przygotowanie przedstawicieli formacji umundurowanych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo wewnętrzne kraju do działań w tym obszarze. Każde państwo, któremu zależy na bezpieczeństwie, powinno dołożyć wszelkich starań, aby optymalnie przygotować wszystkie struktury państwa na zdarzenie o charakterze terrorystycznym, zwłaszcza, że prawie każdy taki incydent posiada znamiona zdarzenia masowego.

Jak zostało to już wcześniej powiedziane, grupę docelową szkoleń powinni stanowić przedstawiciele PSP. To strażacy (ze względu m.in. na specyfikę służby oraz krótki czas dojazdu), będą prawdopodobnie pierwszą służbą na miejscu zdarzenia – także tego o charakterze terrorystycznym – a zatem jako pierwsi, w zależności od przebiegu sytuacji, podejmą działania ratownicze. Ich wiedza dotycząca zagrożeń terrorystycznych wydaje się więc nader istotna. Po zamachach terrorystycznych przeprowadzonych na terenach wielu państw przedstawiciele struktur antyterrorystycznych tych krajów, włączyli w proces kształcenia funkcjonariuszy straży pożarnej zagadnienia z zakresu zwalczania terroryzmu, co podniosło skuteczność realizacji ustawowych zadań i przygotowało do prawidłowych reakcji podczas ich trwania.

Dodatkowo, strażacy mogą stać się świadkami zdarzeń o charakterze terrorystycznym w miejscach niemających związku z pełnioną przez nich służbą. Ze względu na fakt, iż w porównaniu do ogółu obywateli będą bardziej świadomi zagrożeń, staną się osobami najbardziej kompetentnymi w zakresie rozpoznania zagrożenia we właściwy sposób. Dzięki temu zwiększą znacząco szansę prawidłowej identyfikacji zagrożenia, a co za tym idzie również szansę na odpowiednio wczesne uruchomienie procedury ratunkowej. W wyniku tego ewentualne skutki, takie jak utrata zdrowia lub życia, zostaną w pewnym stopniu zminimalizowane.

Z przedmiotowym zagadnieniem wiąże się kolejny ważny element. Otóż uchwalona w 2016 r. przez polski parlament ustawa o działaniach antyterrorystycznych w art. 3 nakłada na szefa ABW obowiązek zapobiegania zdarzeniom o charakterze terrorystycznym na terenie Polski. W celu realizacji tego zadania koordynuje on wymianę informacji dotyczących zdarzeń o charakterze terrorystycznym przekazywanych do ABW m.in. przez Państwową Straż Pożarną. Znaczną część tych informacji stanowi najprawdopodobniej wiedza dotycząca zdarzeń z użyciem czynnika CBRN na terenie RP. Jednak – jak już podkreślano – ten rodzaj zagrożenia jest jedynie jednym z kilku identyfikowanych przez służby obszarów zagrożeń terrorystycznych dla bezpieczeństwa wewnętrznego RP. Dlatego w celu optymalizacji działań ratowniczych prowadzonych przez funkcjonariuszy PSP zasadnym jest wdrożenie koncepcji rozszerzonego programu szkoleniowego opartego na następujących zagadnieniach merytorycznych:

Table 1. An original suggestion of the substantive scope of trainings
Tabela 1. Autorska propozycja zakresu merytorycznego szkoleń

Module / Moduł	Cognitive effect / Efekt poznawczy
History of terrorism / Historia terroryzmu	The issues of the history of terrorism will enable learning the development of this phenomenon over the years, as well as the mechanisms of action of perpetrators of such acts, and consequently, understanding of the process that has caused the occurrence of its modern form. / Zagadnienia dotyczące historii terroryzmu pozwolą poznać rozwój tego zjawiska na przestrzeni lat, a także przeanalizować mechanizmy działania sprawców tych zdarzeń, a co za tym idzie zrozumieć proces, który doprowadził do powstania jego współczesnej formy.
International legal regulations in the area of combatting of terrorism	Explanation of the term "terrorism", including numerous controversies related to the definition. Familiarization with international legal regulations functioning in the area of the issue and presentation of areas of Poland's cooperation with international structures for the sake of increasing of efficiency of combatting of terrorism in the territory of the Republic of Poland (cooperation with organizations and institutions involved in this issue in the area of the EU, UN, OSCE, NATO). / Wyjaśnienie terminu „terroryzm” z uwzględnieniem wielu kontrowersji wokół definicji tego pojęcia. Przybliżenie międzynarodowych regulacji prawnych funkcjonujących w obrębie zagadnienia oraz przedstawienie obszarów współpracy Polski ze strukturami międzynarodowymi na rzecz wzmocnienia efektywności zwalczania zjawiska, jakim jest terroryzm, na terytorium RP (współpraca z organizacjami i instytucjami zajmującymi się tym zagadnieniem na obszarze UE, ONZ, OBWE, NATO).
Cooperation in the area of prevention and combatting of terrorism within the EU and NATO / Międzynarodowe uregulowania prawne w zakresie zwalczania terroryzmu	
Współpraca w zakresie przeciwdziałania terroryzmowi i jego zwalczania w ramach UE i NATO	
Characteristic of assorted terrorist organizations, their origin, development, international activity (Al-Qaeda, Hezbollah, Hamas, Islamic State, Caucasus Emirate, Lashkar-e-Taiba)	Presentation and characterization of the most important terrorist organizations currently active in the world. Their origin, most important values in their process of functioning, objectives. Understanding of the manner and tactics of operation of their members.
Symbolism of terrorist organizations – examples (principal symbols, their meaning and application, tattoos) / Charakterystyka wybranych organizacji terrorystycznych, geneza ich powstania, rozwój, aktywność na arenie międzynarodowej (Al Kaida, Hezbollah, Hamas, Państwo Islamskie, Emirat Kaukaski, Laskar a Taiba)	Presentation and explanation of the symbolism used by such organizations, including tattoos placed on the terrorists' bodies. This issue is important due to the fact that State Fire Service officers are often the first to arrive at the site of a terrorist incident – therefore, if they know the symbolism, they would be able to identify the persons' affiliation with specific terrorist groups. / Przedstawienie i charakterystyka najistotniejszych organizacji terrorystycznych działających na świecie w chwili obecnej. Ich geneza, najważniejsze wartości w procesie ich funkcjonowania, cele. Zrozumienie sposobu i taktyki postępowania ich członków. Przedstawienie i rozszyfrowanie symboliki, którą posługują się te organizacje, w tym tatuaże umieszczanych na ciałach terrorystów. Zagadnienie istotne ze względu na fakt, że funkcjonariusze PSP często pojawiają się jako pierwsi na miejscu zdarzenia terrorystycznego i jeśli będą znali symbolikę, będą w stanie identyfikować przynależność osób do poszczególnych formacji terrorystycznych.
Symbolika organizacji terrorystycznych – przykłady (główne symbole, ich znaczenie i zastosowanie, tatuaże)	
Characteristics and course of major terrorist attacks	The course of major terrorist attacks which have taken place worldwide enables discovering the operational tactics of terrorists, their planning, sequence of events, as well as measures taken by anti-terrorist services in order to eliminate the threat and secure the incident site upon the end of the attack. The analysis of the role of firefighting units present at the incident site with regard to securing thereof and conducting of rescue actions under difficult conditions is important as well. / Przebieg największych zamachów terrorystycznych, które miały miejsce na świecie, pozwala zapoznać się z taktyką działania terrorystów, planowaniem, sekwencją wydarzeń oraz z podejmowanymi przez służby antyterrorystyczne działaniami zmierzającymi do eliminacji zagrożenia i zabezpieczenia miejsca zdarzenia po zakończeniu ataku. Ważna jest również analiza roli jednostek straży pożarnej obecnych na miejscu zdarzenia pod kątem jego zabezpieczenia i prowadzenia działań ratowniczych w trudnych warunkach.
Role of fire service units in securing of the incident site / Charakterystyka i przebieg największych zamachów terrorystycznych	
Rola jednostek straży pożarnej w zabezpieczeniu miejsca zdarzenia	

Ideology, cultural and civilization differences, characterization of representatives of assorted countries with high risk of terrorism /

Ideologia, różnice kulturowo-cywilizacyjne, charakterystyka przedstawicieli wybranych krajów podwyższonego ryzyka terrorystycznego

In order to properly understand the behaviour of terrorist incident perpetrators, it is necessary to learn the cultural and civilization differences in countries identified as countries of high risk of terrorism. Such differences usually result from confessing another religion, professing different values, development of interpersonal relations on the basis of different principles. Their approach to people from countries of a different culture and behavior is varied. The understanding of such mechanisms will often allow explanation of attitudes of persons identified as terrorists. This extremely important knowledge of niche nature should be transferred to every person responsible for safety of public utility objects. / Aby właściwie zrozumieć zachowania sprawców zdarzeń o charakterze terrorystycznym, konieczne jest zapoznanie się z różnicami kulturowo-cywilizacyjnymi, z którymi spotykamy się w krajach identyfikowanych jako kraje podwyższonego ryzyka terrorystycznego. Odmienności te są na ogół wynikiem wyznawania innej religii, uznawania odmiennych systemów wartości, konstruowania na innych zasadach stosunków pomiędzy ludźmi. Różne jest w nich podejście do przedstawicieli państw o innej kulturze i sposobie postępowania. Zrozumienie tych mechanizmów często pozwala wyjaśnić postawy osób identyfikowanych jako terroryści. Ta niesłychanie istotna wiedza, mająca charakter niszowy, powinna być przekazywana każdej osobie odpowiedzialnej za bezpieczeństwo obiektów użyteczności publicznej.

The anti-terrorist system in the territory of Poland (system areas: strategic, operational, tactical) /

System antyterrorystyczny na terytorium RP (obszary systemu – strategiczny, operacyjny, taktyczny)

Three areas can be distinguished under the anti-terrorist system in force in Poland:

1. Strategic – under which the Prime Minister and the Council of Ministers undertake crucial actions of systemic nature in the area of anti-terrorist protection of the country. Creation of the state anti-terrorist policy is also among the tasks of consultative and advisory bodies, i.e. the Inter-Ministerial Team for Terrorist Threats, the Special Services Committee and the Government Crisis Management Team (RZZK). Furthermore, a particular role in the system is played by the minister competent for internal affairs.
2. Operational – under which tasks are implemented in order to coordinate the exchange of information between individual services and institutions comprising the anti-terrorist system of Poland, as well as ongoing monitoring and analysis of terrorist threats is conducted. Tasks in this area are coordinated by the Anti-Terrorist Centre of the Internal Security Agency and, in the area of issues related to crisis management, by the Government Centre for Security (RCB).
3. Tactical – performed by individual services, authorities and institutions whose jurisdiction includes anti-terrorist protection of the country.

When discussing individual system areas, it is necessary to reference in detail the tasks and obligations of individual services and institutions comprising the system. /

W przyjętym w Polsce systemie antyterrorystycznym wyróżnić można trzy obszary:

1. Strategiczny – w ramach którego podejmowane są przez Prezesa Rady Ministrów i Radę Ministrów kluczowe działania o charakterze systemowym w zakresie ochrony antyterrorystycznej kraju. Tworzenie polityki antyterrorystycznej państwa należy również do zadań organów opiniotwórczo-doradczych, tj. Międzyresortowego Zespołu do Spraw Zagrożeń Terrorystycznych, Kolegium ds. Służb Specjalnych i Rządowego Zespołu Zarządzania Kryzysowego (RZZK). Szczególną rolę w systemie odgrywa także minister właściwy do spraw wewnętrznych.
2. Operacyjny – w ramach którego realizowane są zadania służące koordynacji wymiany informacji między poszczególnymi służbami i instytucjami wchodzącymi w skład systemu antyterrorystycznego RP, a także prowadzony jest bieżący monitoring i analiza zagrożeń o charakterze terrorystycznym. Zadania w tym obszarze koordynuje Centrum Antyterrorystyczne Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego oraz – w odniesieniu do kwestii związanych z zarządzaniem kryzysowym – Rządowe Centrum Bezpieczeństwa (RCB).
3. Taktyczny – wykonywany przez poszczególne służby, organy i instytucje, w których zakresie właściwości pozostaje antyterrorystyczna ochrona kraju.

Podczas omawiania poszczególnych obszarów systemu konieczne jest szczegółowe odniesienie się do zadań i obowiązków poszczególnych służb i instytucji włączonych w system.

Act on Anti-Terrorist Actions – legislative solutions and assumptions aimed at increasing the activity of authorities and services in the field of combatting of terrorism /

On 2 July 2016, the Parliament of Poland adopted the Act on anti-terrorist actions (Journal of Laws, item 904), the basic goal of which is to increase the efficiency of the Polish anti-terrorist system, and thus to increase the safety of citizens of the Republic of Poland. The legislative solutions introduced by the act should be known to members of the State Fire Service, since, as shown by the experience and practice, their knowledge in this regard is insufficient. Therefore, they should learn the content of the document and the introduced legal regulations in order to be able to distinguish between activities at the stage of anti-terrorist and counter-terrorist actions, and thus to increase the efficiency of action. /

Ustawa o działaniach antyterrorystycznych – założenia i rozwiązania legislacyjne służące zwiększeniu aktywności organów i służb w zwalczaniu terroryzmu	W dniu 2 lipca 2016 roku polski parlament uchwalił ustawę o działaniach antyterrorystycznych (DzU, poz. 904), której podstawowym celem jest podniesienie efektywności polskiego systemu antyterrorystycznego, a tym samym zwiększenie bezpieczeństwa obywateli RP. Wprowadzone przez ustawę rozwiązania legislacyjne powinny być znane członkom PSP, a jak pokazuje doświadczenie i praktyka, ich wiedza w tym zakresie jest niewystarczająca. Powinni zatem poznać treść dokumentu i wprowadzone regulacje prawne, tak by móc rozróżnić działania na etapie czynności antyterrorystycznych i kontrterrorystycznych, a tym samym zwiększyć efektywność działania.
Alert states Obligations of authorities and institutions in case of announcement and introduction of alert states /	The Act on anti-terrorist actions has introduced alert states related to terrorist threat in the territory of Poland. The Regulation by the Prime Minister of 25 July 2016 on the scope of activities performed under specific alert states and CRP alert states has provided public administration bodies as well as heads of services and institutions competent in matters of security and crisis management with a detailed scope of undertakings performed as a part of their statutory powers under individual alert states. Due to the fact that the role of security specialists in public utility objects is often played by firefighters, inclusion of knowledge in this regard seems necessary in their education system. / Ustawa o działaniach antyterrorystycznych wprowadziła stopnie alarmowe odnoszące się do zagrożenia terrorystycznego na terytorium RP. Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 25 lipca 2016 r. w sprawie zakresu przedsięwzięć wykonywanych w poszczególnych stopniach alarmowych i stopniach alarmowych CRP, nałożyło na organy administracji publicznej oraz kierowników służb i instytucji właściwych w sprawach bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego szczegółowy zakres przedsięwzięć wykonywanych w ramach ich kompetencji ustawowych w poszczególnych stopniach alarmowych. Z uwagi na fakt, iż rolę specjalistów ds. bezpieczeństwa w obiektach użyteczności publicznej wielokrotnie pełnią strażacy, uwzględnienie wiedzy w tym zakresie wydaje się konieczne w systemie ich edukacji.
Stopnie alarmowe Obowiązki organów i instytucji w przypadku ogłoszenia i wprowadzenia stopni alarmowych	Polish anti-terrorist services diagnose a range of terrorist threats to the internal and external security of the Republic of Poland (such as: persons travelling to the war zones in Syria and Iraq, illegal migration, radicalization of attitudes, "lone wolves", involvement in organized crime structures of persons from backgrounds originating from countries with high risk of terrorism, attacks on military contingents and diplomats stationed outside the territory of the Republic of Poland). Learning of different categories of terrorist incidents enables better understanding of the anti-terrorist system in force in Poland, classification of possible targets of such actions, skillful recognition of needs resulting from anti-terrorist protection. / Polskie służby antyterrorystyczne diagnozują szereg zagrożeń terrorystycznych dla bezpieczeństwa wewnętrznego i zewnętrznego RP (m.in. osoby wyjeżdżające w strefę walki na terenie Syrii i Iraku, nielegalna migracja, radykalizacja postaw, samotne wilki, udział osób ze środowisk z krajów podwyższonego ryzyka terrorystycznego w strukturach zorganizowanych grup przestępczych, ataki na kontyngenty wojskowe i dyplomatów stacjonujących poza granicami RP). Poznanie różnych kategorii zdarzeń o charakterze terrorystycznym pozwala lepiej rozumieć istniejący w Polsce system antyterrorystyczny, sklasyfikować możliwe cele takich działań, umiejętnie rozpoznawać potrzeby wynikające z zabezpieczenia antyterrorystycznego.
Essential categories of terrorist threats in the internal and external aspect – characteristics of soft and hard targets Categories of terrorist incidents – types Podstawowe kategorie zagrożeń o charakterze terrorystycznym w aspekcie wewnętrznym i zewnętrznym – charakterystyka celów miękkich i twardych Kategorie zdarzeń o charakterze terrorystycznym – rodzaje	The procedures under consideration have been developed by the Government Centre for Security in case of: – explosion of an explosive device/terrorist attack (in this case, the State Fire Service as well), – aircraft hijacking, – water craft hijacking, – hostage situation, – epidemiological contamination / biological weapon attack, – chemical/ecological contamination, – radioactive contamination, including so-called "dirty bomb" attack, – attack on a Polish representation abroad, – threat to Polish citizens abroad, – threat to the security of IT networks/cyberattack, – attack on a person, device, facility protected by the State Protection Service (SOP). All the procedure categories mentioned above are related to the process of exchange of information, tasks undertaken by individual formations at the site of a terrorist incident. The procedures describe the details of the legal basis governing the powers of individual services in this area. Knowledge in this area enables acquainting oneself with the kind of services and institutions involved in securing of such incidents. /

Procedury reagowania na zdarzenia o charakterze terrorystycznym

Przedmiotowe procedury zostały opracowane przez Rządowe Centrum Bezpieczeństwa na wypadek:

- eksplozji ładunku wybuchowego / zamachu terrorystycznego (w tym przypadku również PSP),
- uprowadzenia statku powietrznego,
- uprowadzenia środka transportu komunikacji wodnej,
- sytuacji zakładniczej,
- skażenia epidemiologicznego / ataku z użyciem broni biologicznej,
- skażenia chemicznego/ekologicznego,
- skażenia promieniotwórczego, w tym ataku tzw. „brudną bombą”,
- zamachu na polskie przedstawicielstwo za granicą,
- zagrożenia dla obywateli polskich za granicą,
- zagrożenia dla bezpieczeństwa sieci teleinformatycznych / cyberatak,
- zamachu na osobę, urządzenie, obiekt ochraniających przez SOP.

Wszystkie wymienione kategorie procedur dotyczą procesu wymiany informacji, zadań podejmowanych przez poszczególne formacje na miejscu zdarzenia o charakterze terrorystycznym. Procedury szczegółowo opisują podstawy prawne regulujące kompetencje poszczególnych służb w tym obszarze. Wiedza w tym zakresie pozwala zapoznać się z rodzajem służb i instytucji zaangażowanych w zabezpieczenie ww. zdarzeń.

Procedure in case of a threat of a terrorist attack /

Practical knowledge concerning specific behaviour during incidents of terrorist nature is not common in the Polish society. Therefore, it is necessary to propagate it among the citizens of the Republic of Poland, so that they would be able to minimize the risk of loss of life or health through proper behaviour during potential terrorist incidents. The practical element is important as well, in the form of conducting of drill (simulated incidents), as it will allow verification of the existing theoretical knowledge with regard to actual skills.

A firefighter should know the principles and be able to apply them, not only during rescue actions but also in various everyday situations, off-duty. Therefore, the procedures concerning the following aspects will require discussion:

- rendering a person with a firearm harmless,
- incidents involving explosives,
- incidents involving chemical, biological, radioactive factors.

Another important component of emergency response to terrorist incidents will be learning of the procedures connected with a hostage situation, a counter-terrorist situation, a situation concerning an unidentified parcel being left in public. /

Wiedza praktyczna dotycząca konkretnych zachowań podczas zdarzeń o charakterze terrorystycznym nie jest w polskim społeczeństwie powszechna. Istnieje zatem potrzeba jej propagowania wśród obywateli RP, tak by podczas ewentualnych zdarzeń o charakterze terrorystycznym potrafili zminimalizować ryzyko utraty życia lub zdrowia poprzez właściwe zachowanie. Ważny jest również element praktyczny – przeprowadzenie ćwiczeń (symulowanych zdarzeń) pozwoli zweryfikować posiadaną wiedzę teoretyczną pod kątem rzeczywistych umiejętności.

Strażak powinien znać zasady i umieć je zastosować, nie tylko podczas akcji ratowniczych, ale również w różnych sytuacjach życia codziennego, poza służbą. Omówienia wymagać będą zatem procedury dotyczące:

- neutralizacji działań osoby posiadającej broń palną,
- zdarzeń z wykorzystaniem materiałów wybuchowych,
- zdarzeń z wykorzystaniem czynników chemicznych, biologicznych, radioaktywnych.

Ważnym elementem w reagowaniu kryzysowym na zdarzenia o charakterze terrorystycznym będzie również poznanie procedur związanych z sytuacją zakładniczą, sytuacją kontrterrorystyczną, sytuacją dotyczącą pozostawienia w miejscu publicznym niezidentyfikowanej przesyłki.

Postępowanie w przypadku zagrożenia atakiem terrorystycznym

Procedure of coordination of a protection plan of areas, objects and facilities subject to mandatory protection against terrorist threats /

The hitherto binding procedure of coordination of protection plans of areas, objects and facilities listed in the provincial registry of areas, objects and facilities subject to mandatory protection, hereinafter referred to as “protection plans”, has been expanded by participation of the Internal Security Agency in coordination of such plans with regard to terrorist threats. Therefore, this component is worth including in the education process of future firefighters/students of civilian faculties of fire service. If such persons obtain knowledge in this area, they will be able not only to evaluate fire safety issues but also to take a broader look at the manner of securing of a given object. /

Procedura uzgadniania planu ochrony obszarów, obiektów i urządzeń podlegających obowiązkowej ochronie w zakresie zagrożeń o charakterze terrorystycznym

Dotychczasowa procedura uzgadniania planów ochrony obszarów, obiektów i urządzeń wymienionych w wojewódzkiej ewidencji obszarów, obiektów i urządzeń podlegających obowiązkowej ochronie, zwanych dalej „planami ochrony”, została rozszerzona o udział ABW w uzgadnianiu tych planów w zakresie zagrożeń o charakterze terrorystycznym. Dlatego element ten warto włączyć w proces dydaktyczny przyszłych strażaków/studentów kierunków cywilnych służby pożarniczej. Jeśli wymienione osoby uzyskają wiedzę w tym zakresie, będą miały możliwość nie tylko oceny kwestii związanych z bezpieczeństwem przeciwpożarowym, ale również szerszego spojrzenia na sposób zabezpieczenia danego obiektu.

Firefighter / civilian fire protection expert – subject of interest of terrorist groups /	Fire service officers may become subjects of interest of members of crime groups, intelligence structures, terrorist groupings. Due to their performance of tasks related to broadly understood security, they have sensitive (often classified) knowledge in this area. Such information, illicitly disclosed to third parties, may be utilized e.g. in planning of terrorist incidents. Therefore, students should be acquainted with the methods which can be used by members of terrorist organizations to obtain such information about them, and informed about the procedures intended to avoid the risk of unauthorized disclosure of such knowledge. / Funkcjonariusze straży pożarnej mogą być podmiotem zainteresowania członków grup przestępczych, struktur wywiadowczych, grup terrorystycznych. Ze względu na wykonywanie zadań dotyczących szeroko rozumianego bezpieczeństwa dysponują oni wrażliwą wiedzą w tym obszarze (często jest to wiedza o charakterze niejawnym). Informacje takie, udostępnione w sposób nieuprawniony osobom trzecim, mogą zostać wykorzystane na przykład podczas planowania zdarzeń o charakterze terrorystycznym. Należy zatem wskazać słuchaczom metody, jakimi członkowie organizacji terrorystycznych mogą uzyskiwać przedmiotowe informacje na ich temat, oraz poinformować ich o sposobach postępowania w celu uniknięcia ryzyka nieuprawnionego ujawnienia takiej wiedzy.
Strażak / cywilny ekspert ds. zagrożeń przeciwpożarowych – podmiot zainteresowania grup terrorystycznych	
Open-source intelligence, analysis of information with regard to terrorist incidents /	An important part of work – in particular, of firefighter teams, also including persons responsible for security of public utility objects – is the ability to analyze information concerning the course of terrorist incidents, especially in situations when fire services were present at the incident site. In the work of firefighter rescue teams, this part constitutes an important factor, both from the viewpoint of the course of such attacks and in the context of drawing conclusions concerning change of hitherto existing procedures of response to crisis situations. This part should be used in everyday work of persons responsible for ensuring of security in a given object. / Ważnym elementem pracy – w szczególności zespołów strażackich, w tym również osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo obiektów administracji publicznej – jest umiejętność analizy informacji na temat przebiegu zdarzeń o charakterze terrorystycznym, zwłaszcza w takich sytuacjach, gdzie na miejscu zdarzenia obecne były służby pożarnicze. W pracy strażackich zespołów ratowniczych element ten stanowi istotny czynnik, zarówno z punktu widzenia wiedzy o przebiegu takich ataków, jak również w kontekście wyciągania wniosków dotyczących zmiany dotychczasowych procedur reagowania na sytuacje kryzysowe. Taka analiza informacji powinna być wykorzystywana w codziennej pracy osób odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa w danym obiekcie.
Biały wywiad, analiza informacji pod kątem zdarzeń o charakterze terrorystycznym	

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Conclusions

The original concept of a substantive scope, as presented above, may serve as a basis for implementation of a systemic solution at successive stages. A three-module division of activities may be introduced in this solution:

- comprehensive education of officers, both in the theoretical and practical area;
- development of procedures taking account of hybrid development of terrorist threat scenarios;
- implementation of a systemic solution for all officers of the State Fire Service.

Podsumowanie i wnioski

Przedstawiona powyżej autorska koncepcja zakresu merytorycznego może stanowić podstawę do wdrożenia na kolejnych etapach rozwiązania systemowego. W rozwiązaniu tym można wprowadzić trójmodułowy podział aktywności:

- kompleksowo kształcić funkcjonariuszy, zarówno w zakresie teoretycznym, jak i praktycznym;
- opracować procedury z uwzględnieniem hybrydowego rozwoju scenariuszy zagrożeń o charakterze terrorystycznym;
- wdrożyć systemowe rozwiązanie dla wszystkich funkcjonariuszy PSP.

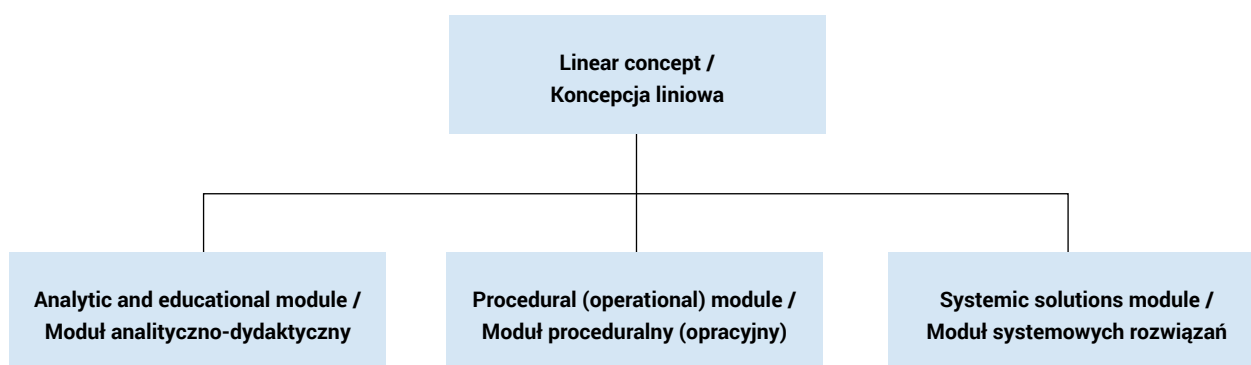


Figure 3. Diagram of division of activities under the systemic concept
Rycina 3. Schemat podziału aktywności w koncepcji systemowej

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The concept has been based on linear training, enabling preservation of continuity of the implemented subject matter, and it would constitute a unified mechanism of systemic solutions in preparation of State Fire Service officers for incidents of terrorist nature. The proposed model is a construct of three modules.

The analytic and educational module would comprise the mode described under the substantial concept, supplemented by analytics.

The procedural (operational) module would consist of four components: explosive disposal, tactical rescue, personal protection of an officer, and psychotraumatology. These components would constitute areas which will probably be faced most frequently by officers during terrorist incidents. The task of individual factors is: for the explosive disposal component, to implement knowledge in the area of explosives and structure of explosive devices; for tactical rescue, to gain the ability to secure lacerations, stab wounds and gunshot wounds. The other two components would be correlated with each other. Personal protection of an officer would be supported by psychotraumatology, enabling the officer to learn the techniques of management of oneself and others under intense stress or in life-threatening situations.

The third module would consolidate the previous two, simultaneously working out schemes of systemic solutions for each of the indicated orders.

The indications above may significantly affect the increase in efficiency of operation of the State Fire Service officers during a terrorist incident. Optimization of the area under consideration will also enable maintenance of individual safety of State Fire Service officers, additionally taking account of securing technological solutions in case of impossibility of reporting to the commander. Moreover, an officer thus prepared may adequately respond to an arisen terrorist threat while off-duty.

The concept above would complement the potential central terrorism prevention office. The essence of such an organizational system would be interdepartmental cooperation at the preparatory (preventive) stage. Although the Inter-Ministerial Team for Terrorist Threats has been established by the Prime Minister in 2006, as an advisory body to the Council of Ministers [15], an

Koncepcja została oparta na planowaniu liniowym, pozwalającym na zachowanie ciągłości wdrażanej problematyki i mogącym stanowić ujednolicony mechanizm systemowych rozwiązań w przygotowaniu funkcjonariuszy PSP na zdarzenia o charakterze terrorystycznym. Proponowany model to konstrukt trzech modułów.

Moduł analityczno-dydaktyczny stanowiłby tryb opisany w koncepcji merytorycznej, wzbogacony o analitykę.

Moduł proceduralny (operacyjny) składałby się z czterech elementów: pirotechnicznego, ratownictwa taktycznego, ochrony osobistej funkcjonariusza i psychotraumatologicznego. Powyższe komponenty tworzyłyby obszary, z którymi funkcjonariusze prawdopodobnie spotkają się najczęściej podczas zdarzeń o charakterze terrorystycznym. Zadaniem poszczególnych faktorów jest: w przypadku komponentu pirotechnicznego – wdrożenie wiedzy w zakresie materiałów wybuchowych oraz konstrukcji ładunków wybuchowych, w przypadku ratownictwa taktycznego – zdobycie umiejętności zabezpieczenia ran szarpanych, kłutych oraz postrzałowych. Kolejne dwa komponenty byłyby ze sobą skorelowane. Ochrona osobista funkcjonariusza zostałaby wsparta przez psychotraumatologię, dzięki czemu funkcjonariusz poznałby techniki zarządzania sobą oraz innymi w sytuacji silnego stresu oraz zagrożenia życia.

Moduł trzeci konsolidowałby dwa poprzednie moduły, jednocześnie wypracowując schematy rozwiązań systemowych dla każdego ze wskazanych porządków.

Powyższe wskazania mogą znacząco wpłynąć na zwiększenie efektywności działania funkcjonariuszy PSP podczas zdarzenia o charakterze terrorystycznym. Optymalizacja przedmiotowego obszaru pozwoli również na zachowanie bezpieczeństwa indywidualnego funkcjonariuszy PSP, uwzględniając dodatkowo zabezpieczające rozwiązania technologiczne na wypadek braku możliwości przekazania meldunku dowódcy. Ponadto tak przygotowany funkcjonariusz może adekwatnie zareagować na zaistniałe zagrożenie o charakterze terrorystycznym w sytuacji, kiedy znajduje się poza służbą.

Koncepcja ta mogłaby stanowić dopełnienie potencjalnego centralnego ośrodka prewencji terrorystycznej. Istotą takiego systemu organizacyjnego byłaby międzyresortowa

integrated system of a central terrorism prevention office would enable compatibility of all entities included in the system as well as in defensive and protective subsystems, already at the level of prevention. The organizational model of the solution above is a structure enabling development of joint preventive models in the analytical, substantive, operational and technological area. Dispersed tasks often cause jurisdictional chaos, whereas they should constitute a precise mechanism. Countries where acts of terror have occurred, e.g. the USA, have understood such shortcomings and, as mentioned above, have drawn conclusions, both increasing the scope of powers of fire service officers and creating uniform systemic solutions.

It may seem that terrorist incidents are unlikely in Poland, yet the state of anti-terrorist awareness should be raised and the tasks implemented by individual services in the area of operational and reconnaissance, analytical, tactic (counter-terrorist), or rescue activities should be supported and corrected. Action towards raising of anti-terrorist awareness as well as knowledge and skills aimed at more professional preparation also applies to students of civilian faculties, learning within the structure of the Main School of Fire Service, as well as in educational establishments of other uniformed services, as future security specialists responsible for ensuring the security of public utility facilities and persons present therein. Representatives of state administration bodies, performing the function of supervision over the services, should receive support for their actions in the area of implementation, among other things, legislative activities concerning combatting of terrorism, aimed at improvement of the quality and efficiency of the subordinate anti-terrorist services in the area under consideration.

Definitely, the basis for stability of the state of security is optimal preparedness of all components of the security system for a terrorist threat. This would enable minimization of losses and optimization of the forces and means allocated for incidents of such nature.

współpraca na etapie przygotowawczym (prewencyjnym). Wprawdzie w 2006 roku przez Prezesa Rady Ministrów został powołany Międzyresortowy Zespół do spraw Zagrożeń Terrorystycznych, będący organem doradczym Rady Ministrów [15], jednakże zintegrowany system centralnego ośrodka prewencji terrorystycznej pozwoliłby na kompatybilność wszystkich podmiotów będących w systemie oraz podsystemach obronno-ochronnych już na poziomie prewencji. Model organizacyjny powyższego rozwiązania to struktura pozwalająca na wypracowanie wspólnych modeli prewencyjnych w następujących obszarach: analitycznym, merytorycznym, operacyjnym oraz technologicznym. Rozproszone zadania często powodują chaos kompetencyjny, a powinny działać jak precyzyjny mechanizm. Państwa, w których doszło do zamachów, np. Stany Zjednoczone, zrozumiały braki tej natury i – jak już zostało wspomniane – wyciągnęły wnioski, zwiększając zarówno zakres kompetencyjny funkcjonariuszy straży pożarnej, jak i tworząc jednolite rozwiązania systemowe.

Może się wydawać, iż w Polsce zdarzenia o charakterze terrorystycznym są mało prawdopodobne. Mimo to należy podnosić stan świadomości antyterrorystycznej oraz wspierać i poprawiać realizowane przez poszczególne formacje zadania w obszarze czynności operacyjno-rozpoznawczych, analitycznych, taktycznych (konterrorystycznych), ratowniczych. Działanie na rzecz podnoszenia świadomości antyterrorystycznej oraz wiedzy i umiejętności pod kątem bardziej profesjonalnego przygotowania dotyczy również studentów kierunków cywilnych kształcących się w strukturze SGSP oraz w placówkach dydaktycznych innych służb mundurowych. Są to przyszli specjaliści odpowiedzialni za zapewnienie bezpieczeństwa obiektów użyteczności publicznej i przebywających w nich osób. Przedstawiciele organów administracji państwowej pełniący funkcję nadzoru nad służbami powinni otrzymać wsparcie w obszarze realizacji m.in. czynności legislacyjnych w zakresie zwalczania terroryzmu służących poprawie jakości i skuteczności działania podległych służb antyterrorystycznych w przedmiotowym zakresie.

Zdecydowanie podstawą stabilności systemu bezpieczeństwa jest optymalne przygotowanie wszystkich jego elementów na zagrożenie o charakterze terrorystycznym. Pozwoli to na minimalizację strat oraz optymalizację sił i środków zadysponowanych do zdarzeń o takim charakterze.

List of abbreviations

PSP	– State Fire Service
KSRG	– National Firefighting and Rescue System
ABW	– Internal Security Agency
CBRN	– chemical, biological, radiological, and nuclear weapons
CBRNE	– threat of chemical, biological, radiological, nuclear and explosive nature

Wykaz skrótów

PSP	– Państwowa Straż Pożarna
KSRG	– Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy
ABW	– Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego
CBRN	– broń chemiczna, biologiczna, radiologiczna i nuklearna
CBRNE	– zagrożenie czynnikami o charakterze chemicznym, biologicznym, radiologicznym, nuklearnym oraz materiałami wybuchowymi

Literature / Literatura

- [1] *Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2014.
- [2] *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2013.
- [3] Safjański T., Szlachter D., *Koordinacja działań wobec zagrożeń terroryzmem w wymiarze wewnętrznym i międzynarodowym*, w: Jałoszyński K., Aleksandrowicz T., Wiciak K., *Bezpieczeństwo państwa a zagrożenie terroryzmem*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, Szczytno 2016, 367–368.
- [4] FDNY Terrorism Preparedness & Response Training, Issue 8 and Volume 6, <https://www.firerescuemagazine.com/articles/print/volume-6/issue-8/training-0/fdny-terrorism-preparedness-response-training.html>. [dostęp: 30.07.2019].
- [5] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. z 2013 r., poz. 1340 z późn. zm.).
- [6] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie pożarowej (Dz.U. z 2017 r., poz. 736).
- [7] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie szczegółowej organizacji Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego (Dz.U. z 2017 r., poz. 1319)
- [8] Ustawa z dnia 10 czerwca 2016 roku o działaniach antyterrorystycznych (Dz.U. z 2016 r., poz. 904).
- [9] Cichomski M., Horoszko M., Idzikowska I., *Przygotowanie do przejmowania kontroli nad zdarzeniami o charakterze terrorystycznym oraz reagowanie w przypadku wystąpienia takich zdarzeń w świetle rozwiązań ustawy o działaniach antyterrorystycznych*, w: Zubrzycki W., Jałoszyński K., Babiński A. (red.), *Polska ustawa antyterrorystyczna – odpowiedź na zagrożenia współczesnym terroryzmem*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, Szczytno 2016.
- [10] Informacje otrzymane drogą e-mail z Biura Szkolenia Komendy Głównej PSP z dnia 05.08. 2019 [dostęp: 06.08.2019].
- [11] Telak J., *Straż pożarna wobec zagrożenia terroryzmem*, w: Jałoszyński K., Aleksandrowicz T., Wiciak K., *Bezpieczeństwo państwa a zagrożenie terroryzmem*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, Szczytno 2016, 128–140.
- [12] Informacje z Biura Szkolenia Komendy Głównej PSP z dn. 05.08.2019 https://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/Zak_res_podstawowy [dostęp: 06.08.2019].
- [13] Informacje z Biura Szkolenia Komendy Głównej PSP z dn. 05.08.2019 https://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/Szkolenie_instruktorow [dostęp: 06.08.2019].
- [14] Informacje z Biura Szkolenia Komendy Głównej PSP z dn. 05.08.2019 https://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/Inne_szkolenia_doskonalace [dostęp: 06.08.2019].
- [15] Zarządzenie nr 162 Prezesa Rady Ministrów z dnia 25 października 2006 r. w sprawie utworzenia Międzyresortowego Zespołu do Spraw Zagrożeń Terrorystycznych, par. 2.1, ust. 2 [online], <https://bip.kprm.gov.pl/kpr/bip-rady-ministrow/organy-pomocnicze/organy-pomocnicze-rady/128,Miedzyresortowy-Zespol-do-Spraw-Zagrozen-Terrorystycznych.html> [dostęp: 30.07.2019].

WOJCIECH WRÓBLEWSKI, PH.D. – doctor in social sciences, in the discipline of defense science. Assistant professor at the Institute of Internal Security at the Main School of Fire Service. In his research and teaching activities, the author specializes in the issues concerned with state protection systems and a multi-faceted approach to terrorist threats.

DR WOJCIECH WRÓBLEWSKI – doktor w dziedzinie nauk społecznych, w dyscyplinie nauki o obronności. Adiunkt w Instytucie Bezpieczeństwa Wewnętrznego Szkoły Głównej Służby Pożarnej. W ramach działalności naukowo-badawczej i dydaktycznej specjalizuje się w problematyce działalności systemów ochronnych państwa oraz wieloaspektowego podejścia do zagrożeń terrorystycznych.

Tadeusz Kęsoń^{a)*}^{a)} The Main School of Fire Service / Szkoła Główna Służby Pożarniczej

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: tkeson@sgsp.edu.pl

Old and New Trends in Security Theory

Stare i nowe trendy w teorii bezpieczeństwa

ABSTRACT

Purpose: To discuss selected previous trends in approaching security and also to identify new trends in security theory and to start a discussion on exteriorisation, selfisation and ourfisation of security and threats.

Introduction: The continuous development of areas in which security, as a service, is provided to the public, is associated with changes not only in approaches to security and its determinants, but also in the ways security is managed and ensured. The overlap between internal and external factors in the process of ensuring internal security (intermestic security), the externalisation of security and threats, securitisation and the security dilemma, all cause a constant increase in the number of factors that entities responsible for security must not only learn about, but also take into account. The extension of this security criterion and the subjectivity of the sense of security among individuals and social groups, information flow, as well as the news manipulation techniques widely used by the mass media, mean that each of the phenomena occurring in these areas of security can be a factor behind not only positive but also negative changes in the internal and external security environments. Analysis of these phenomena makes it possible to relate them to certain social and psychological phenomena, previously unused in creating theories of security. This article discusses the issues of exteriorisation (alienation), selfisation and ourfisation of security and threats that are observable in practice.

Methodology: This paper uses mainly theoretical research methods, including the analysis of literature and phenomena occurring in society, and the method of inference as a cognitive factor for the subject of analysis. Talks with experts also played an important role in the process, making it possible to obtain more detailed insights into the explored topics.

Conclusions: The presented mechanisms and phenomena: externalisation and exteriorisation of security and threats, intermestic security, securitisation (desecuritisation), and selfisation and ourfisation of threats and security, show that security is still a phenomenon characterised by extraordinary complexity due to its multidimensional and multifaceted nature. The importance of its understanding in functional and axiological terms is growing to the detriment of geographical, ideological and even institutional approaches, making the study of the security a constant necessity.

Keywords: intermestic security, externalisation of security, exteriorisation of security, selfisation of security, ourfisation of security

Type of article: review article

Received: 24.12.2019; Reviewed: 09.03.2020; Accepted: 10.04.2020;

Author's ORCID ID: 0000-0002-7047-7811;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 82–101, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.6>;

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

ABSTRAKT

Cel: Omówienie wybranych dotychczasowych tendencji w pojmowaniu bezpieczeństwa, a także wskazanie nowych trendów w teorii bezpieczeństwa i rozpoczęcie dyskusji nad zjawiskami: eksterioryzacji, selfizacji oraz ourfizacji bezpieczeństwa i zagrożeń.

Wprowadzenie: Ciągły rozwój obszarów, w których społeczeństwu dostarczana jest usługa zapewnienia bezpieczeństwa powoduje, że zmieniają się nie tylko pojmowanie bezpieczeństwa i jego uwarunkowania, ale również procesy jego kształtowania i zapewniania. Zachodzenie na siebie czynników wewnętrznych i zewnętrznych w procesie zapewniania bezpieczeństwa wewnętrznego (ang. *intermestic security*), eksternalizacja bezpieczeństwa i zagrożeń, zjawisko sekurytyzacji czy też dylematu bezpieczeństwa, powodują nieustanne pojawianie się kolejnych czynników, które podmioty odpowiedzialne za bezpieczeństwo muszą poznawać i uwzględniać w swych działaniach. Rozszerzanie przedmiotowego kryterium bezpieczeństwa oraz subiektywizm poczucia bezpieczeństwa jednostek i grup społecznych, obieg informacji, a także szeroko wykorzystywane w mass mediach techniki manipulacji informacją sprawiają, że każde ze zjawisk zachodzących w przedmiotowych obszarach bezpieczeństwa, może być czynnikiem zarówno pozytywnych, jak i negatywnych zmian w wewnętrznym i zewnętrznym środowisku bezpieczeństwa. Analiza tych mechanizmów pozwala odnieść je do niewykorzystywanych do tej pory w budowaniu teorii bezpieczeństwa zjawisk społecznych i psychologicznych. W artykule omówiono kwestie eksterioryzacji, selfizacji oraz ourfizacji bezpieczeństwa i zagrożeń.

Metodologia: W pracy wykorzystano głównie teoretyczne metody badawcze, w tym: analizę literatury oraz zjawisk zachodzących w społeczeństwie oraz wnioskowanie – jako czynnik poznawczy przedmiotu analizy. Dużą rolę w procesie odegrały również rozmowy z ekspertami, które pozwoliły na uszczegółowienie podjętych rozważań.

Wnioski: Przedstawione mechanizmy oraz zjawiska: eksternalizacji i eksterioryzacji bezpieczeństwa i zagrożeń, *intermestic security*, sekurytyzacji (desekurytyzacji), selfizacji oraz ourfizacji zagrożeń i bezpieczeństwa pokazują, że bezpieczeństwo wciąż jest fenomenem, którego cechuje niezwykła złożoność – wielowymiarowości, wielopłaszczyznowości i wieloaspektowości. Wzrasta znaczenie jego pojmowania w ujęciach funkcjonalnym i aksjologicznym, kosztem dominujących dotychczas ujęć: geograficznego, ideologicznego czy nawet instytucjonalnego. W efekcie badania fenomenu bezpieczeństwa są wciąż koniecznością.

Słowa kluczowe: *intermestic security*, eksternalizacja bezpieczeństwa, eksterioryzacja bezpieczeństwa, selfizacja bezpieczeństwa, ourfizacja bezpieczeństwa

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 24.12.2019; **Zrecenzowany:** 09.03.2020; **Zaakceptowany:** 10.04.2020;

Identyfikator ORCID autora: 0000-0002-7047-7811;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 82–101, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.6>;

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

Introduction

Regardless of the period of time in history, security has always been an important consideration for each country. Despite the criterium used for its analysis, it is generally associated with how effectively the entities responsible for security cope with ever-new challenges. Along with the changing security conditions, new factors appear which, depending on how they are interpreted and communicated to the nation and to the international community, can fundamentally change both internal and external security policies.

The ever-growing range of factors that need to be taken into account when analysing security, regardless of the study criteria, makes it impossible to disprove the theories advocated by the supporters of critical security studies (Copenhagen, Welsh, Frankfurt and Paris schools). Each approach to the study and exploration of the theoretical and practical aspects of security changes its scope of knowledge in epistemological and axiological terms. Inherent in the research process are the current trends demanding that threats be extended to military and non-military issues, while at the same time combining them with the role of the state in providing security and with the social nature of threats and some international issues.

On the other hand, the paradox of security is that the permanent expansion of factors affecting the need to ensure security, makes it absolutely necessary to learn about them. At the same time it is indispensable to formulate specific warnings that by constantly relying on the belief that “we become safer but never safe” [1, p. 45], we might get caught in what is known as security traps. Such traps are created in situations when as a result of the expansion of areas affecting security, and ranking them ever-higher in the hierarchy the importance, “causes some unexpected and unintended consequences, e.g. in the form of restrictions on human rights.” [2, p. 188]. And in the field of external policy, this leads to constant political disputes, increased ethnic hatred and hostility between countries, and the occurrence of the so-called

Wprowadzenie

Niezależnie od rozpatrywanego okresu historii bezpieczeństwo jest stałym elementem funkcjonowania państw. Bez względu na kryterium jego analizy zależy ono od tego, jak skutecznie odpowiedzialne za nie podmioty radzą sobie z wciąż nowymi wyzwaniami. Wraz ze zmieniającymi się uwarunkowaniami bezpieczeństwa pojawiają się nowe czynniki, które w zależności od ich interpretacji oraz przekazywania ich przez podmioty odpowiedzialne za bezpieczeństwo społeczeństwom poszczególnych państw i społeczności międzynarodowej, mogą w zasadniczy sposób zmieniać politykę bezpieczeństwa wewnętrznego i zewnętrznego.

Wciąż rozszerzający się zakres czynników, koniecznych do uwzględnienia przy analizowaniu bezpieczeństwa bez względu na kryterium jego badania powoduje, że nie sposób zaprzeczyć teoriom zwolenników krytycznych studiów nad bezpieczeństwem (szkół: kopenhaskiej, walijskiej, frankfurckiej czy też paryskiej). Zastosowanie każdego z proponowanych podejść do badania teoretycznych oraz praktycznych aspektów bezpieczeństwa zakłada inny zakres jego poznania w ujęciach epistemologicznym i aksjologicznym. Nierozłączne stają się nurty nakazujące w procesie badawczym rozszerzanie obszaru zagrożeń bezpieczeństwa o kwestie militarne i pozamilitarne oraz równoczesne łączenie ich z rolą państwa w procesie zapewniania bezpieczeństwa oraz ze społecznym charakterem zagrożeń i kwestiami międzynarodowymi.

Z drugiej strony paradoksem bezpieczeństwa jest to, że permanentne rozszerzanie czynników oddziałujących na konieczność zapewniania bezpieczeństwa wymusza bezwzględną potrzebę ich poznawania. Jednocześnie niezbędne staje się formułowanie swoistych ostrzeżeń, iż niezmiennie bazowanie na przekonaniu „że stajemy się bezpieczniejsi, ale nigdy bezpieczni” [1, s. 45] może prowadzić w zakresie polityki wewnętrznej państwa do tzw. pułapki bezpieczeństwa. Powstaje ona w sytuacji, gdy rozszerzanie obszarów wpływających na bezpieczeństwo i nadawanie im w hierarchii ważności coraz to wyższego miejsca „zostaje okupione wystąpieniem niespodziewanych

security paradox. It is the result of mutual misperceptions in the sphere of interpretation and response to actions associated with the so-called security problem – when the decisions of one state in the sphere of ensuring security can be perceived by another state as threatening that other state's security.

It also cannot be said that the constant pursuit of security through the prism of the quoted motto of Adrianna Dudek and Teresa Łoś-Nowak [1, p. 45] is wrong. It is important to bear in mind that, due to the complexity of the problem, ensuring a level of security acceptable to states and to societies, and combating threats, happens along a continuum. In addition, the overlap between internal and external policies (the phenomenon of intermestic security) and the externalisation of security and threats, as well as securitisation processes¹, are still relevant to ensure security. At the same time, what is unique about security is that by using various cognitive tools and existing security theories, we are able to discover new phenomena. And these not only enrich the theory of security, but also indicate that the social nature of security-related processes requires an ever-broader look at the analysed mechanisms and situations which lead to the appearance, or recognition, of a given phenomenon or development as a security threat.

Selected determinants of approaches to modern security

The determinants of security and the criteria for its categorisation, invariably include factors considered to be part of the political, military, economic, social, ecological areas, as proposed by Barre Buzan [3, p. 19]. However, these criteria are more and more often expanded to include the fields of information and cyberspace. This results from the growing digitization of all spheres of the state, society and individual citizens. It seems justified to call this a technological area, if only because the issues of communication and the digital platforms on which it currently takes place are going to change, e.g. towards artificial intelligence. Therefore, we cannot be sure that a completely new area of security determinants and threats will not emerge.

In discussing security threats, it is often found appropriate to demilitarize security threats and accept the growing role of non-military causes. "Jerzy Stańczyk, writing about 'demilitarizing the concept of security' also indicates the increase in the importance of its social aspect" [4, p. 9].

Depending on the subject and level of security considerations, we currently depart from the Westphalia system of international

i sprzecznych z intencjami konsekwencjami, np. w postaci ograniczeń praw człowieka" [2, s. 188]. Natomiast w zakresie polityki zewnętrznej kosztem są nieustanne spory polityczne, narastająca nienawiść etniczna i wrogość państw, a także urzeczywistnianie się tzw. paradoksu bezpieczeństwa. Jest on skutkiem wzajemnych mispercepcji w sferze interpretacji i reakcji na działania w tzw. problemie bezpieczeństwa – kiedy decyzje jednego państwa w sferze zapewniania bezpieczeństwa mogą być odebrane przez inne państwo jako zagrażające jego bezpieczeństwu.

Nie można również powiedzieć, że ciągłe dążenie do zapewniania bezpieczeństwa przez pryzmat zacytowanego motta Adrianny Dudek i Teresy Łoś-Nowak [1, s. 45] jest niewłaściwe. Pamiętać bowiem należy, że zapewnianie akceptowalnego przez państwa i społeczeństwa poziomu bezpieczeństwa i zwalczanie zagrożeń, ze względu na złożoność problemu, ma charakter ciągły. Ponadto w działaniach mających na celu zapewnianie bezpieczeństwa aktualne pozostają kwestie wzajemnego przenikania się polityki wewnętrznej i zewnętrznej (zjawisko *intermestic security*) oraz eksternalizacji bezpieczeństwa i zagrożeń, czy też procesów sekurytyzacji¹. Jednocześnie fenomen bezpieczeństwa polega na tym, że wykorzystując różnorodne narzędzia poznawcze i dotychczasowe teorie bezpieczeństwa, jesteśmy w stanie spostrzegać nowe zjawiska. Wzbogacają one nie tylko teorię bezpieczeństwa, ale wskazują, że społeczny charakter procesów związanych z bezpieczeństwem wymaga coraz to szerszego spojrzenia na analizowane mechanizmy i sytuacje prowadzące do pojawiania się zagrożenia bezpieczeństwa bądź uznawania danego zjawiska czy też rozwoju sytuacji za takowe.

Wybrane uwarunkowania pojmowania współczesnego bezpieczeństwa

Wśród uwarunkowań bezpieczeństwa i kryteriów jego podziału niezmiennie brane pod uwagę są czynniki kwalifikowane do zaproponowanych przez Barre'go Buzana obszarów: politycznego, militarnego, ekonomicznego, społecznego, ekologicznego [3, s. 19]. Jednakże do kryteriów tych coraz częściej dodawany jest obszar informacyjny, czy też cyberprzestrzeni, co wynika z pogłębiającej się digitalizacji wszystkich sfer funkcjonowania państwa, społeczeństwa i pojedynczych obywateli. Wydaje się uzasadnione nazywanie tego obszaru technologicznym, chociażby z tego powodu, że również kwestie komunikowania się i platform cyfrowych, na których obecnie się ono odbywa, będą się zmieniały np. w kierunku sztucznej inteligencji. Nie możemy być zatem pewni, czy nie powstanie zupełnie nowy przedmiotowy obszar uwarunkowań bezpieczeństwa i zagrożeń.

W dyskusji nad zagrożeniami bezpieczeństwa często uznaje się za słuszne „odmilitaryzowanie” jego zagrożeń i uznanie rosnącej roli przyczyn pozamilitarnych. „Jerzy Stańczyk pisząc o «odmilitaryzowaniu pojmowania bezpieczeństwa» wskazuje także na wzrost znaczenia jego płaszczyzny społecznej” [4, s. 9].

¹ The theory is based on the assumption that the goal of building security can be any sphere of the state's functioning if it is considered important for security and that all, sometimes even unlawful actions, can be taken to ensure security – the end justifies the means. Therefore, the role of subjective perception and belief that threats are socially constructed is important here.

¹ Teoria opiera się na założeniu, że celem budowy bezpieczeństwa może być dowolna sfera funkcjonowania państwa, jeśli tylko zostanie uznana za istotną dla bezpieczeństwa oraz że dla jego zapewnienia można podejmować wszystkie, niekiedy nawet pozaprawne działania – cel uświęca środki. Istotna jest tu więc rola subiektywnej percepcji i przekonania, że zagrożenia są niejako konstruowane społecznie.

relations and state-centric approach to security. Security problems are considered starting from a global level up to personal security. Researchers also emphasise the need to reverse the levels of analysis to the so-called bottom-up perception of threats, starting from individual security and local security, and gradually moving to higher levels.

Processes where security threats materialize are increasingly being recognized as non-linear, including as a result of the globalization of security and an increasing number of international and non-state entities that on the one hand may have impact on generating threats, and on the other hand, engage not only in activities aimed at ensuring security – in its positive sense, but also in identifying the causes of emerging threats and eliminating their sources.

Issues related to ensuring security are becoming an essential task not only for specialized entities operating in individual countries, but also for international organizations. The problem of ensuring security is becoming one of the most important tasks for such organisations as the European Union, whose area is not free from all kinds of organized crime, drug trafficking, human trafficking, illegal immigration, financial crime and terrorism.

In addition to these challenges and threats, there are also splits within the populations of individual countries, independence movements among individual regions (e.g. Catalonia), ethnic hatred (Balkan region). Counteracting these multifaceted threats requires the externalisation of both internal and external security. Jorg Mönar argues that the European Union implements the externalisation of internal security, although on an unsatisfactory scale, across four dimensions [5, p. 23]:

- 1) integrating internal security objectives into the EU's external relations strategy,
- 2) cooperation with third countries,
- 3) capacity building in third countries,
- 4) joint activities within international organizations.

At the same time, Mönar emphasizes that the EU must continue to strive, using, e.g., the provisions of the Lisbon Treaty, "to increase the possibilities and potential for the application of external measures to help solve internal security problems" [5, p. 23] across the entire EU and individual countries.

Externalisation of security and threats

Political, economic, military and social changes that have been taking place in Europe and Poland since 1989, and in particular the accession of more countries to the European Union and the North Atlantic Treaty Organisation (NATO), and the associated democratization of political and internal relations in individual countries, as well as focusing on "community-oriented" activities and values regarding respect for human rights and freedoms, have significantly changed the nature of security threats.

W zależności od podmiotu i poziomu rozważań nad bezpieczeństwem obecnie odchodzi się od wesfalskiego systemu stosunków międzynarodowych i państwowocentrycznego pojmowania bezpieczeństwa. Rozważa się problemy bezpieczeństwa poczynając od poziomu globalnego aż do personalnego. Zwraca się również uwagę na konieczność odwracania poziomów analizowania, na tzw. oddolne postrzeganie zagrożeń od bezpieczeństwa jednostki i bezpieczeństwa lokalnego, przechodząc na coraz wyższe jego poziomy.

Procesy urzeczywistniania się zagrożeń bezpieczeństwa coraz częściej uznawane są za nieliniowe, m.in. jako skutek globalizacji bezpieczeństwa, rosnącej liczby podmiotów międzynarodowych oraz poza- i niepaństwowych mogących mieć wpływ z jednej strony na generowanie zagrożeń, a z drugiej strony, włączających się nie tylko w działania mające na celu zapewnianie bezpieczeństwa (w jego pozytywnym rozumieniu), ale również w rozpoznawanie przyczyn pojawiających się zagrożeń i likwidowanie jego źródeł.

Kwestia zapewniania bezpieczeństwa staje się zasadniczym zadaniem nie tylko wyspecjalizowanych podmiotów funkcjonujących w poszczególnych państwach, ale również organizacji międzynarodowych. Problem zapewniania bezpieczeństwa urasta do pierwszoplanowego zadania m.in. Unii Europejskiej, której obszar nie jest wolny od wszelkiego rodzaju przestępczości zorganizowanej, handlu narkotykami, handlu ludźmi, nielegalnej imigracji, przestępczości finansowej oraz terroryzmu.

Do tych wyzwań i zagrożeń dochodzą również podziały wśród ludności każdego z państw, dążenia do autonomii poszczególnych regionów (np. Katalonia), nienawiści narodowościowe (rejon Bałkanów). Przeciwdziałanie tym wielopłaszczyznowym zjawiskom wymaga eksternalizacji zarówno bezpieczeństwa wewnętrznego, jak i zewnętrznego. Jorg Mönar stwierdza, że Unia Europejska eksternalizację bezpieczeństwa wewnętrznego, jakkolwiek w wciąż w niezadowalającej skali, urzeczywistnia w czterech wymiarach [5, s. 23]:

- 1) włączenie celów bezpieczeństwa wewnętrznego do strategii UE w zakresie stosunków zewnętrznych,
- 2) współpraca z państwami trzecimi,
- 3) budowanie potencjału w państwach trzecich,
- 4) wspólne działania w ramach organizacji międzynarodowych.

Jednocześnie podkreśla on, że UE – wykorzystując m.in. postanowienia Traktatu Lizbońskiego – musi wciąż dążyć „do zwiększania możliwości i potencjału w zakresie stosowania środków zewnętrznych w celu pomocy w rozwiązywaniu problemów związanych z bezpieczeństwem wewnętrznym” [5, s. 23] całej Unii, jak i poszczególnych państw.

Eksternalizacja bezpieczeństwa i zagrożeń

Trwające od 1989 r. zmiany polityczne, ekonomiczne, militarne i społeczne w Europie i w Polsce (zwłaszcza przyjmowanie kolejnych państw do Unii Europejskiej i Sojuszu Północnoatlantyckiego i – tym samym – demokratyzacja stosunków politycznych i wewnętrznych w poszczególnych państwach, a także postawienie na „prowspółnotowe” działania oraz wartości w zakresie poszanowania praw i wolności człowieka) w znaczący sposób zmieniły charakter zagrożeń bezpieczeństwa.

The military threats that dominated during the bipolar division of power and the "Cold War" gave way to non-military threats that affect all spheres of subjective and objective approaches to security. This does not mean that military threats have ceased to be relevant (e.g. Russia's annexation of Crimea). The comprehensive approach to security, re-evaluation and expansion of the spectrum of challenges in parallel with the processes of integration and fragmentation in the era of globalization, as well as "interconnectedness of national and international affairs" [3, p. 15], result in new threats to the security of individual countries.

Issues arising on the one hand from the fight against terrorism and an increasing sense of the risk of terrorist attacks, and on the other hand threats related to the digitization and computerization of economic and social life, have become permanent additions to the global list of security threats, resulting in an increase in "sensitivity and vulnerability of countries and societies to cyber-threats" [6, p. 40].

Cyber-crime and cyber-attacks are becoming a form of aggression² and use of force, that leads to violating, in a specific, virtual way, territorial integrity and national borders. In addition, they can be a tool to destabilize states internally, cause financial losses in the economy³, and even rig the outcomes of elections⁴.

At the same time, in the process of changing mechanisms affecting the provision of external and internal security, creating both opportunities and challenges, we are witnessing, among others [8, pp. 17–19]:

- on the one hand, the development of international interdependence across all spheres of state functioning, and on the other hand, at the local level, and sometimes governments of individual states, reluctance and aversion to any community/integration-oriented functioning;
- overlapping of some state functions and the international environment;
- structural changes in the internal environment of states and the international environment, manifested not only in an increase in the number and extension of the scope of activities of non-governmental organizations in the processes of ensuring security in the social and humanitarian areas, but also in the significant revival of nationalist and far-right movements;
- hostilities based on terrorist or moral threats, evoking a mood of xenophobia, and even hostility to people wanting to get to Europe (including from regions affected by wars and armed conflicts) and declarations of closing

Dominujące w okresie dwubiegunowego podziału sił i „zimnej wojny” zagrożenia militarne ustąpiły miejsca zagrożeniom pozamilitarnym, które oddziałują na wszystkie sfery podmiotowego i przedmiotowego pojmowania bezpieczeństwa. Nie oznacza to, że zagrożenia militarne straciły na znaczeniu (np. aneksja Krymu przez Rosję). Całościowe pojmowanie bezpieczeństwa, przewartościowanie i rozszerzanie spectrum wyzwań przy równoległe zachodzących w erze globalizacji procesach integracji i fragmentacji, a także „przenikanie się nawzajem spraw wewnątrzpaństwowych i międzynarodowych” [3, s. 15] powodują, że pojawiają się nowe zagrożenia bezpieczeństwa poszczególnych państw.

Na trwałe w katalogu zagrożeń bezpieczeństwa w skali globalnej zapisały się problemy wynikające z jednej strony z walki z terroryzmem i zwiększającego się poczucia zagrożenia zamachami terrorystycznymi, a z drugiej strony zagrożenia powodowane digitalizacją i informatyzacją życia gospodarczego i społecznego, odpowiedzialne za wzrost „wrażliwości i podatności państw oraz społeczeństw na zagrożenia w cyberprzestrzeni” [6, s. 40].

Cyberprzestępczość i cyberataki stają się formą agresji² [7] i stosowania siły, które prowadzą do naruszania – w specyficzny, wirtualny sposób – integralności terytorialnej i granic państw. Jednocześnie mogą być narzędziem destabilizacji sytuacji wewnętrznej państw, powodować straty finansowe w gospodarce³, a nawet wpływać na wyniki wyborów⁴.

Jednocześnie w procesie zmian mechanizmów oddziałujących na zapewnianie bezpieczeństwa zewnętrznego i wewnętrznego, tworzących zarówno szanse, jak i wyzwania, jesteśmy świadkami m.in. [8, s. 17–19]:

- z jednej strony rozwoju współzależności międzynarodowych we wszystkich sferach działania państw, a z drugiej – na poziomie lokalnym, a niekiedy rządów poszczególnych państw – niechęci i działań negatywnie nastawionych do jakiegokolwiek wspólnotowo-integracyjnego funkcjonowania;
- procesów nakładania się niektórych funkcji państwa i otoczenia międzynarodowego;
- zmian strukturalnych środowiska wewnętrznego państw i międzynarodowego przejawiającego się nie tylko wzrostem liczności i rozszerzeniem zakresu działań organizacji pozarządowych w procesach zapewniania bezpieczeństwa w obszarze społecznym i humanitarnym, ale również istotnym odradzaniem się ruchów nacjonalistycznych i skrajnie prawicowych;
- pojawiających się na kanwie zagrożeń działań o charakterze terrorystycznym i obyczajowym, nienawiści,

² Cyber-attacks – as a form of aggression, fit in a very limited way with the current understanding of aggression in relations between countries. It used to be associated with the use of military means in relation to another country. This is reflected in Resolution No. 3314 adopted on 14 December 1974 by the UN General Assembly. Pursuant to Art. 1. "Aggression is the use of armed force by a State against the sovereignty, territorial integrity or political independence of another State, or in any other manner inconsistent with the Charter of the United Nations, as set out in this Definition."

³ It is estimated that in 2013, global economy losses amounted to USD 445 billion, in 2016 over USD 800 billion, and in 2018 almost USD 950 billion.

⁴ For example, cyber-attacks by Russian hackers in the US during the 2016 election campaign, which according to press releases could have contributed to Donald Trump's victory.

² Cyberataki – jako forma agresji w bardzo ograniczony sposób wpisują się w dotychczasowe rozumienie agresji w stosunkach między państwami. Była ona bowiem łączona z użyciem środków militarnych w stosunku do innego kraju. Znajduje to odzwierciedlenie w przyjętej 14 grudnia 1974 r. podczas 29 posiedzenia przez Zgromadzenie Ogólne ONZ rezolucji Nr 3314. Zgodnie z art. 1. „Agresja polega na użyciu siły zbrojnej przez państwo przeciwko suwerenności, integralności terytorialnej lub niezależności politycznej innego państwa lub w jakikolwiek inny sposób niezgodny z Kartą Narodów Zjednoczonych, jak określono w niniejszej definicji”.

³ Szacuje się, że w 2013 r. straty gospodarki na świecie wyniosły 445 mld \$, w 2016 już ponad 800 mld \$, a w 2018 r. prawie 950 mld \$.

⁴ Na przykład cyberataki hakerów rosyjskich w USA podczas kampanii wyborczej w 2016 r., które zgodnie z informacjami prasowymi mogły przyczynić się do zwycięstwa Donalda Trumpa.

borders (building walls and fences at the borders of individual countries).

Contemporary security means constant interaction and interconnectedness of all these factors. It is difficult to talk about national security without taking into account international factors and the security environment as well as internal factors relevant for a given state and its citizens [8, p. 18].

The holistic approach to security requires analysing external security issues, in relation to and with the requirements of internal security. And vice versa. Any balancing and re-evaluation of one of the areas of ensuring security may, in terms of individual sense of security by security recipients, cause growing challenges and the emergence of threats not accepted by the society [8, p. 20].

So, we can say that, regardless of whether we are talking about internal or external, national or international, security, each process of its provision, is subject to internationalization and externalisation, whatever the entities responsible for ensuring security [8, p. 20].

Such externalisation of security causes the state to “delegate some of the tasks and responsibilities” outside state institutions. A kind of security outsourcing is developing in various sectors of the state's functioning (financial, energy, raw materials, social, etc.). What until now has been legally the responsibility of the state only and has been implemented only by entities created by the executive or self-government structures, is now becoming the subject of activities of many other entities (non-state, private). Thus, we are dealing with a sort of automatic distribution of risk between the state and the public and private sectors [8, p. 21].

This phenomenon occurs both in the area of external and internal state security. Marek Kulisz draws attention to this process, describing it as “dichotomicality of security”. Kulisz argues that “it is increasingly difficult to separate external security from internal security. The process of interconnectiveness of threats is so important that this phenomenon is already referred to as the externalisation of internal security” [9, pp. 248–249]. It seems reasonable to link the issues of externalisation of internal security with the phenomenon of intermestic security.

Similar processes also occur in the field of the externalisation of threats. By informing the population of its own country and the international community about threats, the state not only makes the public aware and warns it, but also sensitises international structures to them and tries to initiate international protection mechanisms. These mechanisms on the one hand will serve their internal interests, and on the other hand, eliminate the sources and direct causes of threats on a regional or global scale [8, p. 21].

This cycle is ongoing and thus the degree of the externalisation of internal and community security policy is growing. This translates into an increase in the number of entities that implement and participate in the process of implementation of tasks in the field of ensuring security. At the same time, the growing awareness and need for security results in security recipients expecting an increasingly higher level and quality of

wywoływania nastroju ksenofobii, a nawet wrogości wobec uchodźców chcących przedostać się do Europy (w tym również z rejonów objętych wojnami i konfliktami zbrojnymi) oraz deklaracji zamykania granic (budowanie murów i ogrodzeń na granicach poszczególnych państw).

Współczesne bezpieczeństwo to nieustanne interakcje i przenikanie się tych wszystkich czynników. Trudno bowiem mówić o bezpieczeństwie narodowym bez uwzględnienia uwarunkowań międzynarodowych i środowiska bezpieczeństwa oraz tych wewnętrznych istotnych dla danego państwa i jego obywateli [8, s. 18].

Całościowe pojmowanie bezpieczeństwa nakazuje analizować kwestie bezpieczeństwa zewnętrznego w relacji do bezpieczeństwa wewnętrznego wraz z jego wymaganiami i na odwrót. Jakikolwiek bowiem balansowanie i przewartościowanie jednego z obszarów zapewniania bezpieczeństwa może w zakresie indywidualnego jego poczucia – u biorców bezpieczeństwa – spowodować narastające wyzwania i pojawienie się zagrożeń nieakceptowanych przez społeczeństwo [8, s. 20].

Możemy więc stwierdzić, że bez względu na to, czy mówimy o bezpieczeństwie wewnętrznym czy zewnętrznym, narodowym czy międzynarodowym, w każdym procesie jego zapewniania zachodzi – niezależne od podmiotów odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa – umiędzynarodawianie i uzewnętrznianie tego procesu [8, s. 20].

Takie uzewnętrznianie – eksternalizacja bezpieczeństwa – powoduje, że państwo niejako przekazuje część zadań i odpowiedzialności poza instytucje państwowe. Rozwija się swoistego rodzaju outsourcing bezpieczeństwa w różnych sektorach funkcjonowania państwa (m.in. finansowym, energetycznym, surowcowym, społecznym). To co do tej pory było prawnie przynależne tylko strukturom państwa i realizowane jedynie przez podmioty tworzone przez władzę wykonawczą, czy też struktury samorządowe, staje się przedmiotem działań wielu podmiotów pozapaństwowych (prywatnych). Tym samym obserwujemy niejako samoczynne rozłożenie ryzyka na państwo oraz sektor publiczny i prywatny [8, s. 21].

Powyższe zjawisko zachodzi zarówno w obszarze bezpieczeństwa zewnętrznego, jak i wewnętrznego państwa. Na proces ten zwraca uwagę Marek Kulisz, który łączy go z dichotomicznością bezpieczeństwa i stwierdza, że „... coraz trudniej jest rozdzielić bezpieczeństwo zewnętrzne od bezpieczeństwa wewnętrznego. Proces przenikania zagrożeń jest na tyle istotny, że to zjawisko określa się już mianem eksternalizacji bezpieczeństwa wewnętrznego” [9, s. 248–249]. Zdaniem autora kwestie eksternalizacji bezpieczeństwa wewnętrznego należy łączyć ze zjawiskiem *intermestic security*.

Podobne procesy zachodzą również w zakresie eksternalizacji zagrożeń. Państwo – informując o zagrożeniu ludność własnego kraju oraz społeczność międzynarodową – nie tylko uświadamia społeczność o zagrożeniu i ostrzega przed nim, ale także uwrażliwia na nie struktury międzynarodowe, starając się uruchomić ich mechanizmy ochronne. Mechanizmy te z jednej strony będą służyć interesom wewnętrznym danego kraju, a z drugiej przyczyniać się do eliminowania źródeł i bezpośrednich przyczyn zagrożeń zarówno w skali regionalnej, jak i globalnej [8, s. 21].

Cykl ten trwa nieustannie, a tym samym wzrasta stopień uzewnętrznienia wewnętrznej i wspólnotowej polityki

its provision in matters relevant to each citizen and their values [8, p. 21].

Exteriorisation of security

The participation of non-state entities in the process of ensuring security and preparation for eliminating or anticipating threats causes that in addition to the phenomenon of externalisation of security, we can also speak about the exteriorisation of security⁵ [8, pp. 22–24].

Security conditions, and the properties, character, range and nature of threats are changing. More and more entities have impact on security activities and the implementation of specific projects. Those entities in a way look at security issues from outside. They do not function directly in the system of security provision, but carry out many tasks within their own statutory activities, which themselves do not combat the causes of threats, but affect their background and their broadly defined sources, e.g. in the social and economic spheres (preventive programs, eradicating poverty, eliminating the phenomenon and minimizing the effects of social stratification and precarity⁶ [10, p. 188–190], etc.), providing humanitarian aid.

Global phenomena affect the changing mechanisms of controlling the security environment as well as regional and local policies, and sometimes inspire and shape them. Often, without this regional or global inspiration, they would probably never exist on a local scale or would be much less intense. Over time, threats and challenges sort of creep into the security of local communities, gradually affecting entire countries. This phenomenon may also be of the opposite nature – inspiration at the government level (obsession in Frey's model) may contribute to an unjustified increase in the sense of threat (e.g. the emergence of xenophobic, or nationalist attitudes, or racial or religious hostilities, etc.).

On the other hand, local threats and events affect the development of the situation in the region and worldwide. The processes of coexistence of security and threats are analysed from the point of view of various fields, disciplines, as well as scientific specialties, and across many dimensions, criteria and areas. The processes of ensuring security are implemented in

bezpieczeństwa. Przekłada się to na zwiększenie liczby podmiotów, które włączają się w proces realizacji zadań w zakresie zapewniania bezpieczeństwa. Jednocześnie rosnąca świadomość i potrzeba bezpieczeństwa skutkują oczekiwaniami biorców bezpieczeństwa co do coraz lepszej jakości jego zapewniania w kwestiach istotnych z punktu widzenia każdego obywatela oraz wyznawanych przez niego wartości [8, s. 21].

Eksterioryzacja bezpieczeństwa

Udział podmiotów pozapaństwowych w procesie zapewniania bezpieczeństwa i przygotowania do eliminowania czy też wyprzedzania zagrożeń powoduje, że oprócz zjawiska eksternalizacji bezpieczeństwa, możemy mówić również o eksterioryzacji bezpieczeństwa⁵ [8, s. 22–24].

Zmieniają się bowiem uwarunkowania bezpieczeństwa, właściwości, charakter, zasięg i natura zagrożeń. Na działania w zakresie bezpieczeństwa oraz realizację konkretnych przedsięwzięć wpływa coraz więcej podmiotów – na problemy bezpieczeństwa patrzących niejako z zewnątrz. Nie funkcjonują one bezpośrednio w systemie jego zapewniania, ale realizują wiele zadań w ramach własnej działalności statutowej. Nie zwalczają one przyczyn zagrożeń, ale wpływają na podłoże oraz szeroko rozumiane źródła ich powstawania, np. w sferze społecznej i ekonomicznej (programy profilaktyczne, przeciwdziałanie ubóstwu, eliminowanie zjawiska i minimalizowanie skutków stratyfikacji społecznej oraz prekariatu⁶ [10, s. 188–190], itp.), niesienia pomocy humanitarnej.

Zjawiska globalne wpływają na zmieniające się mechanizmy sterowania środowiskiem bezpieczeństwa oraz na politykę regionalną i lokalną, niekiedy je inspirują i współkształtują. Często bez tej regionalnej bądź globalnej inspiracji prawdopodobnie nigdy by nie zaistniały w skali lokalnej lub miałyby znacznie mniejsze natężenie. Zagrożenia i wyzwania niejako wnikają w obszary bezpieczeństwa społeczności lokalnych, z czasem obejmując całe państwa. Zjawisko to może mieć również odwrotny charakter – inspiracja szczebla rządowego (stan obsesji w modelu Frey'a) może przyczyniać się do nieuzasadnionego wzrostu poczucia zagrożenia (np. powstawania nastrojów ksenofobicznych, nacjonalistycznych, wrogości rasowej, wyznaniowej, itd.).

Z drugiej strony, zagrożenia i zdarzenia w obszarze lokalnym oddziałują na rozwój sytuacji w regionie i na świecie. Procesy współistnienia bezpieczeństwa i zagrożeń analizowane są z punktu widzenia różnych dziedzin, dyscyplin, jak i specjalności naukowych oraz w wielu wymiarach, kryteriach i obszarach.

⁵ Own idea of the concept – explanation in the text. This subsection is an extended version of the Author's material contained in [8].

⁶ Precariat – “a concept formulated by prof. Guy Standing – in the book *The Precariat: The New Dangerous Class*, in which he pays special attention to socioeconomic aspects, characterizing the precariat as people deprived of seven forms of labour security: 1) labour market security – i.e. adequate job opportunities; 2) employment security – i.e. adequate protection of employees against dismissal and appropriate regulations in this respect; 3) job security – a guarantee related to the performance of a given job, to the certainty of the performance of specific obligations; 4) work security – broadly understood protection of employees' health; 5) skill reproduction security – providing apprenticeships, employment training and proper use of acquired skills at work; 6) income security – a fixed salary tailored to the work performed; 7) representation security – a guarantee of representation of employee interests, for example being a member of an independent trade union” [10, pp. 187–206].

⁵ Propozycja własna pojęcia – wytłumaczenie w tekście. Niniejszy podrozdział jest rozszerzoną wersją materiału autora zawartego w [8].

⁶ Prekariat – „pojęcie sformułowane przez prof. Guya Standinga – w książce *The Precariat: The New Dangerous Class*, w której zwraca szczególną uwagę na socjoekonomiczny aspekt, charakteryzując prekariat jako ludzi pozbawionych siedmiu gwarancji zatrudnienia: 1) gwarancji rynku pracy – tj. odpowiednich możliwości pracy; 2) gwarancji zatrudnienia – tj. odpowiednia ochrona pracownika przed zwolnieniem i dostosowane w tym względzie przepisy; 3) gwarancji pracy – gwarancja związana z wykonywaniem danej pracy, z pewnością wykonywania takich, a nie innych obowiązków; 4) gwarancji bezpieczeństwa w pracy – szeroko pojęta ochrona zdrowia pracownika; 5) gwarancji reprodukcji umiejętności – zapewnienie nauki zawodu, szkoleń, jak i właściwego wykorzystania nabytych umiejętności w pracy; 6) gwarancji dochodu – dopasowana do wykonywanej pracy stała pensja; 7) gwarancji reprezentacji – gwarancja przedstawicielstwa interesów pracownika, na przykład bycie członkiem niezależnego związku zawodowego” [10, s. 187–206].

various planes and by many institutions, with the broad involvement of general entities⁷, which in a way “look” at the problems related to security from outside. The participation of these entities in the process of ensuring security is very important because they often deal with the indirect elimination of the sources of threats, especially those in the social domain, over which entities responsible for ensuring security have no control. In the exteriorisation of security, unlike in the externalisation of security, entities created by the state for security purposes do not delegate some of their responsibilities to other non-state entities or the service sector. There is no direct externalisation or seeking help in eliminating the security threat through the participation of many entities, joint actions aimed at eliminating the threat, or seeking solutions on the international arena. Operation of non-state entities based on their own area of activity and problem assessment indirectly contribute not only to changing negative situations, but also developing desirable actions that are part of the process of ensuring security.

These processes are changing so profoundly that they are becoming not only elements of the external and internal functions of the state and international institutions, but processes which involve individual citizens and private entities, as well as self-organizing local structures, and also non-state and supranational structures.

Another particularly important element of these conditions, which results from the change in external parameters and the international environment of internal security as well as changes in security control mechanisms, is the non-linearity of phenomena (anomalies) and social processes. These processes do not occur according to a well-defined and predictable scenario. They are characterized by a high degree of randomness, variability and unpredictability. Because these are non-military threats, their dynamics and variability, as well as areas of occurrence, make them increasingly difficult to monitor and possibly control, and thus they require the involvement of many entities. Therefore, counteracting them is not always directly related to the area of responsibility of a particular department of government administration or the executive structures at the disposal of the state.

They create a need to adapt the law to emerging challenges and threats, to create a security strategy and the associated mechanisms of action that will eliminate to the maximum extent departmental and sectoral approach not only to traditional threats, but also to social phenomena and processes. Indeed, social phenomena and processes can no longer be clearly divided into political, economic, cultural and ecological, and these phenomena are interconnected and very often correlated.

The multi-level and multi-entity nature of threats means that the processes and mechanisms of action of the state and entities participating in the process of ensuring security must undergo permanent changes, and the institutions in charge of security must create and use newer and newer tools for identifying, analysing and assessing threats. On the other hand, in their actions

Procesy zapewniania bezpieczeństwa realizowane są w wielu płaszczyznach i przez wiele instytucji, przy szerokim zaangażowaniu tych o właściwości ogólnej⁷, które niejako z zewnątrz postrzegają problemy związane z bezpieczeństwem. Udział tych podmiotów w procesie zapewniania bezpieczeństwa jest bardzo istotny, ponieważ często zajmują się one pośrednim eliminowaniem źródeł powstawania zagrożeń. Dotyczy to zwłaszcza tych w sferze społecznej, na które podmioty odpowiedzialne za zapewnianie bezpieczeństwa nie mają żadnego wpływu. W eksterioryzacji bezpieczeństwa – odmiennie niż w zjawisku eksternalizacji bezpieczeństwa – podmioty tworzone przez państwo dla potrzeb zapewniania bezpieczeństwa „nie przekazują” części swojej odpowiedzialności na rzecz innych pozapaństwowych podmiotów i sektora usług. Nie dochodzi bezpośrednio do uzewnętrzniania i poszukiwania pomocy w zakresie wyeliminowania zagrożenia bezpieczeństwa poprzez współudział wielu podmiotów, wspólnych działań ukierunkowanych na wyeliminowanie zagrożenia, czy też poszukiwania rozwiązań na arenie międzynarodowej. Działania pozapaństwowych podmiotów bazujących na własnym obszarze funkcjonowania i ocenie problemów pośrednio wchodzi w zakres zadań przyczyniających się nie tylko do zmiany nawet negatywnej sytuacji, ale również rozwijania działań pożądanych, wpisujących się w proces zapewniania bezpieczeństwa.

Procesy te ulegają tak daleko idącej zmianie, że stają się już nie tylko elementem funkcji zewnętrznej i wewnętrznej państwa oraz instytucji międzynarodowych, ale procesami, w których uczestniczą zarówno pojedynczy obywatele i podmioty prywatne, jak i samoorganizujące się struktury lokalne oraz poza-państwowe i ponadnarodowe.

Innym szczególnie ważnym elementem tych uwarunkowań, wynikającym ze zmiany parametrów zewnętrznych i międzynarodowego środowiska bezpieczeństwa wewnętrznego oraz zmiany mechanizmów sterowania bezpieczeństwem, jest nieliniowość zjawisk (anomalii) i procesów społecznych. Procesy te nie zachodzą według ściśle określonego i przewidywalnego scenariusza. Cechuje je duża doza przypadkowości, zmienności i nieprzewidywalności. Ponieważ są to zagrożenia pozamilitarne, ich dynamika i zmienność oraz obszary występowania powodują, że coraz trudniej poddają się monitoringowi oraz ewentualnej kontroli, a tym samym wymagają zaangażowania wielu podmiotów. Nie zawsze zatem przeciwdziałanie im bezpośrednio wiąże się z obszarem merytorycznej odpowiedzialności konkretnego działu administracji rządowej, czy też będących w dyspozycji struktur państwa podmiotów wykonawczych.

Konieczne staje się dostosowywanie prawa do pojawiających się wyzwań i zagrożeń, tworzenie strategii bezpieczeństwa i wynikających z niej mechanizmów działania, które w maksymalnym stopniu będą eliminowały resortowość i sektorowość podejścia nie tylko do tradycyjnych zagrożeń, ale również do zjawisk i procesów społecznych. Zanika bowiem sektorowość i wyraźny podział zjawisk i procesów społecznych na: polityczne, ekonomiczne, kulturowe i ekologiczne. Zjawiska te wzajemnie się przenikają i bardzo często wzajemnie warunkują.

⁷ General entities are those that perform tasks related to ensuring security, but this is not their main area of responsibility.

⁷ Podmioty właściwości ogólnej, to takie które wykonują zadania związane z zapewnianiem bezpieczeństwa, ale nie jest to ich zasadniczy obszar merytorycznej odpowiedzialności.

they must be open to projects implemented by entities which exteriorize security processes.

Intermestic security

In the dynamically changing security environment, and taking into account more and more conditions and factors influencing security (political, military, economic, ecological, social, cultural, information) and entities affecting it (state, non-state, supranational, international), it remains valid to consider securing not only in relation to the state, but also to individuals and their sense of security. In other words, to “a mental or legal state in which the individual has a sense of confidence, and can rely on other people or an efficient legal system” [11, p. 50]. The legal system should be linked with the organized and coordinated activities, based on legalism, of general and specialized entities, which pursue a wide range of goals and tasks “going far beyond the traditional notion of internal security as involving only matters of law and public order”⁸ [12, p. 18]. Each of these factors must be considered in both external and internal security issues. Indeed, it is impossible to fight terrorist threats, organized crime, cybercrime, human trafficking and drug trafficking, paedophilia, financial crime (excise duty fraud, VAT fraud or money laundering) in one country only.

In addition, we must take a comprehensive approach to security created by a certain overlap between security threats and challenges, resulting in the interconnectedness of external and internal security, and thus to treat international security, state, society and individuals in a consistent way.

To describe this phenomenon, Victor D. Cha proposed the concept of intermestic security, which comprehensively covers the interior of the state and the international environment, taking into account the interconnectedness and correlations between these two areas [13, p. 37].

At the same time, what is crucial in the process of ensuring national security, are issues of crisis management, protection of people, property and the environment, prevention and removal of the effects of natural and technical disasters, technical and medical rescue, protection of infrastructure that is critical or important from the point of view of a given community or administrative unit of the country.

The principles of inherent, indivisible, comprehensive and cooperative security mean that globalizing security processes treat internal and external threats equally. Often, threats to the state and its international environment have their sources in the

Wielopłaszczyznowość i wielopodmiotowość zagrożeń powoduje, że procesy i mechanizmy działania państwa oraz podmiotów uczestniczących w procesie zapewniania bezpieczeństwa muszą ulegać permanentnym zmianom, a instytucje odpowiedzialne za bezpieczeństwo – tworzyć i wykorzystywać coraz to nowsze narzędzia rozpoznawania, analizowania i diagnozowania zagrożeń. W podejmowanych działaniach natomiast muszą otwierać się na przedsięwzięcia realizowane przez podmioty eksperymentujące procesy zapewniania bezpieczeństwa.

Intermestic security

Uwzględniając dynamiczne zmiany w środowisku bezpieczeństwa oraz mnogość uwarunkowań i czynników wpływających na bezpieczeństwo (polityczne, wojskowe, ekonomiczne, ekologiczne, społeczne, kulturowe, informacyjne) oraz podmiotów na niego oddziałujących (państwowe, pozapaństwowe, ponadpaństwowe, międzynarodowe) aktualne pozostaje odnoszenie bezpieczeństwa nie tylko do stanu państwa, ale również do stanu jego odczuwania przez jednostki (tj. do takiego „stanu psychicznego lub prawnego, w którym jednostka ma poczucie pewności, oparcie w drugiej osobie lub sprawnie działającym systemie prawnym” [11, s. 50]). System prawny należy tutaj łączyć z opartymi na zasadzie legalizmu, zorganizowanymi i skoordynowanymi działaniami podmiotów wyspecjalizowanych i właściwości ogólnej, które realizują szeroko rozumiane cele i zadania „daleko wykraczające poza tradycyjne utożsamianie bezpieczeństwa wewnętrznego tylko ze sprawami ochrony porządku publicznego”⁸ [12, s. 18]. Każdy z tych czynników musi być brany pod uwagę zarówno w kwestiach zewnętrznego, jak i wewnętrznego bezpieczeństwa. Nie sposób bowiem tylko w jednym kraju zwalczać zagrożenia terrorystyczne, zorganizowaną przestępczość, cyberprzestępczość, handel ludźmi i narkotykami, pedofilię, przestępstwa finansowe (akcyzowe, wyłudzenia VAT, czy też pranie brudnych pieniędzy).

Ponadto uwzględnić musimy kompleksowe pojmowanie bezpieczeństwa będące wynikiem swoistego zachodzenia na siebie zagrożeń i wyzwań bezpieczeństwa, skutkujące przenikaniem się bezpieczeństwa zewnętrznego i wewnętrznego, a tym samym spójnego traktowania bezpieczeństwa międzynarodowego, państwa, społeczeństwa oraz jednostki.

Victor D. Cha na określenie tego zjawiska zaproponował pojęcie *intermestic security*, czyli koncepcję bezpieczeństwa, która całościowo obejmuje wnętrze państwa i środowisko międzynarodowe, uwzględniając przenikanie się i warunkowanie tych dwóch obszarów [13, s. 37].

Jednocześnie w procesie zapewniania bezpieczeństwa narodowego trwale miejsce zajmują kwestie zarządzania kryzysowego, ochrony ludności, mienia i środowiska, przeciwdziałanie i usuwanie skutków katastrof naturalnych i technicznych, ratownictwo techniczne i medyczne, ochrona infrastruktury krytycznej oraz istotnej z punktu widzenia danej społeczności czy jednostki administracyjnej kraju.

Zasady inherentności, niepodzielności, kompleksowości i kooperatywności bezpieczeństwa powodują, że globalizujące się

⁸ Public order – the existing system of social relations, regulated by a set of legal norms and other socially accepted norms, guaranteeing the undisturbed and conflict-free functioning of individuals in society.

⁸ Porządek publiczny – istniejący układ stosunków społecznych, regulowany przez zespół norm prawnych i innych norm społecznie akceptowanych, gwarantujący niezakłócone i bezkonfliktowe funkcjonowanie jednostek w społeczeństwie.

internal conditions of individual states. Not every internal threat will grow and cause conflicts between states, or permanently destabilize the internal or international situation, but, depending on its basis, it may lead to an increase in the sense of threat among local communities or to criminal problems that are burdensome for a given community.

Since *intermestic security* is about combining (interconnecting, overlapping) in the process of state policy aimed at ensuring internal security, internal policy and external policy of the state, this phenomenon will be relevant in the process of the coexistence of both “inclusive and exclusive state security”⁹ [14, pp. 67–76].

The multi-level approach to security and the polycasualism¹⁰ of its threats mean that regardless of the subject and object of security, in each of its division criteria, or dimensions, we must include, more or less successfully, elements relating to the security of the individual, for whom safety is the supreme value [15, pp. 134–143]. Therefore, we will have to pay attention to the subjectivity of the perception of threats and of the sense of security.

These factors are of particular importance in the process of ensuring internal security, where we must focus much more not only on eliminating and counteracting threats to the constitutional system of the state, but especially on issues of individual citizens and threats to local communities, including broadly defined social matters [16, p. 15].

Selfisation and ourfisation of security

What is becoming important in the process of ensuring security and identifying threats, is the sense of security and impact on the process of shaping it, as well as the susceptibility of society to uncritical identification with the views of other people. The phenomenon of influencing the sense of security by charismatic leaders and members of their political parties, and then taking over the views as their own and supporting them without substantive, objective justification, by the supporters

procesy zapewniania bezpieczeństwa na równi traktują zagrożenia wewnętrzne i zewnętrzne. Często bowiem zagrożenia państwa i jego otoczenia międzynarodowego mają swoje źródła w uwarunkowaniach wewnętrznych poszczególnych państw. Nie każde z zagrożeń wewnętrznych powodować będzie konflikty między państwami, czy też trwale destabilizować sytuację wewnętrzną lub międzynarodową, ale – w zależności od podłoża – może prowadzić do wzrostu poczucia zagrożenia społeczności lokalnych lub przeradzać się w problemy kryminalne uciążliwe dla danej społeczności.

Jako że *intermestic security* to w procesie polityki państwa, mającej na celu zapewnienie bezpieczeństwa wewnętrznego, połączenie (przenikanie się, nakładanie się) polityki wewnętrznej i polityki zewnętrznej stąd też zjawisko to będzie istotne zarówno w procesie współistnienia „bezpieczeństwa inkluzywnego i ekskluzywnego w państwie”⁹ [14, s. 67–76].

Wielopłaszczyznowe ujmowanie bezpieczeństwa oraz polikauzalizm¹⁰ jego zagrożeń powodują, że bez względu na podmiot i przedmiot bezpieczeństwa, w każdym z jego kryterium podziałów, czy też wymiarów, z większym czy mniejszym skutkiem uwzględnić musimy elementy odnoszące się do bezpieczeństwa jednostki, dla której to bezpieczeństwo jest wartością nadrzędną [15, s. 134–143]. Zatem zwracać będziemy musieli uwagę na subiektywizm odczuwania i postrzegania zagrożeń oraz ocenę poczucia bezpieczeństwa.

Czynniki te mają szczególne znaczenie w procesie zapewniania bezpieczeństwa wewnętrznego, gdzie w znacznie większym stopniu musimy koncentrować się nie tylko na eliminowaniu i przeciwdziałaniu zagrożeniom konstytucyjnego ustroju państwa, ale zwłaszcza na kwestiach dotyczących pojedynczych obywateli oraz zagrożeniach społeczności lokalnych, w tym na szeroko rozumianych sprawach społecznych [16, s. 15].

Selfizacja i ourfizacja bezpieczeństwa

W procesie zapewniania bezpieczeństwa i wskazywania zagrożeń istotne staje się poczucie bezpieczeństwa i oddziaływanie na proces jego kształtowania oraz podatność społeczeństwa na bezkrytyczne utożsamianie się z poglądami innych osób. Zjawisko wpływania na poczucie bezpieczeństwa przez charyzmatycznych przywódców i członków kierowanych przez nich partii politycznych, a następnie przejmowanie poglądów na ten temat jako własnych i ich popieranie bez merytorycznego, obiektywnego

⁹ Security:

- Inclusive – broadly understood, not discriminating against anyone, covering the general population of a given area, e.g. integrating foreigners, integrating activities of many entities and combining many elements – e.g. establishing special relations with countries from which threats may come or be transferred in order to limit them or eliminate at source;
- Exclusive – related to counteracting external threats (detecting, warning about, and counteracting them) and defending the sovereignty and integrity of territory (protecting and defending borders), pursuing national interests and reasons of state defined in strategic documents, and cooperating to solve global problems” – more broadly: [25, p. 21].

¹⁰ Polycasualism of conflicts – the author’s own concept – multiple causes, overlap and coexistence in the process of conflicts appearing in many elements that individually may or may not cause a conflict to break out, but as they overlap the conflict occurs faster and is more difficult to resolve.

⁹ Bezpieczeństwo:

- inkluzywne – szeroko rozumiane, niedyskryminujące nikogo, obejmujące ogół mieszkańców danego obszaru, np. integrujące cudzoziemców, scalające działania wielu podmiotów i łączące wiele elementów – np. ustanawianie szczególnych relacji z krajami, z których mogą pochodzić lub przemieszczać się zagrożenia w celu ich ograniczenia lub wyeliminowania u źródeł;
- ekskluzywne – odnoszące się do przeciwdziałania zagrożeniom zewnętrznym (wykrywanie, ostrzeganie i przeciwdziałanie im) oraz obrony suwerenności i nienaruszalności terytorium (ochrona i obrona granic), realizacji interesów narodowych i racji stanu zawartych w dokumentach strategicznych, oraz współdziałanie w rozwiązywaniu problemów globalnych szerzej: [25, s. 21].

¹⁰ Polikauzalizm konfliktów – pojęcie własne autora – wieloprzyczynowość, nakładanie się i współistnienie w procesie pojawiania się konfliktów wielu elementów, które pojedynczo mogą, ale nie muszą powodować wybuch konfliktu, ale nałożenie ich na siebie przyspiesza jego zaistnienie, a zarazem utrudnia zakończenie.

of a given view in society, can be called selfisation and ourfisation of security¹¹.

In the phenomenon of selfisation of security, the individual and their point of view on a given problem are important, which in the process of perceiving it and treating it as a threat is not subject to verification, but only the presentation of a one-sided and subjective assessment by the person who advocates those views and their supporters. In the process of selfisation, threats to security are shaped and identified in contradiction to their objective understanding. Selfisation of security is mainly intended to disseminate specific subjective views, and not to actually assess threats or eliminate the causes and roots of the identified security threats. It is to provide a rationale for a course of action, including actions that restrict the current law, create new entities responsible for ensuring security or grant unreasonably broad control and operational powers to individual entities, including special services.

Maintaining the conviction that a given phenomenon, the development of the situation or the following phenomena is the real threat is aimed at obtaining the largest possible number of supporters of such attitude, which in turn leads to full uncritical identification with the given view and a shift from the selfisation of security to ourfisation of security. The subjective understanding of security and threats reigns supreme, and is aimed at creating reality based only on one's own interpretation of some phenomena. It does not matter whether the phenomenon or situation is assessed objectively or subjectively. It is also not about the substantive justification of any actions, but about conveying specific views and seeking as many supporters as possible for such forms of exercising power.

Both of these phenomena are aimed at ensuring supremacy of a given view and using it to achieve one's goals. At the same time, those who support a given view about the reality and significance of a given threat, as well as supporters of the propagator of a given idea, are only his / her tools. They lose their subjectivity. They are not needed to realistically oppose a given threat. They are necessary for the implementation of his / her vision and popularisation of specific views. The phenomenon of ourfisation of security leads to the objectification of supporters of a given idea, and for the selfisator (exponent, leader) it serves as a tool for building their position, and maintaining their influence and leadership [17, p. 345]. The human factor and reliance on human nature play an essential role here. Ourfisation of security is the realization of the dominance of the propagator's view of a given phenomenon as a security threat over their objectified supporters. The strength of the character of the leader and mono-causative political decisions, reflected in the manner of exercising power, mean that later the leader no longer has to lend credence to the severity and possible outcomes of a threat to maintain the conviction that it is real. They only need to limit the possibility of obtaining knowledge about a given problem, so that the facts are perceived as unreliable and presented as a tool for combating unjustified views perpetuated by the ourfisation of security.

In countries with underdeveloped democratic systems or

uzasadnienia przez zwolenników danego poglądu w społeczeństwie, możemy nazwać selfizacją i ourfizacją bezpieczeństwa¹¹.

W zjawisku selfizacji bezpieczeństwa istotna jest jednostka i jej punkt widzenia na dany problem, który w procesie postrzegania i traktowania go jako zagrożenia nie podlega merytorycznej weryfikacji, ale jedynie przedstawianiu jednostronnej i subiektywnej oceny przez osobę głoszącą dane poglądy oraz jej zwolenników. Kształtowanie i wskazywanie zagrożeń bezpieczeństwa w procesie selfizacji bezpieczeństwa jest zaprzeczeniem obiektywnego jego pojmowania. Selfizacja bezpieczeństwa ma prowadzić głównie do upowszechnienia danego subiektywnego poglądu, a nie rzeczywistej oceny zagrożeń czy też likwidowania przyczyn i korzeni wskazywanego zagrożenia bezpieczeństwa. Ma być usprawiedliwieniem do podejmowanych działań – w tym również prowadzących do restryktyzacji dotychczas obowiązującego prawa, tworzenia nowych podmiotów odpowiedzialnych za zapewnianie bezpieczeństwa bądź nadawania szerszych niż racjonalnie uzasadnionych uprawnień kontrolnych i operacyjnych poszczególnym podmiotom, w tym m.in. służbom specjalnym.

Utrzymywanie przeświadczenia o realnym zagrożeniu danym zjawiskiem, rozwojem sytuacji czy też następującymi po nim zdarzeniami ma na celu uzyskiwanie jak największej liczby zwolenników takiego podejścia, co w konsekwencji prowadzi do pełnego bezkrytycznego utożsamienia się z danym poglądem i przejścia selfizacji bezpieczeństwa w zjawisko ourfizacji bezpieczeństwa. Następuje supremacja subiektywnego pojmowania bezpieczeństwa i zagrożeń mająca na celu kreowanie rzeczywistości na podstawie jedynie własnej interpretacji zjawisk. Nie ma tutaj znaczenia, czy zjawisko/sytuacja jest obiektywnie czy subiektywnie oceniane. Nie chodzi również w żadnym wypadku o merytoryczne uzasadnienie działań, ale o torowanie poglądów i szukanie jak największej liczby zwolenników popierających takie formy sprawowania władzy.

Oba te zjawiska mają na celu supremację danego poglądu i wykorzystanie go do realizacji założonych celów. Jednocześnie osoby popierające pogląd o realności i wadze danego zagrożenia oraz zwolennicy propagatora danej idei są tylko jego swoistymi narzędziami, zatracają swoją podmiotowość. Nie są oni potrzebni, aby realnie przeciwstawić się danemu zagrożeniu. Są niezbędni do realizowania głoszonych przez propagatora wizji i upowszechniania poglądów. Zjawisko ourfizacji bezpieczeństwa prowadzi do uprzedmiotowienia zwolenników danej idei, a podmiotowi selfizacji (propagatorowi, przywódcy) służy jako narzędzie do budowania swojej pozycji, utrzymywania swoich wpływów i przywództwa [17, s. 345]. Czynniki ludzki i bazowanie na naturze ludzkiej pełnią tutaj zasadniczą rolę. Ourfizacja bezpieczeństwa jest urzeczywistnieniem dominacji propagatora odbierania danego zjawiska jako zagrożenia bezpieczeństwa, nad jego uprzedmiotowionymi zwolennikami. Siła charakteru przywódcy i mono-sprawcze decyzje polityczne, przenoszone na sposób sprawowania władzy powodują, że z czasem utrzymywanie przeświadczenia o realnym zagrożeniu nie wymaga już nawet uwiarygodniania poglądów o jego potencjale i skutkach. Wymaga tylko ograniczenia możliwości uzyskiwania wiedzy o danym problemie, aby fakty były odbierane jako niewiarygodne i przedstawiane jako narzędzia zwalczania niczym nie uzasadnionych poglądów utrwalonych przez ourfizację bezpieczeństwa.

¹¹ Both terms 'selfisation' and 'ourfisation' of safety are proposed by the author.

¹¹ Oba terminy selfizacji i ourfizacji bezpieczeństwa proponowane są przez autora.

shaken by internal conflicts, especially ones with a political, economic or social basis, the selfisation and ourfisation of security and its threats, can be very dangerous. They are a tool of division. They can be used to manipulate society or hold or seize power.

It should be emphasized here how dangerous shaping public awareness is, not only for local communities or citizens of individual countries, but also for the processes of the peaceful coexistence of states (hatred towards strangers, national minorities, emigrants, other cultures, etc.). These processes lead to antagonisms, hostility in society, and nationalisms. They basically become the dogma of one of the parties. They turn into populism and do not accept rational, objective arguments.

Considering that the basis of the selfisation and ourfisation of security, the terms proposed by the author, is the psychological phenomenon of selfism¹², it is important to bear in mind that selfism, if transferred to politics, can have very serious effects on the functioning of states, democratic freedoms and liberties, and lead to authoritarian systems. According to Paul C. Vitz, one should remember "how selfism usually ends: 'I' as a subject, frantically trying to gain control over other – objects – to develop further as a subject. As more and more people achieve 'higher consciousness', or 'free themselves' from objectivity and assume the role of the subject, competition increases more and more. Life becomes a game in which there are only two possibilities – win or lose, sadism or masochism. What's more, the new role of the subject is connected with the unbearable memory of being an object in the past. This reinforces, along with the fear that this situation may recur in the future, the need to be the dominant entity" [18, p. 183].

Selfisation of threats and security can lead to the takeover and subordination of an increasing number of state institutions, because without their dependence, you cannot propagate and implement ideas and, as a consequence, control the state. If we add to this political conditions and mechanisms of exercising power, then the creation of reality, building a vision of security threats on the subjective feelings and convictions of the individual can lead to the revival of authoritarianism and become a sore point, leading to many negative phenomena in policies aimed at ensuring internal external and security in individual countries.

Media manipulation is a very important element that fits with the mechanisms of selfisation and significantly facilitates the dissemination of the view of one's selfisator among the society. The media as well as controlled propaganda and propagation of ideas are basically necessary in the process of moving from selfisation to ourfisation of views on security and creating views about the harmfulness, or negative attitude of some society to change, fuelling fears and even building hostility towards others, e.g. migrants.

Selected media manipulation methods are presented in Table 1.

Selfizacja i ourfizacja bezpieczeństwa i jego zagrożeń, w państwach o nie w pełni ukształtowanych systemach demokratycznych, czy też wstrząsanych konfliktami wewnętrznymi – zwłaszcza o podłożu politycznym, ekonomicznym i społecznym – mogą być bardzo niebezpieczne. Są bowiem narzędziem podziałów. Mogą służyć manipulowaniu społeczeństwem, utrzymywaniu czy też przejmowaniu władzy.

Podkreślić tutaj należy bardzo groźny skutek błędnego kształtowania świadomości społeczeństwa, nie tylko dla społeczności lokalnych, czy też mieszkańców poszczególnych krajów, ale również dla procesów pokojowego współistnienia państw (nienawiść do obcych, mniejszości narodowych, emigrantów, innych kultur, itp.). Procesy te prowadzą do antagonizmów, wrogości w społeczeństwie i nacjonalizmów. Stają się w zasadzie dogmatem jednej ze stron. Przechodzą w populizm i nie przyjmują racjonalnych, obiektywnych argumentów.

Biorąc pod uwagę, że u podłoża zaproponowanych przez autora terminów – selfizacja i ourfizacja bezpieczeństwa – leży psychologiczne zjawisko selfizmu¹², należy pamiętać, że selfizm przeniesiony do polityki może mieć bardzo poważne skutki dla funkcjonowania państw, wolności i swobód demokratycznych, dążenia do systemów autorytarnych. Jak twierdzi Paul C. Vitz, należy bowiem pamiętać, „czym kończy się zazwyczaj selfizm «ja»” jako podmiot, gorączkowo próbuje uzyskać kontrolę nad innymi – przedmiotami – aby rozwijać się dalej jako podmiot. W miarę jak coraz więcej ludzi uzyskuje «wyższą świadomość», czyli «wyzwala się» od przedmiotowości i przyjmuje rolę podmiotu, coraz bardziej nasila się współzawodnictwo. Życie staje się grą, w której są tylko dwie możliwości – wygrana lub przegrana, sadyzm lub masochizm. Co więcej, nowa rola podmiotu łączy się z trudną do zniesienia pamięcią bycia w przeszłości wykorzystywanym przedmiotem. Potęguje to, wraz z obawą, że taka sytuacja może się powtórzyć w przyszłości, potrzebę bycia dominującym podmiotem” [18, s. 183].

Selfizacja zagrożeń i bezpieczeństwa może prowadzić do przemowy i podporządkowania coraz to większej liczby instytucji państwowych, bowiem bez ich uzależnienia nie można propagować i wdrażać idei, a w konsekwencji sterować państwem. Jeżeli dodamy do tego uwarunkowania polityczne i mechanizmy sprawowania władzy, to kreowanie rzeczywistości, budowanie wizji zagrożeń bezpieczeństwa na subiektywnych odczuciach i przeświadczeniach jednostki może prowadzić do odradzania się autorytaryzmów i stawać się punktami zapalnymi wielu negatywnych zjawisk w polityce, która co do zasady ma na celu zapewnianie bezpieczeństwa wewnętrznego i zewnętrznego poszczególnych państw.

Bardzo istotnym elementem wpisującym się w mechanizmy selfizacji i znacznie ułatwiającym upowszechnianie poglądu własnego selfera wśród społeczeństwa, jest manipulacja mediami. Media oraz sterowana propaganda i propagowanie danych idei są niezbędne w procesie przechodzenia od selfizacji do ourfizacji poglądów na temat bezpieczeństwa oraz kreowania poglądów o szkodliwości, czy też negatywnego nastawienia części społeczeństwa do zmian, podsycania obaw, a nawet budowania wrogości do innych (np. migrantów).

Wybrane metody manipulacji za pośrednictwem mediów przedstawia tabela 1.

¹² Selfizm – ideologia assuming the supremacy of the human "I" as a self-worship cult constituting a substitute for religiosity [18, p. 193].

¹² Selfizm – ideologia zakładająca supremację ludzkiego „ja” jako kult samouwielbienia stanowiący substytut religijności [18, s. 193].

Table 1. Selected methods of manipulating the society through the media
Tabela 1. Wybrane metody manipulowania społeczeństwem za pośrednictwem mediów

No./ Lp.	The method/Metoda	Procedure/Sposób postępowania
1.	Gatekeeping / Filtrowanie/selekcja dostępu informacji	– choosing information to be provided via the media / – wybieranie informacji, które zostaną przekazane za pomocą mediów
2.	Framing / Ramowanie/ram- kowanie informacji	– media programming of thinking and interpreting information by selecting and strengthening some elements while ignoring other relevant elements and providing recipients with guidelines regarding moral and cause-and-effect assessment, interpretation of the event and the solution / – programowanie przez media myślenia i interpretowania informacji poprzez wybieranie i wzmacnianie niektórych elementów przy pominięciu innych istotnych oraz dostarczanie odbiorcom wskazówek dotyczących oceny moralnej, przyczynowo-skutkowej, interpretowania zdarzenia oraz sposobu rozwiązania
3.	Agenda-setting / Teoria porządku dziennego	– directing recipients and focusing their attention on selected events, arranged according to the adopted criterion of importance, and ignoring other events. The recipient of the information is to consider these as important / – ukierunkowywanie odbiorców i koncentrowanie ich uwagi na wybranych, ustawionych według przyjętego kryterium ważności zdarzeniach i ignorowanie innych zdarzeń. Odbiorca informacji ma uznać je jako ważne
4.	Referring to national senti- ments, including: man (Latin <i>argumentum ad hominem</i> *); people's tastes (Latin <i>argu- mentum ad populum</i>) / Odwo- ływanie się do argumentów narodowościowych, w tym do: człowieka (łac. <i>argumentum ad hominem</i> *); upodobań ludu (łac. <i>argumentum ad populum</i>)	– challenging the arguments raised by one of the parties by pointing to national interests, national origins, national pride, fear of foreigners, as well as citing arguments recognized by the opponent <i>argumentum ad hominem</i> and <i>argumentum ad populum</i> – basing on national egoism, prejudice, dislike of specific social groups, referring to the alleged expectations of society, using emotions and skipping important things / – podważanie argumentów podnoszonych przez jedną ze stron poprzez wskazywanie narodowych interesów, zaszłości narodowych, dumy narodowej, strachu wobec obcokrajowców, a także powoływanie się na argumenty uznawane przez oponenta <i>argumentum ad hominem</i> i do upodobań ludu (łac. <i>argumentum ad populum</i>) – bazowanie na egoizmach narodowych, uprzedzeniach, niechęciach do danych grup społecznych, odwoływanie się do rzekomych oczekiwań społeczeństwa, pozamerytoryczne bazowanie na emocjach i pomijanie rzeczy istotnych
5.	Phenomenon / Fenomenu	– diverting public attention from important matters, by means of issues presented in the media as front-page news, bringing media events, rather than real actual problems, to the forefront / – odwracanie uwagi społeczeństwa od spraw istotnych za pomocą kwestii przedstawianych w mediach jako wiadomości nr 1, wysuwanie na pierwszy plan wydarzeń medialnych, a nie rzeczywistych właściwych problemów
6.	Using semantics / Wykorzy- stywanie semantyki	– use of nice phrases instead of terms specific to a given field of knowledge / – stosowanie przyjemnie brzmiących dla ucha sformułowań zamiast terminów właściwych danej dziedzinie wiedzy
7.	Misleading / Wprowadzania w błąd	– introducing false issues to information provided by opponents or linking them with false associations / – wprowadzanie nieprawdziwych zagadnień do informacji przekazywanych przez oponentów lub powiązywanie ich z nieprawdziwymi skojarzeniami
8.	Evoking fear / Wywoływania strachu	– creating links between the proposed actions of one of the parties and shocking (tragic) issues or deprivation of existing privileges or profits / – tworzenie powiązań między proponowanymi działaniami jednej ze stron a zagadnieniami wstrząsającymi (tragicznymi) lub pozbawiającymi dotychczasowych przywilejów lub profitów

No./Lp.	The method/Metoda	Procedure/Sposób postępowania
9.	Creating panic / Wywoływanie paniki	– focusing on presenting reality in such a way as to shape the perception of a given situation as dangerous, possibly having dire consequences for the state and citizens. Of course, what is significant here is not the objective existence of the threat, but its exaggeration and overstatement, only to cause panic among citizens and influence their political views. Panic is based on the use of fear by controlling the information provided to create the belief in society that if something is done, or not done, something terrible will happen – the method is about creating a false view and depiction of reality/ – skupianie się na takim przedstawianiu rzeczywistości, aby odpowiednio ukształtować postrzeganie danej sytuacji jako niebezpiecznej, grożącej poważnymi skutkami dla państwa i obywateli. Oczywiście nie będzie tu istotne obiektywne istnienie zagrożenia, lecz jego wyolbrzymianie i wzmacnianie, tylko po to, aby wywołać panikę u obywateli i wpłynąć na ich poglądy polityczne. Wywoływanie paniki opiera się na wykorzystaniu strachu, poprzez takie sterowanie dostarczaną informacją, aby w społeczeństwie wytworzyć przekonanie, że jeśli coś zostanie lub nie zostanie zrobione, wydarzy się coś strasznego – metoda polega na tworzeniu fałszywego podglądu i obrazu rzeczywistości
10.	Demonising an opponent / Demonizowanie przeciwnika	– all opposing views are considered unacceptable, contradicting the views of a given social group, put on par with those of generally unacceptable groups (e.g. those who do not support government policy are treated as an enemy, unworthy of being called a citizen of a given country, serving another country, or professing political views that should be condemned) / – wszelkie poglądy przeciwne uznawane są za nieakceptowalne i niemożliwe do przyjęcia, stojące w sprzeczności z poglądami danej grupy społecznej, stawiane na równi z poglądami grup powszechnie nieakceptowanych (np. kto nie popiera polityki rządu traktowany jest jako wróg, niegodny nazywania obywatelem danego kraju, przypisuje mu się służenie innemu krajowi, bądź wyznawanie poglądów politycznych wymagających potępienia)
11.	Fake news / Wykorzystywanie fałszywych wiadomości	– false, sensational news (catchy headlines) disseminated by the media to mislead for political or financial gain or prestige / – rozpowszechniane przez media wiadomości nieprawdziwe, sensacyjne (chwytliwe nagłówki) z intencją wprowadzenia w błąd w celu osiągnięcia korzyści politycznych, finansowych, prestiżowych

* Another method referring to the human being is argumentum ad persona – in which one of the parties departs from the substantive argumentation of its own reasons and concentrates on describing the characteristics (actual and alleged) of the other party – even insulting opponents of the discussion in order to upset them. Focusing on maximally suggesting to the recipients of information that they have wrong and false views. / Metodą odwoływania się do człowieka jest również argumentum ad persona – w której jedna ze stron odchodzi od merytorycznego argumentowania swoich racji, a skupia się na pozamerytorycznym opisywaniu cech (faktycznych i rzekomych) drugiej strony – nawet obrażając przeciwników dyskusji, aby wyprowadzić ich z równowagi. Skupiając się na tym, aby maksymalnie zasugerować odbiorcom informacji, że mają oni błędne i fałszywe poglądy.

Source: Own elaboration – based on information contained in [19, p. 49–50]; [20, p. 311–312]; [21, p. 321–322]; [22, pp. 312–319, 373–378, 449, 502–503]; [23, p. 27–29; 24].

Źródło: Opracowanie własne – na podstawie informacji zawartych w [19, s. 49–50]; [20, s. 311–312]; [21, s. 321–322]; [22, s. 312–319, 373–378, 449, 502–503]; [23, s. 27–29; 24].

Selfisation of security, supported by media manipulation and excessive and unjustified securitisation¹³ [25, p. 28], in the activities of the state may lead to both negative development of relations between individual states (e.g. any actions taken by one state to increase security, including e.g. development of its defence potential, or creating an alliance, may be perceived by other states as hostile and threatening their security), and splits within individual states. Both areas of the security problem, interpretation and response, are important in this respect [2, p. 110]. The development of incorrectly understood trends in each of these areas may result in a conflict situation that can lead to an entire spectrum of negative events, ranging from political disputes, antagonisms between individual groups within the

Selfizacja bezpieczeństwa wspierana manipulacją mediami oraz nadmierną i nieuzasadnioną sekurytyzacją¹³ [25, s. 28] w działaniach państwa, prowadzić może zarówno do negatywnego rozwoju relacji między poszczególnymi państwami (np.: dowolne działania podjęte na rzecz wzrostu bezpieczeństwa przez jedno państwo, w tym np. rozbudowa potencjału obronnego, zawarcie sojuszu, może zostać odebrane przez inne państwa jako działania wrogie i zagrażające jego bezpieczeństwu), jak i do podziałów wewnątrz poszczególnych państw. Istotne w tym względzie są oba obszary problemu bezpieczeństwa: interpretacji i odpowiedzi [2, s. 110]. Rozwój niewłaściwie rozumianych tendencji w każdym z tych obszarów może skutkować sytuacją konfliktową, która może doprowadzić do całego spectrum negatywnych

¹³ The theory of securitisation – is based on the assumption that the goal of building security can be any sphere of the state's functioning, if it is considered important for security and that any actions, sometimes even unlawful, can be undertaken to ensure security – the end justifies the means. Therefore, the role of subjective perception and belief that threats are socially constructed is important here [25, p. 28].

¹³ Teoria sekurytyzacji – opiera się na założeniu, że celem budowy bezpieczeństwa może być dowolna sfera funkcjonowania państwa, jeśli tylko zostanie uznana za istotną dla bezpieczeństwa oraz że dla jego zapewnienia można podejmować wszystkie niekiedy nawet pozaprawne działania – cel uświęca środki. Istotna jest tu więc rola subiektywnej percepcji i przekonania, że zagrożenia są niejako konstruowane społecznie [25, s. 28].

population, the use of violence within a given local community, riots and unrest in individual regions of the country, to various forms of violence, including armed violence.

We see, therefore, that in terms of understanding, by individuals, local communities, political parties and administrative authorities, of security in general and of internal security specifically, there are challenges at various times and with varying intensity, which, regardless of whether they have local character, and whether they result from international conditions, will have a significant impact not only on the development of social relations within a given state and its internal policy, but also on international relations.

Summary

Determinants of ensuring security, a dynamic security environment in the close and distant environment of individual countries mean not only that the current trends in approaching external and internal security (externalisation of security and threats, intermestic security, security securitisation) are consolidated, but we can also indicate new areas of security creation and perception (exteriorisation of security, selfisation and ourfisation of security) that require not only in-depth analysis, but also a wide-ranging discussion.

The phenomenon of interconnectedness of external and internal issues in ensuring security, and thus the increasing spectrum of threats, result in the fact that they are increasingly difficult to measure and monitor.

At the same time, we see that the external and internal policies of some (not only European) countries are starting to be increasingly based not only on the fundamental pillars of security (political, economic, military, social, ecological) but also on nationality, cultural issues, racial intolerance and hostility to all strangers, and disparaging and different understanding of migration policy.

Some government policies demonstrate the perception of security through regional and local communities, pioneered as a result of media influence, sometimes using this to tighten the measures taken.

This leads to aggression towards people who use other languages or have a different skin colour. Arousing, maintaining and even fuelling a sense of uncertainty results in treating these events as threatening the security and public order, and even the internal order of the state. At the same time, such manipulation causes that unnecessary anxiety and artificially created fear in society changes the perception of security in general and personal security in particular. This fuels concerns for personal safety, and reduces the pressure to meet your other needs. Giving priority to the necessity of eliminating the created threats to internal security, some members of society accept that their rights and freedoms are being increasingly limited and infringed upon, while the powers of the institutions and bodies responsible for enforcing them are increasing.

Europe's experiences related to the revival of far-right parties and groups warrant a redefinition and interpretation of

zdarzeń – poczynawszy od sporów politycznych, antagonizmów pomiędzy poszczególnymi grupami ludności wykorzystania przemocy wewnątrz danej społeczności lokalnej, rozruchów i zamieszek w poszczególnych regionach kraju na różnych form przemocy – w tym przemocy zbrojnej – skończywszy.

Widzimy zatem, że w zakresie pojmowania przez jednostki, społeczności lokalne, partie polityczne oraz władze administracyjne bezpieczeństwa w ogóle, a bezpieczeństwa wewnętrznego w szczególności, pojawiają się w różnych okresach i z różną intensywnością wyzwania, które – bez względu na to czy mają lokalny charakter, czy wynikają z uwarunkowań międzynarodowych – będą wpływały na nie tylko rozwój relacji społecznych wewnątrz danego państwa oraz jego politykę wewnętrzną, ale również stosunków międzynarodowych.

Podsumowanie

Uwarunkowania zapewniania bezpieczeństwa, dynamiczne środowisko bezpieczeństwa w bliższym i dalszym otoczeniu poszczególnych państw powodują nie tylko utrwalenie się dotychczasowych trendów w pojmowaniu bezpieczeństwa zewnętrznego i wewnętrznego (eksternalizacja bezpieczeństwa i zagrożeń, *intermestic security*, sekurytyzacja bezpieczeństwa). Możemy również wskazać nowe obszary jego kreowania i postrzegania (eksterioryzacja bezpieczeństwa, selfizacja i ourfizacja bezpieczeństwa), które wymagają pogłębionej analizy oraz merytorycznej dyskusji.

Zjawiska przenikania się spraw zewnętrznych i wewnętrznych w zapewnianiu bezpieczeństwa (a tym samym zwiększające się spektrum zagrożeń) skutkują tym, że coraz trudniej je zmierzyć i monitorować.

Jednocześnie widzimy, że polityka zewnątrz i wewnętrzna części państw (nie tylko europejskich) zaczyna coraz mocniej opierać nie tylko na zasadniczych filarach bezpieczeństwa (politycznym, ekonomicznym, militarnym, społecznym, ekologicznym), ale również na kwestiach narodowościowych, kulturowych, nietolerancji rasowej czy też wrogości do wszelkich obcych i deprecjonowaniu oraz odmiennym zrozumieniu polityki migracyjnej.

W polityce rządów niektórych państw uzewnętrznia się, a niekiedy wykorzystuje do zaostrzenia podejmowanych środków zaradczych, torowane wskutek oddziaływania mediów postrzeganie bezpieczeństwa przez społeczności regionalne i lokalne.

Prowadzi to do agresji wobec osób posługujących się innymi językami, czy posiadających inny kolor skóry. Wzbudzanie, podtrzymywanie, a nawet podsycanie poczucia niepewności skutkuje traktowaniem tych zdarzeń jako zagrażających bezpieczeństwu i porządkowi publicznemu, a nawet wewnętrznemu państwa. Jednocześnie manipulacja taka powoduje, że sztucznie wywoływany strach w społeczeństwie zmienia postrzeganie bezpieczeństwa w ogóle, a bezpieczeństwa osobistego w szczególności. Pojawia się troska o bezpieczeństwo osobiste, a zmniejszają się naciski na konieczność zaspokajania swoich innych potrzeb. Stawiając konieczność eliminacji wykreowanych zagrożeń bezpieczeństwa wewnętrznego na pierwszy plan, część społeczeństwa akceptuje coraz szersze ograniczanie i ingerowanie w prawa i wolności oraz zwiększanie uprawnień instytucji oraz organów odpowiedzialnych za ich zapewnianie.

Daniel Frey's model in terms of the coexistence of subjective and objective approaches to security – and especially of the state of obsession. According to Frey's model, we are dealing with the state of obsession when insignificant threats are perceived as serious. In his interpretation of the subjective and objective understanding of security and relationships that may occur due to the misperception of the state and process of security, he considered the objectively justified occurrence of a state of minor threat.

Now, to that interpretation of the model we must also add the imaginary threats created by the leaders of some political parties or even social processes described by the media, which, although they are natural processes of the coexistence of societies, are presented as threats that take on very serious proportions. An example of this can be migration, on the basis of which phobias and a subjective sense of threat are built in some members of society. A similar view, although referring to the issue of an unreasonable increase in defence potential and building a police state, is expressed by Marek Kulisz, who believes that propaganda based on the feeling of obsession will often have social acceptance [26, p. 144].

A negative phenomenon in the process of misunderstanding the provision of external and internal security is controlling society's views, especially their pushing through political aggression, including cultural basis into political mechanisms (prejudice against other nationalities turning into nationalist hatred). Of course, the problem cannot be relativised, especially when organized crime groups use illegal emigration as a source of continuous income, and people deciding to be illegally smuggled, e.g. to European Union countries, are exposed to terrible danger and can lose their lives on their way to the country they would like to get in.

Political instrumentalisation, creating a climate of consent for the language of aggression lead directly to a spiral of aggression in society and to the subsequent stages of authoritarianisation in the exercise of power by politicians who, in the name of impressing their superiors and supporters, are increasingly crossing and breaking barriers of a civilised debate.

Countries that tolerate nationalism and fundamentalism in their policies, and at the same time have and emphasize their aspirations of being full members of the international community, must be aware that they will be under the pressure from international organizations seeking to persuade them, or to force reforms of their internal and external policies in accordance with universal international law. At the same time, it is widely understood that such pressures cannot be exerted at the expense of national or religious sentiments of either party, since the effects of such pressures would probably be counterproductive [8, p. 38]. We can cite here the words of Tadeusz Kisielewski "None of the pillars of democracy – free elections, protection of minority rights or observance of human rights – does seem to compromise the constitutive values of any national non-European culture; only fundamentalist attitudes may be at risk" [27, p. 41].

Doświadczenia Europy w zakresie odradzania się skrajnie prawicowych partii i ugrupowań upoważniają do swoistej redefinicji i interpretacji modelu Daniela Frey'a w obszarze współistnienia subiektywnego i obiektywnego pojmowania bezpieczeństwa – a zwłaszcza stanu obsesji. Zgodnie z modelem Frey'a o stanie obsesji mówimy w sytuacji, gdy nieznaczne zagrożenia postrzegane są jako duże. W swoim interpretowaniu subiektywnego i obiektywnego pojmowania bezpieczeństwa i relacji, jakie mogą zachodzić w misperpcji stanu i procesu bezpieczeństwa, przyjął on pod rozważania obiektywnie uzasadnione występowanie stanu nieznacznego zagrożenia.

Obecnie do interpretacji modelu musimy dodać również kreowane przez liderów niektórych partii politycznych wyimaginowane zagrożenia lub wręcz wskazywane w mediach procesy społeczne, które – jakkolwiek są naturalnym procesem współistnienia społeczeństw – przedstawiane są jako zagrożenie, które przybiera bardzo poważne rozmiary. Przykładem może być zjawisko migracji, na bazie którego buduje się w części społeczeństwa fobie i subiektywne poczucie zagrożenia. Podobny pogląd (co prawda odnosząc się do kwestii nieuzasadnionego wzrostu potencjału obronnego i budowania państwa policyjnego) wyraża Marek Kulisz, który uważa, że działania propagandowe oparte na odczuciu obsesji często będą posiadały społeczną akceptację [26, s. 144].

Negatywnym zjawiskiem w procesie źle rozumianego zapewniania bezpieczeństwa zewnętrznego i wewnętrznego jest sterowanie poglądami społeczeństwa, zwłaszcza ich torowanie przez agresję polityczną, włączanie do mechanizmów uprawiania polityki bazy kulturowej (uprzedzeń do innych narodowości przechodzących w nacjonalistyczną nienawiść). Oczywiście nie można relatywizować problemu, zwłaszcza gdy zorganizowane grupy przestępcze z nielegalnej emigracji zrobiły sobie źródło nieustającego dochodu, a osoby decydujące się na nielegalny przerzut np. do państw Unii Europejskiej tracą życie w drodze do kraju, do którego chcieliby się dostać.

Polityczna instrumentalizacja, tworzenie klimatu przyzwolenia dla języka agresji w prostej linii prowadzą do spirali agresji w społeczeństwie oraz do kolejnych etapów autorytaryzacji sprawowania władzy przez polityków, którzy w imię zrobienia wrażenia na swoich przełożonych i poplecznikach coraz częściej przekraczają bariery cywilizowanej debaty.

Państwa tolerujące w swojej polityce nacjonalizm i fundamentalizm, a zarazem mające i podkreślające swoje aspiracje do bycia pełnoprawnym członkiem społeczności międzynarodowej muszą zdawać sobie sprawę, że znajdują się pod presją organizacji międzynarodowych, które będą dążyć do nakłonienia ich do zreformowania polityki wewnętrznej i zewnętrznej w kierunku zgodnym z powszechnym prawem międzynarodowym. Jednocześnie zrozumiałe jest, że to oddziaływanie nie może być prowadzone kosztem uczuć narodowych czy religijnych którejkolwiek ze stron, ponieważ skutki takiego oddziaływania prawdopodobnie byłyby odwrotne do zakładanych [8, s. 38]. Powtórzyć tutaj można za Tadeuszem Kisielewskim: „Żaden bowiem z filarów demokracji – wolne wybory, ochrona praw mniejszości oraz przestrzeganie praw człowieka jako jednostki – nie wydaje się godzić w konstytutywne wartości jakiegokolwiek narodowej kultury pozaeuropejskiej; zagrożone mogą być jedynie fundamentalistyczne postawy” [27, s. 41].

Conclusions

The presented mechanisms and phenomena: externalisation and exteriorisation of security and threats, intermestic security, securitisation (desecuritisation), and selfisation and ourfisation of threats and security, show that security is still a phenomenon characterised by extraordinary complexity due to its multidimensional and multifaceted nature. The importance of its understanding in functional and axiological terms is growing to the detriment of geographical, ideological and even institutional approaches, making the study of the security a constant necessity.

We can see, therefore, that historical development presents us with new security problems, resulting, among others, from scientific and technical advancement, social changes, dynamics of international relations, natural causes, and interpretation of phenomena. "The field of security"¹⁴ [2, p. 201] in conditions of its globalization shows high and even growing complexity. At the same time, the growing number of private, non-governmental and non-state entities whose activities may indirectly contribute to the elimination of sources of security threats leads to security exteriorisation, and thus to analysing an increasing number of factors affecting security.

Security discourses should clearly indicate that they may, as a result of using the specific language, lead to the excessive securitisation of certain social phenomena (e.g. linking migration with terrorism, or with epidemiological threats, or cultural and moral destabilization), rather than to their de-securitisation. Power elites, through their populism, reduce e.g. social acceptance for newcomers. By presenting their point of view in the process of selfisation of threats and security, they can and do create a false depiction of events.

In the processes of testing security and threats, it should be borne in mind that these phenomena can be consciously used by politicians. Stoking up a sense of threat and creating a psychosis of fear, accepting an increase in aggression or a division of society based on a dislike of, or even hatred for, specific social groups can justify the need to create a new law giving further powers to control society and mobilize the electorate during the election period.

Selfisation and ourfisation of security are phenomena that will often be preceded by securitisation. Selfisation of security can be a tool to control society and justify the need to take subjective actions to ensure security indicated by the leaders of political parties. Or to create opponents, or stigmatise attitudes and recognise by those in power actions that oppose such an understanding of things as hostile and detrimental to the system of exercising power.

The fair use of media can minimize negative impacts on the sense of security and views of society, as well as counteracting panic and creating conditions for understanding and the need for

Wnioski

Przedstawione mechanizmy oraz zjawiska: eksternalizacji i eksteriorizacji bezpieczeństwa i zagrożeń, *intermestic security*, sekurytyzacji (desekurytyzacji), selfizacji i ourfizacji zagrożeń i bezpieczeństwa pokazują, że bezpieczeństwo wciąż jest fenomenem, cechującym się niezwykłą złożonością w postaci swej wielowymiarowości, wielopłaszczyznowości i wieloaspektowości. Wzrasta znaczenie jego pojmowania w ujęciach funkcjonalnym i aksjologicznym, kosztem dominujących dotychczas ujęć: geograficznego, ideologicznego czy nawet instytucjonalnego, powodując, że kontynuowanie badania fenomenu bezpieczeństwa jest koniecznością.

Widzimy zatem, że rozwój dziejowy stawia nas przed kolejnymi problemami bezpieczeństwa, wynikającymi m.in. z postępu naukowo-technicznego, przemian społecznych, dynamiki stosunków międzynarodowych, czy też z przyczyn naturalnych oraz interpretacji zjawisk. „Pole bezpieczeństwa”¹⁴ [2, s. 201] w warunkach jego globalizacji wykazuje się wysoką i wręcz rosnącą złożonością. Jednocześnie zwiększająca się liczba podmiotów prywatnych, pozarządowych i pozapaństwowych, których działalność może pośrednio przyczyniać się do eliminowania źródeł powstawania zagrożeń bezpieczeństwa prowadzi do jego eksteriorizacji, a tym samym analizowania coraz większej liczby czynników oddziałujących na bezpieczeństwo.

Dyskursy o bezpieczeństwie jasno i wyraźnie powinny wskazywać, że mogą one, wskutek używania języka wypowiedzi, prowadzić – zamiast do deseekurytyzacji niektórych zjawisk społecznych (np. łączenie migracji z terroryzmem, czy też z zagrożeniami epidemiologicznymi lub destabilizacją kulturowo-obyczajową) – do ich nadmiernej sekurytyzacji. Elity władzy poprzez swój populizm obniżają np. społeczną akceptację dla przybyszów z zewnątrz. Przedstawiając swój punkt widzenia w procesie selfizacji zagrożeń i bezpieczeństwa, tworzą nieprawdziwy obraz zdarzeń.

W procesach badania bezpieczeństwa i zagrożeń należy mieć na uwadze, że zjawiska te mogą być świadomie wykorzystywane przez polityków. Podsycanie poczucia zagrożenia i kreowanie psychozy strachu, akceptowanie wzrostu agresji czy też podziału społeczeństwa opartego na niechęci, a nawet nienawiści do określonych grup społecznych, mogą służyć usprawiedliwianiu i uzasadnieniu konieczności tworzenia nowego prawa, dającego kolejne uprawnienia do kontrolowania społeczeństwa, mobilizacji elektoratu w okresie wyborów.

Selfizację i ourfizację bezpieczeństwa bardzo często poprzedzać będzie zjawisko sekurytyzacji. Selfizacja bezpieczeństwa może być swoistym narzędziem do sterowania społeczeństwem i usprawiedliwianiem konieczności podejmowania subiektywnych wskazanych przez przywódców partii politycznych działań w zakresie zapewniania bezpieczeństwa – kreowania przeciwnika, czy też piętnowania postaw i uznawania działań sprzeciwiających takiemu pojmowaniu rzeczy za wrogi i szkodzące systemowi sprawowania władzy.

¹⁴ According to the concept of Pierre Bourdieu's habitus, "Field means a social space within which security actors tighten relationships between themselves, creating a comprehensive network of inequality, power and prosperity relationships, and as a consequence the distinction between what is inside and what is outside is blurred." ... "Speaking and writing about a given issue in terms of security integrates heterogeneous phenomena such as migration, religious fundamentalism, drugs and the European internal market into one whole, defined by the field of security" [2, p. 201].

¹⁴ Według koncepcji habitusu Pierre'a Bourdieu „Pole oznacza społeczną przestrzeń, w ramach której aktorzy bezpieczeństwa zacieśniają związki między sobą, tworząc kompleksową sieć relacji nierówności, władzy i dobrobytu, w konsekwencji zaciera się różnica między tym co wewnątrz, a tym co na zewnątrz.” ... „Mówienie i pisanie na temat danego zagadnienia w kategoriach bezpieczeństwa integruje heterogeniczne zjawiska, takie jak migracja, fundamentalizm religijny, narkotyki czy europejski rynek wewnętrzny w jedną całość, określaną polem bezpieczeństwa” [2, s. 201].

action to not only effectively counteract and eliminate threats, but also to participate in ensuring security. This participation will be particularly important not only at the local level, but also at the state and international levels, and will be manifested by the society's understanding of state policies across individual areas of ensuring security, and its readiness to accept difficulties in current life.

Manipulation of information using mass media and controlling the views of parts of society may serve completely different goals. It can be used to seize and maintain power, search for supporters of specific ideas by building a false, unjustified view and building a sense of danger in a part of the society of a given country (region), tighten legal regulations, or grant excessive surveillance powers to special services.

"This claim is also confirmed by the processes of ensuring internal security of states. All events destabilizing or potentially affecting the internal situation of one country will be widely commented by mass media around the world and will reach the public. Threats and their effects, depending on their presentation to the public, will either cause an understanding of human tragedies and positive attitudes to the need to join in the process of counteracting them, or negative and hostile attitudes to the need to help a given community, not only in its immediate environment, but in every corner of the world." [8, p. 40].

We can also quote here the words of the Polish 2018 Nobel Prize winner in literature Olga Tokarczuk, who in her acceptance speech, delivered on December 7, 2019 at the Exchange Hall of the Swedish Academy, said "The world is a fabric that we weave every day at great information looms (...). Today, the scope of work of these looms is huge – thanks to the Internet, almost anyone can participate in this process, responsibly or irresponsibly, with love or hatred, for good or evil, for life or for death. When this story changes – the world changes. In this sense, the world is made of words. The way we think about the world and – most importantly – the way we talk about it, is of great importance. Something that happens but is not told ceases to exist and dies. Historians know this very well, as do all sorts of politicians and tyrants. The one who has a yarn and is spinning it – rules." [28].

Knowledge of contemporary security conditions and their manipulation can be an excellent tool for controlling society, and especially its part rejecting objective assessments of social processes. Every threat indicated by the political elites (even an objective social process recognized as a threat to the security of citizens) will be a justified basis for them to take action.

Rzetelne wykorzystanie mediów może minimalizować negatywne oddziaływanie na poczucie bezpieczeństwa i poglądy społeczeństwa, przeciwdziałać panice i tworzyć warunki do zrozumienia i konieczności działania mającego eliminować zagrożenia oraz partycypować w zapewnianiu bezpieczeństwa. Partycypacja ta będzie szczególnie ważna na szczeblu państwowym i międzynarodowym, a przejawić się będzie zrozumieniem przez społeczeństwo polityki państwa w poszczególnych obszarach zapewniania bezpieczeństwa i gotowością do akceptacji utrudnień w bieżącym życiu.

Zupełnie inne cele stawia sobie manipulacja informacją przy wykorzystaniu środków masowego przekazu i sterowanie poglądami części społeczeństwa. Może ona służyć przejmowaniu i utrzymywaniu władzy, szukaniu poplecników danych idei poprzez budowanie mylnego, niczym nieuzasadnionego poglądu i budowaniu poczucia zagrożenia u części społeczeństwa danego kraju (regionu), zaostrzaniu regulacji prawnych czy nadawaniu nadmiernych uprawnień inwigilacyjnych służbom specjalnym.

„Teza ta znajduje potwierdzenie również w procesach zapewniania bezpieczeństwa wewnętrznego państw. Wszelkie bowiem zdarzenia destabilizujące lub mogące wpływać negatywnie na sytuację wewnętrzną jednego państwa, będą szeroko komentowana przez środki masowego przekazu na całym świecie i docierać do społeczeństwa. Zagrożenia i ich skutki w zależności od ich przedstawienia społeczeństwu, będą powodować zrozumienie tragedii ludzkich i pozytywne nastawienie do konieczności włączenia się w proces przeciwdziałania im lub negatywne i wrogie nastawienie do konieczności udzielania pomocy danej społeczności, nie tylko w najbliższym otoczeniu, ale w każdym zakątku świata” [8, s. 40].

Przytoczyć w tym miejscu możemy również wypowiedź polskiej laureatki Nagrody Nobla w dziedzinie literatury za 2018 r., Olgi Tokarczuk, która w swoim wykładzie noblowskim, wygłoszonym 7 grudnia 2019 w Sali Giełdy Akademii Szwedzkiej, stwierdziła „Świat jest tkaniną, którą przedziemy codziennie na wielkich krosnach informacji (...). Dziś zasięg pracy tych krosien jest ogromny – za sprawą Internetu prawie każdy może brać udział w tym procesie, odpowiedzialnie i nieodpowiedzialnie, z miłością i nienawiścią, ku dobru i złu, dla życia i dla śmierci. Kiedy zmienia się ta opowieść – zmienia się świat. W tym sensie świat jest złożony ze słów. Tak, jak myślimy o świecie i – co najważniejsze – jak o nim opowiadamy, ma więc olbrzymie znaczenie. Coś, co się wydarza, a nie zostaje opowiedziane, przestaje istnieć i umiera. Wiedzą o tym bardzo dobrze historycy, ale także (a może przede wszystkim) wszelkiej maści politycy i tyrani. Ten, kto ma i snuje opowieść rządzi.” [28].

Znajomość współczesnych uwarunkowań bezpieczeństwa i manipulowanie nimi może być skutecznym narzędziem sterowania społeczeństwem, a zwłaszcza tą jej częścią odrzucającą obiektywne oceny zachodzących procesów społecznych. Każde bowiem wskazane przez elity polityczne zagrożenie (nawet obiektywny proces społeczny uznany za zagrożenie dla bezpieczeństwa obywateli) będzie dla nich uzasadnioną podstawą do podejmowania działań.

Literature / Literatura

- [1] Dudek A., Łoś-Nowak T., *Bezpieczeństwo państwa w środowisku międzynarodowym. Przewartościowania*, w: *Kryteria bezpieczeństwa międzynarodowego państwa*, S. Dębski., B Górka-Winter (red.), PISM, Warszawa 2003.
- [2] Czaputowicz J., *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Współczesne koncepcje*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
- [3] Stańczyk J., *Istota współczesnego pojmowania bezpieczeństwa – zasadnicze tendencje*, w: *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego* 2010/2020, 5, 15–33, za: Buzan B., *People, States and Fear: An Agenda for International Security Studies in the Post-Cold War Era*, Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead 1991.
- [4] Pawlak K., *Krajowa Mapa Zagrożeń Bezpieczeństwa jako narzędzie kształtowania bezpiecznej przestrzeni na przykładzie Miasta i Gminy Serock* – praca magisterska – promotor dr inż. Tadeusz Kęsoń, SGSP, Warszawa 2020, za: Stańczyk J., *Istota współczesnego pojmowania bezpieczeństwa – zasadnicze tendencje*, w: *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego* 2010/2011, 5, 15–33.
- [5] Mönar J., *The EU's Externalisation of Internal Security Objectives: Perspectives after Lisbon and Stockholm*, "The International Spectator" 2010, 45 (2), https://www.researchgate.net/publication/233434430_The_EU's_Externalisation_of_Internal_Security_Objectives_Perspectives_after_Lisbon_and_Stockholm [dostęp: 9 grudnia 2019], <https://doi.org/10.1080/03932721003790696>.
- [6] Pietraś M., *Istota i ewolucja międzynarodowych stosunków politycznych*, w: *Międzynarodowe stosunki polityczne*, M. Pietraś (red.), Wyd. Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2006.
- [7] United Nations General Assembly Resolution 3314 (XXIX) – University of Minnesota, Human Right Library, <http://hrlibrary.umn.edu/instr/GA-res3314.html> [dostęp: 13 września 2018].
- [8] Kęsoń T. J., *Intermestic security, eksternalizacja i eksteryoryzacja bezpieczeństwa a społeczne i psychologiczne przyczyny powstawania zagrożeń bezpieczeństwa – spojrzenie retrospektywne*, w: *Vademecum Bezpieczeństwa Wewnętrznego. Społeczny wymiar bezpieczeństwa*, M.Z. Kulisz (red.), Oficyna wydawnicza PWSZ w Nysie 2019.
- [9] Kulisz M. Z., *Wyzwania procesu realizacji usług bezpieczeństwa państwa*, w: *Zeszyty Naukowe WSFiP* nr 4, J. Binda (red.), WSFiP, Bielsko-Biała 2014.
- [10] Sepczyńska D., *Praca i obywatelstwo w koncepcji prekariatu Guya Standinga*, w: *Etyka o współczesności, współczesność o etyce*, D. Sepczyńska, M. Jawor, A. Stoiński (red.), Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn 2016.
- [11] *Słownik współczesnego języka polskiego*, Przegląd Reader's Digest, Warszawa 1998.
- [12] Misiuk A., *Administracja porządku i bezpieczeństwa publicznego. Zagadnienia prawno-ustrojowe*, Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2008.
- [13] Pietraś M., *Transnarodowa przestrzeń społeczna*, <https://docer.pl/doc/508x> [dostęp: 27.09.2018].
- [14] Marczuk K. P., *Bezpieczeństwo wewnętrzne w poszerzonej agendzie studiów nad bezpieczeństwem (szkoła kopenhaska i human security)*, w: *Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa: wybrane zagadnienia*, S. Sulowski, M. Brzeziński (red.), Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 2009.
- [15] Kęsoń T. J., *Współczesne konflikty zbrojne w aspekcie prognozowania zagrożeń militarnych Rzeczypospolitej Polskiej*, Rozprawa Doktorska, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 1996.
- [16] Kęsoń T. J., Ożarek G., *Bezpieczeństwo społeczności lokalnych. Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej w makrosystemie zapobiegania przestępczości i patologicznych zachowań*, w: *Bezpieczeństwo Społeczności Lokalnych. I Nyskie Forum Bezpieczeństwa*, M. Huchrak, T. Iwanek (red.), Oficyna PWSZ, Nysa 2017.
- [17] Memczes F., *Nie wierzę psychologom. Wokół rozważań nad selfizmem*, „Frona” 2000, 19/20, 334–349, <http://frondalux.pl/wp-content/uploads/2016/01/Frona19-20.pdf> [dostęp: 12.11.2019].
- [18] Vitz P. C., *Psychologia jako religia. Kult samouwielbienia*, Oficyna wydawnicza Logos, Warszawa 2002.
- [19] Maciołek D., Poleszak D., *Wpływ manipulacji medialnej na kształtowanie się tożsamości współczesnej młodzieży*, „Kultura - media - teologia” 2014, 19, 49-50.
- [20] *Encyklopedia psychologii*, Fundacja Innowacja, WSSE, Warszawa 1998.
- [21] Dobek-Ostrowska B., *Komunikowanie polityczne i publiczne*, wyd. PWN, Warszawa 2012.
- [22] Mc Quail D., *Teoria komunikowania masowego*, Bucholc M., Szulżycka A. (przekład), Goban-Klas T. (red.), Wyd. PWN, Warszawa 2012.
- [23] Lilleker D. G., *Key Concepts in Political Communication*, SAGE Publication Ltd, London 2006.
- [24] Merkuriusz Polski, *Formy manipulacji w mediach*, <http://www.poselska.nazwa.pl/wieczorna2/wolna-mysl/formy-manipulacji-w-mediach> [dostęp: 20.12.2019].
- [25] Stańczyk J., *Istota współczesnego pojmowania bezpieczeństwa – zasadnicze tendencje*, w: *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego* 2010/2011, 5 za: Czywiliś D., *Pojęcie bezpieczeństwa międzynarodowego w ujęciu teorii konstrukttywizmu*, w: *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego* 2007, 2, 267–268.
- [26] Kulisz M. Z., *Determinanty bezpieczeństwa państwa jako organizacji społecznej*, w: *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego* 2013, 7, 135–151.
- [27] Kisielewski T. A., *Nowy konflikt globalny*, PAN-ISP, Warszawa 1993.
- [28] *Czuły narrator*, Esej Olgi Tokarczuk wygłoszony w Sztokholmie w Sali Giełdy Akademii Szwedzkiej, <https://tvn24.pl/kultura-styl/8/wyklad-noblowski-olgi-tokarczuk-przeczytaj-esej-czuly-narrator,991401.html> [dostęp: 23.12.2019].

TADEUSZ KĘSOŃ, PH.D. – assistant professor at the Institute of Internal Security at the Main School of Fire Service. In 1984, he graduated from the Military University of Technology. In 1996, he defended his doctoral dissertation at the Department of Strategic Defense of the National Defense University. He is a graduate of the Postgraduate Internal Security Studies at the University of Warsaw and the Marshall Center – The College of International and Security Studies – Garmisch-Partenkirchen – Executive Course 99-1. He has worked in central government administration bodies, including: the Government Center for Strategic Studies and the Ministry of Labor and Social Policy, and then at the Ministry of Family, Labor and Social Policy, and academic centers: the Jan Kochanowski University – branch in Piotrków Trybunalski, and the Social Academy of Sciences. He is the author and co-author of several books on armed conflicts and many articles on broadly understood national security.

DR INŻ. TADEUSZ KĘSOŃ – adiunkt w Instytucie Bezpieczeństwa Wewnętrznego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W 1984 r. ukończył Wojskową Akademię Techniczną. W 1996 r. obronił pracę doktorską na Wydziale Strategiczno-Obronny Akademii Obrony Narodowej. Jest absolwentem Podyplomowego Studium Bezpieczeństwa Wewnętrznego Uniwersytetu Warszawskiego oraz Marshall Center – The College of International and Security Studies – Garmisch-Partenkirchen – Executive Course 99-1. Pracował w centralnych organach administracji rządowej, w tym w: Rządowym Centrum Studiów Strategicznych i Ministerstwie Pracy i Polityki Społecznej, a następnie w Ministerstwie Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej oraz ośrodkach akademickich: Uniwersytecie Jana Kochanowskiego – filia w Piotrkowie Trybunalskim i Społecznej Akademii Nauk. Jest autorem i współautorem kilku książek dotyczących konfliktów zbrojnych oraz wielu artykułów z zakresu szeroko rozumianego bezpieczeństwa narodowego.

Jerzy Wolanin^{a)*}

^{a)} The Main School of Fire Service / Szkoła Główna Służby Pożarniczej

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: jwolanin@sgsp.edu.pl

Selected Issues of Security Sciences in Terms of Risk Analysis and Resilience Building

Wybrane zagadnienia nauk o bezpieczeństwie w aspekcie analizy ryzyka i budowy odporności

ABSTRACT

Aim: The aim of the article is to demonstrate that despite wide variety of areas involving security issues, there exists their common measure and benchmark. The author raised and confirmed a hypothesis that there is a tool allowing for qualitative or quantitative description of security. A risk analysis is such an instrument.

Methodology: The article reviews the basic literature summarising current achievements in security sciences. The author proposes a tool that enables both risk analysis and risk management, which is a way of developing resilience to threats.

Results: The author indicates two main directions of research works. The first one pertains to engineering approach to solving safety problems, which falls within technical field of science. The second one employs social and political methods of research and comes under social science. Links between them are the subject of author's analysis. Assuming that risk is a measure of safety, the author made a generalisation which allows to integrate the methods of the above mentioned science fields into unified methodology of risk assessment. Related to this, for the purposes of this article the notion of a generalised risk was defined. It incorporates both expert methods of solving problems and a socio-political factor, namely social agitation. The method of aggregating different hazard consequences categories was presented by means of the transformation matrix. Protection systems effectiveness was defined through introduction of the supplementary and system barriers concept to the risk assessment. As a result, a method for evaluating resilience of protected systems, particularly in public administration units as well as in civil protection system. The article also indicates research fields which need deeper exploration, especially in the context of measures and indicators of risk and social resilience.

Conclusions: The theoretical foundations of security studies presented in the article offer a holistic view on questions of safety. Based on the analysis and synthesis of existing knowledge new solutions were proposed in regard to local community resilience.

Keywords: risk, risk assessment, risk measure, risk indicators, outrage, resilience, resilience matrix

Type of article: review article

Received: 14.12.2019; Reviewed: 12.02.2020; Accepted: 27.05.2020;

Author's ORCID ID: 0000-0001-5915-6905;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 102–122, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.7>;

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

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest wykazanie, że istnieje wspólna miara dla poszczególnych zagadnień bezpieczeństwa, pomimo że charakteryzują się one dużą różnorodnością. Postawiono oraz pozytywnie zweryfikowano hipotezę stanowiącą, iż istnieje narzędzie, które – bez względu na obszar badań – pozwoliłoby określić w sposób ilościowy lub jakościowy wartość bezpieczeństwa. Narzędziem tym jest analiza ryzyka.

Metodologia: W pracy dokonano syntetycznego przeglądu podstawowej literatury podsumowującej dotychczasowe osiągnięcia nauk o bezpieczeństwie. Zaproponowano narzędzie pozwalające nie tylko na analizę ryzyka, ale również zarządzanie nim, czego wyrazem jest sposób budowy odporności na zagrożenia.

Wyniki: Wskazano na dwa główne podejścia do nauk o bezpieczeństwie. Pierwszym są inżynierskie metody rozwiązywania problemów bezpieczeństwa, mieszczące się w dziedzinie nauk technicznych, drugim natomiast – społeczno-polityczne metody badawcze, wpisujące się dziedziny nauk społecznych i humanistycznych. Przeanalizowano powiązania między nimi. Przyjmując ryzyko jako miernik bezpieczeństwa, uogólniono je tak, aby pozwoliło na zintegrowanie metodok wyżej wymienionych dziedzin nauk w jednolitą metodykę szacowania ryzyka. W związku z tym wprowadzono pojęcie ryzyka uogólnionego uwzględniające nie tylko eksperckie metody rozwiązywania problemów technicznych, ale również społeczne wzburzenie, jako czynnik

społeczno-polityczny w analizie ryzyka. Zaprezentowano metodę agregacji różnych kategorii skutków wystąpienia zagrożenia poprzez wprowadzenie matrycy transformacji. Zdefiniowano wydolność systemów ochronnych poprzez wprowadzenie do szacowania ryzyka koncepcji barier systemowych i suplementowych. Pozwoliło to na opracowanie metody pozwalającej na pomiar odporności systemów chronionych, w szczególności w jednostkach administracji publicznej, czy też w systemie ochrony ludności. Ponadto w artykule wskazano obszary badawcze, które wymagają dalszej eksploracji, ze szczególnym uwzględnieniem identyfikacji mierników oraz wskaźników ryzyka i odporności.

Wnioski: Przedstawione teoretyczne podstawy badań nad bezpieczeństwem pozwalają na jego holistyczny ogląd. Na podstawie analizy oraz syntezy dotychczasowej wiedzy zaproponowano nowe rozwiązania dotyczące odporności społeczności lokalnej.

Słowa kluczowe: ryzyko, szacowanie ryzyka, miary ryzyka, wskaźniki ryzyka, społeczne wzburzenie, odporność, matryca odporności

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 14.12.2019; **Zrecenzowany:** 12.02.2020; **Zatwierdzony:** 27.05.2020;

Identyfikator ORCID autora: 0000-0001-5915-6905;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 102–122, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.7>;

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

Introduction

The research area of security sciences has an interdisciplinary character. The literature on the subject suggests that the scientific community has been systematically building a coherent security theory that includes research in engineering disciplines as well as in fundamental and social sciences. The paper seeks to apply engineering tools to measure safety. Firstly, the author makes use of the already well-established theory of risk assessment, taking into account the subjective perception of risk. Secondly, he presents a specific analysis of the community resilience to threats which can provide a measure of safety.

Wstęp

Obszar badawczy nauk o bezpieczeństwie ma charakter interdyscyplinarny. Analiza literatury wskazuje, że środowisko akademickie systematycznie buduje spójną teorię bezpieczeństwa, która swoim zakresem obejmuje badania w dziedzinie nauk technicznych, podstawowych i społecznych. Artykuł stanowi próbę zastosowania narzędzi inżynierskich do pomiaru bezpieczeństwa. Wykorzystano dobrze już ugruntowaną teorię szacowania ryzyka z uwzględnieniem subiektywnego jego postrzegania. Zaproponowano także sposób analizy odporności społeczności na zagrożenia, która może stanowić miarę bezpieczeństwa.

Research methodology

The results of the following considerations are the result of a literature study. After that a comparative analysis indicating the diversity and interdisciplinarity of security sciences was carried out. Consequently, both the research problem and the research hypothesis were formulated:

1. Research problem: Is there a theoretical generalisation of the diversified security research areas which incorporates them into a logically coherent whole and serves for determining security value?
2. The main hypothesis: Taking into account the state of knowledge, represented not only by Polish, but also by international scientific community, we can answer that such a theoretical generalisation exists. It allows us to look at individual links of the security sciences from a holistic perspective. This generalisation is risk assessment.

Metodyka badań

Wyniki przedstawionych rozważań są rezultatem badań literaturowych. Po ich przeprowadzeniu dokonano analizy porównawczej, która wykazała różnorodność i interdyscyplinarność nauk o bezpieczeństwie. W następnej kolejności sformułowano problem badawczy oraz hipotezę badawczą:

1. Problem badawczy: czy istnieje teoretyczne uogólnienie zdyspersyfikowanych obszarów badawczych bezpieczeństwa, które objęłoby je w spójną logicznie całość i służyło do określenia wartości bezpieczeństwa?
2. Hipoteza główna: biorąc pod uwagę stan wiedzy, nie tylko reprezentowanej przez naukę polską, ale również i światową, odpowiedź na tak postawiony problem badawczy brzmi – tak, istnieje takie teoretyczne uogólnienie. Pozwala ono spojrzeć na poszczególne ogniwa nauk o bezpieczeństwie w sposób holistyczny. Uogólnieniem tym jest analiza ryzyka.

A brief overview of selected literature on security sciences

The questions addressed in this review pertain in its essential part to the already well established concept of public safety and public security. These issues are mainly related to threats

Krótki przegląd wybranej literatury nauk o bezpieczeństwie

Problemy poruszane w prezentowanym przeglądzie dotyczą, w swojej zasadniczej części, dobrze ugruntowanej już koncepcji bezpieczeństwa powszechnego oraz bezpieczeństwa

resulting from the civilization development in the broadest sense of the term and to forces of nature.

The security sciences have a long tradition. They have evolved in various directions covering larger and larger fields [1], [2]. They have changed their scope by incorporating issues from other disciplines [3–5] ranging from military and social sciences to technology and engineering sciences. This development featured expanding the interdisciplinarity of security issues and also involved its levels from global through regional, state and local to, finally, individual security [6]. The rapid development of security research concerned in particular the security of citizens in the face of various threats and was reflected in the monographs summarising this knowledge [7–9].

Generally, this process was and still is taking place along two paths. The first one is a strong link between the security sciences and safety engineering [10] contained in technology and engineering disciplines. Among highly technical publications on this subject there is a monograph entitled *The safety science. Situational Security Management of Critical National Infrastructure* [11]. Another perspective is shown in a book entitled *In the rescue network*. Its author describes, among other things, the network approach in public safety research [12]. There are also monographs on fire hazards [13–14]. The publications listed above investigate very thoroughly the issues related to fires and can be recognised in a sense as a summary of up-to-date knowledge in this field. On the other hand, the engineering of activities in the areas of science, didactics and practice is comprised in the post-conference monograph entitled *Civil Security. The Challenges of the Twenty-First Century* [15] which already includes the first summaries of the security science achievements of the years 1990–2007. The contents of this monograph are still valid in many aspects. The research with the use of engineering methods covered not only issues related to technology and modelling of chemical-physical phenomena and other threats, e.g. biological hazards [16], but also issues related to threats resulting from failures and dysfunctions of critical infrastructure. Finally, a monograph edited by A. Najgebauer [17] synthesised the modelling of practically all threats that may appear in an urban agglomeration in relation to crisis management. This combination of purely engineering solutions with crisis management indicates the second path of security sciences development, namely the disciplines related to social sciences and humanities. The best proof of this is the paper of S. Jarmoszko [18]. The social facet of safety has also been discussed extensively in three monographs [19–21] presenting the scientific progress in this area in subsequent years. In particular, the relatively “young” research area is the issue of social security largely related to the citizens’ safety. This point of view was presented by W. Kitler and A. Skrabacz in their monograph [8]. M. Pogonowski examined the question even more comprehensively in his book on social safety [22]. As already mentioned, protection of civilians occupies a prominent place in the whole broad spectrum of public security. It is one of the most rapidly expanding research fields within the security science. Its scope covers the crisis management question as a whole in all its phases and – the most importantly – at all levels of public administration [23–25]. The specific character of crisis management has also been discussed in

publicznego. Problemy te związane są głównie z zagrożeniami wynikającymi z rozwoju cywilizacyjnego w najszerszym tego sformułowania zakresie oraz z siłami natury.

Nauki o bezpieczeństwie mają długą tradycję. Ewolowały w różnych kierunkach, obejmując swoim zasięgiem coraz większe obszary [1], [2]. Zakres nauk o bezpieczeństwie zmieniał się poprzez włączanie do nich zagadnień z innych dyscyplin [3–5], poczynając od nauk wojskowych, a kończąc na naukach technicznych i społecznych. Rozwój ten przebiegał nie tylko poprzez pogłębianie interdyscyplinarności problematyki bezpieczeństwa. Z perspektywy kryterium podmiotowego zaczęto mówić o bezpieczeństwie globalnym, regionalnym, państwowym, lokalnym, kończąc na bezpieczeństwie indywidualnym [6]. Gwałtowny rozwój badań nad bezpieczeństwem dotyczył w szczególności bezpieczeństwa obywateli w obliczu różnych, co do charakteru i wielkości zagrożeń i znalazł odzwierciedlenie w monografiach podsumowujących tę wiedzę [7–9].

Generalnie proces ten odbywał się i nadal odbywa się dwoma ścieżkami. Pierwszą z nich jest silne powiązanie nauk o bezpieczeństwie z inżynierią bezpieczeństwa [10] umiejscowioną w naukach technicznych. Wysoce specjalistyczną pozycją w tym zakresie jest monografia pt. *Zarządzanie sytuacyjne bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej państwa* [11], a także w innym ujęciu książka pt. *W sieci ratownictwa*, opisująca między innymi podejście sieciowe w badaniach bezpieczeństwa powszechnego [12], czy też pozycje dotyczące zagrożeń pożarowych [13–14]. Wymienione tytuły głęboko wnikają w problematykę zagadnień związanych z pożarami oraz stanowią w pewnym sensie posumowanie wiedzy, na danym etapie, w danym zakresie. Natomiast inżynieria działań w obszarach nauki, dydaktyki i praktyki ujęta jest w monografii pokonferencyjnej pt. *Wyzwania bezpieczeństwa cywilnego XXI wieku* [15], obejmującej już pierwsze podsumowania osiągnięć nauk o bezpieczeństwie z lat 1990–2007. Treści tej książki w wielu aspektach są nadal aktualne. Badania z zastosowaniem inżynierskich metod swoim zasięgiem objęły nie tylko sprawy związane z techniką oraz modelowaniem zjawisk chemiczno-fizycznych i innych zagrożeń (np. biologicznych) [16], ale również zagadnienia związane z zagrożeniami wynikającymi z awarii i dysfunkcji infrastruktury krytycznej. Wreszcie w monografii pod redakcją A. Najgebauera [17] dokonano syntezy modelowania praktycznie wszystkich zagrożeń mogących pojawić się w aglomeracji miejskiej w powiązaniu z zarządzaniem kryzysowym. To powiązanie rozwiązań o czysto inżynierskim charakterze z zarządzaniem kryzysowym wskazuje na drugą ścieżkę rozwoju nauk o bezpieczeństwie, a mianowicie dyscyplin związanych z naukami społecznymi i humanistycznymi. Najlepszym tego dowodem jest publikacja S. Jarmoszki [18]. Społeczny aspekt bezpieczeństwa, stanowiący drugą ścieżkę rozwoju nauk o bezpieczeństwie, w bardzo szerokim ujęciu zilustrowany został również w trzech monografiach [19–21], przedstawiających postęp naukowy w tym aspekcie w kolejnych latach. W szczególności stosunkowo „młodym” obszarem badawczym są zagadnienia związane z bezpieczeństwem społecznym, w dużej mierze związanym z bezpieczeństwem obywateli. Podejście to zaprezentowali W. Kitler i A. Skrabacz w swojej monografii [8]. Jeszcze głębiej w tym zakresie sięgnął M. Pogonowski w swojej książce dotyczącej bezpieczeństwa socjalnego [22]. Jak

many monographic studies [26–28]. Crisis management, in turn, is a whole set of issues ranging from formal and legal questions [29] to uniformed services specifics, including their managerial competence [30–31] and management [32], or more detailed questions (equally important) such as logistics for these services [33–35]. At this point it is worth mentioning the monograph published by the Internal Security Agency [36] which analyses the powers of special services from the perspective of contemporary threats. The monographs synthesising the knowledge of security and at the same time pointing out its development prospects or problems to be solved include *The White Paper on National Security* [37] as well as the works of S. Jarmoszko, the results of the “Foam Gaps to Caps” project [38–39] and finally the collective work edited by D. Wróblewski [40] concerning the review of scientific and development research.

The literature review presented above is an excerpt from the publications on safety and basically includes monographs, although there are also a few scientific articles of a general nature outlining the state of knowledge in this field.

już wspomniano, w całym szerokim spektrum społecznego bezpieczeństwa poczesne miejsce zajmuje ochrona ludności. W naukach o bezpieczeństwie stanowi ona jedno z najbardziej dynamicznie rozwijających się pól badawczych. Obejmuje swym zakresem całokształt zarządzania kryzysowego we wszystkich jego fazach, a nade wszystko na każdym szczeblu administracji publicznej [23–25]. Również specyfika zarządzania kryzysowego znalazła swoje odzwierciedlenie w wielu monograficznych opracowaniach [26–28]. Zarządzanie kryzysowe z kolei to cały zbiór zagadnień poczynawszy od tych formalnoprawnych [29], a kończąc na specyfice służb mundurowych, w tym kompetencji menedżerskich [30–31], zarządzaniu umundurowanymi formacjami [32], czy też bardziej szczegółowym obszarze (niemniej ważnym) jak np. zabezpieczenie logistyczne służb [33–35]. W tym miejscu warto wspomnieć o monografii wydanej przez Agencję Bezpieczeństwa Wewnętrznego [36], w której analizowane są uprawnienia służb specjalnych z perspektywy współczesnych zagrożeń. Do monografii syntetyzujących wiedzę z zakresu bezpieczeństwa i równocześnie wskazujących na perspektywę jej rozwoju lub problemów do rozwiązania zaliczyć można *Białą Księgę Bezpieczeństwa Narodowego* [37], a także prace S. Jarmoszko i wyniki projektu „Foam Gaps to Caps” [38–39] i wreszcie pracę zbiorową pod redakcją D. Wróblewskiego [40] dotyczącą przeglądu badań naukowych i rozwojowych.

Przedstawiony powyżej przegląd literatury stanowi wycinek prac z zakresu bezpieczeństwa i obejmuje przede wszystkim monografie, chociaż przytaczane są również artykuły naukowe o ogólnym charakterze, nakreślające stan wiedzy w tym zakresie.

Security – its measure and indicators

As can be seen in the initial description, security issues, their number, variety, scope and complexity require specific approach to presenting the results of the studies and considerations. In addition to classical testing methods two key principles have been adopted:

1. The condition that research results must indicate their practical application, i.e. they should constitute a tool to be applied in practice.
2. No less important principle and in a sense resulting from the first one pertains to the criterion of aesthetic considerations -the results should be presented in the simplest possible way but not trivializing them.

In adopting the above principles and in noting that the accepted generalizations cause the loss of some details of highly specialized security research, the following definition was adopted: “[s]afety is the state of the environment of civilization and/or the natural environment determined by the value of risk occurring in this environment” [7].

The civilization environment, shaped by people, created threats in itself. Today they are called civilization threats. The parameter characterising the state of the civilizational and natural environment is risk. The advantage of the presented definition of safety is its universality. An important parameter characterizing security and hidden in the definition is time. The state of the environment may be “momentary” or quasi-stationary, i.e.

Bezpieczeństwo – jego miara i wskaźniki

Ze wstępnego opisu można wnioskować, że problemy związane z bezpieczeństwem, ich ilość, różnorodność, zakres i stopień złożoności wymagają specyficznego podejścia do przedstawiania wyników przeprowadzonych rozważań. Oprócz klasycznych metod badawczych przyjęto następujące dwie kluczowe zasady:

1. Warunek, że rezultaty badań muszą wskazywać na ich praktyczne zastosowanie (powinny stanowić narzędzie do zastosowania w praktyce).
2. Co nie mniej ważne – a co wynika w pewnym sensie z zasady pierwszej i dotyczy kryterium estetycznego rozważań – rezultaty powinny być prezentowane w najprostszym z możliwych sposobów, jednak nie trywializujący.

Uwzględniając powyższe zasady oraz fakt, że zastosowane uogólnienia powodują utratę pewnych szczegółów wysoce specjalistycznych badań nad bezpieczeństwem, ustalono następującą definicję bezpieczeństwa: „[b]ezpieczeństwo jest to stan otoczenia cywilizacyjnego i/lub środowiska naturalnego określony przez wartość ryzyka występującego w tym środowisku” [7].

Otoczenie cywilizacyjne stworzone przez ludzi samo w sobie wykreowało zagrożenia, które dzisiaj nazywamy zagrożeniami cywilizacyjnymi. Parametrem charakteryzującym stan otoczenia cywilizacyjnego i naturalnego jest ryzyko. Zaletą przedstawionej definicji bezpieczeństwa jest jej uniwersalność. Ważnym parametrem charakteryzującym bezpieczeństwo, a ukrytym w definicji, jest czas. Stan otoczenia może być „stanem chwilowym” lub quasi-stacjonarnym

independent of time. Since the ambient state is a function of time, the parameter that determines it must be a function of time. Therefore, risk is a function of time. In this article we will adopt the following definition of risk [42]: “[r]isk is the combination of the uncertainty of the occurrence of an adverse event (dynamic hazard) with the effects caused by its occurrence”.

Uncertainty is a more capacious concept and includes both the meaning of possibility in a qualitative description and probability in a quantitative description. And since risk can be defined in qualitative, semi-quantitative and quantitative terms, such a generalization of risk definition is fully justified.

Since the definition of security refers to the value of risk, it can be concluded that risk is a measure of safety. A statement that risk is acceptable is equivalent to the same a statement about safety.

To sum up, the advantage of a risk analysis is that it can capture all safety-related threads and in many cases risk can be quantified or described either semi-quantitatively or qualitatively.

– tj. niezależnym od czasu. Skoro stan otoczenia jest funkcją czasu, to charakteryzujący go parametr również musi być funkcją czasu. Zatem ryzyko jest funkcją czasu. W niniejszym artykule przyjęto następującą definicję ryzyka [42]: „[r]yzyko jest to kombinacja niepewności wystąpienia zdarzenia niekorzystnego (zagrożenia dynamicznego) ze skutkami wywołanymi jego wystąpieniem”.

Niepewność jest pojęciem bardziej pojemnym i zawiera zarówno znaczenie możliwości w opisie jakościowym, jak i prawdopodobieństwa w opisie ilościowym. Ponieważ ryzyko może być opisywane w sposób jakościowy, półilościowy i ilościowy, to takie uogólnienie definicji ryzyka jest w pełni usprawiedliwione.

Skoro w definicji bezpieczeństwa znajduje się odwołanie do wartości ryzyka, tym samym można stwierdzić, że ryzyko jest miarą bezpieczeństwa. Stwierdzenie, że ryzyko jest akceptowalne, jest równoważne stwierdzeniu tego w stosunku do bezpieczeństwa.

Podsumowując, zaletą analizy ryzyka jest możliwość uchwycenia wszystkich wątków związanych z bezpieczeństwem, a także w wielu przypadkach określenia jego wartości liczbowej, opisu półilościowego lub jakościowego.

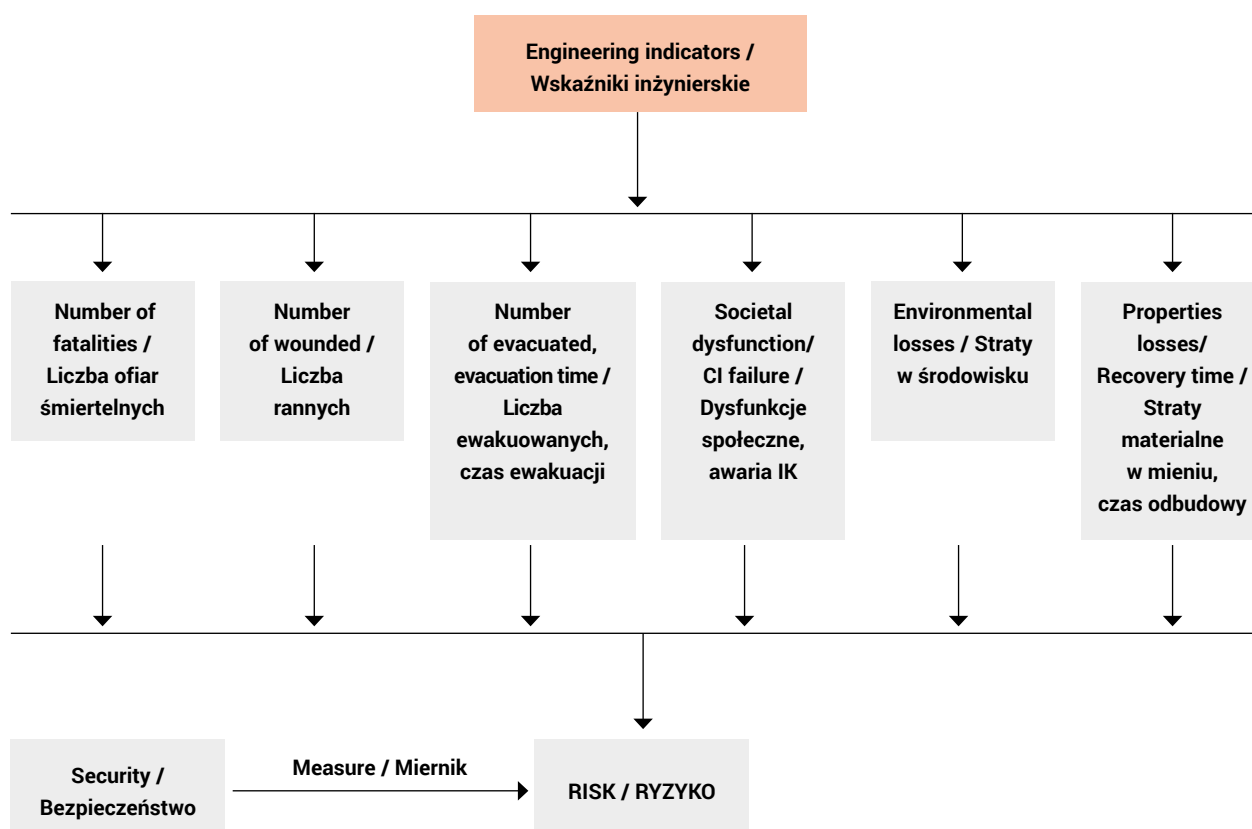


Figure 1. Risk as safety measure along with engineering indicators

Rycina 1. Ryzyko jako miara bezpieczeństwa z uwzględnieniem wskaźników inżynierskich

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Since risk is a measure of safety, its numerical indicators are, apart from probability, the effects caused by the threat. The Figure 1 illustrates engineering risk indicators coexisting with the probability of occurrence of each individually or their aggregated form determining the value of risk. In such an approach, risk may be presented in a classical mathematical formula:

$$R = p \times c \quad (1)$$

where: R is risk, p is the probability of an adverse event occurring and c is the effect of an adverse event. In the equation $\times$ denotes the multiplication sign.

Skoro ryzyko jest miarą bezpieczeństwa, to jego wskaźnikami liczbowymi – oprócz prawdopodobieństwa – są skutki wywołane przez zagrożenie. Na rycinie 1 zilustrowano inżynierskie wskaźniki ryzyka, współistniejące z prawdopodobieństwem wystąpienia każdego z nich lub prawdopodobieństwem ich zagregowanej postaci wyznaczającej wartość ryzyka. W takim ujęciu ryzyko można przedstawić w klasycznej formule matematycznej:

$$R = p \times c \quad (1)$$

gdzie: R oznacza ryzyko, p oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia niekorzystnego, zaś c oznacza skutki zdarzenia niekorzystnego. W równaniu $\times$ oznacza znak mnożenia.

The concept of social agitation (outrage)

The need for safety, beside the evolved instinct, is linked with emotions and the intellectual process which occurs while assessing the emerging threat. This raises the question of fundamental importance: does the perception of risk affect its value or does risk remain only in the domain of safety engineering? Both scientific research and practice, summarised in Sandman's monograph [39], [43], clearly indicate that subjective perception of risk has an impact on its value.

Koncepcja społecznego wzburzenia

Potrzeba bezpieczeństwa obok wyewoluowanego instynktu wiąże się z emocjami i procesem intelektualnym zachodzącym podczas oceny pojawiającego się zagrożenia. Powstaje pytanie o fundamentalnym znaczeniu: czy postrzeganie ryzyka ma wpływ na jego wartość, czy też ryzyko pozostaje tylko w domenie inżynierii bezpieczeństwa? Zarówno badania naukowe, jak i praktyka, podsumowane w monografii P. Sandmana [39], [43], wskazują jednoznacznie, że subiektywne postrzeganie ryzyka ma wpływ na jego wartość.

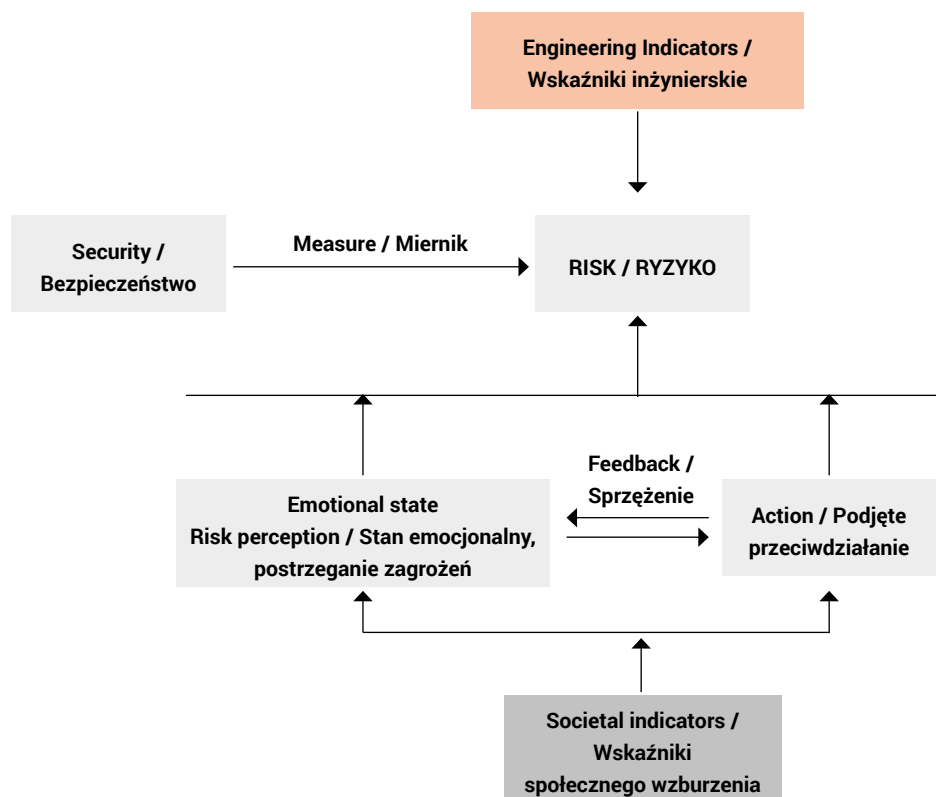


Figure 2. Risk as safety measure along with engineering and societal indicators

Rycina 2. Ryzyko jako miara bezpieczeństwa z uwzględnieniem wskaźników inżynierskich i społecznych

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

This social aspect of the risk perception by society, especially by a local one, is related to the emotional state of people who create such community. Thus, risk can be written down in general terms as follows:

$$Risk = f(R_{eng}, Outrage) \quad (2),$$

where it is defined as a function (f) of risk resulting from engineering calculations of (R_{eng}) and as a function of social agitation ($Outrage$).

Therefore, the reduction of the risk level in this perspective consists not only in reducing the probability of occurrence of an adverse event or limiting the effects related to it, but also in reducing the value of social agitation. This aspect of risk assessment requires specific expertise.

Risk assessment by experts is carried out using various methods, especially semi-quantitative and qualitative, which largely depend on experts' knowledge [44]. According to T. Aven, the following model of the risk estimation process should be taken into account when considering risk issues: a description of the context, i.e. the system that may be the source of risk, its exposure to the threat (adverse event) and the effects that may occur as a result of the threat. The exposure occurs here as a bridge between the system being the source of risk and the hazard [44]. Each of these elements is burdened with uncertainty related to them and with limited expert knowledge.

The question remains about indicators of social agitation influencing the SW value itself. The question whether STC can be measured at all also needs to be resolved. There are two main SW indicators: emotional state and correlated action [46]. Thus, the situation illustrated in Figure 2 arises. Social agitation according to P. Sandman [43] is a risk-additive factor. Then, the formula for total risk, or better to call it quasi-generalized risk R , will take the following form:

$$R_u' = R_{exp.} + Outrage \quad (3)$$

In formula (3) the risk associated with the engineering ratios of the $R_{eng.}$ has been converted into expert risk $R_{exp.}$, as these ratios are not always the result of engineering calculations.

A further element of risk analysis is the search for the value of its indicators. This applies to both engineering and expert indicators as well as Outrage. Therefore, the possibility of occurrence of an adverse event and its consequences should be determined. As already mentioned above, the conceptual scope of quasi-generalised risk covers all possible dangerous situations; thus, in addition to the term of probability the term of possibility appears and the term of effects appears beside the terms of impact and consequences depending on the analysed "area".

Taking into account the risk aspects considered above and modifying the formula describing risk quoted by T. Aven to [44], the definition of quasi-generalised risk may be written in the following form:

$$R_u' = f(U, A, C, K, Outrage) \quad (4)$$

where R_u' is a quasi generalised risk; U (uncertainty) is the uncertainty measured by the probability or possibility of an adverse event A happening, the occurrence of certain consequences (effects) C as well as the uncertainty related to expert judgement K (knowledge) and social agitation (*outrage*);

Ten społeczny aspekt postrzegania ryzyka przez społeczność, w szczególności społeczność lokalną, związany jest ze stanem emocjonalnym ludności tworzącej tę społeczność. Tak więc ryzyko można zapisać w ogólnej postaci w sposób następujący:

$$Ryzyko = f(R_{inż.}, SW) \quad (2),$$

gdzie $R_{inż.}$ przedstawione jest jako funkcja (f) ryzyka wynikającego z obliczeń inżynierskich ($R_{inż.}$) oraz społecznego wzburzenia (SW).

Obniżanie poziomu ryzyka w tym ujęciu polega więc nie tylko na zmniejszaniu prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niekorzystnego lub ograniczaniu związanych z tym zdarzeniem skutków, lecz również na obniżaniu wartości społecznego wzburzenia. Ten aspekt oceny ryzyka wymaga szczególnej wiedzy fachowej.

Szacowanie ryzyka odbywa się różnymi metodami, ale w szczególności ilościowymi i jakościowymi, które w dużej mierze zależą od wiedzy ekspertów wykonujących obliczenia [44]. Według T. Avena przy rozpatrywaniu kwestii ryzyka należy uwzględnić następujący model jego szacowania: opis kontekstu, to jest systemu mogącego być źródłem ryzyka, jego ekspozycji na zagrożenie (zdarzenie niekorzystne) oraz możliwych skutków zagrożenia. Ekspozycja występuje tutaj jako most łączący system będący źródłem ryzyka i zagrożeniem [44]. Każdy z tych elementów obciążony jest niepewnością oraz ograniczoną wiedzą ekspertów.

Pozostaje pytanie o wskaźniki społecznego wzburzenia, mające wpływ na samą wartość SW. Rozstrzygnięcia wymaga również pytanie, czy SW w ogóle można zmierzyć. Istnieją dwa główne wskaźniki SW: stan emocjonalny oraz działanie z nim skorelowane [46]. W ten sposób powstaje sytuacja, którą zilustrowano na rycinie 2. Społeczne wzburzenie według P. Sandmana [43] jest czynnikiem addytywnym ryzyka. Wówczas wzór na ryzyko całkowite, lub będąc bardziej precyzyjnym, ryzyko quasi-uogólnione R_u' , przyjmie następującą postać:

$$R_u' = R_{exp.} + SW \quad (3)$$

W formule (3) ryzyko związane z inżynierskimi wskaźnikami $R_{inż.}$ zamieniono na ryzyko eksperckie, gdyż nie zawsze wskaźniki te są wynikiem obliczeń inżynierskich.

Dalszym elementem analizy ryzyka jest poszukiwanie wartości jego wskaźników. Dotyczy to zarówno wskaźników inżyniersko-eksperckich, jak i SW. Należy więc określić możliwość wystąpienia zdarzenia niekorzystnego oraz skutki jego wystąpienia. Jak już wspomniano wyżej, ryzyko quasi-uogólnione obejmuje swoim zasięgiem pojęciowym wszystkie możliwe niebezpieczne sytuacje, tak więc obok terminu prawdopodobieństwo pojawia się termin możliwość, obok terminu skutki pojawiają się terminy wpływ oraz konsekwencje w zależności od analizowanego „obszaru”.

Poprzez uwzględnienie rozważanych powyżej aspektów ryzyka oraz modyfikację formuły opisującej ryzyko przytoczonej przez T. Avena [44] definicję ryzyka quasi-uogólnionego można zapisać w następującej postaci:

$$R_u' = f(U, A, C, K, SW) \quad (4)$$

gdzie R_u' jest ryzykiem quasi-uogólnionym; U (uncertainty) – niepewnością, której miarą są prawdopodobieństwo lub możliwość zajścia zdarzenia niekorzystnego – A , wystąpienie określonych skutków C , niepewność związana z wiedzą ekspercką K (knowledge) oraz SW społeczne wzburzenie (*outrage*);

After having determined the indicators, the further steps of the analysis are related to the identification of risks. Hazard identification is a necessary element of risk analysis as it is used to establish the fundamental stage of this analysis, namely scenario building (Figure 3).

Kiedy mamy już ustalone wskaźniki, dalsze kroki polegają na identyfikacji zagrożeń, która stanowi niezbędny element analizy ryzyka, gdyż służy do jej fundamentalnego etapu – budowy scenariuszy (ryc. 3).

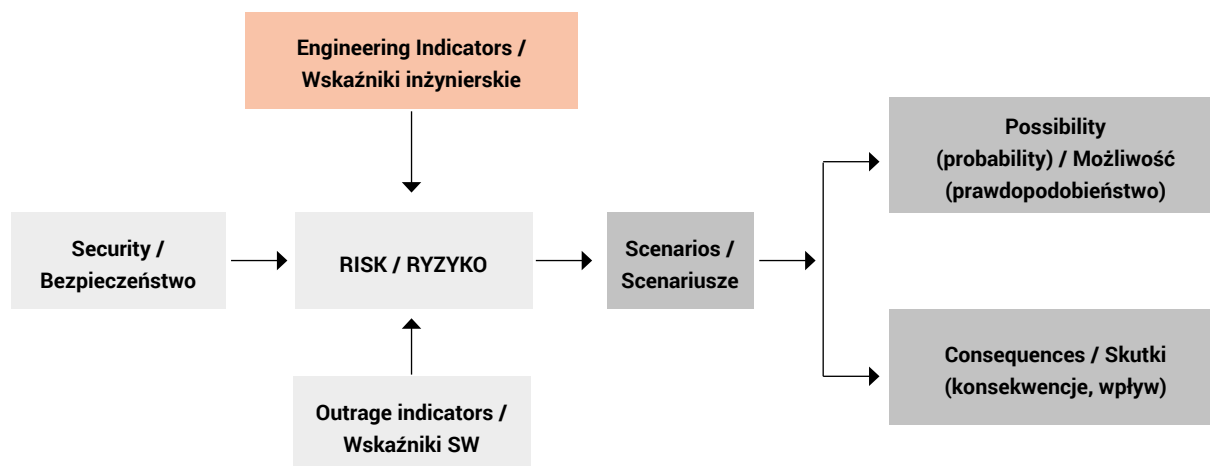


Figure 3. Risk analysis – scenarios in the aspect of a probability of an adverse event to happen, along with its consequences
Rycina 3. Analiza ryzyka – scenariusze w aspekcie możliwości wystąpienia zdarzenia niekorzystnego wraz z jego skutkami

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

The particular importance of scenario building results from the fact that it provides a basis for plans, especially emergency response plans, developed in the process of crisis management [45]. The scenario should refer to a well-constructed description of the context and to people's reactions [46]. Due to the possibility of a cascade effect in many cases the scenario will be linked to subscenarios generally associated with critical infrastructure.

Identifying the effects in a particular scenario involves one of the most explored terms, that is vulnerability. Again, by referring to the SRA dictionary [42] you can find various definitions of vulnerability as well as its measures. To generalise the concept of vulnerability the following definition of vulnerability can be formulated [42]: "[v]ulnerability is the uncertainty of the severity of negative consequences as a result of a threat associated with any protected intangible and tangible assets".

On the other hand, the measure of vulnerability is "the possibility to describe (qualitatively or quantitatively) the degree of damage caused to all protected assets (intangibles and tangibles) as a result of a threat".

Formula (4) for vulnerability V (vulnerability) can be written in the following form [42]:

$$V = f(U, C, K, A) \quad (5)$$

The above formula expresses the fact that vulnerability (V) is a function of: uncertainty (U), consequences (C) and knowledge (K) provided that an adverse event occurs (A).

Szczególne znaczenie budowy scenariuszy wynika z faktu, że w procesie zarządzania kryzysowego na ich podstawie tworzy się plany, w szczególności plany reagowania kryzysowego [45]. Scenariusz powinien nawiązywać do dobrze skonstruowanego opisu kontekstu, a także do reakcji ludzi [46]. W wielu przypadkach – ze względu na możliwość wystąpienia efektu kaskadowego – scenariusz będzie powiązany z subscenariuszami, na ogół dotyczącymi infrastruktury krytycznej.

Identyfikacja skutków dla określonego scenariusza wiąże się z kolei z jednym z najbardziej eksplorowanych terminów – podatnością. I znowu sięgając do słownika SRA [42], można znaleźć różne określenia podatności, a także jej mierników. Chcąc uogólnić pojęcie podatności, można sformułować następującą jej definicję [42]: „[p]odatność to niepewność dotkliwości negatywnych skutków, w wyniku wystąpienia zagrożenia, związanych z wszelkimi chronionymi niematerialnymi i materialnymi wartościami”.

Natomiast miarą podatności jest „możliwość opisania (jakościowo lub ilościowo) stopnia szkód wyrządzonych wszelkim chronionym wartościom (niematerialnym i materialnym) w wyniku wystąpienia zagrożenia”.

Wzór (4) na podatność V (vulnerability) można zapisać w postaci [42]:

$$V = f(U, C, K, A) \quad (5)$$

Według powyższego wzoru podatność (V) tożsama z ryzykiem jest funkcją: niepewności (U), skutków (C) oraz wiedzy (K) pod warunkiem zajścia zdarzenia niekorzystnego (A).

Risk estimation – principles of the assessment of measures and indicators

The main purpose of scenario building is to determine the effects caused by a dynamic threat. Negative consequences can be divided into three basic groups of measures [48]:

1. Human-related effects – In this case the indicators are the number of fatalities, the number of injured and sick, the number of people evacuated.
2. Economic (material losses) and environmental effects, the indicators here are: the number and duration of critical infrastructure dysfunction(s), the value of material losses resulting from environmental and/or cultural “environment” damage.
3. Political/social/psychological effects, the indicators here are: sociological-psychological impact on the community and individuals, degree of community disruption along with the time of the disruption, impact on other values such as cultural assets and property.

Any identified threat can cause each of the mentioned effects. Thus, the question arises how to estimate the total aggregated risk related to a specific threat with such diverse measures of effects.

In order to solve this problem, a transformation matrix has been introduced in which assigning the letters to the numbers in Table 1. The letters from A to E are arranged according to increasing effects values. The sequence of numbers in the right-hand column is a geometric series with the quotient 2. Such an assignment of numbers to individual letters is widely used in Europe in risk analysis and is completely conventional. The transformation matrix is accompanied by the matrix of measures (Table 2).

Szacowanie ryzyka – zasady oceny miar i wskaźników

Zasadniczym celem budowania scenariuszy jest określenie skutków wywołanych przez zagrożenia dynamiczne. Negatywne skutki można podzielić na trzy zasadnicze grupy mierników [48]:

1. Skutki związane z ludźmi – wskaźnikami są: liczba ofiar śmiertelnych, liczba rannych i liczba chorych, liczba ludzi ewakuowanych.
2. Skutki związane z ekonomią (straty materialne) i środowiskiem – wskaźnikami są: liczba i czas trwania dysfunkcji infrastruktury krytycznej, wartość strat materialnych wynikłych ze zniszczeń środowiska naturalnego i/lub „środowiska” kulturowego.
3. Skutki polityczne/socjalne/psychologiczne, wskaźnikami tutaj są: socjologiczno-psychologiczny wpływ na społeczność i jednostki, stopień zakłócenia funkcjonowania społeczności, wraz z czasem tego zakłócenia, wpływ na inne wartości, np. dobra kultury.

Każde zidentyfikowane zagrożenie może wywołać każdy z wymienionych skutków. Powstaje więc pytanie, jak oszacować całkowite zagregowane ryzyko związane z określonym zagrożeniem przy tak zróżnicowanych co do miar skutkach.

Aby rozwiązać ten problem, wprowadzono macierz transformacji przyporządkowującej literom liczby (tabela 1). Litery od A do E uporządkowane są według wzrastającej wartości skutków. Ciąg liczb w prawej kolumnie stanowi szereg geometryczny o ilorazie 2. Takie przyporządkowanie liczb poszczególnym literom w analizie ryzyka jest powszechnie stosowane w Europie i jest całkowicie umowne. Macierzy transformacji towarzyszy macierz miar (tabela 2).

Table 1. Transformation matrix
Tabela 1. Matryca transformacji

Letter / Litera	Value / Wartość
-	0
A	1
B	2
C	4
D	8
E	16

Source / Źródło: 14.3 Flagship project under EUSBSR. Guiding and Tailoring Risk assessment for the Baltic Sea Region. Priority Area Secure. 2012–2013; *Metodyka oceny ryzyka na potrzeby systemu zarządzania kryzysowego RP*, W. Skomra (red.), Beł Studio Sp. z o.o., Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2015 [48], [49].

Table 2. Measure matrix
Tabela 2. Matryca miar

Letter / Litera	Consequences / Skutki	Occurrence possibility (probability) / Możliwość wystąpienia (prawdopodobieństwo)
A	small / małe	very high / bardzo duża
B	medium / średnie	high / duża
C	high / duże	medium / średnia
D	very high / bardzo duże	small / mała
E	catastrophic / katastrofalne	very small / bardzo mała

Source / Źródło: *Metodyka oceny ryzyka na potrzeby systemu zarządzania kryzysowego RP*, W. Skomra (red.), Bel Studio Sp. z o.o., Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa [49].

The matrix of measures is assigned the numbers indicated in the transformation matrix for different effect categories. After summing up the numbers, the average value is determined and letters are assigned. When letters assignment and values indication (with the use of the matrix of measures) is over, the phase of risk analysis presented in Figure 4 follows on.

Matrycy miar przyporządkowuje się liczby wskazane w matrycy transformacji dla różnych kategorii skutków. Po zsumowaniu liczb określa się średnią wartość i dopasowuje litery. Po przyporządkowaniu liter i określeniu miar z wykorzystaniem matrycy miar otrzymuje się przedstawiony na rycinie 4 obraz etapu w procesie analizy ryzyka.

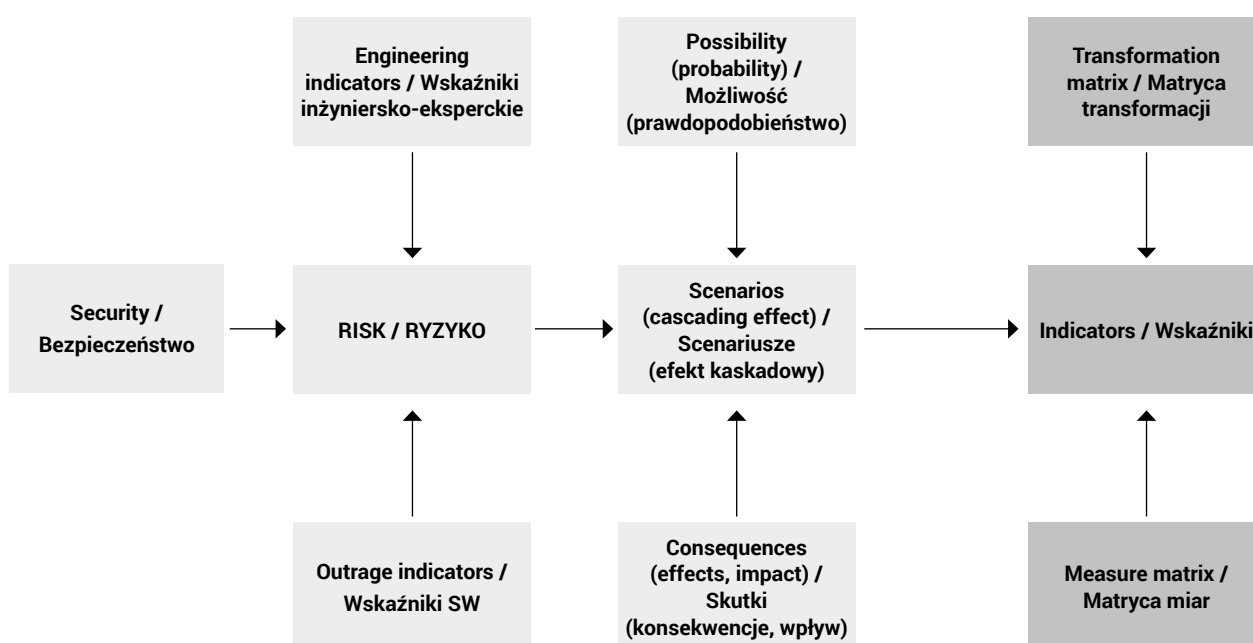


Figure 4. Risk Analysis – indicators measure
Rycina 4. Analiza ryzyka – miary wskaźników

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Having the transformation matrix and the matrix of measures ready, one can proceed to determine the indicator patterns according to the method proposed in the papers [48–49].

Mając do dyspozycji matrycę transformacji i matrycę miar, można przystąpić do określenia wzorców wskaźników zgodnie ze sposobem zaproponowanym w pracach [48–49].

Consequences / Skutki	A	B	C	D	E
Frequency / Częstotliwość					
0–1					
1–2					
2–3					
3–4					
4–5					

Figure 5. An example of a risk matrix
Rycina 5. Przykładowa matryca ryzyka

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

In Figure 5 green indicates negligible risk, yellow indicates acceptable risk, orange indicates tolerable risk and red indicates unacceptable risk. At this stage of the cycle risk may be finally assessed. The results can be presented in the risk matrix (Figure 6). The consequence of the risk analysis is prioritizing risk according to the criteria adopted. The very process of defining the criteria of risk acceptance and prioritization is part of risk and thereby security management.

Na rycinie 5 kolor zielony oznacza ryzyko zanedbywalne, kolor żółty ryzyko akceptowalne, kolor pomarańczowy ryzyko tolerowane i wreszcie kolor czerwony ryzyko nieakceptowalne. Na tym etapie cyklu można już oszacować ryzyko i zaprezentować wyniki jego szacowania w postaci matrycy ryzyka (ryc. 6). Konsekwencją analizy ryzyka jest jego hierarchizacja w odniesieniu do przyjętych kryteriów. Już sam proces określania kryteriów akceptowalności ryzyka i jego hierarchizacja stanowią element zarządzania ryzykiem, a tym samym zarządzania bezpieczeństwem.

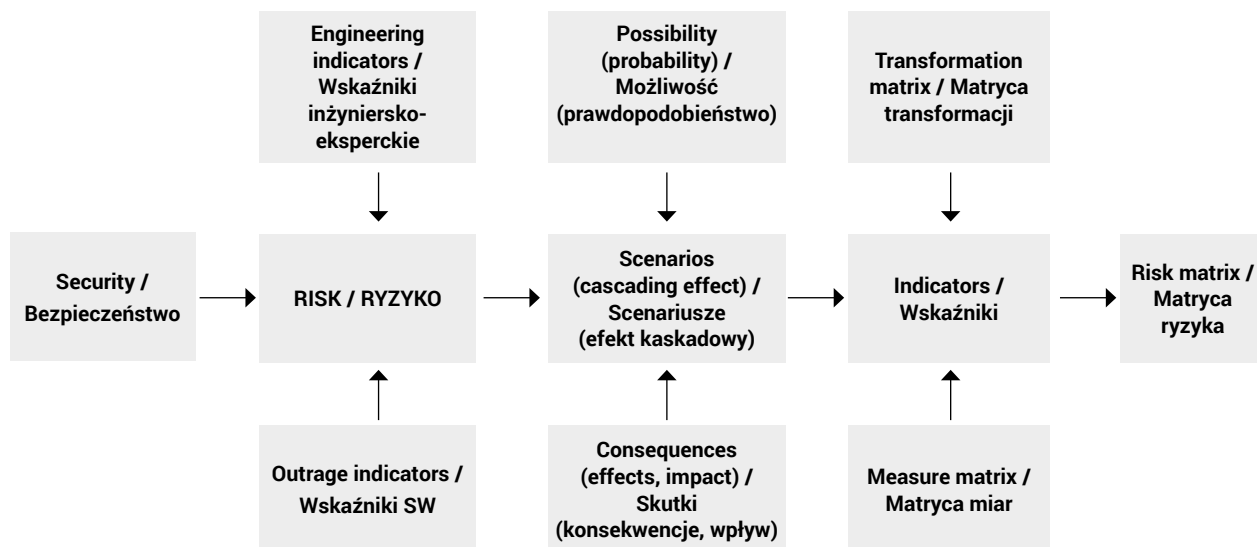


Figure 6. Risk assessment cycle
Rycina 6. Cykl szacowania ryzyka

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Security management – the concept of resilience

Issues related to the question of public resilience with particular reference to local communities are currently an area of extensive research [50–52]. This is, inter alia, due to the fact that security research is closely linked to two research problems currently being solved: how to estimate and manage risk [24], [29], [49], [53–57]. The interrelation between risk and its management along with examples of protected values is presented in Figure 7.

Risk management is related to barriers building. If these barriers are taken into account, the risk can be written down in the following form [58]:

$$R_{\alpha,\beta} = P_{\alpha,\beta} \times \Delta\Phi_{\alpha,\gamma} \times (U_{\alpha,\beta} - M_{\alpha,\beta}) \quad (U_{\alpha,\beta} - M_{\alpha,\beta}) = 0 \text{ for } M_{\alpha,\beta} \geq U_{\alpha,\beta} \quad (6)$$

where:

α – numbering index IK,

β – hazard numbering index,

γ – functionality index IK,

$R_{\alpha,\beta}$ – risk value (0%, 100%),

$P_{\alpha,\beta}$ – probability of a hazard β on a scale (0.1),

$U_{\alpha,\beta}$ – susceptibility of IK to hazard β on a scale (0.1),

$\Delta\Phi_{\alpha,\gamma}$ – effect of materialization of risk β on a scale (0%, 100%),

$M_{\alpha,\beta}$ – the sum of the impact of protections on IK susceptibility to risk β on a scale (0.1).

Employing the author of the cited paper's interpretation we can assume that e.g. IK is a hospital and as a result of the Z1 fire hazard the availability of two hospital functionalities may be limited: the number of beds in the burn ward $\Phi 1,1$ and the availability of medical personnel $\Phi 1,3$. The functionalities expressed as percentages determine the decrease in the effectiveness of a given IK. In case of many hazards and many functionalities all risks for hazards and functionalities should be summed up. The above formula makes the value of the risk dependent on important factors influencing it, namely: resources – their vulnerability to threats (U), threats – probability of their occurrence (P), functionalities – decrease in availability of a given function as a result of the threat $\Delta\Phi$, and protections – the impact of protections on vulnerability (M). The risk concept presented here, which incorporates the barriers¹ in its scope, is a good proposal for implementation of the tool presented above.

With this in mind, a generalised risk formula can be advanced, namely:

$$R_u = R_{\alpha,\beta} + (Outrage - BS) \quad (7)$$

where:

R_u – generalised risk value,

$R_{\alpha,\beta}$ – engineering risk value,

Outrage – social agitation,

BS – supplementary barriers.

¹ Protections M introduced by the author can be considered as barriers whose role is both prophylactic, i.e. preventing the materialization of the threat, and reducing the effects during the response phase, e.g. rescue systems and reconstruction instruments often with modernization. Barriers of this type are called system barriers. The name suggests itself in a natural way, because these barriers (and they are of various types not only in the literal sense of the word) create safety systems in all its dimensions.

Zarządzanie bezpieczeństwem – koncepcja odporności

Zagadnienia dotyczące odporności społeczeństwa, w tym w szczególności społeczności lokalnej, stanowią obecnie obszar intensywnych analiz [50–52]. Wynika to między innymi z tego, że badania nad bezpieczeństwem ściśle związane są z dwoma aktualnie rozwiązywanymi problemami badawczymi: jak oszacować ryzyko i jak nim zarządzać [24], [29], [49], [53–57]. Na rycinie 7 przedstawiono współzależność ryzyka i zarządzania nim wraz z przykładami wartości chronionych.

Zarządzanie ryzykiem związane jest budową barier (ograniczających). Jeżeli uwzględnić wspomniane bariery, to wzór na ryzyko przyjmuje postać [58]:

$$R_{\alpha,\beta} = P_{\alpha,\beta} \times \Delta\Phi_{\alpha,\gamma} \times (U_{\alpha,\beta} - M_{\alpha,\beta}) \quad (U_{\alpha,\beta} - M_{\alpha,\beta}) = 0 \text{ dla } M_{\alpha,\beta} \geq U_{\alpha,\beta} \quad (6)$$

gdzie:

α – indeks numerujący IK,

β – indeks numerujący zagrożenie,

γ – indeks funkcjonalności IK,

$R_{\alpha,\beta}$ – wartość ryzyka (0%, 100%),

$P_{\alpha,\beta}$ – prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia β w skali (0,1),

$U_{\alpha,\beta}$ – podatność IK na zagrożenie β w skali (0,1),

$\Delta\Phi_{\alpha,\gamma}$ – skutek materializacji zagrożenia β w skali (0%, 100%),

$M_{\alpha,\beta}$ – suma wpływu zabezpieczeń na podatność IK na zagrożenie β w skali (0,1).

Posługując się interpretacją autora cytowanej pracy, można przyjąć, że IK jest szpitalem i w wyniku zagrożenia pożarem Z1 może wystąpić ograniczenie w dostępie do dwóch jego funkcjonalności: miejsc na oddziale poparzeń $\Phi 1,1$ oraz personelu medycznego $\Phi 1,3$. Funkcjonalności wyrażone w procentach określają obniżenie efektywności funkcjonowania danej IK. W przypadku wielu zagrożeń i wielu funkcjonalności wszystkie ryzyka dla zagrożeń i funkcjonalności należy posumować. Powyższy wzór uzależnia wielkość ryzyka od istotnych czynników mających na niego wpływ, a mianowicie: zasobów – ich podatności na zagrożenie (U), zagrożeń – prawdopodobieństwa ich wystąpienia (P), funkcjonalności – spadku dostępności do danej funkcji w wyniku wystąpienia zagrożenia $\Delta\Phi$ i zabezpieczeń – wpływu zabezpieczeń na podatność (M). Przedstawiona tutaj koncepcja ryzyka ujmująca swoim zakresem bariery^{*1} stanowi godną uwagi propozycję rozwiązania, możliwą do zaimplementowania w zaprezentowanym wyżej narzędziu.

Mając na uwadze powyższe, można zaproponować uogólnioną formułę określającą ryzyko, mianowicie:

$$R_u = R_{\alpha,\beta} + (SW - BS) \quad (7)$$

gdzie:

R_u – wartość ryzyka uogólnionego,

$R_{\alpha,\beta}$ – wartość ryzyka inżyniersko-eksperskiego,

SW – społeczne wzburzenie,

BS – bariery suplementowe.

¹ Wprowadzone przez autora zabezpieczenia M można uznać za bariery, pełniące zarówno rolę profilaktyczną (tj. niedopuszczenie do materializacji zagrożenia), jak i ograniczającą skutki w fazie reagowania (np. systemy ratownicze oraz instrumenty służące do odbudowy często wraz z modernizacją). Bariery tego typu nazywa się barierami systemowymi. Nazwa narzuca się w sposób naturalny, gdyż bariery te (a są różnego typu, nie tylko w dosłownym tego słowa znaczeniu) tworzą systemy bezpieczeństwa we wszystkich jego wymiarach.

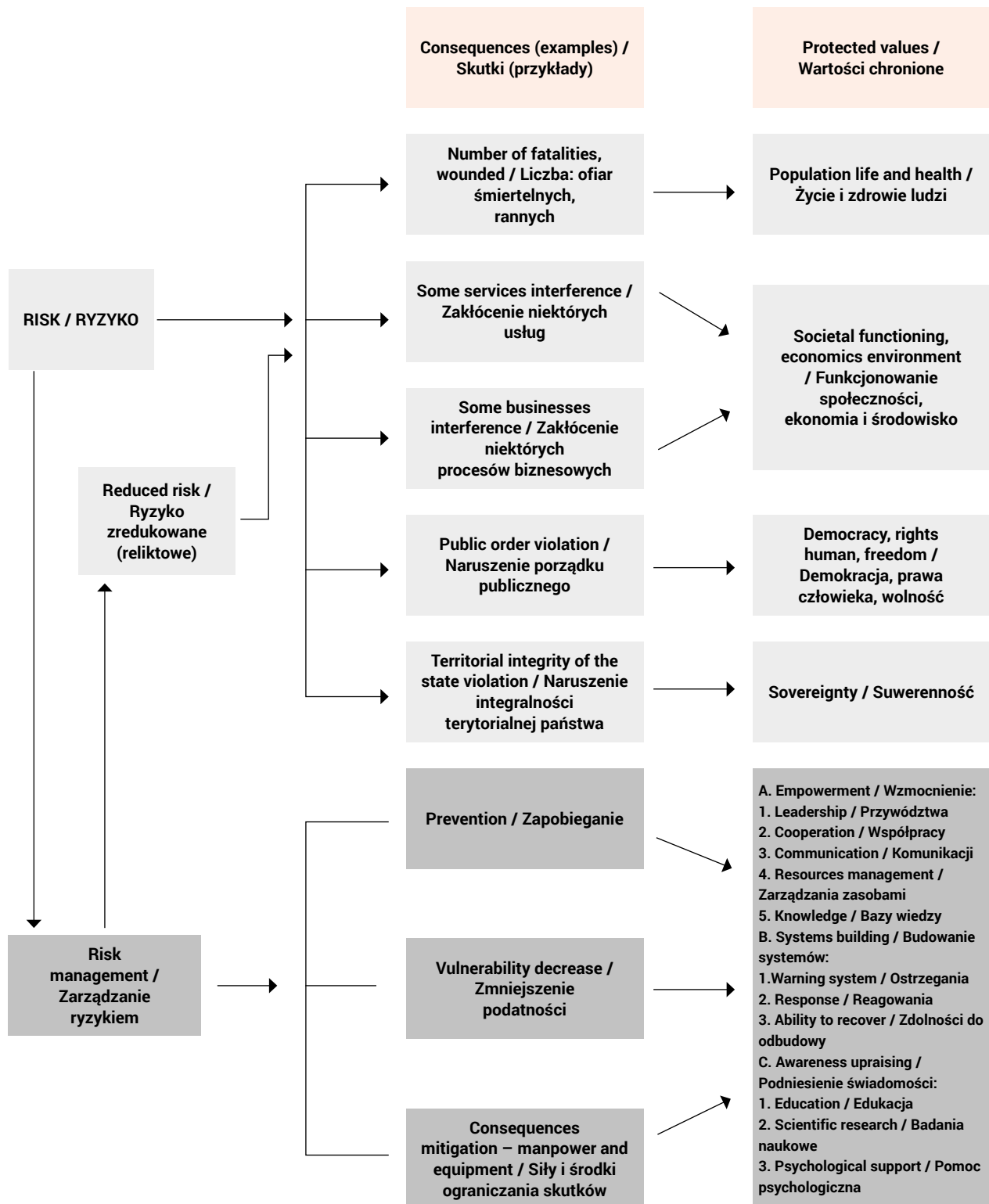


Figure 7. Relationship between risk assessment and its management from protected values point of view
Rycina 7. Powiązanie szacowania ryzyka z jego zarządzaniem z uwzględnieniem wartości chronionych

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Supplementary barriers appearing in the formula are analogous to system barriers. The difference lies in the fact that all projects related to them concern elements of “soft” protective systems. These include first of all: social awareness of threats, education about safety, risk related communication, psychological issues associated with safety and finally scientific research on safety. Supplementary barriers, as it results from the formula (7), are orientated to reducing social agitation and in large part concern the characteristics of the community, society, interest groups, etc. There are many types of both system and supplementary barriers. Several dozen types of the latter have been identified [60]. Examination of both categories of barriers and their interrelations is one of the main trends in security research [59].

The study of supplementary barriers is undoubtedly a direction dealing in depth with social sciences. The concept of system and supplementary barriers combined in a concise formula of generalised risk (7) synthetically links the field of technology and engineering sciences with social sciences and humanities. This combination has two main keystones. The first keystone is related to a set of protected values. The second one pertains to the analysis of generalized risk which is a measure of safety in all its dimensions.

An example of risk analysis with social aspects included

One example of risk management may be the proposal resulting from the research project “From Gaps to Caps” [39]. It is based on six elements: planning, identification of the critical event, scenario, community impact, effects analysis as well as vulnerability and response assessment.

Figure 8 shows the risk management cycle including the crisis management phases. This cycle is called progressive management because of the anticipation of an event. The white colour in the figure indicates the unconditional risk management and the contingent risk management is shown in black. Let us assume that an adverse event has resulted in the following consequences: fatalities, injuries, big material losses, disruption of some institutions and difficulties in getting to the workplace. This may have been influenced by elements such as leadership, cooperation, communication, resources, knowledge (see Figure 7). The risk analysis in this case boils down to assigning certain dimensions of responsiveness to certain effects. For this purpose, a special matrix called CODI MATRIX is constructed as shown in Figure 9.

This matrix allows for a cause-and-effect analysis while prioritizing the individual response dimensions. In this case we can see that out of nine possible cause-and-effect events (marked by X), three are due to poor cooperation (3/9), followed by communication (2/9), then resources (it also has a factor of 2/9, but because of its effects it is behind communication in the hierarchy). The leadership (1/9) and knowledge (1/9) occupy further places. This method of assigning numbers is the simplest but at the same time the roughest approximation. Each of these dimensions can be general and apply to the entire crisis management cycle [61–62].

Pojawiające się we wzorze bariery suplementowe stanowią analogię do barier systemowych. Różnica polega na tym, że wszystkie przedsięwzięcia związane z nimi dotyczą elementów „miękkich” systemów ochronnych. Zaliczyć można do nich przede wszystkim: świadomość społeczną o zagrożeniach, edukację na rzecz bezpieczeństwa, komunikację ryzykalną, zagadnienia psychologiczne związane z bezpieczeństwem i wreszcie badania naukowe dotyczące bezpieczeństwa. Bariery suplementowe, jak to wynika ze wzoru (7), są ukierunkowane na obniżenie społecznego wzburzenia i w większości dotyczą charakterystyki społeczności, społeczeństwa, grup interesów itp. Istnieje wiele rodzajów zarówno barier systemowych, jak i suplementowych. Tych ostatnich zidentyfikowano kilkadziesiąt [60]. Wzajemne zależności obydwu kategorii barier oraz badania nad nimi stanowią jeden z głównych nurtów badań nad bezpieczeństwem [59].

Badanie barier suplementowych to niewątpliwie kierunek głęboko dotykający nauk społecznych. Koncepcja barier systemowych i suplementowych połączona w zwięzłej formule ryzyka uogólnionego (7) w sposób syntetyczny wiąże dziedziny nauk technicznych z dziedziną nauk społecznych i humanistycznych. Połączenie to ma dwa główne filary. Pierwszy z nich związany jest ze zbiorem wartości chronionych. Drugi z nich dotyczy analizy ryzyka uogólnionego, będącego miarą bezpieczeństwa w każdym jego wymiarze.

Przykład analizy ryzyka z uwzględnieniem aspektów społecznych

Jednym z przykładów zarządzania ryzykiem może być propozycja będąca rezultatem realizacji projektu badawczego „From Gaps to Caps” [39]. Zarządzanie to opiera się na sześciu elementach: planowaniu, identyfikacji zdarzenia krytycznego, scenariuszu, wpływie na funkcjonowanie społeczności, analizie skutków i ocenie podatności i zdolności reagowania.

Na rycinie 8 przedstawiono cykl zarządzania ryzykiem uwzględniający fazy zarządzania kryzysowego. Cykl ten nazwany jest zarządzaniem progresywnym – ze względu na wyprzedzające działania zapobiegające zdarzeniu. Na ilustracji kolorem białym zaznaczono zarządzanie ryzykiem bezwarunkowym, zaś kolorem czarnym zarządzanie ryzykiem warunkowym. Załóżmy, że w wyniku zajścia zdarzenia niekorzystnego wystąpiły następujące skutki: ofiary śmiertelne, ranni, duże straty materialne, zakłócenia w funkcjonowaniu niektórych instytucji oraz trudności w dostaniu się do miejsca pracy. Mogły mieć na to wpływ elementy takie jak przywództwo, współpraca, komunikacja, zasoby, wiedza (zob. ryc. 7). Analiza ryzyka w takim przypadku sprowadza się do przyporządkowania określonym skutkom konkretnych wymiarów zdolności reagowania. W tym celu konstruuje się specjalną matrycę zwaną CODI MATRIX, przedstawioną na rycinie 9.

Matryca ta pozwala na analizę przyczynowo-skutkową z równoczesnym nadaniem hierarchii poszczególnym wymiarom zdolności reagowania. W rozpatrywanym przypadku widać, że na dziewięć możliwych zdarzeń przyczynowo-skutkowych (oznaczonych przez X) trzy wynikają ze słabej współpracy (3/9), następne miejsce w hierarchii zajmuje komunikacja (2/9), potem zasoby (choć również ma współczynnik 2/9, to ze względu na skutki

w hierarchii znajduje się za komunikacją), dalsze miejsca zajmują przywództwo (1/9) oraz wiedza (1/9).

Przyporządkowanie w ten sposób liczb jest najprostszym, ale jednocześnie najbardziej zgubnym przybliżeniem. Każdy z tych wymiarów może mieć charakter ogólny i dotyczyć całego cyklu zarządzania kryzysowego [61–62].

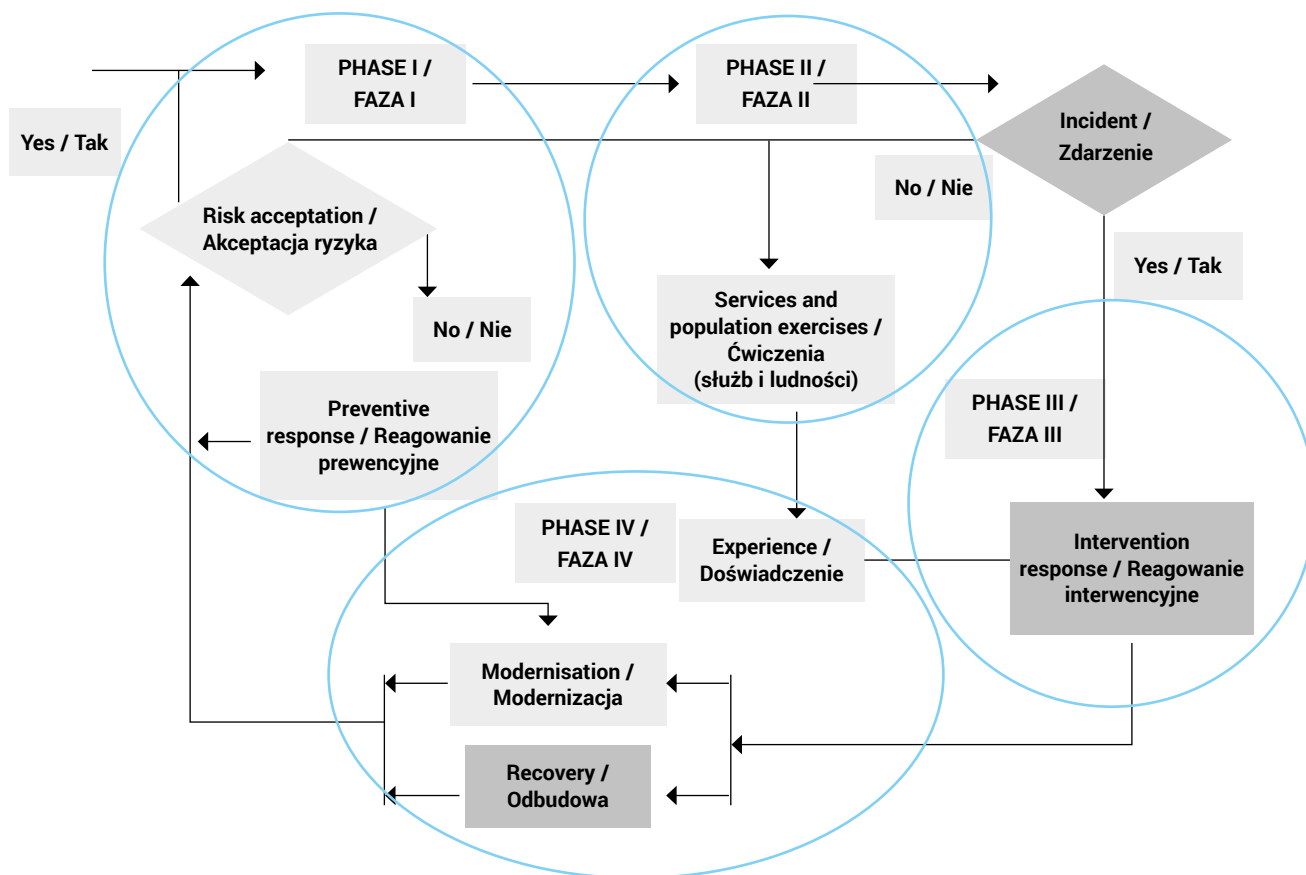


Figure 8. Relationship between crisis management phases and risk management

Rycina 8. Powiązanie faz zarządzania kryzysowego z zarządzaniem ryzykiem

Source / Źródło: J. Wolanin, *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli. Ochrona ludności na czas pokoju*, Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa, Warszawa 2005 [7].

A particular case of crisis management is climate change risk management. Due to the inevitability of events related to climate change, it is difficult to consider prophylactic or preventive actions in the whole spectrum of these terms. Therefore, in the case of methods of climate risk estimation we talk about adaptation measures. Although research predicts the climate conditions a few or a dozen years ahead of time, these scenarios are burdened with great uncertainty [63–65].

Szczególnym przypadkiem zarządzania kryzysowego jest zarządzanie ryzykiem związanym ze zmianami klimatycznymi. Ze względu na nieuchronność zdarzeń związanych ze zmianami klimatycznymi trudno jest mówić o działaniach profilaktycznych lub prewencyjnych w całym zakresie znaczeniowym tych pojęć. Dlatego też w metodach szacowania ryzyka związanego z klimatem mówi się o działaniach adaptacyjnych. Wprawdzie badania wskazują na warunki klimatyczne w perspektywie kilku, kilkunastu, czy też kilkudziesięciu lat, jednak scenariusze te obciążone są dużą niepewnością [63–65].

(CO)nsequences – DI)mension Matrix

	Fatalities / Ofiary śmiertelne	Wounded / Ranni	Big losses / Duże straty materialne	Functionality violation / Zakłócenia funkcjonalności	Difficulties in getting to works / Trudność dotarcia do miejsca pracy
Leadership / Przywództwo				X	
Cooperation / Współpraca	X		X	X	
Communication / Komunikacja	X	X			
Resources / Zasoby		X	X		
Knowledge / Wiedza					X

Figure 9. An example of a CODI matrix**Rycina 9.** Przykładowa matryca CODI

Source / Źródło: „From Gaps to Caps” – Possible Future Opportunities for Risk and Capability assessments in the Baltic Sea Region, Title of Project: Risk Management Capability on Gaps Identification in the BSR”, Project number: D.G. ECHO/SUB/2014/693890, Stockholm 2016 [39].

The problem of high uncertainty is of a general nature and concerns those cases where the probability of materialisation of a given scenario is unknown. This question has been discussed in the papers [7, 49, 66–68]. Elements of game theory, especially game with nature, can be used to determine the choice of adaptive action related to a given scenario. The solution of problems is based on financial decisions, so three elements of analysis must be taken into account: 1) time horizon, 2) benchmarking and finally, 3) VaR (Value at Risk), i.e., the value we are willing to risk. The last condition is in fact a criterion of risk acceptability. There are many analytical methods of decision making based on game theory, as demonstrated in the works [54], [58], [66], [69]. The aim of investing in security is to reduce the value of risk to an acceptable level. Achieving this level does not end the risk management process. An example of the risk matrix is shown in Figure 10. Monitoring and control are necessary actions that maintain risk in a given regime. This is the purpose of system barriers aggregated with supplementary barriers. The risk reduction has obviously changed the situation presented in Figure 10. However, as can be seen in the illustration, the risk has been reduced, but the issue of resistance of the entities to threats (except for the entity present in negligible risk zone) or the emergence of a crisis situation related to the estimated risks is still unresolved. To answer this question, the concept of resilience should be discussed in the first place. According to dictionary [42], there are at least several definitions of resilience.

Problem dużej niepewności nosi charakter ogólny i dotyczy tych przypadków, w których nieznane jest prawdopodobieństwo realizacji danego scenariusza. Tematyce tej poświęcono szereg prac [7], [49], [66–68]. Do określenia wyboru działania adaptacyjnego związanego z określonym scenariuszem można zastosować elementy teorii gier, w szczególności gry z naturą. Rozwiązanie problemów opiera się na decyzjach finansowych, tak więc należy brać pod uwagę trzy elementy analizy: 1) horyzont czasowy, 2) benchmarking i wreszcie 3) VaR (Value at Risk), tj. jaką wartość jesteśmy skłonni poddać ryzyku. Ostatni warunek jest faktycznie określeniem kryterium akceptowalności ryzyka. Istnieje wiele analitycznych metod podejmowania decyzji w oparciu o teorię gier, jak chociażby zademonstrowane w pracach [54], [58], [66], [69]. Celem inwestowania w bezpieczeństwo jest obniżenie wartości ryzyka do akceptowalnego poziomu. Osiągnięcie tego poziomu nie kończy procesu zarządzania ryzykiem. Przykładową matrycę ryzyka zilustrowano na ryc. 10. Monitorowanie i kontrolowanie to niezbędne procesy utrzymujące ryzyko w określonym reżimie. Temu celowi właśnie służą bariery systemowe zagregowane z barierami suplementowymi. Redukcja ryzyka oczywiście zmienia sytuację przedstawioną na rycinie 10. Jednak, jak widać na ilustracji, ryzyko zostało zredukowane, ale w dalszym ciągu nie jest rozstrzygnięty problem, czy dane podmioty są odporne na zagrożenia (poza podmiotem ujętym w strefie ryzyka zaniebdywalnego) lub na powstanie sytuacji kryzysowej związanej z oszacowanymi ryzykami. Aby odpowiedzieć na to pytanie, należy najpierw przedyskutować koncepcję pojęcia odporność. Zgodnie ze słownikiem [42] istnieje co najmniej kilka definicji odporności.

Event occurrence frequency / Częstotliwość powstania zdarzenia	Risk matrix (after reduction) – reduced risk / Matryca ryzyka (po jego redukcji) – ryzyko zredukowane				
	Small / Ryzyko małe	Medium / Ryzyko średnie	High / Ryzyko duże	Very high / Ryzyko bardzo duże	Extreme / Ryzyko ekstremalne
< than 1 year/ > niż 1 rok	Negligible / Ryzyko zaniedbywalne	ALARP – acceptable / ALARP – ryzyko akceptowalne	ALARP – tolerable / ALARP – ryzyko tolerowane	AHARP – not tolerable / AHARP - ryzyko nieakceptowalne	
1 year to 10 years / 1 rok do 10 lat					
10 years up to 100 years / 10 lat do 100 lat					
100 up to 1000 years / 100 lat do 1000 lat					
> than 1000 years / > niż 1000 lat					

Figure 10. An example of a residual risk matrix
Rycina 10. Przykładowa matryca ryzyka po jego redukcji

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Any definition quoted there may be correct and the choice of one depends on the purpose or subject of the risk analysis. What is important, however, is that the indicator for the 'effectiveness' of resistance is: "(...)... [t]he probability that the system is able to sustain processes when exposed to a certain type of risk or adverse event (which may be more or less defined (...))"[42].

For the reduction of intolerable risk (with the risk matrix), the barriers are introduced. They, however, can turn out to be fallible. Investment into barriers helps to reduce the risk level (reduced risk), nonetheless if the barriers, assessed by the experts, are unreliable, we may not cope with the risk. In relation to this, a resilience matrix is developed (Figure 11).

Każda przytoczona tam definicja może być poprawna, a jej wybór zależy od celu lub podmiotu analizy ryzyka. Natomiast ważne jest to, że wskaźnikiem określającym „efektywność” odporności jest: „(...) [p]rawdopodobieństwo, tego że system jest w stanie podtrzymać procesy, w chwili gdy jest ekspozowany na pewien typ źródeł ryzyka lub zdarzenia niekorzystnego (które mogą być bardziej lub mniej zdefiniowane (...))”[42].

W celu ograniczenia nieakceptowalnego poziomu ryzyka (mając do dyspozycji matrycę ryzyka) wprowadza się bariery, które jednak mogą być zawodne. Inwestycja w bariery obniża poziom ryzyka (ryzyko zredukowane), lecz zawodność barier oszacowana np. przez ekspertów powoduje, że z danym ryzykiem możemy nie dać sobie rady. W związku z powyższym konstruuje się matrycę odporności (ryc. 11).

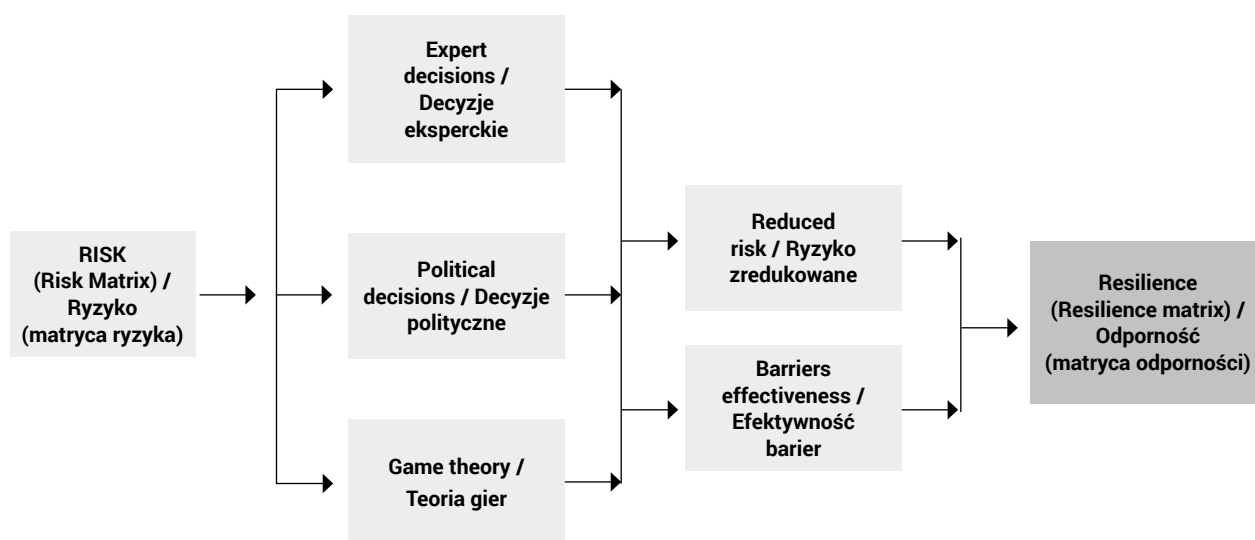


Figure 11. Risk management – resilience assessment
Rycina 11. Zarządzanie ryzykiem – szacowanie odporności

Source: Own elaboration.

Źródło: Opracowanie własne.

Barriers effectiveness / Efektywność barier [%]	Resilience matrix – for reduced risk / Matryca odporności – dla zredukowanego ryzyka				
	Small risk / Ryzyko małe	Medium Risk / Ryzyko średnie	High Risk / Ryzyko duże	Very high risk / Ryzyko bardzo duże	Extreme risk / Ryzyko ekstremalne
100	 High / Duża	Resilience / Odporność		Small resilience / Mała odporność	
80					Lack of resilience or / Brak odporności lub
60		Medium / Średnia	Resilience / Odporność		Unique Threats / Unikatowe zagrożenia
40			Vary small resilience / Bardzo mała odporność		
20					

Figure 12. Resilience matrix along with protected entities
Rycina 12. Matryca odporności wraz z chronionymi podmiotami

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

The analysis of the resilience matrix presented in Figure 12 shows that despite various risks, the resilience of all three entities is high. The unification of risk estimation and management methods will allow to develop acceptable standards. Unfortunately, like every step of the process of risk estimation and management, resilience is also subject to a factor of uncertainty.

Analiza przedstawionej na rycinie 12 matrycy odporności pokazuje, że mimo różnych ryzyk odporność wszystkich podmiotów jest duża. Ujednolicenie metod szacowania ryzyka i metod zarządzania nim pozwoli na wypracowanie akceptowalnych standardów. Niestety, tak jak każdy krok procesu szacowania ryzyka i zarządzania nim, odporność również nie pozbawiona jest czynnika niepewności.

Summary

The theoretical basis presented in this article enables a holistic view on security research. Risk analysis taken as a tool for assessing resilience to hazards and for measuring safety as well as the identified of tools are of such a general nature that the statement of their universality is justified. Thus, they confirm the hypothesis proposed at the outset.

Podsumowanie

Przedstawione teoretyczne podstawy badań nad bezpieczeństwem pozwalają na jego holistyczny ogląd. Przyjęcie analizy ryzyka jako narzędzia umożliwiającego oszacowanie odporności na zagrożenia oraz obliczenie wartości bezpieczeństwa, a także wskazane w artykule narzędzia mają charakter na tyle ogólny, że usprawiedliwione jest stwierdzenie o ich uniwersalności. Tym samym potwierdzają postawioną na wstępie hipotezę.

Conclusion

We live in the natural space and the civilization space which are sources of risk. Therefore, it is not surprising that scientific articles detailing the vastness of research areas in the security sciences, systematizing these sciences and indicating problems related to the identity of this discipline, appear more and more often [73]. At the same A. Misiuk points out, an interesting approach to the question by J. Konieczny as follows “(...) in the analysis between a threat and security J. Konieczny describes two values that characterize the first element of the said relationship: probability and criticality, i.e. the effects of the occurrence of a threat. This analysis is complemented by the safety (system) description from the perspective of the level of resilience. All of

Zakończenie

Żyjemy w przestrzeni naturalnej i przestrzeni cywilizacyjnej, będącymi źródłami ryzyka. Nic zatem dziwnego, że coraz częściej pojawiają się artykuły naukowe wskazujące na rozległość obszarów badawczych w naukach o bezpieczeństwie. Pozwalają na systematyzację wiedzy, a także omawiają problemy związane z tożsamością przedmiotowej dyscypliny [73]. Równocześnie A. Misiuk wskazuje na interesujące ujęcie problemu przez J. Koniecznego w następujący sposób „(...) w analizie między zagrożeniem a bezpieczeństwem J. Konieczny opisuje dwie wartości, które charakteryzują pierwszy element wspomnianej relacji – prawdopodobieństwo i krytyczność, czyli skutki wystąpienia zagrożenia. Uzupełnieniem tej analizy jest też charakterystyka

these parameters are gradable and allow to determine the level of acceptable risk...". This quote justifies the subject matter of the article and also indicates the need to find a solution to the questions raised in it.

bezpieczeństwa (systemu) z perspektywy poziomu odporności. Wszystkie te parametry są stopniowalne i pozwalają określić poziom ryzyka akceptowalnego...". Cytat ten uzasadnia tematykę poruszoną w artykule, a także wskazuje na potrzebę rozwiązywania problemów w nim przywołanych.

Literature / Literatura

- [1] Jarmoszek S., *Ścieżki konceptualizacji strategii bezpieczeństwa*, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Siedlce 2015.
- [2] *Od nauk wojskowych do nauk o bezpieczeństwie*, Wiśniewski B. (red.), WSPol, Szczytno 2014.
- [3] Kaczmarek W., *Ewolucja nauk wojskowych w ujęciu prognostycznym*, w: *Od nauk wojskowych do nauk o bezpieczeństwie*, B. Wiśniewski (red.), WSPol, Szczytno 2014, 39–59.
- [4] Wiśniewski B., *Bezpieczeństwo w teorii i badaniach naukowych. Wydanie II uzupełnione i uaktualnione*, WSPol, Szczytno 2018.
- [5] Gikiewicz M. i in., *Interdyscyplinarność bezpieczeństwa. Teoria. Praktyka. Edukacja*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2017.
- [6] Wolanin J., *Domain of safety*, "Scientific Letters of the University of Žilina" 2006, 3, 52–53.
- [7] Wolanin J., *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli. Ochrona ludności na czas pokoju*, Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa, Warszawa 2005.
- [8] Kitler W., Skrabacz A., *Bezpieczeństwo ludności cywilnej; Pojęcie, organizacja i zadania w czasie pokoju, kryzysu i wojny*, Towarzystwo Wiedzy Obronnej, Warszawa 2010.
- [9] Kępka P., *Projektowanie systemów bezpieczeństwa*, BEL Studio Sp. z o. o., Warszawa 2015.
- [10] Gil A., Nowacka U., Chmiel M., *Inżynieria bezpieczeństwa a zagrożenia cywilizacyjne. Wyzwania dla bezpieczeństwa*, Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej, Częstochowa 2013.
- [11] Wiśniewski M., *Zarządzanie sytuacyjne bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej państwa*, w: *Management Science Series Vol. IX*, Wydział Zarządzania Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2019.
- [12] Gromek P., *W sieci ratownictwa*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego, Warszawa 2018.
- [13] Skowroński W., *Teoria bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji metalowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [14] Guzewski P., Wróblewski D., Małozieć D. (red.), *Czerwona księga pożarów*, tom I i II, CNBOP-PIB, Józefów 2016.
- [15] Kossowski B., Włodarski A., *Wyzwania bezpieczeństwa cywilnego XXI wieku. Inżynieria Działań w Obszarach Nauki, Dydaktyki i Praktyki*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2007.
- [16] Kępka P., *Bioterroryzm. Polska wobec użycia broni biologicznej*, Difin, Warszawa 2009.
- [17] *Modele zagrożeń aglomeracji miejskiej wraz z systemem zarządzania kryzysowego na przykładzie miasta stołecznego Warszawy*, Najgebauer A. (red.), Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2009.
- [18] Jarmoszek S., *Antropologia bezpieczeństwa. Kontury naukowej tożsamości*, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce 2015.
- [19] *Bezpieczeństwo Narodowe Polski w XXI wieku. Wyzwania i Strategie*, Jakubczak R., Flis J. (red.), Bellona, Warszawa 2006.
- [20] *Bezpieczeństwo narodowe i zarządzanie kryzysowe w Polsce w XXI wieku – wyzwania i dylematy*, Jemioło T., Rajchel K. (red.), Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania i Administracji w Warszawie, Akademia Obrony Narodowej w Warszawie, Warszawa 2008.
- [21] *Bezpieczeństwo Narodowe Polski w XXI wieku. Wyzwania i Strategie*, Jakubczak R., Marczak J. (red.), Bellona, Warszawa 2011.
- [22] Pogonowski M., *Bezpieczeństwo socjalne w aspekcie działalności Zakładu Ubezpieczeń Społecznych*, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2016.
- [23] Górski S., *Współczesna Ochrona Ludności (Aspekty prawne i organizacyjne)*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2016.
- [24] Skomra W. (red.), *Zarządzanie kryzysowe. Praktyczny przewodnik*, PRESSCOM Sp. z o.o., Warszawa 2016.
- [25] *Zarządzanie Kryzysowe w Wymiarze Lokalnym. Organizacja, procedury, organy i instytucje*, Majchrzak D. (red.), Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 2014.
- [26] Wiśniewski B., Kozioł J., Falecki J., *Podejmowanie decyzji w sytuacjach kryzysowych*, Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie, Szczytno 2017.
- [27] Falecki J., *Dylematy zarządzania kryzysowego w Rzeczypospolitej Polskiej*, Wyższa Szkoła HUMANITAS, Sosnowiec 2016.
- [28] Falecki J., *Zarządzanie kryzysowe w teorii i praktyce. Podmioty wykonawcze*, Wyższa Szkoła Handlowa im. Bolesława Markowskiego w Kielcach, Kielce 2013.
- [29] *Rekomendacje formalnoprawne z zakresu zarządzania kryzysowego*, Wróblewski D. (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2015.
- [30] Letkiewicz A., *Kompetencje menedżerskie w polskiej policji*, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2012.
- [31] Ścibiorek Z., Kuc R., Moczydłowska J. M., Letkiewicz A., *Oddziaływanie na personel służb mundurowych*, Wydawnictwo Menedżerskie PTM, Warszawa 2014.
- [32] *Racjonalizacja zarządzania jednolitymi formacjami umundurowanymi odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo wewnętrzne*

- część 1 i 2, Wiśniewski B. (red.), Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2017.
- [33] Szymonik A., *Logistyka w Bezpieczeństwie*, Difin, Warszawa 2010.
- [34] *Logistyka wielopodmiotowych akcji ratowniczych*, Roguski J. (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2015.
- [35] *Wsparcie logistyczne działań służb ratowniczych przez organy zarządzania kryzysowego*, Abgarowicz G. (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2014.
- [36] *Uprawnienia służb specjalnych z perspektywy współczesnych zagrożeń bezpieczeństwa narodowego. Wybrane zagadnienia*, Burczaniuk P. (red.), Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Warszawa 2017, <https://doi.org/10.15290/bsp.2017.22.01.04>.
- [37] *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 2013, <https://doi.org/10.12797/poliarchia.02.2014.03.07>.
- [38] Jarmosko S., *Ścieżki konceptualizacji strategii bezpieczeństwa*, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce 2015, <https://doi.org/10.15584/polispol.2015.4.8>.
- [39] „From Gaps to Caps” – Possible Future Opportunities for Risk and Capability assessments in the Baltic Sea Region, Title of Project: Risk Management Capability on Gaps Identification in the BSR”, Project number: D.G. ECHO/SUB/2014/693890, Stockholm 2016.
- [40] Zarządzanie kryzysowe. Wybrane wyniki badań naukowych i prac rozwojowych, Wróblewski D. (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2015.
- [41] Aven T., Renn O., Rosa E. A., *On the Ontological Status of the Concept of Risk*, “Safety Science” 2011, 49, 1074–1079, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.04.015>.
- [42] Aven T. i in., *Society for Risk Analysis Glossary*, Society for Risk Analysis, 2018.
- [43] Sandman P., *Responding to Community Outrage: Strategies for Effective Risk Communication*, American Industrial Hygiene Association, USA 2012.
- [44] Aven T., *On the link between risk and exposure*, “Reliability Engineering and System Safety” 2012, 106, 191–199, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.06.004>.
- [45] Rogowski W., Michalczewski A., *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwach inwestycyjnych. Ryzyko walutowe i ryzyko stopy procentowej*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005.
- [46] Grądzka N., *Wpływ społecznego wzburzenia na wartość ryzyka*, Praca magisterska pod kierunkiem prof. Jerzego Wolanina, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2018.
- [47] Herron H. i in., *Addressing Climate Change within Disaster Risk Management. A Practical Guide for IDB Project Preparation*, Inter-American Development Bank, 2015, <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Addressing-Climate-Change-within-Disaster-Risk-Management-A-Practical-Guide-for-IDB-Project-Preparation.pdf> [dostęp: 3 lutego 2020].
- [48] 14.3 Flagship project under EUSBSR. Guiding and Tailoring Risk assessment for the Baltic Sea Region. Priority Area Secure, 2012–2013.
- [49] *Metodyka oceny ryzyka na potrzeby systemu zarządzania kryzysowego RP*, Skomra W. (red.), Bel Studio Sp. z o. o., Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2015.
- [50] Raven M. C., *Local Responses to Disaster. The Value of Community Led Post Disaster Response Action in Resilience Framework*, “Disaster Prevention and Management” 2016, 25, 27–40, <https://doi.org/10.1108/dpm-02-2015-0043>.
- [51] Ayyoob S., *A Critical Review of Selected Tools Assessing Community Resilience*, “Ecological Indicators” 2016, 69, 629–664, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.023>.
- [52] Zwęgliński T. i in., *The BaltPrevResilience Monograph Report on Awareness Raising, Bridging and Building Community Resilience in the Baltic Sea Region*, The Main School of Fire Service, Warsaw 2015.
- [53] *Zarządzanie ryzykiem. Przegląd wybranych metodyk*, Wróblewski D. (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2015.
- [54] Borge D., *The book of Risk*, John Wiley & Sons, Inc. New York, Toronto 2001.
- [55] Apgar D., *Inteligencja Ryzyka. Jak nauczyć się zarządzania niewiadomymi*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2008.
- [56] Skomra W., *Panowanie nad ryzykiem w ramach publicznego zarządzania kryzysowego*, Bel Studio Sp. z o. o., Warszawa 2018.
- [57] *Księga dobrych praktyk w zakresie zarządzania ciągłością działania*, Kaszubski R., Romańczuk D. (red.), Związek Banków Polskich, Warszawa 2012.
- [58] Wiśniewski M., *Zarządzanie sytuacyjne bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej państwa*, w: Management Science Series Vol. IX, Wydział Zarządzania Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2019, <https://doi.org/10.33141/po.2019.11.05>.
- [59] Bralewski A., *Wpływ czynników systemowych i suplementowych na możliwości powstania sytuacji kryzysowych w kontekście funkcjonowania systemu zarządzania bezpieczeństwem*, Rozprawa doktorska, Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa 2019.
- [60] Suddle S., *Physical Safety in Multiple Use Space*, Rozprawa doktorska, Technische Universiteit van Delf, Delf 2004.
- [61] Boin A., Hart P., Stern E., Sundelius B., *The politics of crisis management. Public Leadership under Pressure*, Cambridge University Press, University Printing House, Cambridge CB2 8BS, UK 2017, <https://doi.org/10.1080/10967490601185757>.
- [62] Hart P., *Understanding Public Leadership*, Utrecht University, Netherlands School of Public Administration, 2014.
- [63] ADPC. 2013. Integrating Disaster Risk Management into Climate Change Adaption. Disaster Risk Management Practitioner’s Handbook Series. Bangkok, Palau, Philippines 2013.
- [64] Warren R. F., Wilby R. L., Brown K., Watkiss P., Betts R. A., Murphy J. M., Jason A., *Advancing National Climate Change Risk Assessment to Deliver National Adaptation Plans*, “Philosophical Transactions of the Royal Society A-Mathematical Physical and Engineering Sciences” 2018, 376 (2121), 20170295, <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0295>.
- [65] Mazurczyk T., Piekielek N., Tansey E., Goldman B., *American*

- archives and climate change: Risks and adaptation*, "Climate Risk Management" 2018, 20, 111–125, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.03.005>.
- [66] Dembo R. S., Willey J., Freeman J., *Seeing tomorrow – Rewriting the Rules of Risk*, John Willey and Sons, INC, New York 1998.
- [67] Grant Agreement number: 826518 – CASCADE – UCPM-2018-PP-AG, Community Safety Action for Supporting Climate Adaption and Development, Europejski projekt realizowany przez Baltic States Region w latach 2019–2020.
- [68] European Climate Risk Typology, <http://european-crt.org/map.html> [dostęp: 9 grudnia 2019].
- [69] Krasuski A., *Multisimulation: Stochastic Simulations for the Assessment of Building Fire Safety*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2019.
- [70] I Krajowe Forum Ograniczania Ryzyka Katastrof, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Listopad 2019.
- [71] Wolanin J., *Jak zmierzyć odporność społeczności lokalnej*, w: *Administracja Publiczna w Systemie Bezpieczeństwa Państwa*, A. Gołębiowska, P. Zientarski (red.), Kancelaria Senatu, Warszawa 2017, 43–68.
- [72] Wolanin J., *Chosen Elements of Civilizational Selection Theory. This Is Why Unwilling Events Are Unavoidable*, "Scientific Letters of the University of Zilina" 2006, 1, 67–69.
- [73] Misiuk A., *Nauki o bezpieczeństwie – geneza, istota i perspektywy rozwoju*, BiTP Vol. 50 Issue 2, 2018, pp. 16–26.

PROF. JERZY WOLANIN, D.SC. – employee of the Internal Security Institute at the Main School of Fire Service. A specialist in mathematical methods of risk analysis, risk management, and crisis management. A participant in numerous Polish and European research projects concerning these topics. His scientific interests include also the issues of analysing local communities resilience to threats, among others, those related to climate change. He is an author of a monograph entitled *An overview of citizens security. Civil protection in peacetime*.

PROF. DR HAB. JERZY WOLANIN – jest pracownikiem Instytutu Bezpieczeństwa Wewnętrznego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Jest specjalistą z zakresu matematycznych metod analizy ryzyka, zarządzania ryzykiem, a także z zakresu zarządzania kryzysowego. Uczestnik wielu polskich i europejskich projektów badawczych z tego zakresu. W kręgu jego zainteresowania znajduje również swoje odzwierciedlenie problematyka związana z badaniem odporności społeczności lokalnych na zagrożenia, w tym zagrożenia związane ze zmianą klimatu. Jest autorem monografii pt. *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli. Ochrona ludności na czas pokoju*.



ETCC 2020
EUROPEAN TECHNICAL COATINGS CONGRESS

**Coatings
Inspirations**

Since 1950

ETCC2020 – European Technical Coatings Congress

Due to SARS CoV-2 pandemic restrictions the Congress will take place in the year 2021 in Krakow (exact congress date will be announced soon)

The congress has 70 years of tradition!

The ETCC2020 presentations will refer to the latest scientific and technical achievements for paints, coatings, adhesives and construction materials.

Innovation Starts Here.

View your measurable benefits from:

- **Six Parallel Sessions and Posters presentation**

See the ETCC2020 Congress program at:
www.etcc2020.org/en/congress/congress-program

- **Plenary presentations**

Keynote speakers, see at:
www.etcc2020.org/en/congress/speakers

- **Exhibition -
Presentation of Scientific & Technical
Achievements, Products, Equipment, Services**

Register at :
www.etcc2020.org/en/congress/exhibition

- **„Summer School” Session**

See the program on:
www.etcc2020.org/en/congress/summer-school



CONGRESS PARTICIPATION

Register at:
www.etcc2020.org/en/registration

Publication of presentations possible in journals:
www.etcc2020.org/en/congress/publication-in-journals

Congress Awards – 1000 Euro each will be granted for the following categories:

- Best presentation of the congress
- Best paper presented by a young scientist (age up to 35 years)
- Best paper with ecological content
- Others awards and recognitions

For more detailed information please visit congress website: www.etcc2020.org

Should you have any questions, please do not hesitate to contact us by e-mail:

- etcc2020@sitpchem.org.pl
- koziel.jozef@gmail.com

We are present at the social media:



Michał Chmiel^{a)*}, Eugeniusz Nowak^{b)}

^{a)} *Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute / Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy*

^{b)} *WSB University in Dąbrowa Górnicza / Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej*

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

Acquisition of Field Logistic and Medical Resources in Long-term Rescue Operations

Pozyskiwanie terenowych zasobów logistycznych i medycznych w długotrwałych akcjach ratowniczych

ABSTRACT

Aim: The aim of this article is to present effective procedures for acquiring logistic and medical field resources, which include appropriate operating procedures for the State Fire Service (SFS) units during the planning of long-term operations and during their execution.

Methodology: In both of the above studies, theoretical (analysis, synthesis and analogies) and empirical methods were used in the research process. The latter involved primarily the survey method, including interviews and questionnaires. In an effort to answer the first question, theoretical and empirical methods were used in the research process. Among the theoretical methods, the main ones were: 1) the analytical method, used to critically analyse literature on the organisation of logistic and medical security of military units; 2) the analogy method, was used for the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations, based on similarities with the logistic and medical needs of military units in combat operations and injured civilians; 3) the synthetic method, which was used to formulate conclusions (proposals regarding the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations) obtained by inductive reasoning and deductive reasoning, as well as by analogy.

Results: The study showed many shortcomings (difficulties) related to the acquisition of field resources, which occurred in long-term rescue operations conducted so far in Poland. The main ones were caused by the lack of appropriate regulations regarding: financing rescue operations; division of powers between SFS management and local public administration bodies in acquiring these resources; bonuses for business entities for maintaining readiness to carry out logistic tasks for SFS units.

In every system, even a well-organised one, there is certain inertia. The experience of organising logistic and medical security for SFS units in long-term rescue operations conducted in recent decades in Poland indicates that this also applies to acquiring field resources. As a result, a certain amount of time is needed for its full activation.

Conclusions: According to the authors, the study results and proposals based on them are innovative. Their application by the State Fire Service may significantly improve the logistic and medical security process of rescue units in long-term operations, and as a consequence increase the effectiveness of conducting these operations.

Keywords: State Fire Service units, long-term rescue operations, local logistic and medical resources

Type of article: original scientific article

Received: 05.12.2019; Reviewed: 23.01.2020; Accepted: 28.02.2020;

Authors' ORCID IDs: M. Chmiel – 0000-0002-7364-6529; E. Nowak – 0000-0002-7310-3567;

Percentage contribution: The authors contributed equally to this article;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 124–140, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.8>;

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

ABSTRAKT

Cel: Zaprezentowanie skutecznych procedur pozyskiwania zasobów terenowych na potrzeby zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek Państwowej Straży Pożarnej (PSP) podczas długotrwałych akcji ratowniczych.

Wprowadzenie: Długotrwałe akcje ratownicze generują szeroką gamę potrzeb logistycznych i medycznych. Jednak do tych akcji dochodzi relatywnie rzadko (stanowią one od 5 do 10% wszystkich akcji ratowniczych prowadzonych przez jednostki PSP w Polsce). Także ze względów ekonomicznych potencjał logistyczny i medyczny jednostek PSP przystosowany jest do realizacji zadań głównie w działaniach krótkotrwałych, czyli trwających nie dłużej niż 6 godzin. Wskutek tego w długotrwałych akcjach zabezpieczenie logistyczne i medyczne jednostek PSP wymaga skorzystania z terenowych zasobów logistycznych i medycznych (środków zaopatrzenia oraz usług logistycznych i medycznych) pozyskiwanych z gospodarki narodowej. Z analizy i oceny długotrwałych akcji ratowniczych prowadzonych w Polsce w minionych dziesięcioleciach wynika, że w procesie pozyskiwania zasobów terenowych

pojawia się wiele mankamentów. Do głównych należą: długi czas uruchamiania dostaw środków zaopatrzenia i uruchamiania usług przez podmioty gospodarcze oraz kłopoty z ich egzekwowaniem w weekendy, opóźnienia w dostawach i usługach, brak procedur ustalania kosztów poniesionych przez podmioty gospodarcze podczas świadczenia tzw. niewymiernych usług logistycznych, konieczność ścisłego przestrzegania postanowień ustawy o zamówieniach publicznych podczas opracowywania planów pozyskiwania zasobów terenowych, brak skutecznych finansowych i pozafinansowych metod motywacji podmiotów gospodarczych – dostawców środków zaopatrzenia oraz świadczących usługi logistyczne. Ponadto sporadyczny charakter akcji długotrwałych powoduje, że organy logistyczne PSP mają relatywnie małe doświadczenie w pozyskiwaniu zasobów terenowych dla potrzeb zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP. Brakuje przede wszystkim dobrych praktyk związanych z opracowywaniem planów pozyskiwania zasobów terenowych (są one częścią składową planów ratowniczych) oraz procedur ich realizacji w akcjach ratowniczych. Świadczy o tym m.in. bardzo skromna literatura przedmiotu. Głównym źródłem wiedzy w tym zakresie jest bezpośredni przekaz funkcjonariuszy PSP, którzy posiadają doświadczenie w organizowaniu zabezpieczenia logistycznego i medycznego w akcjach długotrwałych. Problem ten można rozwiązać m.in. poprzez wdrożenie do praktyki służbowej PSP odpowiednich procedur pozyskiwania zasobów terenowych z gospodarki narodowej. Dotyczyłyby one działania organów kierowania PSP na etapie planowania akcji długotrwałych oraz w trakcie ich prowadzenia.

Metodologia: Zaproponowane w artykule rozwiązania bazują na wynikach badań autorskich, zawartych w literaturze załącznikowej. W trakcie badań stosowano metody teoretyczne (analizy, syntezy i analogii) oraz empiryczne. W ostatnich dominowała metoda sondażowa, a w jej ramach techniki wywiadu i ankietowania.

Wnioski: Według opinii autorów propozycje powstałe na podstawie uzyskanych wyników badań mają charakter nowatorski. Stosowanie w praktyce służbowej PSP zaproponowanych rozwiązań w sposób znaczący może usprawnić proces zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP prowadzących długotrwałe akcje ratownicze. W konsekwencji może pozytywnie wpływać na efektywność prowadzenia tych akcji.

Słowa kluczowe: jednostki Państwowej Straży Pożarnej, długotrwała akcja ratownicza, terenowe zasoby logistyczne i medyczne

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 05.12.2019; **Zrecenzowany:** 23.01.2020; **Zaakceptowany:** 28.02.2020;

Identyfikatory ORCID autorów: M. Chmiel – 0000-0002-7364-6529; E. Nowak – 0000-0002-7310-3567;

Procentowy wkład merytoryczny: Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 124–140, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.8>;

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

Introduction

Rescue operations involve organised efforts to fight fires and floods, as well as technical, chemical, environmental and medical rescue. In Poland, the main system coordinating these efforts is the National Firefighting Rescue System (NFRS). Its central authority is the State Fire Service (SFS), supported by Voluntary Fire Service (VFS) units. Furthermore, arrangements have been made for the system to include other rescue units (public services, inspections, guards).

Rescue units conduct short-term rescue operations – up to six hours – and long-term operations, lasting more than 6 hours, as well as rescue operations including at least one cycle of scuba diving. Rescue operations are organised and managed entirely by the SFS. Each operation requires logistic and medical resources, including extensive supplies and services.

Supplies include primarily drinking water and non-potable water, food, articles of everyday use, liquid fuels and lubricants, technical supplies (spare parts), medical materials and specialist supplies depending on the type of the rescue operation (e.g. fire-extinguishing agents, flood protection materials and equipment, sorbents, neutralisers, etc.).

Logistic services include mainly basic services (catering, accommodation, bathing facilities) and specialised services (primarily transport and refurbishment), whose scale and method of provision depend on the type of the rescue operation.

Medical services in the area of rescue operations include qualified first aid, first medical aid and medical evacuation.

Long-term rescue operations in Poland are relatively rare, representing only from 5 to 10 percent of all rescue operations led by SFS units. However, it is also for economic reasons that the

Wprowadzenie

Działania ratownicze to zorganizowane czynności prowadzone w ramach: walki z pożarami, powodzią, ratownictwa technicznego, chemicznego, ekologicznego i medycznego. W Polsce głównym systemem koordynującym prowadzenie tych działań jest KSRRG. Jego centralnym organem jest PSP, wspierana przez jednostki OSP. Ponadto, na zasadzie zawartych porozumień, w systemie uczestniczą również inne jednostki ratownicze (publiczne służby, inspekcje, straże).

Jednostki ratownicze prowadzą akcje ratownicze krótkotrwałe – do 6 godzin – i długotrwałe, czyli takie, które trwają ponad 6 godzin, a także akcje ratownicze obejmujące co najmniej jeden cykl nurkowania. Akcja ratownicza to działanie organizowane i kierowane w całości przez PSP. Każde wymaga zaplecza logistycznego i medycznego obejmującego szeroki asortyment środków zaopatrzenia oraz usług.

Do środków zaopatrzenia zalicza się przede wszystkim: wodę do picia i celów gospodarczych, artykuły żywnościowe, artykuły powszechnego użytku, paliwa płynne i smary, techniczne środki zaopatrzenia (części zamienne), materiały medyczne oraz specjalistyczne środki zaopatrzenia zależne od rodzaju prowadzonej akcji ratowniczej (np. środki gaśnicze, środki i sprzęt przeciwpowodziowy, sorbenty, neutralizatory itp.).

Usługi logistyczne to głównie usługi gospodarczo-bytowe (gastronomiczne, kwaterunkowe i kąpielowe) oraz specjalistyczne (głównie transportowe i remontowe), których skala i sposób realizacji zależą od rodzaju prowadzonej akcji ratowniczej.

Usługi medyczne w rejonie prowadzenia akcji ratowniczej obejmują kwalifikowaną pierwszą pomoc, pierwszą pomoc lekarską oraz ewakuację medyczną.

logistic and medical potential of SFS units is adapted chiefly to provide logistic and medical backup for these units, primarily for short-term rescue operations. Hence, when arranging for this type of backup in long-term operations, one of the key aspects is to ensure the availability of field logistic and medical resources (supplies and logistic and medical services) acquired from the national economy, i.e. from local business entities. Also, due to the sporadic nature of long-term operations, the commanders and logistic authorities of SFS have relatively little experience in acquiring logistic and medical resources. This is reflected, among other things, by the very scarce literature on the subject. The main source of knowledge on this subject are briefings by SFS officers who have certain experience in providing the logistic and medical backup of SFS units in long-term operations.

In this light, the question arose of how to ensure continuity of field logistics and medical resources necessary to provide the logistic and medical backup of SFS units involved in long-term rescue operations. There was a particularly urgent need, which prompted this study, to develop effective procedures for acquiring these resources. For the purposes of this study, the authors defined effectiveness as the ability to perform logistic and medical tasks according to the “4 x R” rule, i.e. in the right time, in the right amount, with the right quality and in the right place. The authors believe such efficiency encompasses appropriate projects and procedures undertaken and followed by SFS authorities, both at the stage of planning and in the course of conducting long-term rescue operations. Hence, the study was guided by two working hypotheses.

The first one assumes that solutions representing “good practices” for organising logistic and medical backup should be looked for among military logisticians, who review their procedures on a regular basis during frequent exercises and missions abroad, as well as in the theory and practice of crisis logistics.

According to the second hypothesis, a rich source of knowledge of how to organise logistic and medical backup for SFS units in long-term rescue operations can be found in the experience of SFS officers who have experience in such operations.

Methodology

The study aimed to answer the following fundamental questions:

1. What are the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations?
2. How can the acquisition of field logistic and medical resources be facilitated to provide logistic and medical backup for SFS units in long-term rescue operations?

Theoretical and empirical methods were used to answer the first question. The former included primarily:

- a critical review of literature on the organisation of logistic and medical backup for military units (of the

Długotrwałe akcje ratownicze na obszarze Polski prowadzone są relatywnie rzadko, bowiem stanowią od 5 do 10% wszystkich akcji ratowniczych dowodzonych przez jednostki PSP. Także z przyczyn ekonomicznych, potencjał logistyczny i medyczny jednostek PSP przystosowany jest głównie do realizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego tych jednostek głównie w krótkotrwałych akcjach ratowniczych. Dlatego organizacja tego rodzaju zabezpieczenia w akcjach długotrwałych musi bazować w dużej mierze na terenowych zasobach logistycznych i medycznych (środków zaopatrzenia oraz usług logistycznych i medycznych) pozyskiwanych z gospodarki narodowej, czyli od działających w terenie podmiotów gospodarczych. Sporadyczny charakter akcji długotrwałych powoduje, że dowódcy i organy logistyczne PSP mają małe doświadczenie w pozyskiwaniu terenowych zasobów logistycznych i medycznych. Świadczy o tym m.in. bardzo skromna literatura przedmiotu. Głównym źródłem wiedzy w omawianym zakresie jest słowny przekaz funkcjonariuszy PSP, którzy uczestniczyli w organizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w akcjach długotrwałych.

Zarysowany problem zrodził pytanie o to, jak zapewnić ciągłość pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych niezbędnych do zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP prowadzących długotrwałe akcje ratownicze. Szczególnie pilną potrzebą, stanowiącą równocześnie przyczynę podjęcia badań, było wypracowanie skutecznych procedur pozyskiwania tych zasobów. Przez skuteczność w akcjach ratowniczych autorzy rozumieją zdolność do realizacji zadań logistycznych i medycznych według reguły „4 x W”, tj.: we właściwym czasie, we właściwych ilościach, o właściwej jakości oraz we właściwym miejscu. Na tę skuteczność, według opinii autorów, składają się odpowiednie przedsięwzięcia i procedury działania organów kierowania PSP na etapie planowania długotrwałych akcji ratowniczych oraz w trakcie ich prowadzenia. Wobec powyższego kierunek prowadzonym badaniom nadawały dwie hipotezy robocze.

Pierwsza zakłada, że rozwiązań zawierających przykłady „dobrej praktyki” w organizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego należy poszukiwać u logistyków wojskowych, którzy swoje procedury weryfikują w trakcie często odbywanych ćwiczeń oraz podczas misji zagranicznych, a także w teorii i praktyce logistyki kryzysowej.

Zgodnie z drugą, bogatą źródła wiedzy na temat organizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych należy upatrywać w doświadczeniu funkcjonariuszy PSP, którzy uczestniczyli w takich akcjach.

Metodyka prowadzonych badań

Badania miały na celu udzielenie odpowiedzi na dwa podstawowe pytania:

1. Jakie są potrzeby logistyczne i medyczne jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych?
2. Jak można usprawnić pozyskiwanie terenowych zasobów logistycznych i medycznych na potrzeby zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych?

Dążąc do udzielenia odpowiedzi na pytanie pierwsze wykorzystano metody teoretyczne i empiryczne. Do tych pierwszych zaliczały się głównie:

Polish Land Forces) in combat operations, and the logistic backup for civilian casualties in crisis situations [1–5],

- analogy, which was used to formulate proposals regarding the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations, by analogy to the logistic and medical needs of military units (of the Polish Land Forces) in combat operations, and civilian casualties in crisis situations,
- synthesis, which was employed to formulate conclusions (proposals regarding the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations) drawn by inductive and deductive reasoning, as well as by analogy.

The core empirical method used was the survey method, which included the interview and questionnaire techniques. The interviews and questionnaires were conducted among experienced central- and regional-level SFS officers with long time in service.

The questions in the interview pertained primarily to:

- the types and urgency levels of the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations,
- the subject of the logistic and medical backup of SFS units in long-term rescue operations,
- the factors (projects) determining the organisation of the logistic and medical backup for SFS units in long-term rescue operations.

The questions in the questionnaire pertained to:

- the types and urgency levels of the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations,
- the reasons for and the necessity to use field logistic and medical resources as the logistic and medical backup of SFS units in long-term rescue operations,
- the methods of organising the acquisition of field logistic and medical resources.

In order to answer the second question (i.e. how to facilitate the acquisition of field logistic and medical resources to provide the logistic and medical backup of SFS units in long-term rescue operations), the study used the analogy and the survey methods.

The analogy method was employed to develop procedures associated with the preparation by SFS authorities of a local resource acquisition plan for the purposes of providing the logistic backup of SFS units in rescue operations projected to be long-term. In this case, the authors followed the template of crisis management procedures – proven by the exercise practice of the National Defence University of Warsaw (currently the War Studies Academy) and the Higher School of Management and Entrepreneurship (the Warsaw Branch) – applied in decision-making, developing the intent to conduct rescue operations, and establishing plans to conduct such operations [4], [6].

In order to identify what determinants ensure the effective acquisition of local logistic and medical resources from the national economy, the authors employed primarily the survey method, including the interview and questionnaire techniques. Respondents (experts) included experienced SFS officers who

- analiza krytyczna literatury przedmiotu traktującej o organizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek wojskowych (Wojsk Lądowych) w działaniach bojowych oraz zabezpieczenia logistycznego ludności poszkodowanej w sytuacjach kryzysowych [1–5],
- analogia, którą wykorzystano do formułowania propozycji odnoszących się do potrzeb logistycznych i medycznych jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych, na zasadzie podobieństwa z potrzebami logistycznymi i medycznymi jednostek wojskowych (Wojsk Lądowych) w działaniach bojowych oraz ludności poszkodowanej w sytuacjach kryzysowych,
- synteza, która służyła do formułowania wniosków (propozycji dotyczących potrzeb logistycznych i medycznych jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych) uzyskiwanych w drodze rozumowania indukcyjnego i dedukcyjnego, a także przez analogię.

Natomiast za podstawową metodę empiryczną posłużyła metoda badania opinii (sondażu), w której wykorzystano techniki wywiadu i ankietowania. Respondentami byli doświadczeni funkcjonariusze PSP szczebla centralnego i wojewódzkiego o wieloletnim stażu służby.

Pytania zawarte w kwestionariuszu wywiadu dotyczyły przede wszystkim:

- rodzajów i stopnia pilności potrzeb logistycznych i medycznych jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych,
- przedmiotu zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych,
- czynników (przedsięwzięć) determinujących organizację zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych.

Pytania zawarte w kwestionariuszu ankiety poruszały kwestie:

- rodzaju i stopnia pilności potrzeb dot. zaopatrzenia oraz usług logistycznych i medycznych dla jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych,
- przyczyn i konieczności korzystania w długotrwałych akcjach ratowniczych, w ramach zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP, z terenowych zasobów logistycznych i medycznych,
- sposobów organizacji pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych w długotrwałych akcjach ratowniczych.

Aby udzielić odpowiedzi na pytanie drugie (tj. jak usprawnić pozyskiwanie terenowych zasobów logistycznych i medycznych dla potrzeb zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych), w procesie badań wykorzystywano metodę analogii oraz metodę sondażu.

Metoda analogii służyła do wypracowania procedur związanych z przygotowaniem przez organy PSP planu pozyskiwania zasobów terenowych dla potrzeb zabezpieczenia logistycznego jednostek PSP w prognozowanych długotrwałych akcjach ratowniczych. W tym przypadku za wzorzec posłużyły zweryfikowane w praktyce ćwiczebnej Akademii Obrony Narodowej (obecnie ASzWoj) i Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości (Wydział Zamiejscowy w Warszawie) procedury zarządzania

had participated in the firefighting operation during the 1992 forest fire in Kuźnia Raciborska, the 1997 flood rescue operation in Lower Silesia, the rescue operation during the 2006 construction accident in Chorzów, and in the 2010 flood rescue operation in the area of Sandomierz.

The questions in the questionnaire pertained primarily to:

- the procedures for acquiring supplies and commissioning logistic and medical services used in long-term rescue operations in which the respondents were involved,
- the scope of logistic cooperation between SFS authorities, local crisis management authorities, and external suppliers and service providers in long-term rescue operations in which the respondents were involved,
- the methods to provide incentives to external suppliers and service providers in long-term rescue operations in which the respondents were involved,
- the methods used to settle payments due to external suppliers and service providers in long-term rescue operations in which the respondents were involved.

The questionnaire included questions relating primarily to:

- the methods of facilitating (improving) the acquisition of local logistic and medical resources used in long-term rescue operations in which the respondents were involved,
- the expected scope of the logistic and medical autonomy of SFS units assigned with long-term rescue operations.

kryzysowego stosowane podczas podejmowania decyzji, wypracowywania zamiaru na prowadzenie akcji ratowniczych oraz opracowania planów prowadzenia tych akcji [4], [6].

W procesie poszukiwania determinantów zapewniających skuteczność pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych z gospodarki narodowej dominowała metoda sondażowa, a w ramach niej techniki wywiadu i ankietowania. Respondentami (ekspertami) byli doświadczeni funkcjonariusze PSP, którzy brali udział w: akcji gaśniczej podczas pożaru lasu w Kuźni Raciborskiej w 1992 roku, akcji powodziowej na Dolnym Śląsku w 1997 roku, akcji ratowniczej podczas katastrofy budowlanej w Chorzowie w 2006 roku oraz akcji powodziowej w rejonie Sandomierza w 2010 roku.

Zawarte w kwestionariuszu wywiadu pytania dotyczyły przede wszystkim:

- usług logistycznych i medycznych stosowanych w długotrwałych akcjach ratowniczych, w których uczestniczyli respondenci,
- przedmiotu współdziałania logistycznego pomiędzy organami kierowania PSP, terenowymi organami zarządzania kryzysowego oraz dostawcami i usługodawcami zewnętrznymi w długotrwałych akcjach ratowniczych, w których uczestniczyli respondenci,
- sposobów motywacji stosowanych wobec dostawców i usługodawców zewnętrznych w długotrwałych akcjach ratowniczych, w których uczestniczyli respondenci,
- zasad rozliczeń finansowych z dostawcami i usługodawcami zewnętrznymi stosowanych w długotrwałych akcjach ratowniczych, w których uczestniczyli respondenci.

W kwestionariuszu ankiety pytano natomiast przede wszystkim o:

- sposoby usprawniania (doskonalenia) procesu pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych w długotrwałych akcjach ratowniczych, w których uczestniczyli respondenci,
- pożądany zakres autonomiczności potencjału logistycznego i medycznego jednostek PSP kierowanych do prowadzenia długotrwałych akcji ratowniczych.

Results

The logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations depend on the number of people involved in the operation, as well as on factors related to availability of basic supplies and services, physiology, sanitation and hygiene, as well as weather and epidemic control. Other major factors include the rescue techniques and the equipment used – in other words, the type of the operation. Hence, they are usually divided into invariable and variable needs. This line of distinction is attributable to the assortment of consumed supplies, the type of services provided and the nature of the rescue operation.

Invariable needs are needs that must be always met regardless of the type of the rescue operation. In essence, they apply to all the operations. Usually, they involve the supply of drinking water (drinks) and non-potable water, food, articles of everyday use, liquid fuels, technical supplies (spare parts) and medical materials. This group also includes basic services (catering,

Wyniki badań

Potrzeby logistyczne i medyczne jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych zależą od liczby osób zaangażowanych w akcję, a także czynników bytowych, fizjologicznych, sanitarno-higienicznych, atmosferycznych i przeciwepidemicznych. W bardzo dużym stopniu uzależnione są także od stosowanych technik ratowniczych oraz użytego sprzętu technicznego, czyli od rodzaju prowadzonej akcji. Stąd zwykle dzielone są na: grupę potrzeb stałych i grupę potrzeb zmiennych. Kryterium takiego podziału wynika z asortymentu zużywanych środków zaopatrzenia, rodzaju świadczonych usług oraz rodzaju prowadzonej akcji ratowniczej.

Grupę potrzeb stałych tworzą potrzeby niezależne od rodzaju prowadzonej akcji ratowniczej. Oznacza to, że występują one we wszystkich prowadzonych akcjach. Zwykle są to dostawy: wody pitnej (napojów) i wody do celów gospodarczych, artykułów żywnościowych, artykułów powszechnego użytku, paliw płynnych, technicznych środków zaopatrzenia (części zamiennych) oraz

accommodation and bathing facilities), as well as transport, refuishment and transshipment services, and medical aid.

Variable needs are needs which depend on the type of the rescue operation, i.e. on specialist supplies and logistic services. During firefighting operations, these usually include supplies of firefighting water and fire-extinguishing sand, foaming agents, fire-extinguishing gases and powders, as well as the restoration (repair) of firefighting equipment. For flood operations, these include specialised personal protective equipment, flood protection measures (sand bags, sand, foil, inflatable flood barriers, personal technical equipment, etc.) and the restoration (repair) of flood control equipment. During environmental and chemical disasters, the required supplies include neutralisers, sorbents, decontamination solutions and the restoration (repair) of chemical equipment, etc.

In long-term rescue operations, there are certain standards for the supplies and logistic services provided as the logistic backup of SFS units. The contrary applies to the logistic backup of civilian casualties, where reduced, and even critical, standards are allowed in extreme cases. The urgency of the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations is shown in Figure 1.

materiałów medycznych. Do tej grupy należą także usługi: gospodarczo-bytowe (gastronomiczne, kwaterunkowe oraz kąpielowe), transportowe, remontowe oraz usługi przeładunkowe. Zalicza się do nich również pomoc medyczną.

Grupa potrzeb zmiennych odnosi się do potrzeb zależnych od rodzaju prowadzonej akcji ratowniczej, czyli specjalistycznych środków zaopatrzenia oraz specjalistycznych usług logistycznych. Podczas akcji gaśniczej są to zwykle dostawy: wody gaśniczej, piasku gaśniczego, środków pianotwórczych, gazów i proszków gaśniczych, a także remont (naprawa) sprzętu gaśniczego. W akcji powodziowej są to dostawy: specjalistycznej odzieży ochronnej, środków przeciwpowodziowych (worki do piasku, piasek, folia, rękawy przeciwpowodziowe, indywidualny sprzęt techniczny itp.), a także remont (naprawa) sprzętu przeciwpowodziowego. Podczas akcji chemiczno-ekologicznej są to dostawy: neutralizatorów, sorbentów, roztworów dekontaminacyjnych, a także remont (naprawa) sprzętu chemicznego itp.

W długotrwałych akcjach ratowniczych w procesie zabezpieczenia logistycznego jednostek PSP obowiązują pełne normy zaopatrzenia i świadczenia usług logistycznych. Przeciwnie dzieje się podczas zabezpieczenia logistycznego ludności poszkodowanej – tu w skrajnych przypadkach dopuszcza się stosowanie norm zmniejszonych, a nawet krytycznych. Stopień pilności realizacji potrzeb logistycznych i medycznych jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych przedstawia rycina 1.

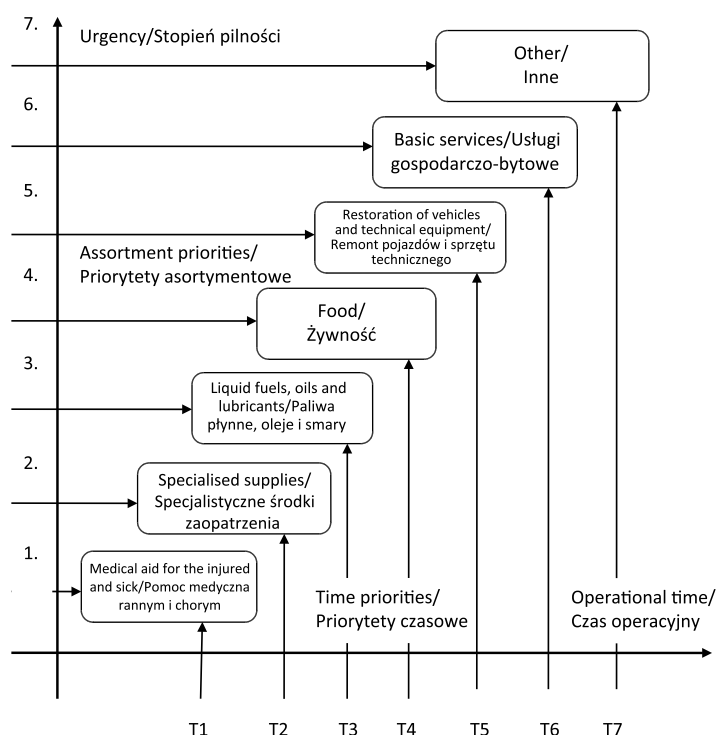


Figure 1. The urgency of the logistic and medical needs of SFS units in long-term rescue operations

Rycina 1. Stopień pilności realizacji potrzeb logistycznych i medycznych jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych

Source: A system for the comprehensive logistic backup of multi-agent rescue operations, Task 5. Managing logistic resources in rescue operations, Stage I – 5.1. Defining methods to calculate the logistic needs of units involved in multi-agent rescue operations, E. Nowak (ed.), Wyd. AON, Warsaw 2014 [7, p. 52].

Źródło: System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych, Zadanie 5. Zarządzanie zasobami logistycznymi w akcjach ratowniczych, Etap I – 5.1. Określenie sposobów kalkulacji potrzeb logistycznych jednostek uczestniczących w wielopodmiotowych akcjach ratowniczych, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2014 [7, s. 52].

The study confirmed that ensuring continuous supplies of local logistic and medical resources could be compared to solving a problem with multiple unknowns. These include primarily the expected type of future long-term rescue operations, their scale and the available resource of local logistic and medical infrastructure, as well as the preparation of business entities and providing them with incentives to deliver supplies and to provide logistic and medical services to SFS units conducting long-term rescue operations.

The scale of long-term rescue operations was assessed mainly based on the amount of deployed rescue forces and measures, the size of the area in which the operation was conducted and the duration of the operation.

The available resource of logistic and medical infrastructure was reviewed in terms of the availability of supplies and logistic and medical services required to arrange for the logistic backup of SFS units engaged in long-term operations.

In the assessment of the preparation of business entities to provide supplies and logistic and medical services to SFS units, the authors assessed their readiness to cooperate “at all times of the day and night”, i.e. continuously, all day long, as well as on weekends and holidays (usually, business entities are prepared to cooperate on a single-shift basis, mainly during the day from Monday to Friday). It was important here to consider the issue of providing effective incentives (both financial and non-financial) to business entities – this problem should be solved already at the stage of planning the acquisition of local resources.

Planning the acquisition of logistic and medical resources from the national economy to provide the logistic and medical backup of SFS units in long-term rescue operations should be part of the process of developing rescue plans, with the involvement of all the departments of the SFS headquarters (District Headquarters of the SFS – DH SFS, the Regional Headquarters of the SFS – RH SFS), including the Logistics Department. This task is based on multiple projections, thus requiring procedures to eliminate as many errors as possible. The authors claim that this is ensured by the decision-making process model which has been in place at the Armed Forces of the Republic of Poland for many years, and the so-called classic planning procedure. Developed by SFS Headquarters, such rescue plans (rescue plans are developed by DH SFS and RH SFS) may be designed as shown in Figure 2.

From the logistic point of view, the SFS Commandant's decision-making process associated with the development of a rescue plan should be divided into two parallel parts – the operational and the logistic part.

The operational part relates to devising rescue (operational) tasks associated with conducting projected operations which, in turn, determine such aspects as the needs for local logistic and medical resources.

The logistic part involves the outlining of logistic and medical tasks – appropriate for operational tasks – and the manner of their implementation. In the logistics community, the outcome of these works is called the logistic substantive contribution to the SFS Commandant's decision-making process. It assumes the following task allocation and performance:

Badania potwierdziły, że zapewnienie ciągłości pozyskiwania zasobów logistycznych i medycznych od terenowych podmiotów gospodarczych można porównać do rozwiązywania zadania z wieloma niewiadomymi. Głównymi z nich są: przewidywany rodzaj przyszłych długotrwałych akcji ratowniczych, ich rozmach oraz zasobność terenowej infrastruktury logistycznej i medycznej, a także przygotowanie podmiotów gospodarczych i ich motywowanie do realizacji dostaw zaopatrzenia oraz świadczenia usług logistycznych i medycznych na rzecz jednostek PSP prowadzących długotrwałe akcje ratownicze.

Rozmach długotrwałych akcji ratowniczych oceniany był głównie poprzez wielkość użytych sił i środków ratowniczych, rozmiar obszaru, na którym prowadzona była dana akcja, oraz czas jej trwania

Zasobność terenowej infrastruktury logistycznej i medycznej weryfikowana była pod kątem dostępności środków zaopatrzenia oraz usług logistycznych i medycznych niezbędnych do organizacji zabezpieczenia logistycznego jednostek PSP prowadzących akcję długotrwałą.

Przygotowanie podmiotów gospodarczych do realizacji dostaw zaopatrzenia oraz świadczenia usług logistycznych i medycznych jednostkom PSP poddawano ocenie, biorąc pod uwagę możliwość realizacji tych zadań „o każdej porze dnia i nocy”, czyli w sposób ciągły, przez całą dobę oraz w weekendy i święta (podmioty gospodarcze zwykle przygotowują się do realizacji swoich zadań w systemie jednozmianowym, głównie w porze dziennej od poniedziałku do piątku). Ważny w związku z tym okazał się problem zapewnienia skutecznych środków motywacji (materiałnej i pozamateriałnej) podmiotów gospodarczych, który powinien być rozwiązany już w okresie planowania pozyskiwania zasobów terenowych.

Planowanie pozyskiwania zasobów logistycznych i medycznych z gospodarki narodowej na potrzeby zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych powinno stanowić część procesu opracowania planów ratowniczych. W ich przygotowaniu uczestniczą wszystkie pionierzy funkcjonalne komendy PSP (KP PSP, KW PSP), w tym pionierzy logistyki. Zadanie to bazuje na wielu prognozach, wobec czego wymaga stosowania procedur eliminujących możliwie jak największą liczbę błędów. W opinii autorów zapewnia to stosowany od wielu lat w Siłach Zbrojnych RP model procesu decyzyjnego oraz tzw. klasyczna procedura planowania. Podczas opracowywania przez komendy PSP planów ratowniczych (plany ratownicze opracowywane są w KP PSP i KW PSP) może on przybrać postać jak na rycinie 2.

Z logistycznego punktu widzenia proces decyzyjny komendanta PSP związany z opracowaniem planu ratowniczego należy podzielić na dwie równoległe części – operacyjną i logistyczną.

Część operacyjna dotyczy wypracowania zadań ratowniczych (operacyjnych) związanych z prowadzeniem prognozowanych akcji, które z kolei determinują m.in. potrzeby logistyczne w zakresie korzystania z terenowych zasobów logistycznych i medycznych.

Część logistyczna związana jest z określeniem zadań logistycznych i medycznych – adekwatnych do zadań operacyjnych – oraz sposobów ich realizacji. W środowisku logistyków efekt tych prac nazywany jest logistycznym wkładem merytorycznym w proces decyzyjny komendanta PSP. Zakłada on następujący podział i przebieg zadań:

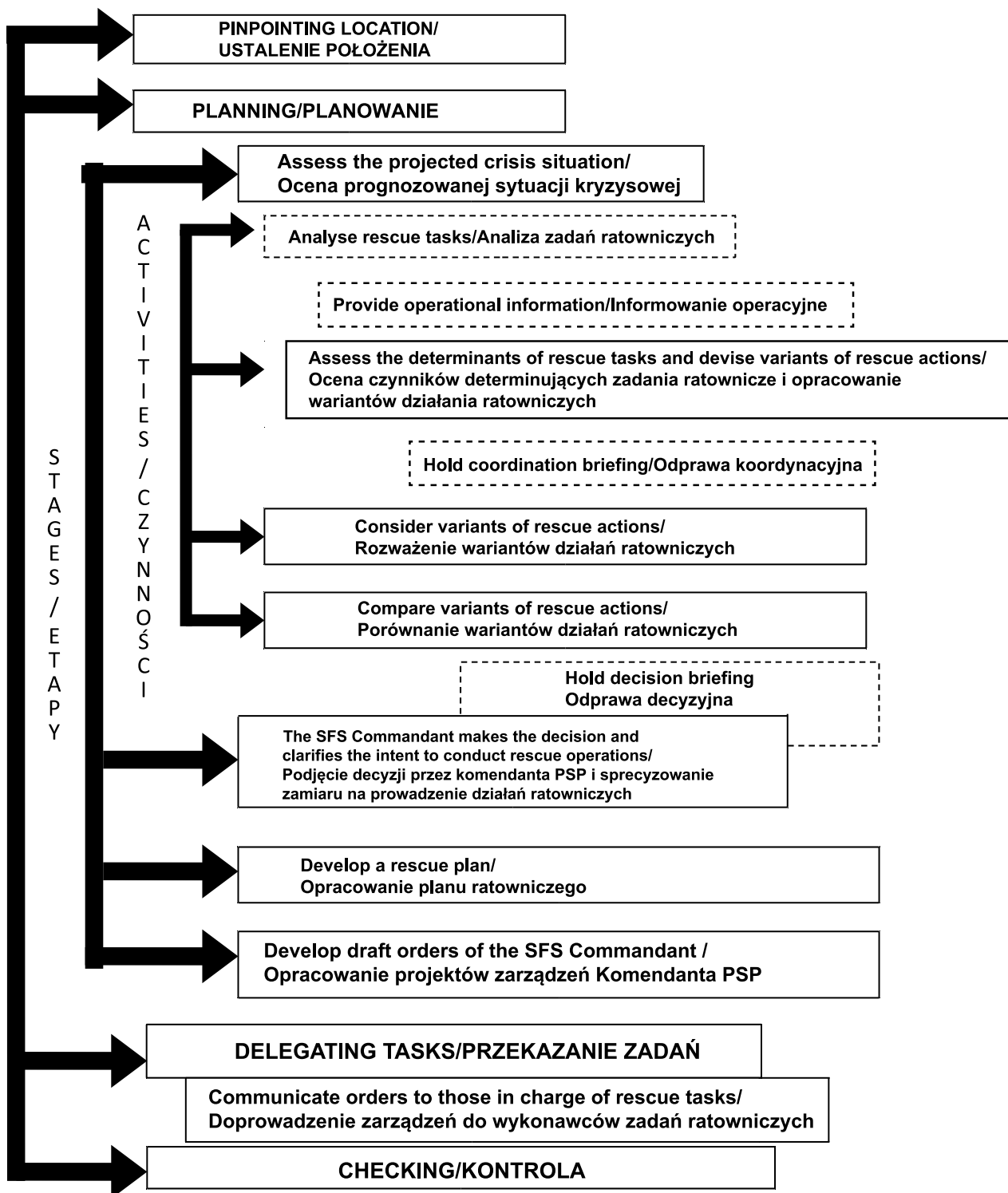


Figure 2. Postulated model of the SFS Commandant's decision-making process when developing a rescue plan
Rycina 2. Postulatywny model procesu decyzyjnego komendanta PSP w czasie opracowania planu ratowniczego

Source: A system for the comprehensive logistic backup of multi-agent rescue operations. Task 5 Managing logistic resources in rescue operations. 5.3. Develop a model for using logistic resources in rapidly changing multi-agent rescue operations, E. Nowak (ed.), Wyd. AON, Warsaw 2014, [8, p. 16].

Źródło: System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych. Zadanie 5. Zarządzanie zasobami logistycznymi w akcjach ratowniczych. 5.3. Opracowanie modelu wykorzystania zasobów logistycznych w dynamicznie zmieniających się wielopodmiotowych akcjach ratowniczych, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2014, [8, s. 16].

1. In the “pinpointing location” phase, the logistic authorities of the SFS Headquarters obtain, store, collate and process logistic information, including basic medical data required to develop a plan for acquiring logistic and medical resources from the national economy, among other tasks. This information is sourced from the internal (logistic) database, local government authorities, higher-level (superior) logistic authorities, neighbouring SFS and VFS Headquarters, local population and non-governmental organisations. Furthermore, it is obtained from specially arranged logistic reconnaissance operations conducted in the areas where long-term rescue operations are projected. A computer database is usually set up to store the obtained logistic and medical information.
2. In the “planning” phase, the logistics management authorities furnish the SFS Commandant with logistic and medical data required to:
 - assess the projected rescue operations from the so-called “logistic point of view” (i.e. in terms of the conditions for organising and ensuring the logistic and medical backup of SFS units and the rescue entities that support them),
 - make the decision and clarify the intent (express the will) as to the manner of conducting the projected rescue operations and arranging the logistic and medical backup of SFS units, and the other rescue units which support them,
 - issue guidelines for developing a rescue plan (including logistic appendices thereto, such as the plan for acquiring local logistic and medical resources), as well as drafts of selected logistic operational orders for those in charge of rescue tasks and drafts of contracts with business entities for the provision of supplies and logistic and medical services.
3. In the “checking” phase, the logistics management authorities verify the usefulness of the planned logistic and medical tasks.

Their involvement in the SFS Commandant’s decision-making process related to the development of a rescue plan is illustrated in the model presented in Figure 3.

1. W fazie „ustalenie położenia” logistyczne organy kierowania komendy PSP zajmują się pozyskiwaniem, gromadzeniem, porządkowaniem i odpowiednim przetwarzaniem informacji logistycznych, w tym również podstawowych danych medycznych, niezbędnych m.in. do opracowania planu pozyskiwania zasobów logistycznych i medycznych z gospodarki narodowej. Informacje te czerpane są z własnej (logistycznej) bazy danych, terenowych organów administracji publicznej, organów logistycznych wyższego szczebla (przełożonych), sąsiednich komend PSP oraz OSP, ludności miejscowej i organizacji pozarządowych. Pochodzą również ze specjalnie organizowanych rekonesansów logistycznych przeprowadzonych na prognozowanych obszarach prowadzenia długotrwałych akcji ratowniczych. Na potrzeby gromadzenia zdobytych informacji logistycznych i medycznych tworzona jest zwykle informatyczna baza danych.
2. W fazie „planowanie” logistyczne organy kierowania dostarczają komendantowi PSP dane logistyczne i medyczne niezbędne do:
 - oceny prognozowanych akcji ratowniczych z tzw. „logistycznego punktu widzenia” (czyli pod kątem warunków organizacji i realizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP oraz wspierających je podmiotów ratowniczych),
 - podjęcia decyzji i sprecyzowaniu zamiaru (wyrażenia woli) co do sposobu prowadzenia prognozowanych akcji ratowniczych i organizacji w nich zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP oraz wspierających je innych jednostek ratowniczych,
 - wydania wytycznych do opracowania planu ratowniczego (w tym jego logistycznych załączników funkcjonalnych, m.in. planu pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych), a także projektów wybranych logistycznych zarządzeń operacyjnych dla wykonawców zadań ratowniczych oraz umów z podmiotami gospodarczymi na dostawy środków zaopatrzenia i świadczenie usług logistycznych i medycznych.
3. W fazie „kontrola” logistyczne organy kierowania zajmują się weryfikacją użyteczności zaplanowanych zadań logistycznych i medycznych.

Udział logistycznych organów kierowania w procesie decyzyjnym komendanta PSP związanym z opracowaniem planu ratowniczego zilustrowano na modelu, który przedstawia rycina 3.

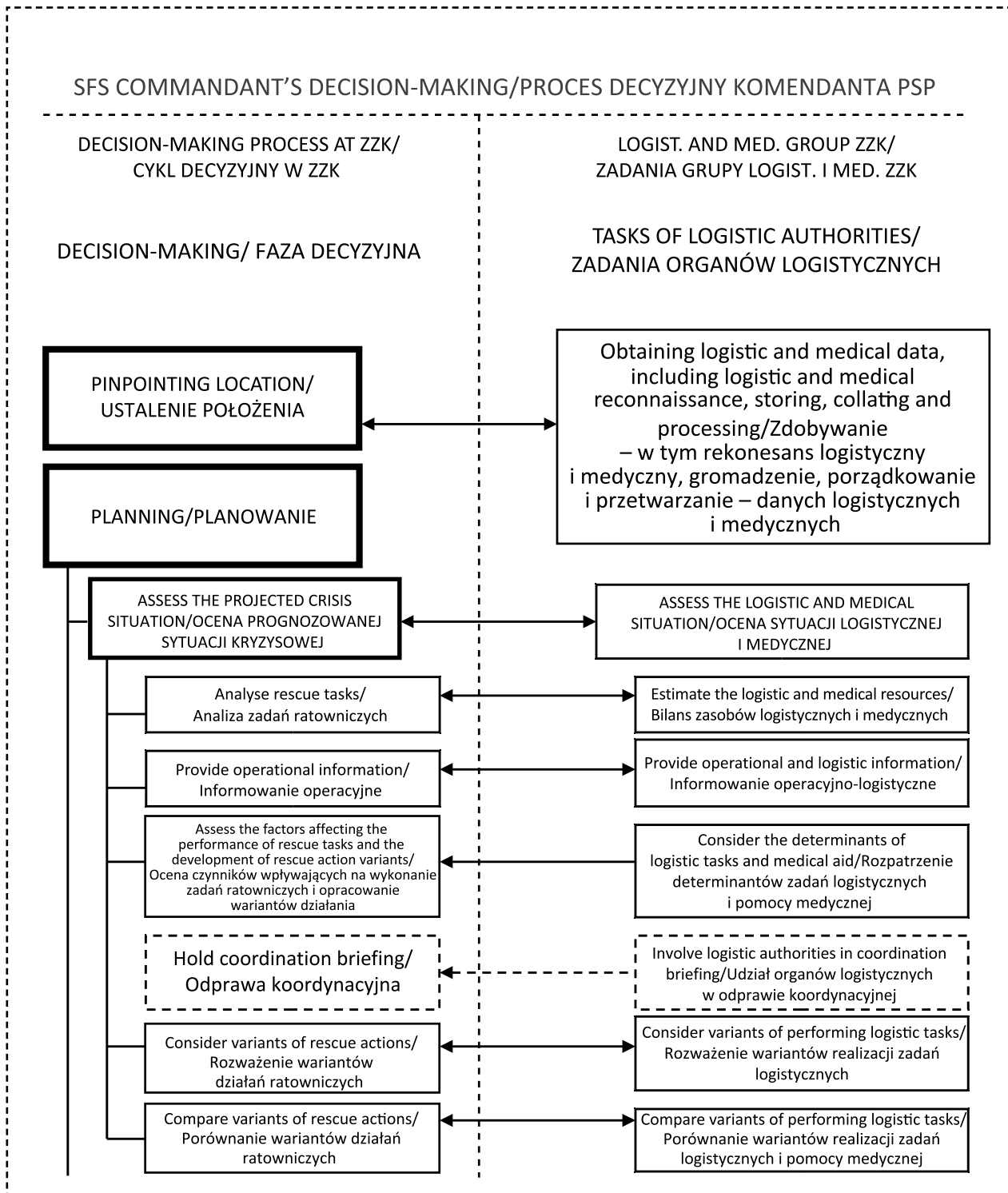


Figure 3. Postulated model of participation in logistics management authorities in the SFS Commandant's decision-making process

Rycina 3. Postulatywny model udziału logistycznych organów kierowania w procesie decyzyjnym komendanta PSP w czasie opracowania planu ratowniczego

Source: A system for the comprehensive logistic backup of multi-agent rescue operations. Task 5 Managing logistic resources in rescue operations. 5.3. Develop a model for using logistic resources in rapidly changing multi-agent rescue operations, E. Nowak (ed.), Wyd. AON, Warsaw 2014, [8, p. 24].

Źródło: System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych. Zadanie 5. Zarządzanie zasobami logistycznymi w akcjach ratowniczych. 5.3. Opracowanie modelu wykorzystania zasobów logistycznych w dynamicznie zmieniających się wielopodmiotowych akcjach ratowniczych, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2014, [8, s. 24].

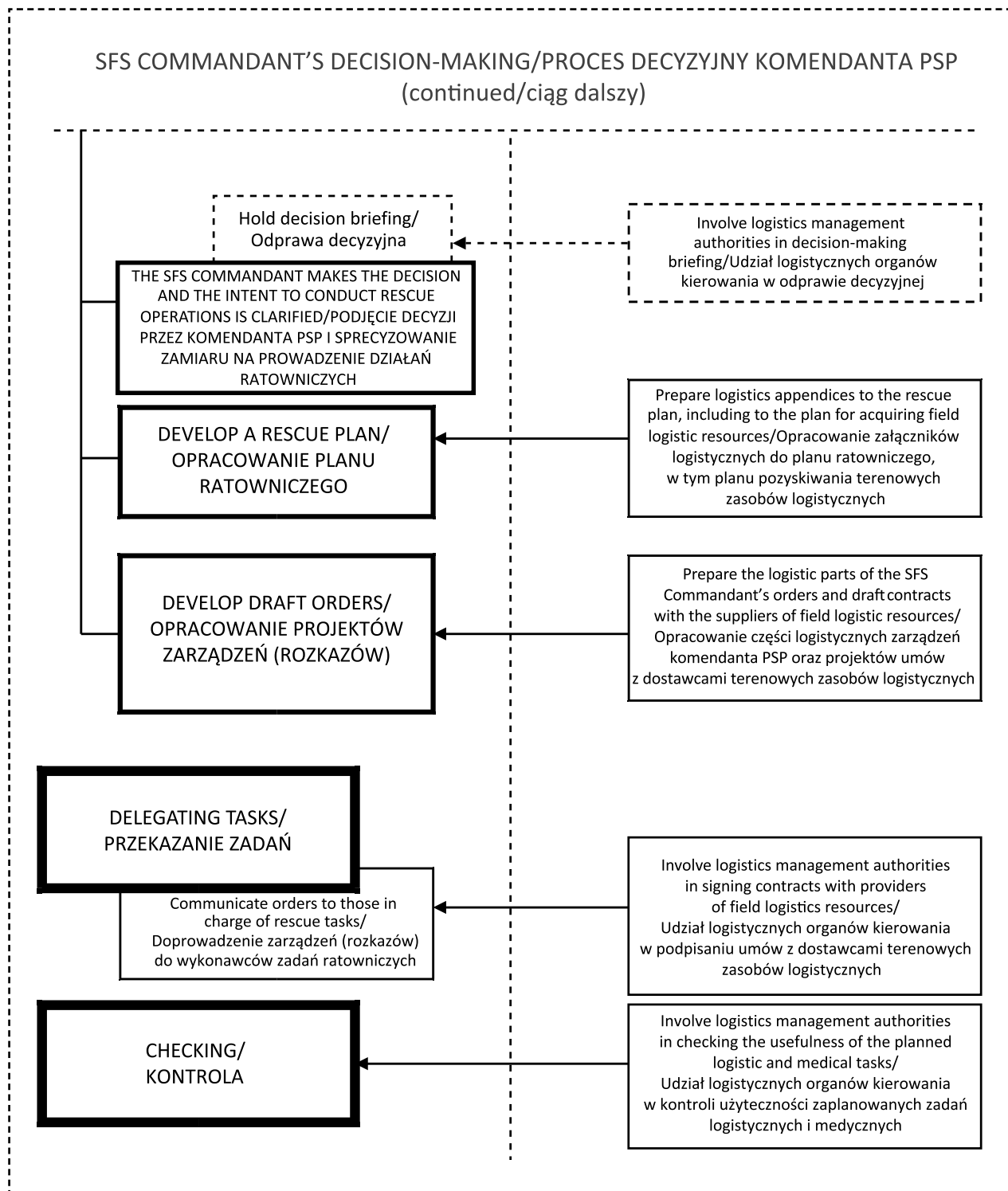


Figure 3. Postulated model of participation in logistics management authorities in the SFS Commandant's decision-making process

Rycina 3. Postulatywny model udziału logistycznych organów kierowania w procesie decyzyjnym komendanta PSP w czasie opracowania planu ratowniczego

Source: A system for the comprehensive logistic backup of multi-agent rescue operations. Task 5 Managing logistic resources in rescue operations. 5.3. Develop a model for using logistic resources in rapidly changing multi-agent rescue operations, E. Nowak (ed.), Wyd. AON, Warsaw 2014, [8, p. 24].

Źródło: System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych. Zadanie 5. Zarządzanie zasobami logistycznymi w akcjach ratowniczych. 5.3. Opracowanie modelu wykorzystania zasobów logistycznych w dynamicznie zmieniających się wielopodmiotowych akcjach ratowniczych, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2014, [8, s. 24].

It is a truism to say that the involvement of logistics management authorities is essential in all phases of the SFS Commandant's decision-making process associated with the development of a rescue plan. However, the functionality of this plan, including its logistic appendices (and by extension, the plan for acquiring local logistic and medical resources) depends uniquely on strict adherence to the planning procedures. The authors believe that what might prove particularly useful is the previously mentioned "classic planning procedure". It comprises seven core stages, including:

1. Identifying tasks and setting objectives.
2. Defining conditions for achieving objectives.
3. Analysing the current situation.
4. Listing the planned outcomes.
5. Searching for reasonable (effective) solutions.
6. Selecting the best-possible solution.
7. Developing and reviewing the plan.

Where a plan is developed for acquiring local logistic and medical resources, these stages of planning should proceed as follows:

1. **Identifying tasks and setting objectives:** define the logistic and medical needs of SFS units in the projected types of long-term rescue operations, and the methods of satisfying such needs.
2. **Defining the conditions for achieving objectives:** establish the logistic and medical capabilities of SFS units assigned with long-term operations, i.e. define their necessary logistic and medical autonomy, and the dates and methods of providing supplies and logistic services to these units by local business entities.
3. **Analysing the current situation:** establish the capabilities related to the local logistic and medical resources available in the area (or the vicinity) of the projected long-term rescue operations, the conditions you need to meet to be able to acquire them effectively, and the methods of ensuring the necessary logistic and medical autonomy of SFS units.
4. **Listing the planned outcomes:** compare various options to arrange for the acquisition of local logistic and medical resources, and provide SFS units with the required logistic and medical autonomy.
5. **Searching for reasonable solutions:** define the priority criteria for selecting various options to arrange for the acquisition of local logistic and medical resources, and provide SFS units with the required logistic and medical autonomy.
6. **Selecting the best-possible solution:** select the best-possible option to arrange for the acquisition of local logistic and medical resources.
7. **Developing and reviewing the plan:** develop plans to acquire local logistic and medical resources in all the projected types of long-term rescue operations, and checking their effectiveness (during SFS Headquarters' exercises).

Twierdzenie, że udział logistycznych organów kierowania we wszystkich fazach procesu decyzyjnego komendanta PSP związanego z opracowaniem planu ratowniczego jest ważny, to truizm. Jednak funkcjonalność tego planu, w tym również jego załączników logistycznych (a więc także planu pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych), w sposób szczególnie zależy od skrupulatnego przestrzegania procedur planowania. Według opinii autorów szczególnie przydatna może okazać się wspomniana wcześniej tzw. „klasyczna procedura planowania”. Zawiera ona siedem podstawowych etapów, do których należą:

1. Identyfikacja zadania i ustalenie celów.
2. Określenie warunków osiągnięcia założonych celów.
3. Analiza aktualnej sytuacji.
4. Zestawienie planowanych efektów.
5. Poszukiwanie racjonalnych (skutecznych) rozwiązań.
6. Wybór najkorzystniejszego rozwiązania.
7. Opracowanie planu i jego weryfikacja.

W przypadku opracowywania planu pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych powyższe etapy planowania powinny przebiegać następująco:

1. **Identyfikacja i ustalenie celów:** opracowanie potrzeb logistycznych i medycznych jednostek PSP w prognozowanych rodzajach długotrwałych akcji ratowniczych i sposobów ich zaspokajania w tych akcjach.
2. **Określenie warunków osiągnięcia założonych celów:** ustalenie wielkości potencjału logistycznego i medycznego jednostek PSP kierowanych do prowadzenia długotrwałych akcji ratowniczych, czyli określenia ich niezbędnej autonomiczności logistycznej i medycznej oraz terminów i sposobów dostarczania środków zaopatrzenia oraz świadczenia usług logistycznych tym jednostkom przez terenowe podmioty gospodarcze.
3. **Analiza aktualnej sytuacji:** ustalenie wielkości (potencjału) terenowych zasobów logistycznych i medycznych dostępnych w rejonie (w jego pobliżu) prognozowanych długotrwałych akcji ratowniczych, warunków, jakie trzeba spełnić, aby je można było skutecznie pozyskiwać oraz sposobów zapewnienia niezbędnej autonomiczności logistycznej i medycznej jednostkom PSP.
4. **Zestawienie planowanych efektów:** porównanie wariantów organizacji pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych oraz zapewnienie jednostkom PSP niezbędnej autonomiczności logistycznej i medycznej.
5. **Poszukiwanie racjonalnych rozwiązań:** ustalenie priorytetowych kryteriów wyboru wariantów organizacji pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych oraz uzyskiwania niezbędnej autonomiczności logistycznej i medycznej przez jednostki PSP.
6. **Wybór najkorzystniejszego rozwiązania:** wyłonienie optymalnego wariantu organizacji sposobów pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych.
7. **Opracowanie planu i jego weryfikacja:** opracowanie planów pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych we wszystkich prognozowanych rodzajach długotrwałych akcji ratowniczych i sprawdzenie (podczas ćwiczeń komendy PSP) ich użyteczności.

It is a good planning practice to use templates for preparing plans to make the process less time-consuming, and thus to gain more time for conceptual work. Table 1 presents our proposed plan for acquiring local logistic and medical resources.

Dobłą praktyką planowania jest korzystanie z gotowych wzorów dokumentów, dzięki którym można skrócić proces opracowania planów, a zaoszczędzony czas wykorzystać na pracę koncepcyjną. Tabela 1 prezentuje proponowaną przez autorów formę planu pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych.

Table 1. Plan for acquiring local logistic and medical resources in long-term rescue operations (an example)

Tabela 1. Plan pozyskiwania terenowych zasobów logistycznych i medycznych w długotrwałej akcji ratowniczej (przykład opracowania)

A. FIREFIGHTING OPERATION / AKCJA GAŚNICZA

1. List of planned sources of supplies / Wykaz planowanych źródeł zaopatrzenia

No. / Lp.	Type of supply / Rodzaj zaopatrzenia	Source of supply / Źródło zaopatrzenia			Delivery commen- cement date / Termin rozpoczę- cia dostawy	Comments / Uwagi
		Name / nazwa	Address / adres	Telephone / telefon		
1	2	3	4	5	6	7
1.	A. Basic supplies / A. Podstawowe środki zaopatrzenia Drinking water / Woda do picia					
2.	Liquid fuels (diesel fuel/petrol) for motor vehicles / Paliwa płynne (ON/BS) dla pojazdów samochodowych					
3.	B. Specialised supplies / B. Specjali- styczne środki zaopatrzenia Firefighting water / Woda gaśnicza					
4.	Fire-extinguishing sand / Piasek gaśniczy					
5.	Foam-forming agents / Środki pianotwórcze a) ARC 1 x 1 NT b) ARC 6 x 6 LvF					
6.	Fire-extinguishing powders / Proszki gaśnicze a) BC b) ABC 40 Euro					
7.	Fire-extinguishing gases / Gazowe środki gaśnicze a) CO ₂ b) Nitrate					

2. List of logistic and medical services / 2. Wykaz usług logistycznych i medycznych

No. / Lp.	Type of service / Rodzaj usługi	Business entity providing the service / Podmiot gospodarczy świadczący usługi			Date of service commencement / Termin rozpoczę- cia świadczenia usług	Comments / Uwagi
		Name / nazwa	Address / adres	Telephone / telefon		
1	2	3	4	5	6	7
1.	A. Transport services / A. Usługi transportowe Passenger transport / Przewóz osób					
2.	Delivery of fire-extinguishing sand / Dowóz piasku gaśniczego					
3.	Evacuation of vehicles and equipment / Ewakuacja pojazdów i sprzętu a) towing / holowanie b) transport by a flat-bed trailer / przewóz przyczepą niskopodwoziową					

4.	Renovation of vehicles and equipment / Remont pojazdów i sprzętu a) restoration of motor vehicles / naprawa pojazdów samochodowych b) restoration of fire-fighting equipment / naprawa sprzętu gaśniczego				
5.	B. Basic services / B. Usługi gosp.-bytowe Daily board / Całodzienne wyżywienie				
6.	Accommodation for rescuers / Zakwaterowanie ratowników				
7.	Bathing / Kąpiel				
8.	C. Medical services / C. Usługi medyczne Medical evacuation / Ewakuacja medyczna a) by motor vehicles / transportem samochodowym b) by air / transportem powietrznym c) first medical aid / pierwsza pomoc lekarska				
9.	D. Other services / D. Inne usługi a) delivery of non-potable water / dowóz wody gospodarczej b) refuelling equipment in the rescue area / tankowanie sprzętu w rejonie akcji ratowniczej				

Source: *A system for the comprehensive logistic backup of multi-agent rescue operations. Task 1 Internal validation of the system, 1.1. Validation of logistic resource management support software in a multi-agent, long-term rescue operation*, E. Nowak (ed.), Wyd. AON, Warszawa 2016, [9, p.13, 23–24].

Źródło: *System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych. Zadanie 1. Wewnętrzna walidacja systemu, 1.1. Walidacja oprogramowania wspierającego procesy zarządzania zasobami logistycznymi w wielopodmiotowej, długotrwałej akcji ratowniczej*, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2016, [9, s.13, 23–24].

The effective use of local logistic and medical resources in providing logistic and medical backup to SFS units in long-term rescue operations requires not only good plans for acquiring them from business entities, but also:

- ensuring the necessary logistic and medical autonomy of SFS units assigned to long-term operations,
- applying effective solutions to incentivise business entities – suppliers of local resources.

This study showed that it was necessary to provide SFS units assigned to long-term rescue operations with one- to two days' logistic autonomy [10]. This autonomy should be interpreted as the ability to independently satisfy the basic and specialised supply needs, and to provide logistic services. As far as the ability to provide medical aid is concerned, the authors believe that the autonomy of SFS units should be reflected at least by the ability to provide qualified first aid.

Among the numerous methods to provide incentives, the guarantee of timely payment is of primary importance. It is very important to draw clear lines of responsibility for billing and payments between SFS management authorities and local government authorities. This is necessary, as local resources are often acquired also to arrange for the logistic and medical backup of civilian casualties, save critical infrastructure and cultural heritage and protect the environment.

Skuteczne korzystanie z terenowych zasobów logistycznych i medycznych w procesie zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych wymaga nie tylko dobrych planów ich pozyskania od podmiotów gospodarczych, lecz ponadto:

- zapewnienia niezbędnej autonomiczności logistycznej i medycznej jednostek PSP kierowanych do prowadzenia akcji długotrwałych,
- stosowania skutecznych rozwiązań motywacyjnych dla podmiotów gospodarczych – dostawców zasobów terenowych.

Przeprowadzone badania wykazały, że konieczne jest zapewnienie jednostkom PSP dysponowanym do prowadzenia długotrwałych akcji ratowniczych od jedno- do dwudniowej autonomiczności logistycznej [10]. Autonomiczność tę należy rozumieć jako zdolność do samodzielnego zaspokajania stałych i specjalistycznych potrzeb zaopatrzeniowych oraz świadczenia usług logistycznych. W przypadku zdolności do świadczenia pomocy medycznej autonomiczność jednostek PSP – według opinii autorów – powinna przejawiać się co najmniej w możliwości świadczenia kwalifikowanej pierwszej pomocy.

Wśród wielu metod motywacji gwarancja terminowych rozliczeń finansowych ma znaczenie pierwszorzędne. Niezwykle ważne jest precyzyjne ustalenie podziału odpowiedzialności za rozliczenia

Other incentives for business entities – in particular to deliver supplies and provide logistic services – might be achieved through such measures as market promotion of the business by using its logo or awarding it with public distinctions (visual advertising).

Results discussion

The study revealed multiple difficulties with acquiring local resources that were encountered in previous long-term rescue operations conducted in Poland. The main difficulties were attributable to the lack of:

- appropriate regulations on financing rescue operations; division of powers between SFS management authorities and local public administration authorities with regard to the acquisition of such resources,
- gratification for business entities for maintaining readiness to perform logistic tasks for SFS units.

Other difficulties included:

- the long time it took to commence supplies and services by business entities, and issues with obtaining these supplies and services on weekends,
- delays in deliveries of supplies and the provision of logistic services for reasons such as a lack of legal restrictions for the improper performance of contracts,
- a lack of procedures to establish the costs incurred by business entities when providing so-called immeasurable logistic services,
- the need to strictly observe the provisions of the Public Procurement Law Act when developing plans for acquiring local resources.

Well-organised logistic and medical backup for SFS units is one of the prerequisites for effective long-term rescue operations. There is no doubt that the acquisition of local resources required for such backup should proceed in an organised fashion. The authors claim that this can be achieved with the solutions proposed here.

Every logistic backup system, even if well-organised, has a limited capability of quick response. Consequently, it takes some time to make it fully operational. As shown by past experiences related to arranging for the logistic and medical backup of SFS units in long-term rescue operations conducted in the last decades in Poland, this is also true for acquiring local resources. It appears that supplies and logistic services reach SFS units involved in rescue operations no later than on the second day of these operations [10]. Until then, they have to rely on their own resources. Hence, it is necessary to provide them with the logistic and medical autonomy they need.

finansowe pomiędzy organami kierowania PSP a terenowymi organami administracji publicznej. Jest to konieczne, bowiem zasoby terenowe często pozyskiwane są również dla potrzeb organizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego ludności poszkodowanej, ratowania obiektów infrastruktury krytycznej, zasobów dziedzictwa kulturowego oraz ochrony środowiska naturalnego.

Skutecznymi motywatorami dla podmiotów gospodarczych – szczególnie do realizacji dostaw zaopatrzenia oraz świadczenia usług logistycznych – mogą okazać się także narzędzia, takie jak: promocja firmy (przedsiębiorstwa) na rynku poprzez używanie jej logo oraz udzielanie jej wyróżnień na forum publicznym (reklama wizualna).

Omówienie wyników badań

Przeprowadzone badania wykazały wiele trudności związanych z pozyskiwaniem zasobów terenowych, które wystąpiły w dotychczas prowadzonych na terenie RP długotrwałych akcjach ratowniczych. Główne z nich powodowane były brakiem:

- odpowiednich regulacji dotyczących: finansowania akcji ratowniczych; podziału kompetencji pomiędzy organami kierowniczymi PSP i terenowymi organami administracji publicznej w pozyskiwaniu tych zasobów,
- gratyfikacji dla podmiotów gospodarczych za utrzymywanie gotowości do realizacji zadań logistycznych na rzecz jednostek PSP.

Ponadto do innych trudności w tym zakresie należały:

- długi czas uruchamiania dostaw środków zaopatrzenia i świadczenia usług przez podmioty gospodarcze oraz kłopoty z ich egzekwowaniem w weekendy,
- opóźnienia realizacji dostaw środków zaopatrzenia i świadczenia usług logistycznych m.in. na skutek braku prawnych restrykcji za niewłaściwą realizację kontraktu,
- brak procedur ustalania kosztów poniesionych przez podmioty gospodarcze podczas świadczenia tzw. niewymierzonych usług logistycznych,
- konieczność ścisłego przestrzegania podczas opracowywania planów pozyskiwania zasobów terenowych postanowień ustawy o zamówieniach publicznych.

Skuteczne prowadzenie długotrwałych akcji ratowniczych determinowane jest m.in. dobrze zorganizowanym zabezpieczeniem logistycznym i medycznym jednostek PSP. Nikogo nie trzeba przekonywać, że pozyskiwanie zasobów terenowych niezbędnych do tego zabezpieczenia powinno być realizowane w sposób zorganizowany. Zdaniem autorów umożliwiają to zaproponowane przez nich rozwiązania.

Każdy – nawet dobrze zorganizowany – system zabezpieczenia logistycznego ma pewną ograniczoną zdolność szybkiej reakcji. Powoduje to, że na jego pełne uruchomienie potrzebna jest pewna ilość czasu. Doświadczenia z organizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych prowadzonych w ostatnich dziesięcioleciach w Polsce wskazują, że dotyczy to także pozyskiwania zasobów terenowych. Okazuje się, że środki zaopatrzenia i usługi logistyczne docierają do jednostek PSP prowadzących działania ratownicze nie wcześniej niż

The effective acquisition of local logistic and medical resources is an issue which has to be solved already at the stage of planning and concluding civil-law contracts with business entities – the suppliers of these resources. It seems obvious that such contracts should be concluded with trustworthy suppliers on a permanent basis. However, the authors believe that the key factor to ensure the required effectiveness is providing the right incentives for the suppliers of logistic resources to cooperate with SFS management authorities.

Another pertinent issue involves ensuring effective management of supplies and logistic and medical services acquired from local business entities. Those in charge of rescue actions should be supported by properly trained and efficient logistic authorities to make sure such resources are used in line with the standards applicable to the logistic and medical backup of SFS units and other rescue units that support them. The authors recognise the need for the specialised training of SFS logistics experts (e.g. through postgraduate study programmes) to prepare them to arrange for the acquisition of the logistic and medical backup of SFS units in long-term rescue operations.

In light of the study results, the authors have proposed what they believe are innovative solutions for SFS Headquarters. Their application could significantly facilitate the process of providing the logistic and medical backup of rescue units in long-term operations, and consequently increase the efficiency of rescue operations.

w drugim dniu tych działań [10]. Do tego czasu muszą one korzystać z własnych zasobów. Konieczne jest więc zapewnienie im niezbędnej autonomiczności logistycznej i medycznej.

Skuteczne pozyskiwanie terenowych zasobów logistycznych i medycznych jest problemem, który musi być rozwiązany jeszcze w okresie planowania i zawierania umów cywilno-prawnych z podmiotami gospodarczymi – dostawcami tych zasobów. Wydaje się oczywiste, że umowy należy zawierać z wiarygodnymi dostawcami, gwarantując im jednocześnie stałą współpracę. Jednak, w opinii autorów, czynnikiem determinującym należyłą skuteczność jest właściwa motywacja dostawców zasobów logistycznych do współpracy z organami kierowania PSP.

Sprawą dodatkową, dopełniającą powyższą problematykę, jest zapewnienie skutecznego gospodarowania środkami zaopatrzenia oraz usługami logistycznymi i medycznymi pozyskiwanymi od terenowych podmiotów gospodarczych. Wymagane jest posiadanie przez kierujących działaniem ratowniczym (KDR) odpowiednio wyszkolonych i sprawnie działających organów logistycznych, które zapewnią ich wykorzystanie zgodnie z obowiązującymi normami zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP oraz wspierających je innych jednostek ratowniczych. Autorzy widzą potrzebę specjalistycznego szkolenia ekspertów ds. logistyki PSP (np. w ramach studiów podyplomowych), które przygotowałyby ich do organizacji zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek PSP w długotrwałych akcjach ratowniczych.

W odpowiedzi na wyniki przeprowadzonych badań autorzy przedstawili – ich zdaniem nowatorskie – propozycje rozwiązań dla komend PSP. Ich stosowanie w znaczącym stopniu może usprawnić proces zabezpieczenia logistycznego i medycznego jednostek ratowniczych w akcjach długotrwałych, a w konsekwencji wpływać na zwiększenie sprawności prowadzenia tych akcji.

Literature / Literatura

- [1] *Doktryna Logistyczna Wojsk Lądowych*, DD/4.2. MON/Szt. Gen. WP, DWLąd 33/2007.
- [2] Nowak E., *Logistyka w sytuacjach kryzysowych*, Wyd. AON, Warszawa 2009.
- [3] Nowak E., Nowak W., *Podstawy logistyki w sytuacjach kryzysowych z elementami zarządzania logistycznego*, Wyd. SWSPiZ, Łódź – Warszawa 2009.
- [4] Nowak E., *Zarządzanie logistyczne w sytuacjach kryzysowych*, Wyd. AON, Warszawa 2013.
- [5] Ficoń K., *Logistyka kryzysowa. Procedury. Potrzeby. Potencjał*, Wyd. BEL Studio Sp. z o.o., Warszawa 2011.
- [6] Nowak E., *Zarządzanie kryzysowe w sytuacji zagrożeń niemilitarnych*, Wyd. AON, Warszawa 2007.
- [7] *System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych*, Zadanie 5. Managing logistic resources in rescue operations, Stage I – 5.1. *Defining methods to calculate the logistic needs of units involved in multi-agent rescue operations*, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2014.
- [8] *System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych*. Task 5 *Managing logistic resources in rescue operations*. 5.3. *Opracowanie modelu wykorzystania zasobów logistycznych w dynamicznie zmieniających się wielopodmiotowych akcjach ratowniczych*, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2014.
- [9] *System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych*. Task 1 *Wewnętrzna walidacja systemu, 1.1. Walidacja oprogramowania wspierającego procesy zarządzania zasobami logistycznymi w wielopodmiotowej, długotrwałej akcji ratowniczej*, E. Nowak (red.), Wyd. AON, Warszawa 2016.
- [10] Chmiel M., *Wykorzystanie zasobów terenowych do zabezpieczenia logistycznego jednostek Państwowej Straży Pożarnej podczas długotrwałych akcji ratowniczych*, Wyd. ASzWoj., Warszawa 2018.

List of abbreviations

NFRS	–	National Firefighting Rescue System
SFS	–	State Fire Service
VFS	–	Voluntary Fire Service
DH SFS	–	District Headquarters of the SFS
RH SFS	–	Regional Headquarters of the SFS

Wykaz skrótów

KSRG	–	Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy
PSP	–	Państwowa Straż Pożarna
OSP	–	Ochotnicza Straż Pożarna
KP PSP	–	Komenda Powiatowa PSP
KW PSP	–	Komenda Wojewódzka PSP
KDR	–	Kierujący działaniem ratowniczym

MICHAŁ CHMIEL, PH.D. ENG. – graduated from first- and second-cycle study programmes at the Main School of Fire Service. A long-time staff member at the CNBOP-PIB's Certification Body, currently heading this Department. He has authored many publications in the local of fire protection. In 2019, he earned the degree of Doctor of Social Sciences in the Security Science discipline. His doctoral dissertation was on the provision of the logistic backup for SFS units during long-term rescue operations.

PROF. EUGENIUSZ NOWAK, D.SC. – professor of Military Science, graduated from a military university in Saint Petersburg and completed a doctoral programme at the General Staff of the Polish Armed Force Academy in Warsaw. He is an expert in national security and logistics, and pioneered such locals as crisis logistics and rescue operation logistics. He has extensive experience in organising exercises related to crisis management and logistics management in crisis situations. Eugeniusz Nowak has authored many research publications on national security and military and rescue operation logistics. He is a professor at the WSB University in Dąbrowa Górnicza.

DR INŻ. MICHAŁ CHMIEL – absolwent studiów I i II stopnia na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Wieloletni pracownik Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB, aktualnie kierownik tego działu. Autor licznych publikacji branżowych z zakresu ochrony przeciwpożarowej. W 2019 r. uzyskał stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk społecznych w dyscyplinie nauk o bezpieczeństwie. Temat rozprawy autora związany jest z zabezpieczeniem logistycznym jednostek PSP podczas długotrwałych akcji ratowniczych.

PROF. DR HAB. INŻ. EUGENIUSZ NOWAK – profesor nauk wojskowych, absolwent uczelni wojskowej w Sankt Petersburgu oraz studiów doktoranckich w Akademii Sztabu Generalnego Wojska Polskiego w Warszawie. Ekspert w dziedzinie bezpieczeństwa narodowego i logistyki (m.in. prekursor logistyki sytuacji kryzysowych i logistyki akcji ratowniczych). Posiada bogate doświadczenie w organizacji ćwiczeń z zarządzania kryzysowego i zarządzania logistycznego w sytuacjach kryzysowych. Autor wielu prac naukowo-badawczych z zakresu bezpieczeństwa narodowego oraz logistyki wojskowej i logistyki akcji ratowniczych. Pracuje na stanowisku profesora w Akademii WSB w Dąbrowie Górniczej.

Najważniejsze informacje w jednym miejscu*

Kieszonkowy poradnik kierującego działaniem ratowniczym

Informacje i listy
kontrolne dla dowódców

Markus Gunter

Rolf Hermsen

Martin Neuhaus

Tłumaczenie i redakcja: Jan Kielin



po raz pierwszy w Polsce!



zawiera **podstawowe informacje i wskazówki** dotyczące akcji ratowniczo-gaśniczych



poradnik składa się z 4 działów tematycznych oznaczonych innymi kolorami: Zagadnienia ogólne (biały), **Pożary (czerwony)**, **Ratownictwo techniczne (niebieski)** i **CBRN (zielony)**



poradnik wydrukowany **na papierze wodoodpornym**

ZAMÓW SWÓJ EGZEMPLARZ NA WWW.CNBOP.PL

* Publikacja stanowi przekład z języka niemieckiego. Uwzględniono w niej regulacje obowiązujące w Polsce, które funkcjonują w poszczególnych obszarach.

Łukasz Warguła^{a)*}, Piotr Krawiec^{a)}, Mateusz Kukła^{a)}, Bartosz Wieczorek^{a)}, Piotr Kaczmarzyk^{b)}

^{a)} Poznań University of Technology / Politechnika Poznańska

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

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: lukasz.wargula@put.poznan.pl

Innovations in Chainsaws Utilised as Mechanical Rescue Devices

Innowacje w pilarkach łańcuchowych stosowanych jako mechaniczne urządzenia ratownicze

ABSTRACT

Aim: The aim of the article is to identify innovative design solutions in chainsaws which are used in rescue and firefighting operations. The review concerns commercial solutions, scientific publications and patents. It enables to determine development trends of chainsaws utilised as mechanical rescue devices.

Project and methods: Although chainsaw evolution analysis is available in the literature, in the greatest part it concerns only timber harvesting conditions. It lacks a review of technical solutions adapted to rescue and firefighting operations which may involve: wood impurities, the need to work on unstable ground and in limited space, the need to maintain focus in stressful and unpredictable situations. Fire protection units operations are aimed at saving people's health and life, therefore they should be carried out with the use of machines and devices with the best properties.

Conclusions: The solutions presented in the article may affect the development of rescue teams equipment, thereby increasing their efficiency and work safety. Currently, there is a trend toward the use of mobile chainsaws involving: increased durability for cutting wood with impurities, low-emission drives with limited impact on the operator, systems protecting the operator's body against the chain blade during uncontrolled and unpredictable situations, biodegradable oils for chain lubrication. It is necessary to conduct research on innovative solutions towards the usefulness of chainsaws in rescue operations.

Keywords: chainsaw, mechanical rescue devices, mobile wood saws, petrol saws, electric saws

Type of article: review article

Received: 06.04.2020; Reviewed: 11.05.2020; Accepted: 08.06.2020;

Authors' ORCID IDs: Ł. Warguła – 0000-0002-3120-778X; P. Krawiec – 0000-0003-3076-0337; M. Kukła – 0000-0003-3456-3824;

B. Wieczorek – 0000-0003-0808-298X; P. Kaczmarzyk – 0000-0003-4310-6086;

Percentage contribution: Ł. Warguła – 40%; P. Krawiec – 15%; M. Kukła – 15%; B. Wieczorek – 15%; P. Kaczmarzyk – 15%;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 142–153, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.9>;

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

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest wskazanie innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych w pilarkach łańcuchowych stosowanych w warunkach akcji ratowniczych i gaśniczych. Przegląd obejmuje rozwiązania komercyjne, publikacje naukowe oraz patenty. Umożliwia nakreślenie trendów rozwoju pilarek łańcuchowych stanowiących mechaniczne urządzenia ratownicze.

Projekt i metody: W literaturze dostępne są analizy ewolucji pilarek łańcuchowych, dotyczą one jednak głównie warunków pozyskiwania drewna. Brakuje przeglądu rozwiązań technicznych przystosowanych do akcji ratowniczych i gaśniczych, którym towarzyszą specyficzne warunki: zanieczyszczenia ciętego drewna, praca na niestabilnym podłożu i w ograniczonej przestrzeni, potrzeba dużego skupienia operatorów w stresujących i nieprzewidywalnych sytuacjach. Ze względu na to, że prace prowadzone przez jednostki ochrony przeciwpożarowej służą ratowaniu zdrowia i życia ludzi, powinno się do nich wykorzystywać maszyny i urządzenia o jak najlepszych właściwościach.

Wnioski: Rozwiązania zaprezentowane w artykule mogą przyczynić się do rozszerzenia asortymentu zespołów ratowniczych, a tym samym poprawy ich efektywności i bezpieczeństwa pracy. Trendem w rozwoju wyposażenia jednostek ochrony przeciwpożarowej są przenośne pilarki charakteryzujące się: piłami łańcuchowymi o podwyższonej trwałości podczas cięcia drewna zanieczyszczonego, niskoemisyjne i mało oddziaływujące napędy, układy

zabezpieczające ciało operatora przed ostrzem piły łańcuchowej podczas niekontrolowanych i nieprzewidywalnych sytuacji, biodegradowalne oleje do smarowania piły łańcuchowej. Dostrzegana jest również konieczność prowadzenia badań nad innowacyjnymi rozwiązaniami w kierunku ich przydatności w akcjach ratowniczych.

Słowa kluczowe: piła łańcuchowa, mechaniczne urządzenia ratownicze, przenośne pilarki do drewna, pilarki spalinowe, pilarki elektryczne

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 06.04.2020; **Zrecenzowany:** 11.05.2020; **Zaakceptowany:** 08.06.2020;

Identyfikatory ORCID autorów: Ł. Warguła – 0000-0002-3120-778X; P. Krawiec – 0000-0003-3076-0337; M. Kukla – 0000-0003-3456-3824; B. Wieczorek – 0000-0003-0808-298X; P. Kaczmarzyk – 0000-0003-4310-6086;

Procentowy wkład merytoryczny: Ł. Warguła – 40%; P. Krawiec – 15%; M. Kukla – 15%; B. Wieczorek – 15%; P. Kaczmarzyk – 15%;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 142–153, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.9>;

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

Introduction

A chainsaw is one of the basic tools used by fire protection units in a wide range of activities. Its main application involves works associated with wood, including: firebreaks formation, fallen trees removal, safety works during firefighting operations, as well as, cutting of wooden elements in structural collapse incidents. Especially, the latter example is considered to be the most adverse operation condition for the machines in question. It stems from the fact that the wood, cut during rescue operation may contain impurities which affect negatively the chain, and, in consequence, lead to the rapid blunting or damage of the links.

In order to increase the chainsaws durability and their range of applications, scientific units, researchers and manufacturers improve the chains of mobile saws. Tests associated with reducing the motor drive's negative impact on a chainsaw operator are also conducted. Their main objectives include the reduction of: tool weight, noise, vibration and toxic exhaust emissions.

Saws belong to the group of devices with an uncovered working part. It constitutes a great threat for their operators. This problem has been noticed by the institutions responsible for employee protection, hence these devices are subject to standardised safety requirements described in the Polish and European standard PN-EN ISO 11681-1. Also in this area new technologies are available.

In research articles, inventions and commercial solutions there are concepts which could support rescue operations in which chainsaws are applied. However, available reviews do not encompass new solutions that would significantly affect rescue teams work. This paper presents an overview of innovative design solutions concerning petrol saws and their cutting chains, drives and safety systems – with an indication of beneficial functions for rescue and firefighting works.

Wprowadzenie

Pilarka łańcuchowa to jedno z podstawowych narzędzi będących na wyposażeniu jednostek ochrony przeciwpożarowej (JOP). Jest wykorzystywana w szerokim zakresie działań realizowanych przez JOP. Stosuje się ją głównie do prac związanych z drewnem: formowania pasów przeciwogniowych w lasach, usuwania wiatrolomów, zabezpieczenia akcji przeciwpożarowych oraz przecinania drewnianych konstrukcji w katastrofach budowlanych. Najbardziej niekorzystne warunki użytkowania tych maszyn dotychczas ostatniego z wymienionych przypadków. Wynika to z tego, że rozcinane drewno może zawierać zanieczyszczenia wywierające negatywny wpływ na piłę łańcuchową, prowadząc do jej szybkiego stępienia lub uszkodzenia ogniw.

Aby zwiększyć trwałość i zakres zastosowań przenośnych pilarek, jednostki naukowe, wynalazcy oraz producenci udoskonalają piły łańcuchowe tych urządzeń. Trwają również badania nad ograniczeniem negatywnego oddziaływania, jakie na operatorów pilarek wywierają napędy. Do głównych celów tych badań zaliczana jest redukcja: masy narzędzia, wydzielanego przez nie hałasu, drgań oraz emisji toksycznych związków spalin.

Pilarki są urządzeniami z odkrytą częścią roboczą, co stanowi duże zagrożenie dla operatora. Problem ten jest dostrzegany przez instytucje odpowiedzialne za ochronę pracowników, stąd narzędzia te podlegają znormalizowanym wymogom bezpieczeństwa opisanym w polskiej i europejskiej normie PN-EN ISO 11681-1. Również w tym zakresie dostępne są nowe technologie.

W publikacjach naukowych, wynalazkach oraz rozwiązaniach komercyjnych pojawiają się innowacje mogące wspomóc działania ratowniczo-gaśnicze z wykorzystaniem pilarek łańcuchowych. W dostępnych zestawieniach brakuje jednak informacji o nowych rozwiązaniach, które w istotny sposób wpłynęłyby na efektywność pracy zespołów ratowniczych. W artykule przedstawiono przegląd innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych pilarek spalinowych (w zakresie pił łańcuchowych, napędów oraz układów bezpieczeństwa) – ze wskazaniem funkcji przydatnych podczas prac ratowniczych i gaśniczych.

Cutting chains (saw chains)

The classic use for mobile chainsaws is to cut trees. This process is well recognised in forestry sciences. The trend in this area is heading towards replacement of mobile petrol chainsaws operators with tree harvesters equipped with cutting chains [1–2]. However, rescue operations demand a complex decision-making process. Moreover, often the use of heavy vehicles is not possible – and in these situations operators are still irreplaceable.

During rescue operations, the material being cut often contains metal, concrete, plastic and soil with stones. To meet challenges that come with it, the market offers cutting chains for mobile saws, designed for cutting: wood containing nails, reinforced glass, composites, concrete, brick structures, metal sheets, ferrous and non-ferrous metals (see Figure 1).

Piły łańcuchowe

Klasyczne zastosowanie przenośnych pilarek łańcuchowych dotyczy cięcia drzew. Proces ten jest dobrze rozpoznany w naukach leśnych. Trendem w tej dziedzinie jest dążenie do zastępowania operatorów przenośnych pilarek spalinowych harvesterami wyposażonymi w piły łańcuchowe [1–2]. Jednak prace ratowniczo-gaśnicze wiążą się ze złożonym procesem decyzyjnym, często z brakiem możliwości wykorzystania ciężkich pojazdów – w takich sytuacjach operatorzy nadal są nie do zastąpienia. Podczas akcji ratowniczych cięty materiał drewniany nierzadko absorbuje zanieczyszczenia w postaci: metalu, betonu, tworzyw sztucznych oraz ziemi z kamieniami. Wychodząc naprzeciw tym wyzwaniom, rynek oferuje piły łańcuchowe do pilarek przenośnych przeznaczone do cięcia: drewna z gwoździami, szkła zbrojonego, kompozytów, betonu, konstrukcji ceglanych, blach, metali żelaznych i nieżelaznych (zob. ryc. 1).

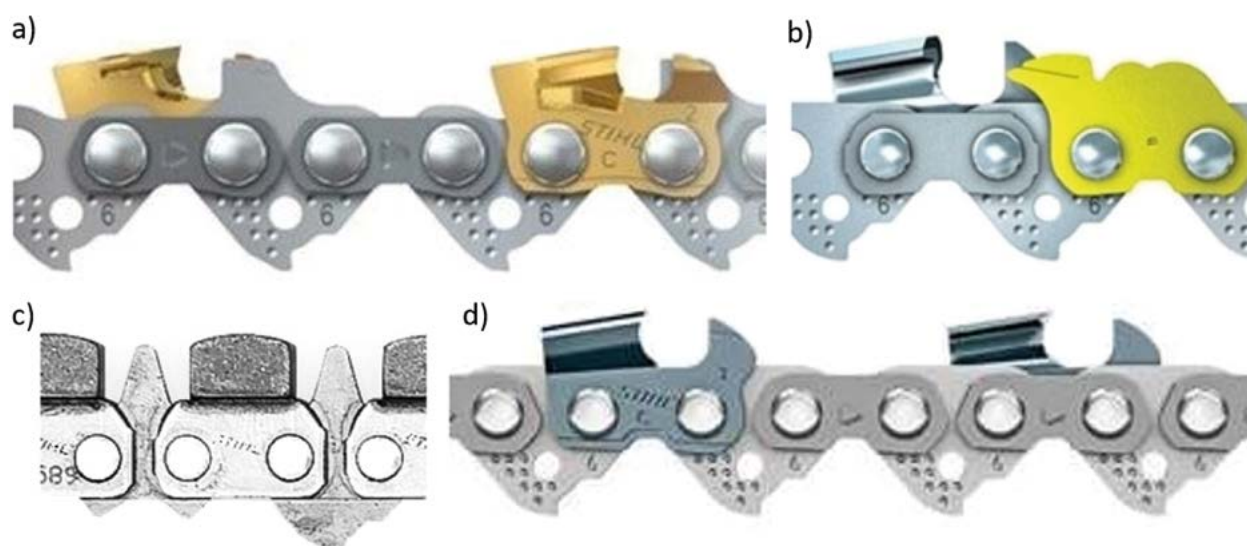


Figure 1. Cutting chains for mobile chainsaws: a) for wood contaminated with sand, b) for wood with spikes, c) for concrete, d) for wood with nails
Rycina 1. Piły łańcuchowe pilarek przenośnych: a) do drewna zanieczyszczonego piaskiem, b) do drewna z gwoździami, c) do betonu, d) do drewna

Source: Politechnika Poznańska archives.

Źródło: Archiwum własne Politechniki Poznańskiej.

An example of a saw chain for wood with nails, reinforced glass, armoured glass, steel sheets up to 0.8 mm, bituminous felt, insulation materials, roller shutter doors and partition walls is Rapid Duro Rescue (RDR) produced by Stihl. In this model the chain's cutting teeth blades are covered with a metal alloy, thus guaranteeing high strength and resistance to impact loads. Additionally, the cutting process is supported by 3-hump link which allows gentle guidance of the tool and reduced damage to the cutting teeth. According to the manufacturer's specifications saws with such cutting chains – thanks do the applied technical solutions – are characterised by a minimum risk of kickback and low vibration level.

An example of a chainsaw for cutting concrete, reinforced concrete, bricks and asphalt is a 36 GBE Stihl diamond saw, designed for wet work (it requires a water spray system).

Przykładem piły łańcuchowej do drewna z gwoździami, szkła zbrojonego, szkła pancernego, blach stalowych do 0,8 mm, pap bitumicznych, materiałów izolacyjnych, bram roletowych oraz lekkich murów jest Rapid Duro Rescue (RDR) Stihl. Ostrza zębów tnących w tym modelu pokryte są w całości stopem trwałych metali, co gwarantuje dużą wytrzymałość oraz odporność na obciążenia uderowe. Dodatkowo proces cięcia wspomaga 3-garbowe ogniwo łączące, które umożliwia łagodne prowadzenie narzędzia, redukując uszkodzenie zębów tnących. Według specyfikacji producenta zastosowane rozwiązania techniczne sprawiają, że pilarki z takimi piłami łańcuchowymi wykazują minimalną skłonność do odbić oraz niski poziom vibracji.

Przykładem piły łańcuchowej do cięcia betonu, betonu zbrojonego, cegieł oraz asfaltu jest diamentowa piła 36 GBE Stihl do

Saw chains dedicated for cutting wood contaminated with sand and formwork boards contaminated with ceramic shell are characterised by increased durability (in comparison to a standard chainsaw). Examples of such tools are: Stihl's Rapid Duro 3 and Oregon saws, made with MultiCut technology.

The main research trends relate to the testing of mobile saw chains used for cutting wood. Analyses are carried out regarding: cutting performance [3–6], cutting force [7–8], cutting resistance [9], chain tension [10], blade geometry [11] and saw kickback depending on the wood type [12]. The authors have noticed the lack of research on chains intended for cutting wood contaminated with sand or steel elements in the aspect of cutting efficiency, operating costs and usability in rescue works.

Drives

Chainsaw drives are mainly combustion engines (see Figure 2a). They have many disadvantages related to their usage. The major ones include: extensive noise, vibration and dangerous exhaust gas emission. The engines are subject to exhaust emission regulations for non-road mobile machinery held in hands [13]. The requirements for the low weight of the structure (due to necessity of holding the device in hands), the position of the engine in three axes (according to the Cartesian coordinate system) as well as the resulting problems with engine lubrication, have led to the use of 2-stroke engines. In such engines, the crank-piston system lubrication is based on the oil supplied to the combustion chamber with the fuel-air mixture. It is burnt there, which increases the emission of toxic exhaust compounds. The carburettor fuel apply system is common in this type of engines [14–15]. Stihl for chainsaw models with MTronic systems and Husqvarna for models with Auto-Tune systems have introduced carburettors with electric fuel valve (controlled electronically). This type of valve opens and closes the fuel supply channel, but the fuel is sucked by the force resulting from the vacuum in carburettor. This solution is more advantageous than the use of a classic mechanical carburettor, in which fuel suction is a continuous process, and the amount of supply dose depends on the pressure in the suction channel.

The latest innovation in fuel supply systems in petrol chainsaws is the use of a fuel injector. Contrary to the electric fuel valve – not only does it adjust the opening time, but also allows to supply fuel at a certain pressure, regardless of the suction force in the suction channel. In 2019, Stihl introduced to market the MS 500i model equipped with an electronic injection-ignition system. Such systems, in comparison to carburettor, are characterised by more accurate delivery of fuel to the cylinder. This solution reduces fuel consumption and the emission of toxic combustion products [16–20].

The dynamic development of electrical devices sourcing energy from batteries is also visible among chainsaws (see Figure 2b). The indisputable advantage of chainsaws with these

pracy na mokro (stąd przenośna pilarka łańcuchowa wymaga układu natryskowego wody).

Piły łańcuchowe przeznaczone do cięcia drewna zanieczyszczonego piaskiem oraz desek szalunkowych zanieczyszczonych skorupą ceramiczną cechuje – w porównaniu ze standardową pilą łańcuchową – podwyższona trwałość. Przykładowe narzędzia tego rodzaju to piły Rapid Duro 3 firmy Stihl oraz piły firmy Oregon, wykonane w technologii MultiCut.

Główne trendy badawcze dotyczą badań pól łańcuchowych pilarek przenośnych stosowanych do cięcia drewna. Prowadzone są analizy dotyczące: wydajności cięcia [3–6], siły cięcia [7–8], oporów skrawania [9], napięcia łańcucha [10], geometrii ostrzy [11] oraz odrzutów piły ze względu na gatunek drewna [12]. Autorzy dostrzegają brak badań łańcuchów użytkowanych do cięcia drewna zanieczyszczonego piaskiem lub elementami stalowymi, opisujących wydajność cięcia, koszty eksploatacji oraz użyteczność tych elementów w działaniach ratowniczych.

Napędy

Napędy pilarek łańcuchowych to głównie silniki spalinowe (zob. ryc. 2a), obarczone wieloma wadami związanymi z ich użytkowaniem. Wśród podstawowych można wyróżnić: hałas, drgania, emisję gazów spalinowych. Podlegają one przepisom emisji spalin dotyczącym niedrogowych maszyn ruchomych trzymanych w rękach [13]. Wymagania w odniesieniu do niskiej masy konstrukcji (ze względu na trzymanie urządzenia w rękach) oraz pozycja pracy silnika w trzech osiach (zgodnie z kartezjańskim układem współrzędnych), a także wynikające z tego problemy przy smarowaniu silnika skłaniają do stosowania silników dwusuwowych. W takich silnikach smarowanie układu korbowo-tłokowego odbywa się z wykorzystaniem oleju dostarczanego do komory spalania z mieszkanką paliwowo-powietrzną. Dochodzi wówczas również do jej spalania, co przyczynia się do zwiększonej emisji toksycznych związków spalin. Powszechny w tego typu silnikach jest gaźnikowy układ zasilania paliwem [14–15]. Firma Stihl w modelach pilarek z układami M-Tronic oraz firma Husqvarna w modelach z układami Auto-Tune wprowadziły gaźniki z elektrycznym zaworem paliwowym sterowanym elektronicznie. Zawór taki otwiera i zamyka kanał dostarczający paliwo, jednak pobieranie paliwa odbywa się przez siłę wynikającą z podciśnienia w gaźniku. Rozwiązanie to jest korzystniejsze od zastosowania klasycznego mechanicznego gaźnika, w którym zasysanie paliwa jest procesem ciągłym, zaś ilość dostarczanej dawki zależy do ciśnienia w kanale ssącym.

Najnowszą rewolucją w układach zasilania paliwem w pilarkach spalinowych jest zastosowanie wtryskiwacza paliwa. Wtryskiwacz – w przeciwieństwie do elektrycznego zaworu paliwowego – poza funkcją regulacji czasu otwarcia umożliwia dostarczanie paliwa pod określonym ciśnieniem, niezależnie od siły ssącej w kanale ssącym. W 2019 roku firma Stihl wprowadziła na rynek model MS 500i wyposażony w elektroniczny układ wtryskowo-zapłonowy. Układy takie względem gaźnikowych cechuje dokładniejsze dostarczanie nośnika energii do cylindra. Zmniejsza to zużycie paliwa oraz emisję toksycznych związków spalin [16–20].

drives is the lack of exhaust gas emission. In 2016, research realised by A. Colantoni [4] did not confirm the higher standards of using electric (battery) saws in relation to mass and generated vibrations. The results indicate that these parameters depend on the saw model and manufacturer. They showed, however, reduced noise in case of electric saws (84–96 dB) compared to petrol (97–109 dB). Also research carried out in 2019 by F. Neri and his team confirmed the lower noise emission while using electric chainsaws (81–91 dB) compared to ones driven by petrol engines [21]. Modern electric saws powered by batteries – through the use of lithium-ion batteries, which can be recycled in 97% – are characterised by a sufficiently high power level and durability [22–23]. Product life cycle tests conducted by A. Kristinsdóttir and D. Corredor in 2011 showed that electric chainsaws using batteries have a lower overall environmental impact than those powered by petrol [24]. On the other hand, vibration and noise emission tests carried out in 2018 by the research group led by W. Rukat proved that – regardless of the power unit type (electric, combustion) – noise and vibration emissions levels determined for a standard eight-hour working time are exceeded [25]. In the same year, comparative tests of petrol and electric (battery) saws were carried out in real working conditions while cutting trees. These tests confirmed the thesis that electric chainsaws can be a good alternative to petrol those powered by petrol [26]. Researchers have shown that electric chainsaws have lower levels of energy consumption, noise and vibration transmitted onto the operator hands. However, they noted that their disadvantage is the 'powerful' battery power which at this stage of device development is sufficient in forestry work, but only on a small scale. The improvement of this parameter will contribute to a wider range of applications for the tested tools. The electrification of devices in all branches of industry contributes to the dynamic development of batteries [27].

The authors of this article noted that there is no research on electric chainsaws powered by batteries with respect to firefighting and rescue applications. Devices used for such purposes are exposed to work in higher temperatures and irregular usage time affecting the charging cycles. This mode of operation can reduce battery life. In addition, there is neither any analysis of the battery replacement costs, nor any of its durability. Electric chainsaws batteries need to be charged or replaced, contrary to petrol chainsaws, where refuelling ensures continuous operation. In rescue and firefighting applications discharged battery does not constitute a major problem, because it can be charged in a rescue vehicle. The authors do not describe pneumatic-powered chainsaws requiring air ducts (see Figure 2c), since they consider them too complicated for rescue operations.

Dynamiczny rozwój urządzeń elektrycznych pozyskujących energię z akumulatorów widoczny jest również wśród pilarek łańcuchowych (zob. ryc. 2b). Niepodważalną zaletą pilarek z tymi napędami jest brak emisji gazów spalinowych. W 2016 roku badania zespołu A. Colantoni [4] nie potwierdziły jednoznacznie wyższych standardów użytkowania pilarek elektrycznych (akumulatorowych) w zakresie masy i emisji generowanych drgań. Wyniki wskazują, że parametry te zależą od modelu i producenta pilarki. Wykazały natomiast redukcję hałasu pilarek elektrycznych (84–96 dB) względem spalinowych (97–109 dB) na korzyść tych pierwszych. Badania wykonane w 2019 roku przez F. Neri wraz z zespołem również potwierdziły niższą emisję hałasu podczas użytkowania pilarek elektrycznych (81–91 dB) względem spalinowych [21]. Współczesne pilarki elektryczne zasilane akumulatorami – dzięki zastosowaniu akumulatorów litowo-jonowych, które w 97% można poddać recyklingowi – charakteryzują się odpowiednio wysokim poziomem mocy i trwałości [22–23]. Badania cyklu życia produktu prowadzone przez A. Kristinsdóttir i D. Corredor w 2011 roku wykazały, że pilarki łańcuchowe napędzane elektrycznie z wykorzystaniem baterii mają mniejszy całkowity wpływ na środowisko niż pilarki spalinowe [24]. Z kolei badania drgań i hałasu prowadzone w 2018 roku przez zespół W. Rukata udowodniły, że niezależnie od rodzaju jednostki napędowej (elektryczna, spalinowa) przekraczają poziom emisji hałasu i wibracji określony dla standardowego ośmiogodzinnego czasu pracy [25]. W tym samym roku wykonano testy porównawcze pilarek spalinowych i elektrycznych (akumulatorowych) w rzeczywistych warunkach pracy podczas wycinania drzew. Potwierdziły one, że pilarki elektryczne mogą być dobrą alternatywą dla pilarek spalinowych [26]. Badacze wykazali, że pilarki elektryczne charakteryzują się niższym poziomem zużycia energii, hałasu i wibracji oddziałujących na ręce oraz ramiona operatorów. Zaznaczyli jednak, że słaby punkt tych urządzeń stanowi moc akumulatorów „powerful”, która na tym etapie rozwoju jest wystarczająca w pracach leśnych, ale na małą skalę. Poprawa tego parametru przyczyni się do szerszej gamy zastosowań badanych narzędzi. Elektryfikacja urządzeń we wszystkich gałęziach przemysłu przyczynia się do dynamicznego rozwoju akumulatorów [27].

Autorzy niniejszego artykułu odnotowali brak badań elektrycznych pilarek łańcuchowych zasilanych bateriami w zastosowaniach ratowniczo-gaśniczych. Urządzenia takie są narażone na pracę w podwyższonych temperaturach oraz na nieregularny czas użytkowania wpływający na cykle ładowania. Taki tryb użytkowania narzędzia może prowadzić do ograniczenia żywotności baterii. Ponadto brakuje analizy kosztów wymiany baterii oraz ich trwałości. W przeciwieństwie do pilarek spalinowych, w których uzupełnienie paliwa zapewnia ciągłą pracę, pilarki elektryczne wymagają ładowania baterii lub ich wymiany. W zastosowaniach ratowniczych i gaśniczych rozładowanie akumulatora nie stanowi jednak poważnego problemu – wymienne akumulatory mogą ładować się w pojazdach ratowniczych. Autorzy nie opisują pilarek z napędem pneumatycznym (zob. ryc. 2c), wymagających przewodów dostarczających powietrze, uznając je za zbyt skomplikowane w obsłudze podczas akcji ratowniczych.

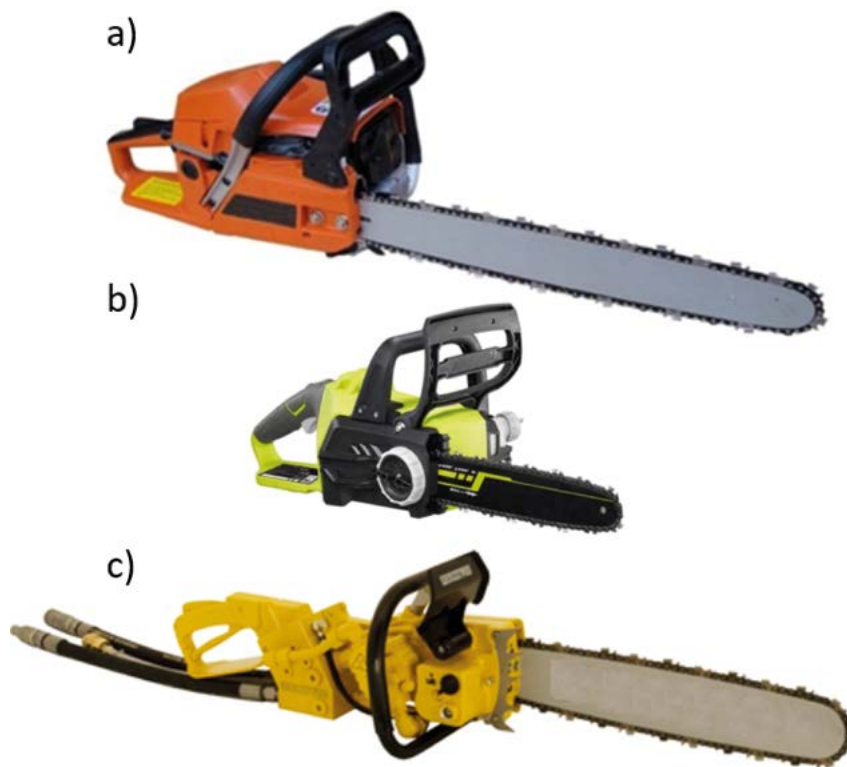


Figure 2. Chainsaws with drive: a) petrol, b) electric (battery), c) hydraulic
Rycina 2. Pilarki łańcuchowe z napędem: a) spalinowym, b) elektrycznym (akumulatorowym), c) hydraulicznym
Source: Poznan University of Technology archives.
Źródło: Archiwum własne Politechniki Poznańskiej.

Security Systems

The hazards associated with working as a chainsaw operator can be divided into two types. The first results from the impact of the noise [28–32], hand and arm vibrations [28–36], dust exposure [28], combustion products exhaust [37–40] and improper use of the tool [41–43]. The second type of danger is attributed to chainsaw operators who participate in rescue operations. Haste, unstable ground, limited space, contaminated cut material of an unpredictable structure – all these factors can lead to injuries of people near the chainsaw.

To reduce the negative impact on operators, special protective personal equipment for mobile chainsaws is used. It involves for example: protective helmets, ear muffs, goggles or face shield, protective gloves, pants, and footwear with steel and non-slip soles. Access to the handy first aid kit is also recommended at the scene. Security systems, mentioned in the crossheading above, consist of: chain brake, front cover (safety brake lever), throttle lever lock, chain saw gripper, right hand shield and anti-vibration system [44–47]. Additional safety systems intended for rescuers include a shield covering the chainsaw blade, which also limits the depth of cut. It protects against accidental contact with the operator's body. The solution proposed by Cutters Edge in the MultiCut 16 model has the function of adjusting the depth of cut and easy operation mode – even when operator is working in protective gloves.

Układy bezpieczeństwa

Zagrożenia dla operatora pilarki łańcuchowej można podzielić na dwa rodzaje. Pierwszy wynika z wpływu hałasu [28–32], wibracji rąk i ramion [28–36], narażenia na pyły [28] i gazy spalinowe [37–40] oraz niewłaściwego użytkowania narzędzia [41–43]. Na drugi rodzaj zagrożeń narażeni są operatorzy pilarek łańcuchowych biorący udział w akcjach ratowniczych. Pośpiech, niestabilne podłoże, ograniczona przestrzeń, zanieczyszczony materiał cięcia o nieprzewidywalnej strukturze – wszystkie te czynniki mogą przyczynić się do urazów u osób przebywających w pobliżu piły łańcuchowej.

W celu redukcji negatywnych oddziaływań na operatorów stosuje się specjalistyczne środki ochrony osobistej oraz wyposażenia przenośnych pilarek spalinowych. Wśród pierwszych wymienić można: kask ochronny, nauszники, okulary lub osłonę twarzy (przyłbice), rękawice z ochronnymi wzmocnieniami, spodnie ochronne oraz obuwie ze stalowymi wzmocnieniami i podeszwami przeciwpoślizgowymi. Ważny jest także dostęp na terenie wykonywania prac do podręcznej apteczki. Wspomniane w śródtytułe układy bezpieczeństwa stanowiące wyposażenie pilarek to: hamulec piły łańcuchowej, osłona przednia stanowiąca dźwignię hamulca bezpieczeństwa, blokada dźwigni przepustnicy, chwytник piły łańcuchowej, osłona prawej ręki, system antywibracyjny [44–47]. Do dodatkowych układów bezpieczeństwa przewidzianych dla ratowników zalicza się osłonę na

przewodnicę i piłę łańcuchową, która stanowi również ogranicznik głębokości cięcia. Chroni ona przed przypadkowym dotknięciem ciała ratownika. Rozwiązanie firmy Cutters Edge w modelu Multi-Cut 16 posiada funkcję regulacji głębokości cięcia oraz jest łatwe w obsłudze – nawet w rękawicach ochronnych.



Figure 3. A chainsaw with a shield covering the guide and cutting chain
Rycina 3. Pilarka łańcuchowa z osłoną zakrywającą prowadnicę i piłę łańcuchową
Source: Poznan University of Technology archives.
Źródło: Archiwum własne Politechniki Poznańskiej.

One of the solutions developed by researchers – but not used commercially – is a system that recognises dangerous linear and angular acceleration of a chainsaw. Having recognised such a movement, the algorithm disconnects the drive or stops the saw chain [48]. This is one of the most effective methods of securing the operator in the case of a kickback.

Another factor indirectly affecting human health, and resulting from the use of chainsaws, is related to the pollution of the natural environment by chain and guide bar lubrications. Commercially, there are two types of oils. The first one is the mineral oil, which is a refined petroleum product that pollutes the environment with hydrocarbon compounds [49]. The second is easily degradable under the influence of microorganisms, otherwise known as biodegradable oil [50]. We may also distinguish synthetic (i.e. ester) and vegetable oils. Relative to minerals oils, they are characterised by higher density, higher flash point, lower freezing point [49], [51] and lower chain and guide bar noise [52]. A significant disadvantage is the oxidation of fatty acids causing the formation of a sticky or hard layer of dried oil, which increases the frictional resistance of the chainsaw [49].

Analyses of exhaust chainsaws damage show that their most defective parts are the saw's body and the crank-piston (50% of all damage) [53]. One of the less damaged elements are safety systems [53]. Chain and guidance are the most prone to exploitation. The reason for this is the already mentioned friction.

Jednym z rozwiązań opracowanych przez naukowców – nie stosowanym komercyjnie – jest układ rozpoznający niebezpieczne przyspieszenia liniowe i kątowe pilarki łańcuchowej. Algorytm rozpoznający niebezpieczny ruch pilarki łańcuchowej rozłącza jej napęd lub blokuje ruch piły łańcuchowej [48]. Jest to jedna z najskuteczniejszych metod zabezpieczenia operatora w sytuacji odbicia piły.

Czynnikiem pośrednio wpływającym na zdrowie ludzi, w wyniku użytkowania pilarek łańcuchowych, są środki smarne piły łańcuchowej i prowadnicy przedostające się do środowiska naturalnego. Komercyjnie dostępne są dwa rodzaje olei. Pierwszy to olej mineralny, który jest produktem rafinacji ropy naftowej, zanieczyszczającym środowisko związkami węglowodorowymi [49]. Drugi to oleje łatwo ulegające rozkładowi pod wpływem mikroorganizmów, inaczej nazywane biodegradowalnymi [50]. Można wśród nich wyróżnić oleje syntetyczne (m.in. estrowe) i roślinne. Względem mineralnych charakteryzują się większą gęstością, wyższą temperaturą zapłonu, niższą temperaturą zamarzania [49], [51], niższym hałasem związanym z poruszaniem się łańcucha po prowadnicy [52]. Znaczną wadą jest utlenianie kwasów tłuszczowych powodujące tworzenie się lepkiej lub twardej warstwy wyschniętego oleju, która to zwiększa opór tarcia przemieszczającej się po prowadnicy piły łańcuchowej [49].

Analizy uszkodzeń spalinowych pilarek łańcuchowych wykazują, że najbardziej wadliwymi elementami są korpus i układ korbowo-łukowy (łączenie 50% uszkodzeń) [53]. Najmniej awaryjne są składowe układy bezpieczeństwa pracy [53]. Częściami najbardziej

The above-described innovative chainsaw materials and lubricants contribute to improving the durability of the cutting mechanism components. What is more, Oregon company proposes the use of chain links with an oil chamber to increase the service life of a saw chain. Such system, called LubriLink™, allows the oil to remain on the saw for a long time, limiting its shedding by centrifugal force. Another chain link system aimed at reducing friction and increasing efficiency through a unique design is LubriTec™. An alternative solution Lubriwell™ supports oil distribution throughout the guide bar. It has a hole in the chain link, located in the least loaded part of the guide link. The lubricant in the hole is kept longer on the tool surface, reducing friction during start-up, before the saw lubrication system begins to be fully functional. In addition, the hole in the link reduces the total weight of the chain, thereby reducing the load on the engine. Another solution, introduced by Oregon, that improves lubrication of the cutting mechanism, is the LubriDam™ system. The system has a small threshold located at the bottom of the guide bar groove, just behind the lubrication hole. This solution allows to retain the oil, and thus it is more effectively distributed along the entire length of the guide bar and chain. In consequence, each subsequent chain link guide accumulates oil and distributes it around the guide bar. The manufacturer shows a 135% increase in oil film thickness. Another system called Lubri-Jet™ uses angular lubrication hole in the guide bar to increase the dynamics of oil outflow. Taking above into account, this solution improves chain lubrication, but also more effectively removes dust and shavings from the outlet duct, thus reducing the possibility of blockage.

One of the problems when operating chainsaws is squeezing the guide bar by, e.g., a branch while cutting it from the bottom to top. In 2010, Y. Ishigure and his team presented a prototype solution, which is to counteract the chain blocking phenomenon. A guide with a movable part susceptible to clamping was presented [54]. Another innovation in the chainsaw design is the Oregon PowerSharp® system. In addition to the holes on the sharpening system, it has a mild rounding radius which reduces the kickback energy.

Chainsaw vibration is a disadvantageous phenomenon for operators. One of the sources of vibration in the chainsaw is the cutting mechanism. Oregon company has developed the Vibe-Ban™ system, which – according to the manufacturer specification – reduces vibration by 30%. Chainsaws cutting links made in this system are characterised by a reduced quantity of material in the back of the link part. That solution allows this part of the link to move freely over the edge of the guide bar. The space between the chain and guide bar enables the chainsaw to absorb shocks. When the working edge of the cutting link introduces into the wood surface, the back of the links is susceptible to slight movement. It stands in contrast to classic solutions in which wedging chain friction is observed over the whole surface.

podatnymi na zużycie na skutek eksploatacji pilarek są piły łańcuchowe i prowadnice. Przyczyną takiego zjawiska jest wspomniane wcześniej tarcie. Do poprawy trwałości elementów mechanizmu tnącego przyczyniają się wyżej opisywane innowacyjne materiały pił łańcuchowych oraz środki smarne. Firma Oregon – w celu zwiększenia żywotności pił łańcuchowych – proponuje zastosowanie ogniwi łańcucha z komorą olejową. System taki, nazwany LubriLink™, ma pozwalać na zachowanie oleju na pile przez dłuższy czas, ograniczając zrzucenie go przez siłę odśrodkową. Kolejny system modyfikujący ogniwa łańcucha to LubriTec™. Ma zmniejszać tarcie i poprawiać wydajność poprzez specjalną konstrukcję. Z kolei Lubriwell™ wspomaga rozprowadzanie oleju na całej prowadnicy. Posiada otwór w ogniwi łańcucha umieszczony w najmniej obciążonej części ogniwa prowadzącego. Substancja smarująca znajdująca się w otworze dłużej utrzymuje się na powierzchni narzędzia, powodując zmniejszenie tarcia w trakcie uruchamiania, zanim układ smarujący piły zacznie w pełni funkcjonować. Ponadto otwór w ogniwi powoduje obniżenie całkowitej masy łańcucha, a przez to zmniejszenie obciążenia silnika. Innym rozwiązaniem firmy Oregon, poprawiającym smarowanie mechanizmu tnącego, jest system Lubri-Dam™. Układ posiada niewielki próg położony w dolnej części rowka prowadnicy, tuż za otworem smarowym. Dzięki temu rozwiązaniu olej zostaje zatrzymany i skuteczniej rozprowadzony po całej długości prowadnicy i łańcucha. Każde następne ogniwo prowadzące łańcucha tnącego zbiera olej i rozprowadza go wokół prowadnicy. Producent wykazuje zwiększenie grubości filmu olejowego o 135%. Z kolei w systemie Lubri-Jet™ zastosowano kątowy otwór smarujący w prowadnicy, co zwiększa dynamikę wypływu oleju. Dzięki temu rozwiązaniu poprawia się smarowanie piły łańcuchowej, ale również skuteczniej usuwane są pyły i wióry z okolic kanału wylotowego, co ogranicza możliwość zatoru.

Jednym z problemów podczas eksploatacji pilarek spaliny jest ściskanie prowadnicy przez np. odcinaną gałąź podczas cięcia z dołu do góry. W 2010 roku Y. Ishigure wraz z zespołem przedstawili rozwiązanie prototypowe przeciwdziałające zjawisku blokowania prowadnicy przez łańcuch. Zaprezentowano prowadnicę z ruchomą częścią podatną na zaciskanie [54]. Inną innowacją konstrukcji prowadnic piły łańcuchowej jest system PowerSharp® firmy Oregon. Poza otworami na układzie ostrzącym posiada on łagodny promień zaokrąglenia, dzięki któremu następuje redukcja energii odbicia.

Wibracje pilarek spalinowych to niekorzystne dla operatorów zjawisko. Jednym ze źródeł wibracji w pilarence jest mechanizm tnący. Firma Oregon opracowała system Vibe-Ban™, który – wg danych producenta – zmniejsza poziom wibracji o 30%. Ogniwa tnące piły łańcuchowej wykonanej w tym systemie charakteryzują się zmniejszoną ilością materiału w tylnej części stopy ogniwa. Pozwala to tej części ogniwa na swobodne przemieszczanie się ponad krawędź prowadnicy. Przestrzeń pomiędzy łańcuchem i prowadnicą umożliwia pile łańcuchowej spełnianie funkcji pochłaniacza wstrząsów. Kiedy krawędź robocza ogniwa tnącego zagłębia się w drewno, tylna część ogniwa jest podatna na niewielkie przemieszczenia. Przeciwnie dzieje się w przypadku klasycznych rozwiązań, gdzie w takich sytuacjach dochodzi do klinowania i tarcia łańcucha na całej powierzchni.

Summary

Available in the literature analyses of the cutting chains and mobile chainsaws evolution are conducted mainly from logging conditions perspective [55–56]. The authors of the article indicated innovations in the chainsaws with respect to the rescue and firefighting activities. The solutions presented in the article can contribute to the development of rescue teams equipment, increasing their efficiency and safety at work. The article also indicates the need for research into solutions that can be used in rescue activities. The trend that can be observed in the rescue team equipment development is the use of petrol chainsaws equipped with chains of increased durability for cutting contaminated wood. Low-emission and low-impact drives, systems protecting the operator's body against the sawing machines during uncontrolled and unpredictable situations were also introduced. Using a biodegradable oils for chain lubrication is included in these trends too.

What needs to be underlined is that chainsaws are not subject to certification of admittance process for the products used to assure public safety or to protect health, life and property. They are excluded from the list of the admittance regulation (Journal of Laws, Dz. U. No. 143, item 1002; Dz. U. No. 143, item 1002; Dz. U. No. 85 item 553; Dz. U. 2018 item 984), and as a result of that, fire protection units have freedom in their application. Therefore, it is important to publish information about these devices. This can be helpful for the operation of fire rescue units as well as may contribute to their greater awareness about the tools in question.

Podsumowanie

Dostępne w literaturze analizy ewolucji pił łańcuchowych oraz przenośnych pilarek są prowadzone głównie dla warunków pozyskiwania drewna [55–56]. Autorzy artykułu wskazali innowacje w zakresie pilarek łańcuchowych ukierunkowanych na prace w zakresie działań ratowniczo-gaśniczych. Zaprezentowane rozwiązania mogą przyczynić się do zwiększenia asortymentu zespołów ratowniczych, korzystnie wpływając na ich efektywność i bezpieczeństwo pracy. Dostrzeżono również konieczność prowadzenia badań nad innowacyjnymi rozwiązaniami w kierunku ich przydatności w akcjach ratowniczych. Trendem, który można zaobserwować w rozwoju wyposażenia zespołów ratowniczych, jest stosowanie pilarek spalinowych wyposażonych w łańcuchy o podwyższonej trwałości podczas cięcia drewna zanieczyszczonego. Wdrożono również niskoemisyjne i mało oddziaływujące napędy, układy zabezpieczające ciało operatora przed ostrzami ogniw tnących piły łańcuchowej podczas niekontrolowanych i nieprzewidywalnych sytuacji, a także biodegradowalne oleje do smarowania łańcucha.

Warto podkreślić, że pilarki łańcuchowe nie podlegają procesom dopuszczenia wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia. Nieuwzględnienie ich na liście rozporządzenia (Dz. U. Nr 143, poz. 1001; Dz. U. Nr 143, poz. 1002; Dz. U. Nr 85 poz. 553; Dz. U. 2018 poz. 984) oznacza, że jednostki ochrony przeciwpożarowej mają dowolność w ich stosowaniu. Dlatego ważne jest publikowanie informacji pomagających zwiększać świadomość na temat tych urządzeń oraz usprawniać funkcjonowanie straży pożarnych.

Literature / Literatura

- [1] Aniszewska M., Brzózko J., Skarzyński J., *Harwestery do pozyskiwania drewna stosowane w polskich lasach. Część 2. Głowice harwesterowe*, „Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna” 2011, 2.
- [2] Sowa J., Gieralowiec K., Gaj-Gieralowiec D., *Characteristics and development of the construction of logging harvester heads*, “Forestry Letters” 2013, 105, 3.
- [3] Acosta F.C., Oliveira D.C.D., Arruda C., Garcia M.L., Melo R.R.D., *Operational Performance of the Selective Cutting of Trees With Chainsaw*, “Floresta e Ambiente” 2018, 25, 3.
- [4] Colantoni A., Mazzocchi F., Cossio F., Cecchini M., Bedini R., Monarca D., *Comparisons between battery chainsaws and internal combustion engine chainsaws: performance and safety*, “Contemp Eng Sci” 2016, 9, 1315–1337.
- [5] Halilović V., Musić J., Bajrić M., Sokolović D., Knežević J., Kupusović A., *Fuel and lubricants consumption during timber felling and processing in the area of pj Forest office „Zavidovići”*, “Journal of the Forestry Society of Croatia” 2019, 143, 7–8, 337–345.
- [6] Maciak A., *Wpływ zużycia eksploatacyjnego piły łańcuchowej na uzyskiwane efekty skrawania*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2002, 486, 1.
- [7] Maciak A., Kubuska M., Moskalik T., *Instantaneous Cutting Force Variability in Chainsaws*, “Forests” 2018, 9, 10, 660, <https://doi.org/10.3390/f9100660>.
- [8] Kuvik T., Krilek J., Kovác J., Štefánek M., Dvorak J., *Impact of the selected factors on the cutting force when using a chainsaw*, “Wood Res” 2017, 62, 807–814.
- [9] Gendek A., *Parametry wpływające na zmienność oporów skrawania drewna piłą łańcuchową*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2009, 543.
- [10] Maciak A., Kubuska M., *Wpływ napięcia wstępnego na szybkość stępienia się ogniw piły łańcuchowej oraz wydajność skrawania*, „Leśne Prace Badawcze” 2018, 79, 3.
- [11] Komorowski J., *Wpływ geometrii ostrza żłobikowego piły łańcuchowej na skrawanie drewna sosnowego*, „Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa” 1990, 717–721.
- [12] Kaliniewicz Z., Maleszewski Ł., Krzysiak Z., *Influence of saw chain type and wood species on the kickback angle of a chainsaw*, “Technical Sciences” 2018, 21, 4, 323–334.
- [13] Waluś K.J., Warguła Ł., Krawiec P., Adamiec J.M., *Legal regulations of restrictions of air pollution made by non-road mobile machinery – the case study for Europe: a review*, “Environmental Science and Pollution Research” 2018, 25, 4, 3243–3259.

- [14] Warguła Ł., Krawiec P., Waluś K. J., Polasik J., *Electronic control in injection-ignition systems in propulsion of non-road mobile machinery*, "Journal of Mechanical and Transport Engineering" 2018, 70, 1, 61–78.
- [15] Warguła Ł., Waluś K. J., Krawiec P., *Small engines spark ignited (SI) for non-road mobile machinery – review*. Transport Means 2018: Proceedings of the 22nd International Scientific Conference, October 03–05, 2018, Trakai, Lithuania. Part 2: 585–591.
- [16] Waluś K. J., Warguła Ł., Krawiec P., Adamiec J. M., *The impact of the modernization of the injection-ignition system on the parameters of motion of the motorcycle*, "Procedia Engineering" 2017, 177, 393–398.
- [17] Warguła Ł., *Innovative Injection-Ignition System in a Non-Road Small Engine – Construction System*, Transport Means 2019: Proceedings of the 23rd International Scientific Conference, October 02-04, 2019, Palanga, Lithuania, Part 2, 931–935.
- [18] Warguła Ł., Waluś K. J., *Wieloaspektowa ocena wpływu modyfikacji układu wtryskowo-zapłonowego część 1.*, *Inżynieria Wytwarzania*, Wydawnictwo uczelniane Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Prezydenta Stanisława Wojciechowskiego w Kaliszu, Kalisz 2016, 227–236.
- [19] Warguła Ł., Waluś K. J., *Wieloaspektowa ocena wpływu modyfikacji układu wtryskowo-zapłonowego część 2.*, *Inżynieria Wytwarzania*, Wydawnictwo uczelniane Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Prezydenta Stanisława Wojciechowskiego w Kaliszu, Kalisz 2016, 237–248.
- [20] Warguła Ł., Waluś K. J., *Wieloaspektowa ocena wpływu modyfikacji układu wtryskowo-zapłonowego część 3.*, *Inżynieria Wytwarzania*, Wydawnictwo uczelniane Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Prezydenta Stanisława Wojciechowskiego w Kaliszu, Kalisz 2016, 249–258.
- [21] Neri F., Laschi A., Foderi C., Fabiano F., Bertuzzi L., Marchi E., *Determining noise and vibration exposure in conifer cross-cutting operations by using li-ion batteries and electric chainsaws*, "Forests" 2018 9(8), 501, <https://doi.org/10.3390/f9080501>.
- [22] Hanisch C., Loellhoeffel T., Diekmann J., Markley K. J., Haselrieder W., Kwade A., *Recycling of lithium-ion batteries: a novel method to separate coating and foil of electrodes*, "Journal of Cleaner Production" 2015, 108, 301–311, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.026>.
- [23] Boubaker K., Colantoni A., Allegrini E., Longo L., Di Giacinto S., Monarca D., Cecchini M., *A model for musculoskeletal disorder-related fatigue in upper limb manipulation during industrial vegetables sorting*, "International Journal of Industrial Ergonomics" 2014, 44, 601–605, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2014.03.005>.
- [24] Kristinsdóttir A. R., Corredor D. F. P., *Life cycle assessment of chainsaws. A case study of two Husqvarna products with different power systems*. Göteborg, Sweden 2011 ESA Report No. 2011:9.
- [25] Rukat W., Barczewski R., Jakubek B., Wróbel M., *The comparison of vibro-acoustic impact of chainsaws with electric and combustion drives*. In MATEC Web of Conferences, Proceeding of the 17th International Conference Diagnostics of Machines and Vehicles, 2018, 182, 02020, EDP Sciences, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818202020>.
- [26] Poje A., Potočnik I., Mihelič M., *Comparison of electric and petrol chainsaws in terms of efficiency and safety when used in young spruce stands in small-scale private forests*, "Small-scale Forestry" 2018, 17(3), 411–422.
- [27] Aaldering L. J., Song C. H., *Tracing the technological development trajectory in post-lithium-ion battery technologies: A patent-based approach*, "Journal of Cleaner Production" 2019, 241, 118343, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118343>.
- [28] Iftime M. D., Dumitrascu A. E., Ciobanu V. D., *Chainsaw operators' exposure to occupational risk factors and incidence of professional diseases specific to forestry field*, "International Journal of Occupational Safety and Ergonomics" 2019, 1–38.
- [29] Malinowska-Borowska J., Socholik V., Harazin B., *Stan zdrowia pracowników leśnych narażonych na hałas i wibracje miejscowe wytwarzane przez piły łańcuchowe*, "Medycyna Pracy" 2012, 63, 1, 19–29.
- [30] Wojtkowiak R., Kromulski J., Dubowski A., *Measurements of noise resulting from cutting chain movements on a chain-saw bar, lubricated with different oils*, "Acta Scientiarum Polonorum. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria" 2007, 6, 1, 85–93.
- [31] Górski J., *Wstępne badania emisji akustycznej towarzyszącej skrawaniu drewna piłą łańcuchową*, "Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej" 2000, 3, 17–19.
- [32] Kováč J., Krilek J., Dado M., Beňo P., *Investigating the influence of design factors on noise and vibrations in the case of chainsaws for forestry work*. "FME Transactions" 2018, 46, 4, 513–519.
- [33] Wojcik K., Skarzynski J., Salek M., *Wpływ średnicy drewna sosnowego na drgania elektrycznej pilarki z piłą łańcuchową Stihl E180 przy przerzynce*, "Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych" 2009, 543.
- [34] Stempski W., Jabłoński K., Wegner J., *Relations between top-plate filling angle values of cutting chains and chain-saw vibration levels*, "Acta Scientiarum Polonorum" 2010, 9, 31–39.
- [35] Landekić M., Bačić M., Pandur Z., Šušnjar M., *Vibration Levels of Used Chainsaws*, "Forests" 2020, 11, 2, 249.
- [36] Feyzi M., Jafari A., Ahmadi H., *Investigation and analysis the vibration of handles of chainsaw without cutting*, "Journal of Agricultural Machinery" 2016, 6, 1, 90–101.
- [37] Dimou V., Kantartzis A., Malesios C., Kasampalis E., *Research of exhaust emissions by chainsaws with the use of a portable emission measurement system*, "International Journal of Forest Engineering" 2019, 30, 3, 228–239.
- [38] Lijewski P., Fuć P., Dobrzynski M., Markiewicz F., *Exhaust emissions from small engines in handheld devices*, In MATEC Web of Conferences, VII International Congress on Combustion Engines, Poznań, Poland, 27–29 June 2017, EDP Sciences: Lez Ili, France, 2017; Volume 118.

- [39] Dimou V., Kantartzis A., Malesios C., Kasampalis E., *Research of exhaust emissions by chainsaws with the use of a portable emission measurement system*, "International Journal of Forest Engineering" 2019, 30, 3, 228–239.
- [40] Hooper B., Parker R., Todoroki C., *Exploring chainsaw operator occupational exposure to carbon monoxide in forestry*, "Journal of occupational and environmental hygiene" 2017, 14(1), D1–D12.
- [41] Dąbrowski A., *Przyczyny wypadków powodowanych przez przenośne pilarki łańcuchowe*, "Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka" 2001, 10–13.
- [42] Cividino S. R. S., Gubiani R., Pergher G., Dell'Antonia D., Maroncelli E., *Accident investigation related to the use of chainsaw*, "Journal of Agricultural Engineering" 2013, 44.
- [43] Tobita K., Nitami T., Yoshioka T., *Factors associated with injuries related to chainsaw tree felling in Japan*, "International Journal of Forest Engineering" 2019, 30, 3, 190–194.
- [44] Dąbrowski A., *Analysis and Laboratory Testing of Technical Injury Prevention Measures for Portable Combustion Chainsaws*, "Forests" 2020, 11, 3, 276.
- [45] Dąbrowski A., *Przenośne pilarki łańcuchowe-ochrona operatora przed kontaktem z ruchomym narzędziem*, "Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka" 2019, 16–19.
- [46] Dąbrowski A., *Aktualne wytyczne norm zharmonizowanych dotyczące technicznych środków ochrony przed urazami powodowanymi przez pilarki łańcuchowe*, "Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka" 2016, 22–25.
- [47] Dąbrowski A., *Rozwiązania konstrukcyjne przenośnych pilarek łańcuchowych zwiększających bezpieczeństwo ich obsługi*, "Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka" 2004, 11–14.
- [48] Cividino S. R., Blanchini F., Lombardo R., Dell'Antonia D., Vujić T. D., Malev O., Gubiani R., *An Improved Safety Device for Electric Chainsaws*, "Contemporary Engineering Sciences" 2015, 27, 8, 1229.
- [49] Wojtkowiak R., Tomczak R. J., *Analiza porównawcza wybranych właściwości olejów smarujących układ tnący pilarki łańcuchowej*, "Rośliny Oleiste-Oilseed Crops" 2013, 24, 1, 317–325.
- [50] Zembrowski K., Dubowski A. P., Wojtkowiak R., *Biodegradowalne środki smarne dla urządzeń technicznych do pozyskiwania drewna*, "Technika rolnicza ogrodnicza leśna" 2010, 1, 23–28.
- [51] Wojtkowiak R., Dubowski A., *Badania porównawcze właściwości olejów smarowych układu tnącego pilarki łańcuchowej*, "Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych" 2002, 486, 1.
- [52] Wojtkowiak R., Kromulski J., Dubowski A., *Measurements of noise resulting from cutting chain movements on a chain-saw bar, lubricated with different oils*, "Acta Scientiarum Polonorum. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria" 2007, 6, 1.
- [53] Pilarek Z., Mielnicki P., *Causes of defects of power chain-saws*, "Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar." 2008, 7(4), 45–54.
- [54] Ishigure Y., Kachi H., Mori Y., Kawasaki H., *Pruning machine with a mechanism for preventing branch bite*. In Proc. of Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment (FORMEC 2010), 1–9.
- [55] Jelonek T., *Ewolucja piły łańcuchowej oraz pilarki jako środków do pozyskiwania drewna*, "Studia i Materiały Ośrodka Kultury Leśnej" 2015, 14.
- [56] Kranjec J., Poršinsky T., *History of chainsaw development*, "Nova Mehanizacija Šumarstva" 2011, 32, 23–37.

ŁUKASZ WARGUŁA, PH.D. ENG. – a graduate of the Faculty of Mechanical Engineering and Management at Poznan University of Technology. He obtained his Ph.D. in technical sciences in 2018 in the discipline of Machine Construction and Maintenance. Since 2016, he has been working at the Institute of Machine Design as an assistant professor. His scientific interests include machines and vehicles construction and operation as well as mechatronics in vehicles. He deals with the research and analysis the systems construction and designing effective solutions for the machines and vehicles drives.

PIOTR KRAWIEC, D.SC. ENG. PP PROF. – a graduate of the Faculty of Mechanical Engineering at the Poznan University of Technology. He obtained his doctoral degree in 2002 and in 2011 a postdoctoral degree. Since 1994, he has been working at the Department of Fundamentals of Machine Design. His specialisation includes: machine construction and operation, computer aided design, material testing, drive control, cargo transportation safety.

DR INŻ. ŁUKASZ WARGUŁA – ukończył studia na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania na Politechnice Poznańskiej. W 2018 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowy i eksploatacji maszyn. Od 2016 r. pracuje w Instytucie Konstrukcji Maszyn na stanowisku adiunkta. Jego zainteresowania badawcze obejmują: konstrukcję i eksploatację maszyn i pojazdów oraz mechatronikę pojazdów. Zajmuje się badaniami i analizą budowy systemów oraz projektowaniem efektywnych rozwiązań w układach napędowych maszyn i pojazdów.

DR HAB. INŻ. PIOTR KRAWIEC, PROFESOR PP – ukończył studia na Wydziale Budowy Maszyn Politechniki Poznańskiej. Stopień doktora uzyskał w 2002 r., w 2011 r. stopień doktora habilitowanego. Od 1994 r. pracuje w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn. Specjalność – budowa i eksploatacja maszyn, komputerowe wspomaganie projektowania, badania materiałów, sterowanie napędami, bezpieczeństwo transportu ładunków.

MATEUSZ KUKLA, PH.D. ENG. – received his bachelor and master degrees in mechatronics from the Poznań University of Technology. In 2018 he obtained his Ph.D. in mechanical engineering. Since 2013 he has been employed at the Institute of Machine Design as an assistant professor. The area of his scientific interest covers issues related to non-classical engineering materials – magneto-rheological elastomers. He conducts material research of these composites and engineering works related to their practical applications. In addition, he deals with issues related to the construction of machines and vehicles. He devotes particular interest to the construction of wheelchairs and their drive systems.

BARTOSZ WIECZOREK, PH.D. ENG. – a graduate of the Faculty of Construction Machinery and Transport at the Poznań University of Technology. Since 2015 he has been employed at the Institute of Machine Design in Poznań University of Technology. As part of his work, he deals with the methodology of designing and constructing rehabilitation devices dedicated to people with disabilities of the locomotor system. These works are directed towards the biomechanics of the human-wheelchair anthropotechnical system. His particular interest concerns the process of driving manual wheelchairs and its impact on the muscular system.

PIOTR KACZMARZYK, M.SC. ENG. – a graduate of the Faculty of Fire Safety Engineering at The Main School of Fire Service. Since 2015 he has been working in the Laboratory of Combustion Processes and Explosions at the Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute. His professional activity is associated with reaction to fire of building materials, explosion and fire protection systems, fire ventilation systems effectiveness evaluation using CFD tools. He is an author of many publications, technical standards and elaboration associated with building fire safety.

DR INŻ. MATEUSZ KUKLA – ukończył studia licencjackie i magisterskie na kierunku mechatronika na Politechnice Poznańskiej. W 2018 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynierii mechanicznej. Od 2013 r. pracuje w Instytucie Konstrukcji Maszyn na stanowisku adiunkta. Obszar zainteresowań badawczych autora obejmuje: nieklasyczne materiały inżynierskie – elastomery magnetoreologiczne. Prowadzi badania materiałowe tych kompozytów i prace inżynierskie związane z ich zastosowaniem praktycznym. Dodatkowo zajmuje się kwestiami związanymi z budową maszyn i pojazdów. Szczególną uwagę poświęca budowie wózków inwalidzkich i ich systemów napędowych.

DR INŻ. BARTOSZ WIECZOREK – ukończył studia na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu. Od 2015 r. pracuje w Instytucie Konstrukcji Maszyn. Zajmuje się między innymi metodologią projektowania i budowy urządzeń rehabilitacyjnych dla osób niepełnosprawnych ruchowo. Prace te skoncentrowane są na biomechanice systemów antropotechnicznych dla wózka inwalidzkiego. Szczególne zainteresowania autora dotyczą poruszania się na manualnych wózkach inwalidzkich i ich wpływu na system mięśniowy.

MGR INŻ. PIOTR KACZMARZYK – absolwent Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Obecnie pracuje w Laboratorium Procesów Spalania i Wybuchowości w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowodzi – Państwowym Instytucie Badawczym. Działalność zawodowa autora jest związana z takimi zagadnieniami jak: reakcja na ogień materiałów budowlanych, systemy zabezpieczeń przeciwpożarowych i przeciwybuchowych obiektów budowlanych, ocena skuteczności działania systemów wentylacji pożarowej wykorzystujących narzędzia CFD. Jest autorem wielu publikacji, standardów technicznych oraz opracowań związanych z bezpieczeństwem pożarowym budynków.

Stanislav Shakhov^{a)*}, Stanislav Vinogradov^{a)}^{a)} National University of Civil Defence of Ukraine

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: lophenns@gmail.com

Fire Extinguishing Efficiency of Compressed Air Foam, Water and Gel Forming Agents in a Standard Class A Test Fire

Porównanie skuteczności gaśniczej piany sprężonej, wody i związków żelotwórczych podczas gaszenia pożaru modelowego klasy A

ABSTRACT

Aim: The purpose of this article is to evaluate the extinguishing efficiency of water, compressed air foam and gel forming agents in solid materials fires.

Project and methods: Comparison of the efficiency of extinguishing water, gel forming agents and compressed air foam was performed by conducting an experimental study to determine the appropriate indicator. An experimental device of the compressed air foam system was used for the study. The model fire of class 1A was selected as the fire. Comparison of extinguishing compounds was evaluated by extinguishing efficiency indicator I_{ee} . There were two experiments, with three series in each.

Results: Extinguishing efficiency indicator I_{ee} took into account the time, and the mass of extinguishing agents needed to extinguish the model fire. Therefore, it was established that the mass of the compressed air foam used for extinguishing is 6.1 kg, which is 47% less than the mass of water used for extinguishing the test fire. With respect to the gel forming agent, the mass required for quenching was equal to 6.53 kg. This is 45% less than the weight of water and 2% less than the mass of compressed air foam. With respect to the quenching time, the greatest amount of time was observed for water. Time required for extinguishing (τ) amounted to 99 seconds. This value is 39% greater than the time it took to quench the flames using gel forming compounds, which was equal to 60 seconds. The minimum time required to extinguish the model fire (τ) was observed for compressed air foam, and was found to be 55 seconds. This is 45% less than that for water and 10% less than the time recorded for gel forming agent. Therefore, it was found that the fire extinguishing efficiency of compressed air foam is more than 80% higher than the water's, and 15% higher in relation to gel forming agents.

Conclusions: The authors analysed fire extinguishing agents that can be used to extinguish solid combustible substances. Experimental studies with standard model A fires let them to determine a quenching efficiency indicator I_{ee} . Compressed air foam was found to have the highest fire extinguishing efficiency compared to water and gel forming agents. The advantages of compressed foam are due to the technology of its formation. Such foam has a high cooling and insulating ability, which is well reflected in its fire extinguishing efficiency compared to other extinguishing agents.

Keywords: extinguishing efficiency, class A fire, water, CAF, gel

Type of article: original scientific article

Received: 26.04.2020; Reviewed: 20.05.2020; Accepted: 27.05.2020;

Authors' ORCID IDs: Stanislav Shakhov – 0000-0003-3914-2914; Stanislav Vinogradov – 0000-0003-2569-5489;

The authors contributed the equally to this article;

Please cite as: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 154–160, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.10>;

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

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest ocena skuteczności gaśniczej wody, piany sprężonej i związków żelotwórczych podczas gaszenia stałych substancji palnych.

Projekt i metody: Dokonano porównania skuteczności gaśniczej wody, związków żelotwórczych i piany sprężonej poprzez przeprowadzenie badań eksperymentalnych w celu ustalenia odpowiedniego wskaźnika. Do badań użyto eksperymentalnego urządzenia z pianą sprężoną. Wybrano pożar testowy klasy 1A. Porównanie środków gaśniczych oceniono na podstawie wskaźnika skuteczności gaszenia I_{ee} . Przeprowadzono dwa eksperymenty, po trzy serie w każdym z nich.

Wyniki: Wskaźnik skuteczności gaszenia uwzględniał czas i masę środka gaśniczego potrzebnego do ugaszenia pożaru modelowego. Ustalono, że masa piany sprężonej użytej do gaszenia wynosi 6,1 kg, co oznacza o 47% mniej niż masa wody użytej do gaszenia pożaru próbnego. W przypadku związków żelotwórczych wymagana masa wynosi 6,53 kg. Jest to o 45% mniej niż masa wody i 2% mniej niż masa piany sprężonej. Z badań wynika, że najwięcej czasu zajmuje gaszenie wodą. Obliczona dla niej wartość: $\tau = 99$ sekund jest o 39% większa niż czas potrzebny do schłodzenia związków żelotwórczych, który wyniósł dla nich 60 sekund. Najkrótszy czas wymagany do gaszenia pożaru modelowego jest obserwowany dla piany sprężonej i wynosi 55 sekund.

Jest to o 45% mniej niż w przypadku wody i o 10% mniej w odniesieniu do związków żelotwórczych. Stwierdzono zatem, że skuteczność gaśnicza piany sprężonej jest większa o 80% w stosunku do wody i o 15% większa w odniesieniu do związków żelotwórczych.

Wnioski: Przeanalizowano środki gaśnicze, które można zastosować do gaszenia stałych substancji palnych. Badania eksperymentalne pozwoliły ustalić wskaźnik skuteczności gaszenia pożarów klasy A. Wynika z nich, że piana sprężona ma najwyższą zdolność gaśniczą w porównaniu do wody i związków żelotwórczych, co wynika z technologii jej powstawania. Taka piana ma wysoką zdolność chłodzenia i izolowania, co dobrze wpływa na jej skuteczność gaszenia.

Słowa kluczowe: skuteczność gaśnicza, pożar klasy A, ogień, woda, CAF, żel

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 26.04.2020; **Zrecenzowany:** 20.05.2020; **Zaakceptowany:** 27.05.2020;

Identyfikatory ORCID autorów: Stanislav Shakhov – 0000-0003-3914-2914; Stanislav Vinogradov – 0000-0003-2569-5489;

Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;

Proszę cytować: SFT Vol. 55 Issue 1, 2020, pp. 154–160, <https://doi.org/10.12845/sft.55.1.2020.10>;

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

Introduction

Today, solids and materials are the most widespread in production, economy and everyday life [1]. In the conditions of extinguishing fires involving solid combustibles, water is the main extinguishing agent [2–4]. But despite its advantages, widespread application, ease of use and economic feasibility, only 5–10% of water is actually used to extinguish fires. In fact, the remaining 90–95% is excessively spilled, resulting in a significant loss of this precious resource [5]. The urgency of the problem of poor water use, along with the technological development and emergence of modern extinguishing agents, make it necessary to search for alternative and effective ways of extinguishing fires.

One of the modern methods that can be applied to extinguish solids more efficiently is to use gel forming agents that have several advantages over water [6–7]. According to an experimental study by O. V. Savchenko, O. O. Kiryeyev, and others [8] the efficiency of gel forming agents in the quenching of solids is 40% greater than that of water.

Also compressed air foam systems have become widespread. Compressed Air Foam (CAF) is a homogeneous, low-multipurpose foam obtained by mixing water, foam and air, or nitrogen under pressure [9–10]. Several authors have noted that CAF has the following advantages over traditional fire extinguishing agents and methods: CAF is highly structured, compact and consists of a large number of homogeneous single bubbles; the mass to surface ratio is favourable for intense heat transfer, resulting in a significant cooling effect; since CAF is formed by means of pressurized air, the use of energy from this pressure is sufficient to deliver it directly to the fire [11–18]. At the same time there is no evaporation of small droplets at the stage of delivery of the jet into the focus of the fire, which increases the coefficient of use of the extinguishing agent; CAF can be used to extinguish live electrical equipment; CAF may have an increased liquid phase composition that enhances the cooling effect, as well as high stickiness ability that allows it to be used for the fire protection of vertical surfaces; the absence of the liquid phase reduces direct damage during the extinguishing of fires in multi-storey buildings and in attics due to the lack of flooding of lower floors.

In their previous articles [19–20] the authors have conducted experimental studies to determine the effect of foam expansion ratio on its extinguishing properties, namely the effect of compressed foam expansion ratio on its dispersion and stability. They examined the change in the average diameter of foam bubbles in relation to the expansion ratio of foam. The stability of the compression foam was measured according to the methods described in standards [21–22]. The previously unknown dependencies for compressed foam, which has absolutely different properties than the foam formed by the air-mechanical method have been as follows:

- the higher expansion ratio of the foam, the greater its stability; the lowest foam stability is observed at the foam expansion ratio of 5 and equals to 4.5 minutes. Further increased foam expansion ratio values up to 12.5 are accompanied by an increase in the stability of 66% and equals to 13.16 minutes;
- with increasing the expansion ratio from 5 to 20, there is a maximum foam resistance of 21.83 min, a percentage increase in the stability of almost 80%;
- with increasing expansion ratio there is a decrease in the size of the foam bubble, which leads to an increase in the time of its existence, resulting in the formation of highly dispersed foam; increasing the expansion ratio of foam from 5 to 20 leads to a decrease in the diameter of the bubble by 15%;
- with increasing foam expansion ratio, the uniformity increases, i.e. when determining the size range of foam bubbles with an expansion ratio of 12.5, the diameters of the bubbles were in the range of 0.09 mm to 0.13 mm, which is 66% less than the diameter range for foam expansion ratio of 5%;
- the greatest uniformity of bubbles was observed for foam with the expansion ratio of 20, where the range of diameters varied from 0.09 mm to 0.11 mm;
- compared to the size difference of foam bubbles with an expansion ratio 6, the decrease was by 80%.

In respect to the extinguishing of solid combustibles, an experimental study was carried out by the authors in cooperation with A. I. Kodrik, O. M. Titenko [23–24] to determine the fire extinguishing efficiency of CAF, during the extinguishing of laboratory class A fires. The study used 3 foaming agent concentrations: 4%, 5% and 6%. It was determined that the expansion ratio of foam significantly affects the fire extinguishing efficiency. Thus, increasing the foam expansion ratio from 15 to 20 leads to the improvement of the quenching efficiency by 21%, whereas from 20 to 25 – by only 2%. However, the highest extinguishing efficiency was proved for a solution with a concentration of 6% foaming agent. On the basis of the results of the experiment, the fire extinguishing efficiency of the compressed foam was confirmed, as was the expediency of its use for the extinguishing of solid combustible substances in the form of laboratory class A fires.

X. Wang and colleagues conducted experimental studies on the effectiveness of extinguishing fires of solid fuels with prepared multicomponent foam premixes [25]. Fire extinguishing was carried out under various conditions, such as different foam concentrations or structure of the front of the mixing chamber and working pressure. It was found that the concentration of the foam had a sufficient influence on the effectiveness of firefighting, and there was an optimised concentration value. In case of solid combustible substances fires the working concentration of the foaming agent was about 4.0%. Increasing the working pressure in the system also had a positive effect on the extinguishing of the fire. Also the authors of a paper entitled *Experimental study on the performance of class A foam in extinguishing class A fires* conducted an experimental study to quantify the effectiveness of compressed foam in extinguishing class A fires of solid combustible substances [26]. The effect of the mixing ratio, expansion ratio, and some other parameters, on the quenching efficiency, which was compared with the characteristics of water, was examined. The results showed that the rate of extinguishing using commercial foam was 20% faster than when extinguishing with water. The best fire extinguishing effect was achieved with a mixing ratio in the range from 0.2% to 0.5% and a ratio in the range from 5 to 15. The study [27] was aimed at examining and comparing fire extinguishing efficiency of water, water with a wetting agent and compressed foam, when extinguishing standard fires of combustible substances. Its results show that compressed foam suppresses fire most effectively under test conditions.

Among extinguishing agents that can be used to suppress class A fires, water, gel forming systems compounds and compressed foam have become widespread. However, there is not any known research comparing the extinguishing effectiveness of these agents. The purpose of this article is to conduct an experimental evaluation of the extinguishing efficiency of water, CAF and gel forming agents in terms of the numerical indicator of their extinguishing ability for solid fires, and to compare them with one another.

The methodology of the experiment

Comparison of the extinguishing efficiency of water, gel forming agents and CAF was performed by conducting an experimental study to determine the appropriate indicator.

Due to the fact that gel forming agents, water and compression foam are different substances, it is difficult to apply the same intensity to them. Therefore, in order to be able to compare the results obtained for these substances, the authors used the extinguishing efficiency index $I_{e,e}$, which takes into account the amount of substance applied for a certain time per unit area of the model fire. Thus, the numerical value of the extinguishing efficiency of different substances can be compared, even if they are applied to different intensities.

Comparison of extinguishing compositions was estimated by extinguishing efficiency indicator $I_{e,e}$ according to the already mentioned publications [2], [4]. The quenching efficiency was calculated using the formula:

$$I_{e,e} = \frac{S_f}{G_{e,a} \tau} \quad (1)$$

where:

S_f – fire area

$G_{e,a}$ – total amount of extinguishing agent, used during τ .

The amount of substance used $G_{e,a}$ is equal to the mass of the substance used for extinguishing m_a , hence in the subsequent calculations the value m_a was used.

An experimental device of the compressed foam feed system was used for the study [28]. Figure 1 shows a diagram (a) and a photo (b) of the experimental device.

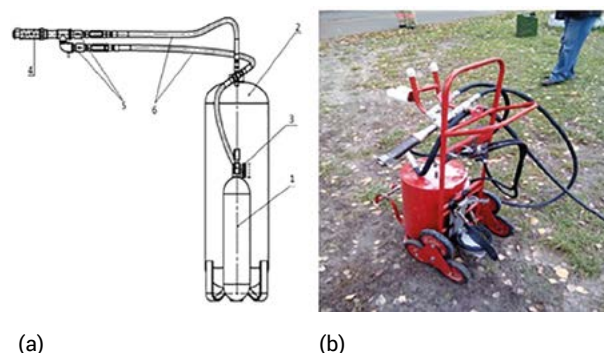


Figure 1. Scheme „a” and photo „b” of the experimental device of compressed air foam system: 1 – container for solution of foaming agent; 2 – compressed air balloon or compressor; 3 – gas reducer for regulation of pressure and consumption of air; 4 – the original foam mixer; 5 – regulating valves for the flow rate of the foam premix and air; 6 – pipelines for supplying a solution of foaming agent and compressed air

Source: S. M. Shahov, *Rozrobka eksperimentalnoyi ustanovki dlya provedennya doslidzhen vlastivostej kompresijnoyi pini, Problemi ta perspektivi zabezpechennya civilnogo zahistu*, Sbornik tez dopovidej Mizhnar. nauk-prakt. konf., Harkiv, 2019, 185 [26].

An experimental study to determine the fire extinguishing efficiency of gel forming agents during the quenching of standard class 1A fires has been already conducted by O. O. Kireev and Y. V. Savchenko [8].

Therefore, for further comparison of extinguishing compositions the authors selected a model fire class 1A, which was a wooden pile of ordinary pine with 72 bars (40 × 40 mm) section and a length of 500 mm, enclosed in six rows. Moisture of pine

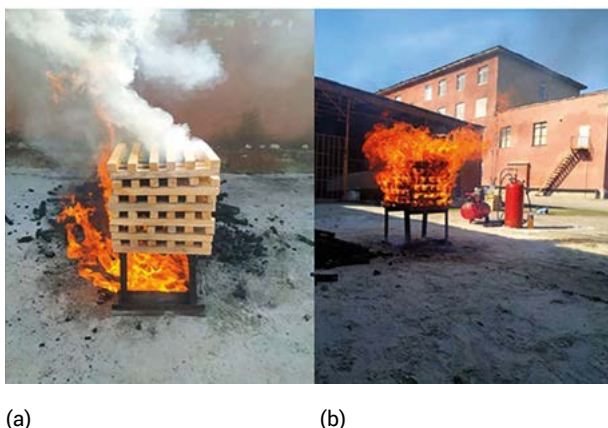
timber was 10%. The total open area of the model fire was 5.99 m². The area, taking into account the overlap of the bars in the assembled state, was 4.7 m².

In the above-mentioned paper by O. V. Savchenko et al., the most effective gel forming agent for extinguishing solids was established [8]. The time spent on extinguishing the standard 1A test fire was 60 s, and the mass of gel forming agents constituted 6.53 kg. The results obtained has been sufficient to carry out the calculation and numerical expression of the gel forming agents extinguishing efficiency, in a form of a quenching efficiency $I_{e,e}$ indicator. Therefore, the experiment of extinguishing the standard class 1A model fire with gel forming agent was not conducted.

During the comparison of water and compressed foam, the study reproduced conditions that repeated the circumstances of the previous experiment [8] to determine the fire extinguishing efficiency of gel forming compositions.

The conditions of the experiment were in accordance with the standard [29, p. 33]. The tests were conducted in the open air at a wind speed of 1±2 m/s, the air temperature was 100°C. A portable platform was installed at the designated location. Metal posts made of steel corners were used as supports. Next, a pile of firewood was stacked at the racks. The distance from the platform to the base of the stack was (400 ± 10) mm. Subsequently, a 400 mm × 400 mm × 100 mm metal deck was introduced under the stack. The deck was installed horizontally, the bottom was covered with a layer of water 30 mm thick, 1.1 litres of A-92 gasoline was filled to it.

Figure 2 shows a photo of a model fire at the beginning of the combustion and after a certain time of free combustion. The fuel in the deck was set on fire, after burning (120–160 s), the deck was removed from under the stack. The ignition time of the model fire was approximately ~7 minutes.



(a)

(b)

Figure 2. Photo of the model standard fire: a) the beginning of burning, b) burning after 7 minutes

Source: Authors' own archives.

Figure 3 presents the process of extinguishing the model fire with: a) water, b) compressed air foam. The extinguishing of the fire complied with the requirements of DSTU (State standard of Ukraine) 3675-98. After burning 45% of the mass of the stack, (400–440 s with free combustion), extinguishing began.



(a)



(b)

Figure 3. Fire extinguishing process with: a) water, b) with the use of the experimental system for supplying compressed air foam

Source: Authors' own archives.

According to DSTU 3675-98, after extinguishing, a model fire was observed for 10 minutes for reignition. If it did not occur, the model fire was considered extinguished.

Figure 4 shows photos of model fires after extinguishing with a) water, b) compressed air foam.



(a)



(b)

Figure 4. Photo of the model fire after extinguishing with a) water, b) compressed air foam

Source: Authors' own archives.

The mass of the extinguishing agent m_a was determined by weighing the container with the extinguishing agent before extinguishing and after complete elimination of the flames at the model site. The time τ was fixed from the beginning of the direction of the extinguishing jet towards the centre of the fire, until the moment of complete extinguishing. There were 2 experiments, 3 series in each. The average mass of the extinguishing composition and the time to extinguishing were then calculated.

Results of experimental studies

Summarised results of the experiment are given in Table 1.

Table 1. Results of the extinguishing of class A fire with water and compressed air foam

Extinguishing agent	Mass of agent m _a , [kg]				Extinguishing time τ, [s]				S, [m²]
	1	2	3		1	2	3		4.7
	m ₁	m ₂	m ₃		τ ₁	τ ₂	τ ₃		
Water	10.3	13.2	11	11.55	105	97	95	99	
CAF	5.8	6.5	6	6.1	63	52	50	55	
Gel forming agents	6.53				60				

Source: Own elaboration.

Based on the experimental data obtained and the results of the study by O. V. Savchenko et al., i.e. quenching performance for water, compressed air foam, and gel forming compounds was calculated [8]. The results of the calculations are given in Table 2.

Table 2. Calculated $I_{e,e}$ data for different fire extinguishing compositions

Extinguishing agent	$I_{e,e} \times 10^{-3}$, $\frac{m^2}{kg \times s}$
Water	4.12
Gel forming agents	11.9
CAF	14

Source: Own elaboration.

Discussion of results

Figure 5 shows a graph of the mass of extinguishing agents required to extinguish the class 1 A model fire.

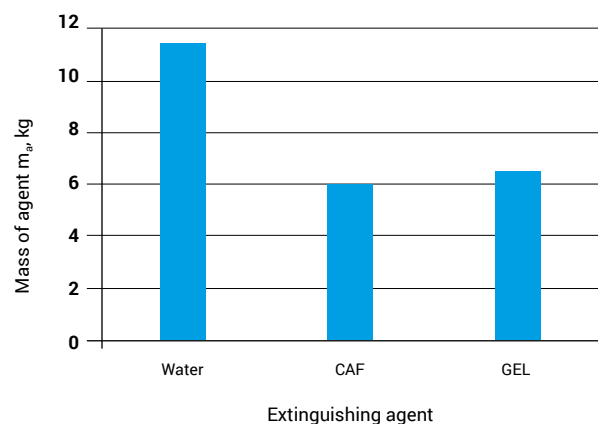


Figure 5. The mass of water, gel forming agents, and compressed air foam required for extinguishing class A fires

Source: Own elaboration.

The mass of CAF used for extinguishing is $m_a = 6.1$ kg, which is 47% less than the mass of water used for extinguishing the model fire. With respect to the gel forming agents, the mass required for quenching was $m_a = 6.53$ kg. This is 45% less than the weight of water and 2% more than the mass of compressed air foam.

Figure 6 is a graph showing the amount of time it takes to extinguish a class 1A model fire.

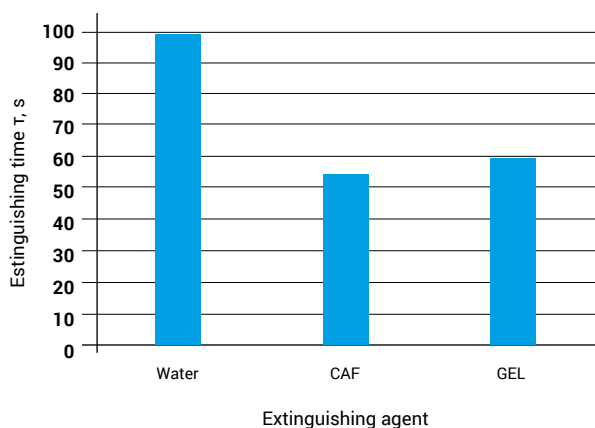


Figure 6. Amount of time required to extinguish a Class A fire with water, gel forming agents and compressed air foam

Source: Own elaboration.

Based on the graph data (Fig. 6), the largest amount of time to extinguish the model fire is required for water. It constituted 99 seconds. This value is 39% greater than the time it took to quench the flames using gel forming agents ($\tau = 60$ seconds). The minimum time required to extinguish model fire was observed for compressed foam and was equal to 55 seconds. This is 45% less than for water, and 10% less than the time to for gel forming compounds.

Figure 7 shows a graphical comparison of $I_{e,e}$ quenching performance for water, compressed air foam and gel extinguishing agents.

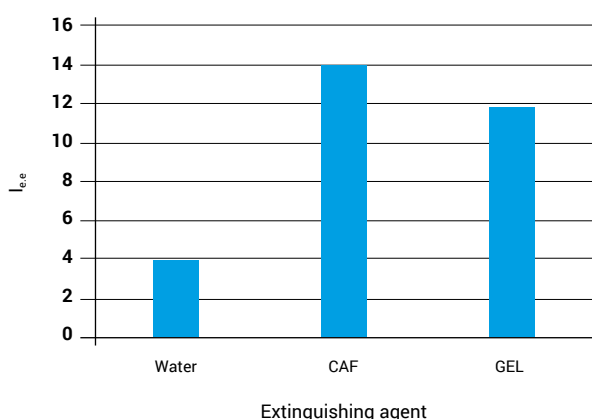


Figure 7. Graphic representation of the $I_{e,e}$ quenching performance for water, gel forming agents, and compressed air foam

Source: Own elaboration.

By analysing the graph (Fig. 7) it can be stated that the highest extinguishing ability in terms of quenching efficiency $I_{e,e}$ was observed for compressed air foam, and its numerical value is $I_{e,e} = 14 \times 10^{-3} \frac{m^2}{kg \times s}$. Based on the graph, the fire extinguishing

efficiency of compressed air foam is greater than that of water by 80% and greater than that of gel forming agents by 15%.

The advantages of compressed air foam over water and gel forming agents are due to the technology of its formation. During the process of its generation, a large number of homogeneous bubbles of small size are formed. This leads to the formation of a homogeneous fine foam, which makes it more stable. Such foam has a high cooling and insulating ability, which is well reflected in its fire extinguishing efficiency compared to other extinguishing agents.

Conclusions

The authors analysed the use of extinguishing agents for extinguishing fires of solid combustible substances. The main fire extinguishing substances that can be used for extinguishing class A fires were identified. An experimental study to extinguish standard model fires 1A with water and compressed air foam was conducted. The study compared the extinguishing efficiency of water, compressed air foam and gel forming agents, which was numerically evaluated by the $I_{e,e}$. During extinguishing of the model fire with water, the value of the quenching efficiency index was $I_{e,e} = 4,12 \times 10^{-3} \frac{m^2}{kg \times s}$, but after extinguishing the model hearth, after 5 minutes there was a reignition. The indicator for the gel forming agents was $I_{e,e} = 11,9 \times 10^{-3} \frac{m^2}{kg \times s}$, which is 65% more than the extinguishing efficiency of water. The highest extinguishing efficiency in terms of quenching efficiency was observed for compressed foam and was $I_{e,e} = 14 \times 10^{-3} \frac{m^2}{kg \times s}$, which is 80% more than water and 15% more than gel forming agents.

Therefore, this experimental study made it possible to establish the most effective extinguishing agent for the extinguishing of solid combustible substances. In terms of quenching efficiency, compressed air foam has the highest fire extinguishing capacity compared to water and gel forming agents.

Literature

- [1] Abduragimov I. M., Androsov A. C., Isaeva L. K., Krylov E. B., *Processy goreniya*, VIPTSh MVD SSSR, Moskva 1984, 268.
- [2] Bobkov S. A. Baburin A. V., Komrakov P. V., *Fiziko-himicheskie osnovy razvitiya i tusheniya pozharov*, AGPS MChS RF, Moskva 2014, 210.
- [3] Abduragimov I. M., Govorov V. Yu., Mkarov V. E., *Fiziko-himicheskie osnovy razvitiya i tusheniya pozharov*, VIPTSh, Moskva 1980, 255.
- [4] Rashoyan I. I., *Fiziko-himicheskie osnovy razvitiya i tusheniya pozhara*, Tolyatti, 2013, 107.
- [5] Teterin I. M., *Temperaturno-aktivnaya voda – novaya paradigma razvitiya tekhniki pozharotusheniya*, „Sredstva tusheniya: zhurnal-katalog“ 2005, 44.
- [6] Savchenko O. V., Kireev O. O., *Optimizatsiya kishnogo skladu geolovoryuyuchoyi sistemi dlya gasinnya pozhezh ob'yektiv*

- zhitlovogo sektoru, „Problemy pozharnoj bezopasnosti” 2009, 25, 162–166.
- [7] Savchenko O. V., *Eksperimentalne viznachennya vognegasnoyi zdadnosti optimizovanogo kilkysnogo skladu geletvoryuvalnoyi sistemi $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{N}_2\text{O}$* , „Pozhezhna bezpeka” 2010, 16, 109–114.
- [8] Savchenko O. V., Kiryeyev O. O., Ostroverh O. O., *Viznachennya pokaznika vognegasnoyi zdadnosti optimizovanogo kilkysnogo skladu geletvoryuyuchoyi sistemi $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ na standartizovanomu modelnomu vognishi pozhhezha*, „Problemy pozharnoj bezopasnosti” 2011, 29, 149–155.
- [9] <http://compressedairfoamsystem.com> [accessed: 30.12.2018].
- [10] Larin O. M., Vinogradov S. A., Barkalov V. G., *Pozhezhni mashini*, MPBP «Gordon», Kharkiv 2016, 279.
- [11] Colletti D. J., *Compressed-air foam mechanics*, “Fire Engineering” 1994, 147, 61–65.
- [12] <http://www.cafsinfo.com/index.html> [accessed: 30.12.2018].
- [13] Taylor R. G., *Technical Compressed Air Foam Systems in Limited Staffing Conditions*, Report 98. Morristown Fire Bureau – Morristown, New Jersey, 1998, 75–112.
- [14] Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A., Opletaev A. S., *Novyjsposob sozdaniya zagradytelnyh i opornyh protivopozharnykh polos*, „Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta” 2014, 3, 90–94.
- [15] Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A., *Sistema pozharotusheniya NATISK dlya ostanovki i lokalizacii lesnykh pozharov*, „Sovremennyyeproblemy nauki i obrazovaniya” 2014, 3, 37–42.
- [16] Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A., *Ispolzovanie sistemy pozharotusheniya NATISK pri likvidacii torfyanykh pozharov*, „Les Rossii i hozyajstvo v nih” 2016, 1 (56), 4–10.
- [17] Huiqing L., *Experimental study of foam generated by compressed air foam system*, Beijing Forestry University, 2000, 105–111.
- [18] Michael A. L., Michael S., Patent No.: US 6,357,532 B1, Compressed air foam systems, 2002.
- [19] Shahov S. M., Vinogradov S. A., Kodrik A. I., Titenko O. M., *Vplyv kratnosti kompresijnoyi pini na dispersnist i stijkist, „Problemi pozhhezhnnoyi bezpeki”* 2019, 45, 27–33.
- [20] Shahov S. M., Vinogradov S. A., Kodrik A. I., Titenko O. M., Stilik I. G., *Viznachennya zalezhnosti harakteristik kompresijnoyi pini*, „Naukovij visnik NLTU Ukrayini, 2019, 5, 103–106.
- [21] DSTU 3789:2015. Pozhezhna bezpeka. Pi`noutvoryuvachi` zagal`nogo priznachennya dlya gasi`nnya pozhhezha, DP UkrNDNCz, Kiyiv 2016, 67.
- [22] 146. GOST R 50588–2012. Naczional`ny` standart Rossijskoj Federaczii. Penobrazovateli dlya tusheniya pozharov, Standartinform, Moskva 2012, 29.
- [23] Shahov S. M., Vinogradov S. A., Kodrik A. I., Titenko O. M., *Viznachennya vognegasnoyi efektyvnosti kompresijnoyi pini pid chas gasinnya neyu tverdyh goryuchykh rechovin*, „Problemi pozhhezhnnoyi bezpeki” 2019, 46, 199–205.
- [24] Shahov S. M., Vinogradov S. A., Kodrik A. I., Titenko O. M., *Viznachennya pokaznika vognegasnoyi zdadnosti kompresijnoyi pini*, „Problemi pozhhezhnnoyi bezpeki”, 2019, 41, 199–205.
- [25] Wang X., Liao Y. & Lin L., *Experimental study on fire extinguishing with a newly prepared multi-component compressed air foam*, “Chin. Sci. Bull.” 2009, 54, 492–496.
- [26] Lu Q., Bao Zh., Chen T., Zhang X., Fu X., *Experimental study on the performance of class A foam in extinguishing class A fires*, “Fire Science and Technology” 2013, 2, 337–389.
- [27] Rappsilbera T., Belowb P., Krügera S., *Wood crib fire tests to evaluate the influence of extinguishing media and jet type on extinguishing performance at close rang*, “Fire Safety Journal” 2019, 106, 136–145, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.04.014>.
- [28] Shahov S. M., *Rozrobka eksperimentalnoyi ustanovki dlya provedennya doslidzhen vlastivostej kompresijnoyi pini, Problemi ta perspektivi zabezpechennya civilnogo zahistu*, Sbirnik tez dopovidej Mizhnar. nauk–prakt. konf., Harkiv 2019, 185.
- [29] DSTU 3675–98. Pozhezhna tehnika. Vognegasniki perenosni. Zagalni tehniczni vimogi ta metodi viprobuvannya, 1999.

STANISLAV SHAKHOV – a postgraduate student at the Department of Engineering and Rescue Machinery of the National University of Civil Defence of Ukraine. His research interests include: compressed air foam, fire extinguishing, rescue works. The author (co-author) of more than 20 scientific publications.

STANISLAV VINOGRADOV, PH.D – an Associated Professor at the Department of Engineering and Rescue Machinery of the National University of Civil Defence of Ukraine. Sphere of scientific interests: fire extinguishing, rescue works, extinguishing gas blowouts, high-speed water jets, compressed air foam. The author (co-author) of more than 50 scientific publications.



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

over **45** years of experience

We act the benefit of public safety in Poland, especially in the scope fire protection, emergency management, civil protection and civil defense.

Our service

- Admittance of fire protection products
- European and national certification of construction products
- Voluntary certification of fire protection products
- Certification of entities offering fire protection services
- European and national technical opinions
- Technical opinions and expertise
- Testing of innovative products
- Test of:
 - equipment of fire protection units
 - fixed firefighting systems
 - chemicals and fires
 - combustion and explosion processes
 - firefighting systems and automatics
- Fire protection training

**CNBOP-PIB SCIENTIFIC AND RESEARCH CENTRE FOR FIRE PROTECTION
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE**

Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów, Poland | tel. +48 22 769 32 73 | cnbop@cnbop.pl | www.cnbop.pl



TWÓJ PARTNER W
BEZPIECZEŃSTWIE

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

laboratoria badawcze
akredytowane
przez Polskie Centrum
Akredytacji

jednostka upoważniona do
wydawania europejskich
i krajowych ocen
technicznych

ponad **45** lat doświadczenia

Działamy na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa powszechnego państwa w zakresie ochrony przeciwpożarowej, zarządzania kryzysowego, ochrony ludności i obrony cywilnej.

Oferta usług

- dopuszczenie wyrobów użytkowanych w ochronie przeciwpożarowej
- certyfikacja europejska i krajowa wyrobów budowlanych
- certyfikacja dobrowolna wyrobów do ochrony przeciwpożarowej
- certyfikacja podmiotów świadczących usługi w ochronie przeciwpożarowej
- europejskie i krajowe oceny techniczne
- opinie i ekspertyzy techniczne
- testowanie wyrobów innowacyjnych
- badania:
 - sprzętu oraz wyposażenia jednostek ochrony ppoż.
 - stałych urządzeń gaśniczych
 - chemiczne i pożarowe
 - procesów spalania i wybuchowości
 - systemów i automatyki przeciwpożarowej
- szkolenia z zakresu ochrony przeciwpożarowej

CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

im. Józefa Tuliszewskiego

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów | tel. +48 22 769 32 73 | cnbop@cnbop.pl | www.cnbop.pl

sft.cnbop.pl

