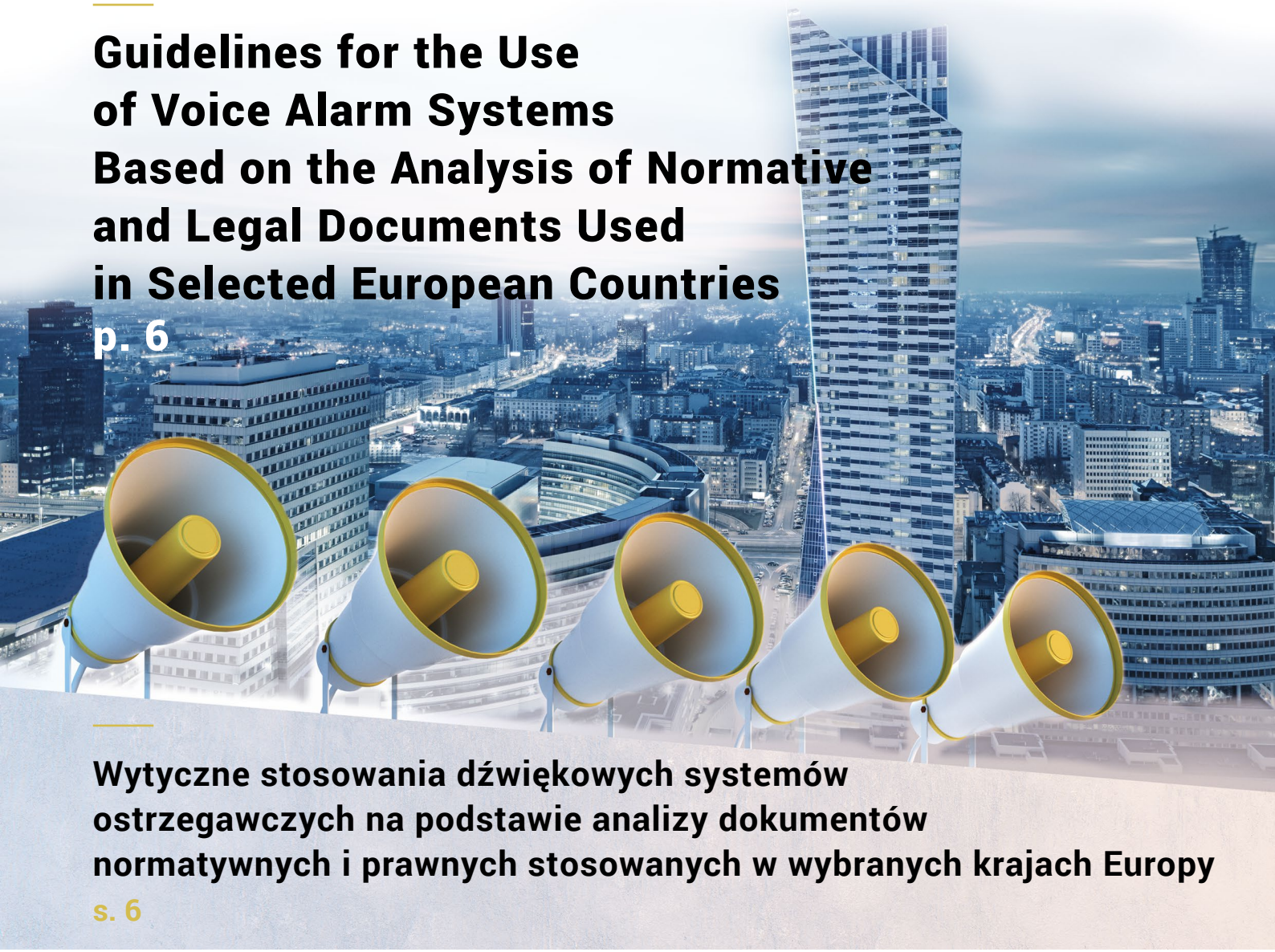
VOL. 57 ISSUE 1, 2021 ISSN 2657-8808

SFT

SAFETY & FIRE TECHNOLOGY



Guidelines for the Use of Voice Alarm Systems Based on the Analysis of Normative and Legal Documents Used in Selected European Countries

p. 6

Wytyczne stosowania dźwiękowych systemów ostrzegawczych na podstawie analizy dokumentów normatywnych i prawnych stosowanych w wybranych krajach Europy

s. 6

Functional and Performance Characteristics Including Principles of Placing the Elements of Voice Alarm Systems on the Market p. 26

Właściwości funkcjonalne i eksploatacyjne oraz zasady wprowadzania do obrotu elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych s. 26

Waste in the Context of Combustibility – Classification Possibilities in Legal Terms p. 42

Odpady w kontekście palności – możliwości klasyfikacji w ujęciu prawnym s. 42

Critical Infrastructure in Poland during the COVID-19 Pandemic p. 50

Infrastruktura krytyczna w Polsce w warunkach pandemii COVID-19 s. 50

SFT
SAFETY & FIRE TECHNOLOGY

VOL. 57 ISSUE 1, 2021

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
nadbryg. dr inż. Mariusz Feltynowski, prof. SGSP
prof. Bogdan Z. Długogórski
prof. dr inż. Aleš Dudáček
prof. Arief E. Dahoe
dr Monika Wyszomirska-Łapczyńska
dr Agnieszka Siłuszyk

Language editing / Redakcja językowa:
mgr Aleksandra Grzęda
mgr Anna Golińska
mgr Katarzyna Szulejewska

Projekt okładki: Małgorzata Żurniewicz-Turno
Grafika na odkładce: 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 2021. 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:
CNBOP-PIB
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. Andriej 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
State Fire Service College of North-Rhine Westphalia, 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/), USA

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

prof. Milosh Puchovsky
Worcester Polytechnic Institute, USA

INDEXING IN DATABASES / INDEKSACJA W BAZACH
Punkty MNISW: 20
Index Copernicus International: ICV 2019: 100
EBSCO Publishing
BazTech
RINC
J-Gate
VINITI
Referativnyj Zhurnal
Ulrich's Periodicals Directory
ProQuest
DOAJ
Scilit
Crossref

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

CONTENT

6 Guidelines for the Use of Voice Alarm Systems Based on the Analysis of Normative and Legal Documents Used in Selected European Countries
Urszula Garlińska, Tomasz Popielarczyk, Tomasz Sowa, Robert Śliwiński

26 Functional and Performance Characteristics Including Principles of Placing the Elements of Voice Alarm Systems on the Market
Szymon Pergał

42 Waste in the Context of Combustibility – Classification Possibilities in Legal Terms
Wojciech Klapsa, Daniel Małozięć, Damian Bąk

50 Critical Infrastructure in Poland during the COVID-19 Pandemic
Rafał Wróbel, Ilona Kinga Wróbel

64 Converter Compensation of Reactive Power Consumed by the Induction Generator
Jarosław Tępiński

80 The Threat of Environmental Pollution with Harmful Substances, on the Example of Uncontrolled Fires in Landfills and Actions Aimed at Reducing it
Krzysztof Cygańczuk, Paweł Janik

100 The Use of Innovative Technologies in Rescue and Firefighting Activities of the State Fire Service in Order to Increase the Safety of Officers and Protect the Environment
Jacek Roguski, Dorota Szułczyńska

114 The Role of Smoke Detectors and Carbon Monoxide Detectors in the Fire Safety of Residential Buildings
Urszula Garlińska, Marta Iwańska, Robert Śliwiński, Paweł Florek

134 Supporting Evacuation of Disabled People – Organizational and Technological Challenges
Paweł Florek, Tomasz Kołodziejczyk

146 Changes in the Requirements for Placing Construction Products for Fire Protection Marked with a Construction Mark on the Market or Making Them Available on the National Market – Update
Katarzyna Jankowska, Agnieszka Kowalczyk, Marta Iwańska

SPIS TREŚCI

6 Wytyczne stosowania dźwiękowych systemów ostrzegawczych na podstawie analizy dokumentów normatywnych i prawnych stosowanych w wybranych krajach Europy
Urszula Garlińska, Tomasz Popielarczyk, Tomasz Sowa, Robert Śliwiński

26 Właściwości funkcjonalne i eksploatacyjne oraz zasady wprowadzania do obrotu elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych
Szymon Pergał

42 Odpady w kontekście palności – możliwości klasyfikacji w ujęciu prawnym
Wojciech Klapsa, Daniel Małozięć, Damian Bąk

50 Infrastruktura krytyczna w Polsce w warunkach pandemii COVID-19
Rafał Wróbel, Ilona Kinga Wróbel

64 Przekształtnikowa kompensacja mocy biernej pobieranej przez generator indukcyjny
Jarosław Tępiński

80 Zagrożenie zanieczyszczenia środowiska substancjami szkodliwymi na przykładzie niekontrolowanych pożarów na składowiskach odpadów oraz działania zmierzające do jego ograniczenia
Krzysztof Cygańczuk, Paweł Janik

100 Wykorzystanie innowacyjnych technologii w działaniach ratowniczo-gaśniczych PSP w celu podnoszenia bezpieczeństwa funkcjonariuszy i ochrony środowiska
Jacek Roguski, Dorota Szułczyńska

114 Rola czujek dymu i czujek tlenku węgla w bezpieczeństwie pożarowym obiektów mieszkalnych
Urszula Garlińska, Marta Iwańska, Robert Śliwiński, Paweł Florek

134 Wsparcie ewakuacji osób niepełnosprawnych – wyzwania organizacyjne i technologiczne
Paweł Florek, Tomasz Kołodziejczyk

146 Zmiany w zakresie wymagań wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym – aktualizacja
Katarzyna Jankowska, Agnieszka Kowalczyk, Marta Iwańska

SFT VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 6–24

Urszula Garlińska[a)*], Tomasz Popielarczyk[a)], Tomasz Sowa[a)], Robert Śliwiński[a)]

[a)] *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: ugarlinska@cnbop.pl*

Guidelines for the Use of Voice Alarm Systems Based on the Analysis of Normative and Legal Documents Used in Selected European Countries

Wytyczne stosowania dźwiękowych systemów ostrzegawczych na podstawie analizy dokumentów normatywnych i prawnych stosowanych w wybranych krajach Europy

ABSTRACT

Purpose: The aim of this publication is to present the results of theoretical research – evaluation of normative and legal documents used for the design and installation of voice alarm systems (VAS) in selected European countries. The aim of the research was to analyze and compare the functioning of voice alarm systems in Poland against the background of selected European countries.

Introduction: Voice alarm systems are systems installed in buildings that enable the broadcast of warning signals and voice messages for the safety of people in the building. Mandatory use of voice alarm systems in selected buildings became applicable in Poland on January 16, 2006. In Europe, these systems have been present before. Over the years, there has been development of both the devices included in the systems, as well as the normative documents and legal acts that describe these systems.

Methods: Within the research process, theoretical research was used, such as: analysis of literature and legal documents, synthesis, generalization, inference, comparison and analogy. As part of the research, documents from such countries as Poland, Great Britain (mainly England), Sweden, Norway, Germany and the Netherlands were analyzed. The selection of individual countries was guided by the level of development of these systems in a given country and the availability of source documents.

Conclusions: The presented analysis of the requirements for the use of voice alarm systems shows how different the approach to the use of this type of systems is. Depending on individual experiences and the administrative structure of a given country, a variety of regulations, whether legal or normative (not always normative documents issued by state standardization institutions), can be seen in the field of voice alarm systems application. Unfortunately, one can get the impression that voice alarm systems are still not as popular as fire detection systems. The definition of the requirements for buildings in which the use of voice alarm systems should be obligatory and the requirements for the determination of the required level of speech intelligibility constitute the basis for the consistent development of this type of fire protection equipment. Such requirements should be specified either in legal regulations or in normative acts dedicated to voice alarm systems.

Keywords: safety of evacuation, evacuation of buildings, voice alarm system, EN 54-16, EN 54-24, guidelines
Type of article: review article

Received: 09.06.2021; Reviewed: 27.06.2021; Accepted: 01.07.2021;
Authors` ORCID IDs: Urszula Garlińska – 0000-0002-7119-4071; T. Popielarczyk – 0000-0002-0124-7182; T. Sowa – 0000-0003-0465-2535; R. Śliwiński – 0000-0002-7309-1332
The authors contributed equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 6–24, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.1;
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 niniejszej publikacji jest przedstawienie wyników prowadzonych badań teoretycznych – oceny dokumentów normatywnych i prawnych stosowanych do projektowania i instalowania dźwiękowych systemów ostrzegawczych (DSO) w wybranych krajach europejskich. Celem prowadzonych badań było dokonanie analizy i porównania funkcjonowania DSO w Polsce, na tle wybranych krajów europejskich.

Wprowadzenie: Dźwiękowe systemy ostrzegawcze to systemy instalowane w obiektach budowlanych, które umożliwiają rozgłaszanie sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych na potrzeby bezpieczeństwa osób przebywających w obiekcie budowlanym. Obligatoryjne stosowanie dźwiękowych systemów ostrzegawczych w wybranych obiektach budowlanych zaczęło obowiązywać w Polsce 16 stycznia 2006 r. W Europie systemy te obecne były

już wcześniej. Przez lata nastąpił rozwój zarówno urządzeń wchodzących w skład systemów, jak i dokumentów normatywnych oraz aktów prawnych, które opisują te systemy.
Metodologia: Autorzy wykorzystali badania teoretyczne, takie jak: analiza literatury i dokumentów prawnych, synteza, uogólnianie, wnioskowanie, porównanie oraz analogia. Dokonano analizy dokumentów z takich krajów jak: Polska, Wielka Brytania (głównie Anglia), Szwecja, Norwegia, Niemcy i Holandia. Przy doborze poszczególnych krajów kierowano się poziomem rozwoju tych systemów w danym państwie oraz dostępnością dokumentów źródłowych.
Wnioski: Przedstawiona analiza wymagań w zakresie wykorzystania dźwiękowych systemów ostrzegawczych za granicą pokazuje, jak różne jest podejście do stosowania tego typu systemów. W zależności od indywidualnych doświadczeń oraz struktury administracyjnej danego kraju można dostrzec różnorodność przepisów, czy to prawnych, czy normatywnych w zakresie stosowania DSO (nie zawsze są to dokumenty normatywne wydane przez państwowe instytucje normalizacyjne). Niestety można odnieść wrażenie, że dźwiękowe systemy ostrzegawcze wciąż nie cieszą się taką popularnością, jak systemy sygnalizacji pożarowej. Określenie zasadniczych wymagań w zakresie obiektów, na terenie których stosowanie DSO powinno być obligatoryjne oraz wymagań w obszarze określenia wymaganego poziomu zrozumiałości mowy stanowi podstawę do konsekwentnego rozwoju tego typu zabezpieczeń przeciwpożarowych. Powyższe wymagania powinny być określone albo w przepisach prawa, albo w aktach normatywnych dedykowanych dźwiękowym systemom ostrzegawczym.
Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ewakuacji, ewakuacja obiektów budowlanych, dźwiękowy system ostrzegawczy, EN 54-16, EN 54-24, wytyczne
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 09.06.2021; Zrecenzowany: 27.06.2021; Zaakceptowany: 01.07.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: Urszula Garlińska – 0000-0002-7119-4071; T. Popielarczyk – 0000-0002-0124-7182; T. Sowa – 0000-0003-0465-2535; R. Śliwiński – 0000-0002-7309-1332
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 6–24, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.1;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Introduction

Voice alarm systems (VAS) are systems installed in construction facilities that enable the broadcast of warning signals and voice messages for the safety of people staying in these facilities [1, § 29, point 1]. Broadcast messages support the evacuation of people, enabling quick and safe exit from the danger zone or the fire zone.

Voice alarm systems first appeared in Polish legislation in 1998 [2], along with the requirement to obtain a certificate of conformity when placing on the market and using products for fire protection, including VAS (originally referred to as "fire alarm and evacuation broadcasting systems"). The obligatory use of voice alarm systems in selected building structures became effective in Poland from 16 January 2006 [3, § 25]. The first certificate for a loudspeaker was issued on 11 October 2002, and for voice alarm control and indicating equipment – on 23 April 2003.

However, the legal acts mentioned above did not specify how to design and install these systems. Therefore, over the years, various documents have been used: standards, guidelines or technical specifications. The standard PN-EN 60849:2001 [4] was most often used, but also PN-EN 50849:2017-04 [5]. However, these documents were very general and did not describe all possible solutions. The situation changed in 2021 after the publication of CNBOP-PIB/SITP guidelines (Association of Fire Engineers and Technicians) [6], which comprehensively describe the entire stage of VAS implementation – from concept, through design, installation, activation and maintenance.

The presence of VAS in Poland for almost 20 years has forced the need to subject the available literature, along with legal and normative acts, to an analysis with the elements of assessment, in order to learn and compare how VAS are

Wprowadzenie

Dźwiękowe systemy ostrzegawcze (DSO) to systemy instalowane w obiektach budowlanych, które umożliwiają rozgłaszanie sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych na potrzeby bezpieczeństwa osób przebywających w tych obiektach [1, § 29, ust. 1]. Rozgłaszane komunikaty wspierają ewakuację ludzi, umożliwiają szybkie i bezpieczne opuszczenie strefy zagrożonej lub objętej pożarem.

Dźwiękowe systemy ostrzegawcze (które pierwotnie określano jako „systemy rozgłoszeniowe alarmu pożarowego i o ewakuacji") po raz pierwszy pojawiły się w polskim ustawodawstwie w 1998 r. [2] wraz z wymogiem konieczności uzyskania certyfikatu zgodności przy wprowadzaniu do obrotu i stosowania wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej. Obligatoryjne stosowanie dźwiękowych systemów ostrzegawczych w wybranych obiektach budowlanych zaczęło obowiązywać w Polsce 16 stycznia 2006 r. [3, § 25]. Pierwszy certyfikat dla głośnika wydano 11.10.2002 r., a dla centrali DSO – 23.04.2003 r.

Przywołane powyżej akty prawne nie określały jednak, w jaki sposób projektować i instalować te systemy. W związku z tym, na przestrzeni lat wykorzystywano różne dokumenty: normy, wytyczne, czy też specyfikacje techniczne. Najczęściej opierano się na normie PN-EN 60849:2001 [4], ale również PN-EN 50849:2017-04 [5]. Dokumenty te jednak były bardzo ogólne i nie opisywały wszystkich możliwych rozwiązań. Sytuacja uległa zmianie w roku 2021 po opublikowaniu wytycznych CNBOP-PIB/SITP [6], które w sposób kompleksowy opisują cały etap wdrażania DSO – od koncepcji, poprzez projektowanie, instalowanie, uruchomienie i czynności konserwacyjne.

Obecność DSO w Polsce od prawie 20 lat wymusiła potrzebę poddania dostępnej literatury wraz z aktami prawnymi i normatywnymi

designed and installed in selected countries. Documents from Great Britain, Sweden, Norway, Germany and the Netherlands were analyzed. The comparative study covers a general description of the fire protection system in a given country in terms of the evacuation of people from buildings, analysis of documents relating to the design and installation of VAS in a given country and reference of these issues to Poland. As a result of the study, efforts were made to propose solutions that could be introduced into Polish legislation.

analizie z elementami oceny, w celu poznania i porównania, w jaki sposób DSO są projektowane i instalowane w wybranych krajach. Dokonano analizy dokumentów z Wielkiej Brytanii, Szwecji, Norwegii, Niemiec i Holandii. Badania porównawcze obejmują swym zakresem ogólny opis systemu ochrony przeciwpożarowej w danym państwie w zakresie ewakuacji ludzi z obiektów budowlanych, analizę dokumentów dotyczących projektowania instalowania DSO w danym państwie oraz odniesienie tych kwestii do Polski. Jako wynik badań starano się zaproponować rozwiązania, które mogą zostać wprowadzone do polskiego ustawodawstwa.

Republic of Poland

The provision regulating the use of voice alarm systems in Poland is the Regulation of the Minister of Interior and Administration of 7 June 2010 on fire protection of buildings, other construction facilities and areas (Polish Journal of Laws: Dz. U. Nr 109, poz. 719 as amended). It defines the methods and conditions of fire protection. On this basis, in every place in the facility where people can stay, appropriate evacuation conditions are created, enabling quick and safe leaving the zone which is at risk or covered by fire. It is adapted to the number and state of fitness of people staying in the facility and its functions, structure and dimensions, and also the use of technical means of fire protection, including ensuring the possibility of broadcasting warning signals and voice messages by the voice alarm system in buildings for which it is required. The list of buildings listed in the analyzed regulation includes, respectively:

- commercial or exhibition buildings,
- single-storey, containing a ZL I fire zone classified as hazardous to people (containing rooms intended for the simultaneous presence of more than 50 people who are not their regular users, and not intended primarily for use by people with reduced mobility) with an area of more than 8000 m^2,
- multi-storey, containing a ZL I fire zone classified as hazardous to people with an area above 5000 m^2,
- entertainment and sports halls with more than 1500,
- cinemas and theaters with more than 600 seats,
- hospitals and sanatoriums with more than 200 beds in the building, excluding intensive care rooms, operating rooms and rooms with patients,
- high and high-rise public utility buildings,
- buildings of collective residence, high and high-rise or with the number of beds over 200,
- metro and underground rail stations,
- stations and ports, intended for a simultaneous presence of more than 500 people.

According to the same regulation (§ 3.1), the voice alarm system must be made in accordance with the design agreed by an appraiser for fire protection, and its admittance for use is to be preceded by appropriate tests and tests confirming its correct operation. However, the regulation, unlike the regulations analyzed and described below, functioning in England or Norway, does not indicate specific standards, requirements or

Polska

Przepisem, który reguluje stosowanie dźwiękowych systemów ostrzegawczych w Polsce, jest rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719 z poźn. zm.). Określa ono sposoby i warunki ochrony przeciwpożarowej. Na tej podstawie w każdym miejscu w obiekcie, przeznaczonym do przebywania ludzi, stwarza się odpowiednie warunki ewakuacji, umożliwiające szybkie i bezpieczne opuszczanie strefy zagrożonej lub objętej pożarem, dostosowane do liczby i stanu sprawności osób przebywających w obiekcie oraz jego funkcji, konstrukcji i wymiarów, a także zastosowanie technicznych środków zabezpieczenia przeciwpożarowego, polegających m.in. na zapewnieniu możliwości rozgłaszania sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych przez dźwiękowy system ostrzegawczy w budynkach, dla których jest on wymagany. Lista obiektów, które wymieniono w analizowanym rozporządzeniu, obejmuje odpowiednio:

- budynki handlowe lub wystawowe,
- jednokondygnacyjne, zawierające strefę pożarową zakwalifikowaną do kategorii zagrożenia ludzi ZL I (zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się) o powierzchni powyżej 8000 m^2,
- wielokondygnacyjne, zawierające strefę pożarową zakwalifikowaną do kategorii zagrożenia ludzi ZL I o powierzchni powyżej 5000 m^2,
- sale widowiskowe i sportowe o liczbie miejsc powyżej 1500,
- kina i teatry o liczbie miejsc powyżej 600,
- szpitale i sanatoria o liczbie łóżek powyżej 200 w budynku, z wyłączeniem pomieszczeń intensywnej opieki medycznej, sal operacyjnych oraz sal z chorymi,
- budynki użyteczności publicznej wysokie i wysokościowe,
- budynki zamieszkania zbiorowego wysokie i wysokościowe lub o liczbie miejsc noclegowych powyżej 200,
- stacje metra i stacje kolei podziemnych,
- dworce i porty, przeznaczone do jednoczesnego przebywania powyżej 500 osób.

Zgodnie z tym samym rozporządzeniem (§ 3.1) dźwiękowy system ostrzegawczy musi być wykonany zgodnie z projektem uzgodnionym przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych,

specifications that must be met by the systems required in the indicated facilities. It also does not indicate bodies or institutions that can confirm the fulfillment of these requirements. Moreover, the document does not refer to the features of the installation, such as the intelligibility of messages. There are also no specifications that must be met by ready, i.e. complete VAS installations. Verification of the correct operation of the voice alarm system should be carried out in accordance with the recommendations in this regard contained in standards and guidelines.

However, it should be borne in mind that in accordance with the Act on Fire Protection, the subassemblies introduced for use in Poland, which are included in the voice alarm systems, must undergo the admittance process described in another regulation.

The content of the regulation of the Minister of Interior and Administration of 27 April 2010 amending the regulation on the list of products used to ensure public safety or protection of health and life and property, as well as the rules for issuing admittance of these products for use specifies the following:

- voice alarm control and indicating equipment,
- consoles fitted with an emergency microphone for fire service,
- loudspeakers for voice alarm systems,
- power supply equipment for fire protection equipment,
- electric and fiber optic wires and cables,
- fastening of wires and cables.

So we are dealing with a list of components that actually constitute the basic components of a VAS installation, and the relevant points of the analyzed regulation indicate what requirements a given component must meet in order to be considered compliant with the requirements.

Such an approach to the related legal provisions - due to the lack of the described requirements regarding the sound level or the intelligibility of voice messages – did not affect the quality of the final installations. The experience to date shows that the designers used the voluntary Polish standards or the technical specification PD CEN/TS 54-32:2015 issued in 2015 [7].

In order to meet this issue, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) together with the Association of Fire Engineers and Technicians (SITP) has published *Guidelines for the design, installation, activation, operation and maintenance of voice alarm systems* [6]. This document describes in detail all aspects related to voice alarm systems, referring both to the formal aspects presented in the form of requirements, and others related to the design of installations and having an impact on their final quality.

These guidelines are addressed mainly to designers, installers, maintenance technicians, appraisers for fire protection, officers from control and reconnaissance departments of the State Fire Service, owners and managers of buildings and for the manufacturers of voice alarm systems. During the development of the guidelines, over ten years of CNBOP-PIB experience in certification, laboratory testing, scientific and research and training activities in the field of VAS were used, as well as the design and installation experience of the SITP members.

a jego dopuszczenie do użytkowania poprzedzone przeprowadzeniem odpowiednich prób i badań potwierdzających prawidłowość jego działania. Rozporządzenie jednak, w odróżnieniu od analizowanych i opisanych poniżej przepisów funkcjonujących w Anglii czy Norwegii, nie wskazuje na konkretne normy, wymagania lub specyfikacje, jakie muszą spełnić wymagane we wskazanych obiektach systemy. Nie ma w nim wspomnianych także organów czy instytucji, które mogą potwierdzać spełnienie tych wymagań. Ponadto w dokumencie nie odniesiono się do cech instalacji, takich jak np. zrozumiałość komunikatów. Nie określono również specyfikacji, jakie muszą spełniać gotowe, tj. kompletne instalacje DSO. Weryfikacja prawidłowości działania dźwiękowego systemu ostrzegawczego powinna być przeprowadzana zgodnie z rekomendacjami w tym zakresie zawartymi w normach i wytycznych.

Należy mieć jednak na uwadze, iż wprowadzane do użytkowania w Polce podzespoły wchodzące w skład dźwiękowych systemów ostrzegawczych, zgodnie z ustawą o ochronie przeciwpożarowej, muszą przejść przez proces dopuszczenia do użytkowania opisany w innym rozporządzeniu.

W treści rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania wyszczególniono:

- centrale dźwiękowych systemów ostrzegawczych,
- konsole z mikrofonem dla straży pożarnej,
- głośniki do dźwiękowych systemów ostrzegawczych,
- zasilacze urządzeń przeciwpożarowych,
- przewody i kable elektryczne oraz światłowodowe,
- zamocowania przewodów i kabli.

Mamy więc do czynienia z listą podzespołów, które faktycznie stanowią podstawowe elementy składowe instalacji DSO, a odpowiednie punkty analizowanego rozporządzenia podają, jakie wymagania musi spełnić dany podzespół celem uznania go za zgodny z wymaganiami.

Takie ujęcie powiązanych ze sobą przepisów prawa – wobec braku opisanych wymagań odnośnie poziomu dźwięku czy zrozumiałości komunikatów głosowych – nie wpłynęło jednak na jakość końcowych instalacji. Dotychczasowe doświadczenia pokazują, że projektanci posługiwali się dobrowolnymi do stosowania polskimi normami lub wydaną w 2015 roku specyfikacją techniczną PD CEN/TS 54-32:2015 [7].

Wychodząc naprzeciw temu zagadnieniu, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy wraz ze Stowarzyszeniem Inżynierów i Techników Pożarnictwa opublikowało *Wytyczne projektowania, instalowania, uruchamiania, obsługi i konserwacji dźwiękowych systemów ostrzegawczych* [6]. Dokument ten szczegółowo opisuje wszelkie aspekty związane z dźwiękowymi systemami ostrzegawczymi, odnosząc się zarówno do aspektów formalnych przedstawionych w formie wymagań, jak i innych związanych z projektowaniem instalacji, a mających wpływ na ich końcową jakość.

Wytyczne te kierowane są głównie do projektantów, instalatorów, konserwatorów, rzeczoznawców do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, funkcjonariuszy z pionów kontrolno-rozpoznawczych

The publication contains, among others, [6]:

- the description of the components of voice alarm systems and presents their characteristics and parameters relevant from the point of view of Voice Alarm System installation,
- the method of performing risk and assessment analysis, areas of the facility requiring the use of VAS, categories of VAS and the method of achieving the appropriate level of security of the VAS installation,
- the description of the process of installing VAS, including possible places and methods of installing voice alarm control and indicating equipment, alarm microphone and loudspeakers in a building, ways of making supply and loudspeaker lines,
- example calculation of the permissible voltage drop on the last loudspeaker in the loudspeaker line,
- requirements relating to message intelligibility, methods of measuring speech intelligibility and electrical measurements,
- a list of activities and tests to be performed after the installation of the voice alarm system, methods of testing the correct operation of the system by the personnel of the building, the process of training personnel was described and information important to the person managing rescue operations was presented,
- information and legal basis for maintenance, as well as an indication of what activities must be carried out in what time to ensure the continued operation of the voice alarm system,
- the description of sound pressure level and speech intelligibility measurements, including the selection of measurement points, measurement procedures and report preparation,
- the description and conditions for the performance of sound simulations, basic information on the simulation was presented and situations in which they should be used were described, examples of methods and programs that can be used during simulation were indicated,
- the description of the application of the guidelines in practice, actual rooms were presented, including: classrooms, large sales halls, cinema halls, theater halls, small rooms, passages, collective residence buildings, office buildings, shopping centers, stadiums and entertainment halls, and how to design a VAS installation in them,
- requirements for the certification of VAS components based on the legal provisions in force in Poland,
- basic requirements for voluntary certification of services in fire protection, with particular emphasis on qualification requirements for designers, installers, maintenance workers of VAS.

An additional, unique part of the discussed guidelines are informative appendices, which – complementing the guidelines – describe selected sound issues and the process of laboratory testing of the VAS components [6].

Państwowej Straży Pożarnej, właścicieli i zarządców obiektów budowlanych oraz producentów elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych. Przy opracowaniu wytycznych wykorzystano ponad dziesięcioletnie doświadczenie CNBOP-PIB w działalności certyfikacyjnej, laboratoryjnej, naukowo-badawczej i szkoleniowej w zakresie DSO, a także doświadczenie projektowe i instalacyjne członków SITP. W publikacji zawarto m.in. [6]:

- opis elementów składowych dźwiękowych systemów ostrzegawczych i przedstawiono ich charakterystykę oraz parametry istotne z punktu instalacji DSO,
- sposób wykonywania analizy i oceny ryzyka, obszary obiektu wymagające zastosowania DSO, kategorie DSO i sposób osiągnięcia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa instalacji DSO,
- opis procesu instalowania DSO, m.in. możliwe miejsca i sposoby instalowania w obiekcie budowlanym centrali DSO, mikrofonu alarmowego i głośników, sposoby wykonywania linii zasilających i głośnikowych,
- przykładowe obliczenie dopuszczalnego spadku napięcia na ostatnim głośniku w linii głośnikowej,
- wymagania odnoszące się do zrozumiałości komunikatów, metody pomiarów zrozumiałości mowy oraz pomiary elektryczne,
- listę czynności i testów, które należy wykonać po zainstalowaniu DSO, sposoby testowania poprawności działania systemu przez personel obiektu budowlanego, opisano proces szkolenia personelu oraz zaprezentowano informacje ważne dla kierującego działaniami ratowniczymi,
- informacje i podstawy prawne dotyczące konserwacji, jak również wskazano, które czynności w jakim czasie należy wykonywać, aby zapewnić ciągłość działania dźwiękowego systemu ostrzegawczego,
- opis pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego i zrozumiałości mowy, w tym sposób doboru punktów pomiarowych, procedury pomiarów oraz sposób opracowania raportu,
- opis i warunki wykonywania symulacji akustycznych, zaprezentowano podstawowe informacje na temat symulacji oraz opisano sytuacje, w których należy je stosować, wskazano przykładowe metody i programy, które mogą być wykorzystywane podczas wykonywania symulacji,
- opis zastosowania wytycznych w praktyce, zaprezentowano rzeczywiste pomieszczenia, m.in.: sale lekcyjne, duże sale sprzedaży, sale kinowe, sale teatralne, małe pomieszczenia, pasaże, budynki zamieszkania zbiorowego, budynki biurowe, centra handlowe, stadiony czy hale widowiskowe oraz jak należy projektować w nich instalację DSO.
- wymagania dotyczące certyfikacji elementów składowych DSO w oparciu o obowiązujące w Polsce przepisy prawa,
- podstawowe wymagania dotyczące dobrowolnej certyfikacji usług w ochronie przeciwpożarowej ze szczególnym uwzględnieniem wymagań kwalifikacyjnych dla projektantów, instalatorów, konserwatorów instalacji DSO.

Dodatkową, unikalną częścią omawianych wytycznych są załączniki informacyjne, które – uzupełniając wytyczne – opisują wybrane zagadnienia akustyki oraz proces badań laboratoryjnych elementów DSO [6].

England

Due to the division of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland into constituent countries and the fact that each of them has its own legislation, the article describes and refers only to the area of England.

Issues related to the fire protection of buildings in England are regulated in the provision entitled The Building Regulations 2010 [8], to which the marged approved documents are valid from July 2020. This document has been divided into the so-called approved documents marked with consecutive letters of the alphabet. Fire protection, located almost at the very beginning, includes:

1. Approved Document B Fire safety Volume 1: Dwellinghouses.
2. Approved Document B Fire safety Volume 2: Buildings other than dwellinghouses.

Importantly, the document on residential buildings in the first section B1 1.11 does not explicitly state that the use of a sound alarm system is required. According to the provisions, the use of such a system should be considered in two cases, i.e. when users may not react early to a fire alarm or when users are not familiarized with the fire protection conditions. In these cases, the system should meet the requirements of BS 5839-8:2013 [9].

Already at this stage of the analysis of legal documents (i.e. The Building Regulations 2010 and Approved Document B Fire safety) it is visible that in England there is no list of facilities where the installation of a voice alarm system would be mandatory.

Before analyzing the standard mentioned above, it should be noted that in 2017 the British Standards Institution (BSI) published BS 9999:2017 [10], which is a code of practice for the design, management and use of buildings in the field of fire safety. The broad scope of the standard, of over 400 pages, in selected parts also covers aspects related to the evacuation of buildings and voice alarm systems.

In chapter 12, "Evacuation strategies" the standard indicates two basic methods of evacuation, the purpose of which is to ensure that in the event of a fire, building users (e.g. residents) will be able to reach the so-called place of ultimate safety located outside the building.

The first method is full and complete evacuation of the facility's users through the procedure of common (simultaneous) evacuation or phased evacuation. The second method mentioned in the standard is the progressive evacuation of the building's users to the designated zone, the so-called place of ultimate safety where they can stay or from which they can continue to evacuate to a safe zone within the system.

Common (simultaneous) evacuation should be the default procedure when it is not reasonable to expect that the users of the facility will remain in the facility for an extended period in the event of a fire threat.

Phased evacuation is described in the standard as a common approach that is adopted for use in high-rise premises with fire-rated floors or in some buildings with atriums. As part of a phased evacuation, the first to evacuate are the users of the building located on the floor covered by the fire and all users of

Anglia

Ze względu na podział Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanii i Irlandii Północnej na kraje składowe (ang. *constituent countries*) oraz mając na uwadze fakt, że każdy z nich posługuje się własnym prawodawstwem, w artykule opisano i odniesiono się wyłącznie do obszaru Anglii.

Zagadnienia związane z ochroną przeciwpożarową budynków w Anglii uregulowano w przepisie pt. The Building Regulations 2010 [8], którego wydanie scalone (ang. *the marged approved documents*) obowiązuje od lipca 2020 roku. Dokument ten podzielony został na tzw. dokumenty zatwierdzone (ang. *approved documents*), które oznaczono kolejnymi literami alfabetu. Ochrona przeciwpożarowa, umieszczona niemal na samym początku, obejmuje odpowiednio:

1. Dokument zatwierdzony dotyczący budynków mieszkalnych (ang. Approved Document B Fire safety Volume 1: Dwellinghouses).
2. Dokument zatwierdzony dotyczący budynków innych niż budynki mieszkalne (ang. Approved Document B Fire safety Volume 2: Buildings other than dwellinghouses).

Co istotne w dokumencie dotyczącym budynków mieszkalnych w sekcji pierwszej B1 1.11 nie jest jednoznacznie określone, że zastosowanie dźwiękowego systemu ostrzegawczego jest wymagane. Zgodnie z zapisami należy rozważyć użycie takiego systemu w dwóch przypadkach, tj. kiedy użytkownicy mogą nie zareagować odpowiednio wcześnie na alarm pożarowy lub użytkownicy nie zostali zapoznani z warunkami ochrony przeciwpożarowej. W tych przypadkach system powinien spełniać wymagania normy BS 5839-8:2013 [9].

Już na tym etapie analizy dokumentów prawnych (tj. The Building Regulations 2010 oraz Approved Document B Fire safety) widoczne jest, że w Anglii nie ma listy obiektów, w których instalacja dźwiękowego systemu ostrzegawczego byłaby obowiązkowa.

Przed dokonaniem analizy ww. normy należy zwrócić uwagę na fakt, że w 2017 roku British Standards Institution (BSI) opublikowało normę BS 9999:2017 [10], która jest kodeksem postępowania przy projektowaniu, zarządzaniu i użytkowaniu budynków w zakresie bezpieczeństwa pożarowego. Szeroki zakres normy, liczącej ponad 400 stron, w wybranych częściach odnosi się również do aspektów związanych z ewakuacją budynków oraz do dźwiękowych systemów ostrzegawczych.

W rozdziale 12 pt. „Strategie ewakuacji" norma wskazuje na dwie podstawowe metody ewakuacji, których celem jest zapewnienie, że w przypadku pożaru użytkownicy budynku (np. mieszkańcy) będą mogli dotrzeć do strefy tzw. bezwzględnie bezpiecznej (ang. *place of ultimate safety*) znajdującej się na zewnątrz budynku.

Pierwsza z metod to całkowita, kompletna ewakuacja użytkowników obiektu poprzez procedurę ewakuacji wspólnej (jednoczesnej) lub ewakuacji stopniowej (ang. *phased evacuation*). Druga metoda wymieniona w normie to etapowa ewakuacja (ang. *progressive evacuation*) użytkowników obiektu do wyznaczonej strefy tzw. bezwzględnie bezpiecznej, w której mogą pozostać lub z której mogą kontynuować ewakuację do strefy bezpieczeństwa w ramach systemu.

the facility with reduced mobility, regardless of the floor on which they are located. Then, the evacuation covers the next storeys, in accordance with the standard, usually two floors at a time.

However, the use of common evacuation requires the use of, among others, a fire detection and fire alarm system of appropriate class and a voice alarm system designed in accordance with BS 5839-8, which is already listed as mandatory in The Building Regulations [8].

Emergency voice communication system – irrespective of the voice alarm system – was listed as the facility's equipment and should be in line with the BS 5839-9:2011 standard [9]. Emergency voice communication system devices should be located on each floor and it should be possible to communicate with the main station located in the building's control room (if any) or other room accessible to fire brigades and rescue services.

In terms of fire safety, this is the biggest difference from the regulations in force in Poland, in which there is even no mention of the emergency voice communication systems, and which seems to be crucial, e.g. in the context of the evacuation of people with reduced mobility, e.g. from high and high-rise buildings. Used as an example can be fire alarm situations and passenger lifts descending to the ground floor. Through the emergency voice communication system, one can report to the dispatcher that for instance on the 20th or 30th floor (intercoms should be on each floor) there are people with reduced mobility. Due to such a system, when the appropriate services appear, the dispatcher knows what complications may be encountered by the rescuers and where to go in the first place. What is important is that through a system with two-way communication, the operator can pass important information to the person on the other side.

The analysis of BS 5839-8:2013 – apart from the aspects related to the design or installation requirements or the acceptance and maintenance of the systems – it mainly concentrates on the types of voice alarm systems. Five types of VAS were defined in the standard:

- V1 – automatic evacuation. The purpose of such a system is to operate automatically in the event of a fire or other emergency. This system only includes ready-made voice alarm messages, and there are no firefighter microphones. Examples of buildings where this system is used are: public buildings, large stores, factories, schools, hotels, office buildings, cinemas, bus stations and nightclubs.
- V2 – live alarm messages In addition to using the V1 function, one can also broadcast live messages to all zones simultaneously from the fireman's microphone. Examples of buildings where such a system is used are: entertainment centers, office buildings, multi-screen cinemas, hotels, large-format stores, schools.
- V3 – live alarm messages to several alarm zones. In addition to using the V2 function, one can also broadcast live messages to different zones or groups of alarm zones from the fireman's microphone. This system is used in buildings mainly when the predetermined fire scenario does not cover all possible contingencies. In buildings with a V3 type voice alarm system, there should be an operator's room (e.g. a security room) with an accessible

Ewakuacja wspólna (jednoczesna) powinna być domyślnym postępowaniem, kiedy nie jest uzasadnione oczekiwanie , że użytkownicy obiektu pozostaną w nim przez dłuższy czas w przypadku wystąpienia zagrożenia pożarowego.

Ewakuacja stopniowa opisana jest w normie jako powszechne podejście, które przyjmuje się do stosowania w budynkach wysokich (ang. *high-rise premises*), gdzie piętra są wydzielone pożarowo lub w niektórych budynkach, w których istnieją atria. W ramach ewakuacji stopniowej jako pierwsi ewakuowani są użytkownicy budynku znajdujący się na kondygnacji objętej pożarem oraz wszyscy użytkownicy obiektu o ograniczonej zdolności poruszania się, niezależnie od kondygnacji, na której się znajdują. Następnie ewakuacją obejmuje się kolejne kondygnacje, zgodnie z normą, przeważnie po dwie kondygnacje na raz.

Zastosowanie jednak ewakuacji wspólnej wymaga użycia m.in. systemu sygnalizacji pożarowej odpowiedniej klasy oraz dźwiękowego systemu ostrzegawczego zaprojektowanego zgodnie z normą BS 5839-8, która została już wymieniona jako obowiązkowa w przepisie The Building Regulations [8].

Jako wyposażenie obiektu – niezależnie od dźwiękowego systemu ostrzegawczego – wymieniono awaryjny system łączności głosowej (ang. *emergency voice communication system*), który powinien być zgodny z normą BS 5839-9:2011 [9]. Urządzenia awaryjnego systemu łączności głosowej powinny znajdować się na każdej kondygnacji oraz powinna istnieć możliwość komunikowania się ze stacją główną znajdującą się w dyspozytorni budynku (jeżeli taka istnieje) lub innym pomieszczeniu dostępnym dla straży pożarnej i służb ratowniczych.

W kontekście bezpieczeństwa pożarowego jest to największa różnica w stosunku do obowiązujących w Polsce przepisów, w których nawet nie ma informacji o systemach awaryjnej komunikacji głosowej, a która wydaje się być kluczowa np. w kontekście ewakuacji osób o ograniczonej możliwości poruszania się np. z obiektów wysokich i wysokościowych. Za przykład posłużyć mogą sytuacje alarmu pożarowego i zjazdu dźwigów osobowych na parter. Poprzez awaryjny system łączności głosowej można zgłosić dyspozytorowi, że np. na 20. czy 30. piętrze (interkomy powinny znajdować się na każdej kondygnacji) przebywają osoby o organicznej możliwości poruszania się. Dzięki takiemu systemowi w momencie pojawienia się odpowiednich służb, dyspozytor wie, na jakie komplikacje mogą natknąć się ratownicy i gdzie w pierwszej kolejności należy się udać. Co istotne, poprzez system posiadający komunikację dwukierunkową operator może przekazać ważne informacje osobie po drugiej stronie.

Analiza normy BS 5839-8:2013 – poza aspektami związanymi z projektowaniem czy wymaganiami instalacyjnymi lub z odbiorami i konserwacją systemów – sprowadza się do typów dźwiękowych systemów ostrzegawczych. W omawianej normie zdefiniowano pięć typów DSO:

- V1 – ewakuacja automatyczna. Celem takiego systemu jest automatyczne działanie podczas pożaru lub innego zagrożenia. W systemie tym uwzględniono tylko gotowe komunikaty alarmowe głosowe, nie ma zaś mikrofonów strażaka. Przykładami obiektów budowlanych, w których stosuje się ten system, są: budynki użyteczności publicznej, sklepy wielkopowierzchniowe, fabryki, szkoły, hotele, budynki biurowe, kina, stacje autobusowe czy nocne kluby.

fireman's microphone. Examples of buildings where such a system is used are: shopping centers, office buildings, large multi-screen cinemas, hotels, reloading terminals, entertainment and sports halls.

V4 – manual controls. In addition to using the V3 function, it is also possible to manually select the alarm message previously recorded for the selected zone. Such a system can also disable or enable the voice message and display its status. It is recommended for facilities with personnel trained to evacuate in accordance with the evacuation plan adopted in the fire scenario, when automatic mode should be omitted. Examples of buildings where such a system is used are: buildings with phased evacuation, multi-storey buildings, high and high-rise buildings, large industrial facilities and large transhipment terminals such as airports.

V5 – engineering systems, based on risk analysis, for specific applications. In the United Kingdom, BS 9999:201677 also applies. It specifies fire safety guidelines for both the design, use and management of buildings. The provisions of this standard may be helpful in making a decision about the necessity to use VAS or the selection of a system type.

The aforementioned emergency voice communication (EVC) systems can also complement the voice alarm system. These systems are intended to enable firefighters and other people to communicate in emergency situations in and around buildings, as well as in sports halls and similar facilities such as entertainment centers. They also enable communication with people with disabilities. The standard indicates that due to the fact that emergency voice communication systems are used for safety of life, they must be subject to high standards of design, production, installation, activation and maintenance, similar to those for fire detection and fire alarm systems, as well as voice alarm systems.

The system should enable communication between strategic points throughout the building or between the construction site and the central control point(s). Emergency voice communication systems are typically needed in the following situations:

- in any building, sports halls or similar facilities where disabled persons or persons who may have difficulty in getting through the escape route are present,
- in buildings where the so-called phased evacuation is used and/or in buildings with cranes for firefighters, where it facilitates safe communication for building managers and firefighters,
- the installation of EVC system may also be suitable for buildings without phased evacuation where – due to the type, size and/or shape of the building – communication between remote locations and a central control point is necessary to facilitate evacuation or firefighting,
- in sports halls and similar facilities, where it helps the staff to control the evacuation of the area in emergency situations.

According to BS 5839-9:2011, the components of the emergency voice communication systems can be interconnected in various ways. It is allowed to combine emergency communication system devices both in line and in a loop. Wireless links or

V2 – komunikaty alarmowe na żywo. Oprócz korzystania z funkcji V1 dodatkowo można nadawać komunikaty na żywo z mikrofonu strażaka do wszystkich stref jednocześnie. Przykładami obiektów budowlanych, w których stosuje się taki system, są: centra rozrywkowe, budynki biurowe, kina wielosalowe, hotele, sklepy wielkopowierzchniowe, szkoły.

V3 – komunikaty alarmowe na żywo do kilku stref alarmowych. Oprócz korzystania z funkcji V2 dodatkowo można nadawać komunikaty na żywo z mikrofonu strażaka do różnych stref lub grup stref alarmowych. System ten jest stosowany w budynkach głównie wtedy, gdy z góry ustalony scenariusz pożarowy nie przewiduje wszystkich możliwych ewentualności. W budynkach z DSO typu V3 powinien znajdować się pokój operatora (np. pokój ochrony) z dostępnym mikrofonem strażaka. Przykładami obiektów budowlanych, w których stosuje się taki system, są: centra handlowe, budynki biurowe, duże kina wielosalowe, hotele, terminale przeładunkowe, hale widowiskowo-sportowe.

V4 – ręczne elementy obsługi. Oprócz korzystania z funkcji V3 dodatkowo można ręcznie wybrać komunikat alarmowy nagrany wcześniej dla wybranej strefy. Taki system może również zablokować lub odblokować komunikat głosowy oraz wyświetlić jego status. Rekomendowany jest dla obiektów z personelem wyszkolonym w celu przeprowadzenia ewakuacji zgodnie z planem ewakuacji przyjętym w scenariuszu pożarowym, kiedy tryb automatyczny powinien być pominięty. Przykładami obiektów budowlanych, w których stosuje się taki system, są: budynki, w których przewiduje się ewakuację stopniową, budynki wielokondygnacyjne, budynki wysokie i wysokościowe, duże obiekty przemysłowe i duże terminale przeładunkowe takie jak porty lotnicze.

V5 – systemy inżynieryjne, oparte na analizie ryzyka, do specyficznych zastosowań. W Wielkiej Brytanii zastosowanie ma również norma BS 9999:201677, w której szczegółowo opisano wytyczne z zakresu bezpieczeństwa pożarowego dotyczące zarówno projektowania i użytkowania obiektów budowlanych, jak i zarządzania nimi. Zapisy tej normy mogą być pomocne przy podejmowaniu decyzji o konieczności stosowania DSO lub wyborze typu systemu.

Uzupełnienie dźwiękowego systemu ostrzegawczego może stanowić również wspominane już wcześniej systemy awaryjnej łączności głosowej (EVC – ang. *emergency voice communication*). Systemy te mają umożliwiać strażakom (norma przywołuje wprost strażaków, ang. *firefighters*) oraz innym osobom komunikację w sytuacjach awaryjnych w budynkach i wokół nich oraz w obiektach sportowych i podobnych np. centra rozrywki. Umożliwiają one również komunikację z osobami niepełnosprawnymi. W normie wskazano, że ze względu na fakt, iż systemy awaryjnej łączności głosowej są wykorzystywane w związku z bezpieczeństwem życia, muszą podlegać one wysokim standardom projektowania, produkcji, instalacji, uruchomienia i konserwacji, podobnym do tych, które dotyczą systemów sygnalizacji pożarowej oraz dźwiękowych systemów ostrzegawczych.

any combination of wireless or wired links can also be used. Regardless of the used system, the circuits must be constantly monitored for faults and the circuits must be designed to be as fault-tolerant as possible. In the opinion of the authors, it is worth considering the use of the described systems in newly constructed buildings in Poland. These requirements do not differ in complexity from the installation of voice alarm systems.

In case of integrating the emergency voice communication system with other systems (such as building management systems, fire alarm systems, voice alarm systems, telephone systems, intercoms or LAN-based systems), the main purpose of the system should be maintained, i.e. to ensure reliable operation in the manner recommended by the standard.

No clear requirements as to the necessity to install voice alarm systems is recognized, among others, by a British association The Institute of Sound, Communications & Visual Engineers (ISCVE). At present, this association is lobbying for a change in legislation, after which all public utility buildings with six or more floors and buildings with 100 or more users unfamiliar with the evacuation rules of the building will have to have VAS installed as obligatory [11].

Sweden

Fire protection regulations of Sweden are described in building regulations issued by the National Council for Housing, Construction and Planning – recommendations and general regulations

System powinien umożliwiać komunikację pomiędzy punktami strategicznymi w całym budynku lub pomiędzy placem budowy a centralnym punktem (punktami) kontrolnymi. Systemy awaryjnej łączności głosowej są zazwyczaj potrzebne w następujących sytuacjach:

- w każdym budynku, obiektach sportowych lub podobnych obiektach, w których znajdują się osoby niepełnosprawne lub osoby, które mogą mieć trudności z pokonaniem drogi ewakuacyjnej,
- w budynkach, w których zastosowano tzw. ewakuację stopniową i/lub w budynkach z dźwigami dla straży pożarnej, gdzie ułatwia on bezpieczną komunikację kierownikom budynków i funkcjonariuszom straży pożarnej,
- instalacja systemu EVC może być też odpowiednia dla budynków bez stopniowej ewakuacji, w których – ze względu na rodzaj, wielkość i/lub kształt budynku – konieczna jest komunikacja pomiędzy odległymi lokalizacjami a centralnym punktem kontrolnym w celu ułatwienia ewakuacji lub gaszenia pożarów,
- w obiektach sportowych i podobnych kompleksach, gdzie pomaga on obsłudze w kontrolowaniu ewakuacji terenu w sytuacjach awaryjnych.

Zgodnie z normą BS 5839-9:2011 elementy składowe systemów awaryjnej łączności głosowej mogą być ze sobą połączone na różne sposoby. Dopuszcza się zastosowanie połączenia urządzeń systemu awaryjnej łączności zarówno w linii, jak i w pętli. Można również stosować łącza bezprzewodowe lub dowolną kombinację łączy bezprzewodowych lub przewodowych. Bez względu na zastosowany układ, obwody muszą być stale monitorowane pod kątem usterek i projektowane tak, aby były jak najbardziej odporne na uszkodzenia. W opinii autorów warte rozważenia jest wykorzystanie opisanych systemów w nowo powstających budynkach na terenie Polski. Są to wymagania, które nie odbiegają stopniem skomplikowania od instalacji dźwiękowych systemów ostrzegawczych.

W przypadku włączenia systemu awaryjnej łączności głosowej do innych systemów (takich jak systemy zarządzania budynkiem, systemy sygnalizacji pożarowej, dźwiękowe systemy ostrzegawcze, systemy telefoniczne, domofony lub systemy oparte na sieci LAN) powinien zostać zachowany główny cel systemu, tj. zapewnienie niezawodnej pracy w sposób zalecany przez normę.

Brak jasnych wymagań co do konieczności instalowania dźwiękowych systemów ostrzegawczych dostrzega m.in. brytyjskie stowarzyszenie The Institute of Sound, Communications & Visual Engineers (ISCVE). Stowarzyszenie to na dzień dzisiejszy lobbuje za zmianą prawa, po której obowiązkową instalacją DSO będą musiały dysponować wszystkie budynki użyteczności publicznej posiadające sześć i więcej kondygnacji oraz budynki, w których może zgromadzić się 100 lub więcej użytkowników nieznających zasad ewakuacji budynku [11].

Szwecja

Przepisy ochrony przeciwpożarowej Szwecji opisane zostały w przepisach budowlanych wydanych przez Krajową Radę Mieszkalnictwa, Budownictwa i Planowania – zalecenia i przepisy ogólne

(swe. Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd) BFS 2011:6 (with amendments to BFS 2020:4) [12]. It includes issues related to the voice alarm system and the requirements that a building must meet in terms of this system. According to point 3:145 called "Accessibility and usability in public buildings" in buildings of this type, the sound environment should be designed to achieve good audibility, speech intelligibility and orientation, which is especially important for people with limitations in this regard, so that they can hear and understand relevant information. Appropriate explanations can be found in the general guidelines that are part of the regulation, according to which the requirement for good audibility of speech intelligibility and orientation applies to public spaces such as: public transport facilities, travel terminals, health facilities, halls and reception areas. Examples of halls are auditoriums, theaters, churches and large conference halls accommodating at least 50 people. A reverberation time of 0.6 seconds should be achieved, except in the auditorium, where it can be up to 0.8 seconds. If the requirements of the regulation are met otherwise, the reverberation time in large rooms with a room height of more than 3.50 m may be up to 2.0 seconds.

Premises should be designed in such a way that the background noise level LpAeq from technical installations, lifts or other traffic than its own is not more than:

- 30 dB at assembly points,
- 35 dB in the reception area, healthcare and nursing rooms,
- 45 dB in rooms other than those mentioned in the first point.

Own traffic refers to the traffic generated in order to achieve the function of a premises, e.g. buses and trains in a travel terminal or train station. Therefore, it is the first of the analyzed provisions of national law that does not have the status of a standard, guidelines or technical specification, which refers to the almost elementary requirement for voice alarm systems, i.e. adequate audibility and intelligibility of the messages. If a loudspeaker system is used, speech intelligibility can be verified in accordance with the SS-EN 60268-16 standard, the Polish equivalent of which is PN-EN 60268-16:2011 [13]. The speech transmission index (STI) in the entire facility should be greater than 0.60, and in more than half of the rooms it should be greater than 0.70.

According to point 5:2512 called "Evacuation alarm", which in terms of the regulation is to be understood as a voice alarm system, it should be installed where necessary for the fire protection design. The evacuation alarm should be adapted to the informational needs to ensure that people in the building can be reached with the information on the appropriate measures to be taken for evacuation.

The rooms in public buildings where people with hearing impairment or deaf people may stay without direct contact with other people should be equipped with additional alarm devices that would also ensure that these people are covered with alarm signals in the event of a fire or other danger.

The audibility of the voice alarm should be such that the signals or messages can be understood in the parts of the building affected by the alarm. The functions provided by the installation of the system should be maintained after a power failure and protected against power cuts caused by a fire in rooms not covered by an automatic fire alarm.

(szw. Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd) BFS 2011:6 (z poprawkami do BFS 2020:4) [12]. Miejsce znalazły w nim zagadnienia związane z dźwiękowym systemem ostrzegawczym i wymaganiami, jakie w kontekście tego systemu musi spełniać obiekt budowlany. Zgodnie z punktem 3:145 pt. „Dostępność i użyteczność w budynkach publicznych" w budynkach tego typu środowisko akustyczne powinno być zaprojektowane tak, aby uzyskać dobrą słyszalność, zrozumiałość mowy i orientację, co jest szczególnie ważne dla osób posiadających ograniczenia w tym zakresie, aby mogły one usłyszeć i zrozumieć istotne informacje. We wskazówkach ogólnych, będących częścią przepisu, można odnaleźć odpowiednie wyjaśnienia, zgodnie z którymi wymaganie dobrej słyszalności zrozumiałości mowy i orientacji odnosi się do przestrzeni publicznych, takich jak: obiekty transportu publicznego, terminale podróżne, obiekty służby zdrowia, aule i recepcje. Przykładami auli są audytoria, teatry, kościoły i duże sale konferencyjne, mieszczące co najmniej 50 osób. Należy osiągnąć czas pogłosu 0,6 sekundy, z wyjątkiem auli, gdzie może on wynosić do 0,8 sekundy. Jeżeli wymagania rozporządzenia są spełnione w inny sposób, czas pogłosu w dużych pomieszczeniach o wysokości pomieszczenia powyżej 3,50 m może wynosić do 2,0 sekund.

Pomieszczenia powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby poziom tła dźwięku LpAeq pochodzący z instalacji technicznych, dźwigów (wind) lub innego ruchu niż jego własny wynosił maksymalnie:

- 30 dB w punktach zbiórek,
- 35 dB w pomieszczeniach recepcyjnych oraz związanych z opieką zdrowotną i pielęgniarską,
- 45 dB w pomieszczeniach innych niż wymieniono w pierwszym punkcie.

Ruch własny odnosi się do ruchu generowanego w celu osiągnięcia funkcji lokalu, np. autobusy i pociągi w terminalu podróży lub na stacji kolejowej. Jest to zatem pierwszy z analizowanych przepisów prawa krajowego nie mający statusu normy, wytycznych lub specyfikacji technicznej, w którym odniesiono się do niemal elementarnego wymagania stawianego dźwiękowym systemom ostrzegawczym, tj. odpowiedniej słyszalności i zrozumiałości komunikatów. Jeśli używany jest system głośników, zrozumiałość mowy można zweryfikować zgodnie z normą SS-EN 60268-16, której polskim odpowiednikiem jest norma PN-EN 60268-16:2011 [13]. Wskaźnik transmisji mowy (ang. *speech transmition index* – STI) w całym obiekcie powinien być większy niż 0,60, natomiast w ponad połowie pomieszczeń większy niż 0,70.

Zgodnie z punktem 5:2512 pt. „Alarm ewakuacyjny", który w kontekście przepisu należy rozumieć jako dźwiękowy system ostrzegawczy, powinien być zainstalowany tam, gdzie jest to konieczne dla projektu ochrony przeciwpożarowej. Alarm ewakuacyjny powinien być dostosowany do potrzeb informacyjnych w celu zapewnienia, że do osób znajdujących się w budynku można dotrzeć z informacją o odpowiednich środkach, które należy podjąć w celu ewakuacji.

Pomieszczenia w budynkach użyteczności publicznej, w których osoby z ograniczonym słuchem lub niesłyszące mogą przebywać bez bezpośredniego kontaktu z innymi osobami, powinny być wyposażone w dodatkowe urządzenia alarmowe, które gwarantowałyby objęcie również tych osób sygnałami ostrzegawczymi w przypadku pożaru lub innego niebezpieczeństwa.

The volume of the evacuation alarm should be adjusted to the acoustic background in surrounding rooms. The evacuation alarm used in residential buildings or in living quarters in which there are sleeping people should be set so that the sound level at the head of the sleeping person is at least 75 dB(A). The sound level in other rooms should not be lower than 65 dB(A) in places where the users of the building are present more often than occasionally. The sound level should be at least 10 dB(A) above the normal acoustic background level and should not be less than 115 dB(A) at a distance of one meter from the alarm device.

An evacuation alarm with spoken messages can be verified in accordance with SS-EN 54-16 and SS-EN 54-24. It is recommended to verify the speech intelligibility in accordance with SS-EN 60268-16 standard. In case of voice messages, the STI speech transmission index shall be at least 0.55. The sound pressure level should be at least 70 dB, but at least 15 dB above the acoustic background level. Evacuation voice messages should be preceded by a clear acoustic signal and should be adapted to the conditions in a given room and the associated occupancy. The voice message should contain precise information about the situation and be repeated until the alarm is reset.

The message can be formed as follows:

1. Signal 1 (immediate threat) according to SIS-TR 47 [14] for 5 seconds.
2. “Attention! There is a fire in the building. We must ask everyone to leave the premises immediately via the nearest exit. Follow the instructions of the staff. Go outside and do not block the exits”.
3. Signal 1 (immediate threat) according to SIS-TR 47 for 5 seconds.
4. “Important message. There is a fire in the building. Please leave the building via the nearest exit. Follow the instructions given by the management and step outside. Do not block the exits”.
5. The message is repeated from point 1.

Document SIS-TR 47: 2015 is a Swedish technical report. Its purpose is to provide guidance on the use of appropriate signals for fire and evacuation alarms. The technical report is not a Swedish standard and is not binding – it is often prepared in addition to a standard and is indicative and informative.

As illustrated in Figure 1 according to point 3 of the quoted report SIS-TR 47:2015, in order to draw attention to the message about voice evacuation, the nature of the sound is recommended – Signal 1 (immediate threat). Fast pulsating sound without the requirement for marked pauses (3–4 Hz). Recommended frequency in the range of 300–800 Hz.

Słyszalność alarmu akustycznego powinna być taka, aby sygnały lub komunikaty mogły być zrozumiałe w częściach budynku objętych alarmem. Funkcje zapewniane przez instalację systemu powinny być utrzymane po zaniku zasilania i zabezpieczone przed przerwami w dostawie prądu spowodowanymi pożarem w pomieszczeniach nieobjętych automatycznym alarmem pożarowym.

Poziom głośności alarmu ewakuacyjnego należy dostosować do poziomu tła akustycznego w sąsiednich pomieszczeniach. Alarm ewakuacyjny stosowany w budynkach mieszkalnych lub w pomieszczeniach, w których mogą przebywać osoby śpiące powinien być ustawiony tak, aby zapewnić poziom dźwięku w miejscu głowy osoby śpiącej na poziomie co najmniej 75 dB(A). Poziom dźwięku w innych pomieszczeniach nie powinien być niższy niż 65 dB(A) w miejscach, w których przebywają użytkownicy obiektu częściej niż sporadycznie. Poziom dźwięku powinien być co najmniej 10 dB(A) powyżej normalnego poziomu tła akustycznego pochodzącego z otoczenia i nie powinien być niższy niż 115 dB(A) w odległości jednego metra od urządzenia alarmowego.

Alarm ewakuacyjny z komunikatami słownymi można zweryfikować zgodnie z normami SS-EN 54-16 i SS-EN 54-24. Wskazana jest weryfikacja zrozumiałości mowy zgodnie z normą SS-EN 60268-16. W przypadku komunikatów głosowych należy uzyskać wskaźnik transmisji mowy STI na poziomie co najmniej 0,55. Poziom ciśnienia akustycznego powinien wynosić co najmniej 70 dB, aczkolwiek co najmniej 15 dB powyżej poziomu tła akustycznego. Komunikaty głosowe ewakuacyjne powinny być poprzedzone wyraźnym sygnałem akustycznym oraz być dostosowane do warunków panujących w danym pomieszczeniu i związanego z nim obłożenia. Komunikat głosowy powinien zawierać dokładne informacje na temat sytuacji i być powtarzany aż do zresetowania alarmu.

Komunikat może być sformułowany w następujący sposób:

1. Sygnał 1 (bezpośrednie zagrożenie), zgodnie z SIS-TR 47 [14], przez 5 sekund.
2. "Uwaga! W budynku doszło do pożaru. Musimy poprosić wszystkich o natychmiastowe opuszczenie obiektu przez najbliższe wyjście. Postępuj zgodnie z instrukcjami personelu. Wyjdź na zewnątrz i nie blokuj wyjść".
3. Sygnał 1 (bezpośrednie zagrożenie), zgodnie z SIS-TR 47, przez 5 sekund.
4. "Ważny komunikat. W budynku panuje sytuacja pożarowa. Proszę opuścić budynek przez najbliższe wyjście. Postępuj zgodnie z instrukcjami przekazanymi przez kierownictwo i wyjdź na zewnątrz. Nie blokować wyjść".
5. Komunikat jest powtarzany od punktu 1.

Dokument SIS-TR 47:2015 jest szwedzkim raportem technicznym. Ma na celu dostarczenie wskazówek do stosowania odpowiednich sygnałów dla alarmów pożarowych i ewakuacyjnych. Raport techniczny nie jest szwedzkim standardem i nie jest wiążący – przygotowuje się go często jako uzupełnienie normy i ma charakter orientacyjny, informacyjny.

Jak przedstawiono na rycinie 1 zgodnie z punktem 3 przywołanego raportu SIS-TR 47:2015 w celu zwrócenia uwagi przed komunikatem o ewakuacji głosowej zalecany jest charakter dźwięku – Sygnał 1 (bezpośrednie zagrożenie). Szybki pulsujący dźwięk bez wymogu oznaczonych przerw (3–4 Hz). Zalecana częstotliwość w zakresie 300–800 Hz.

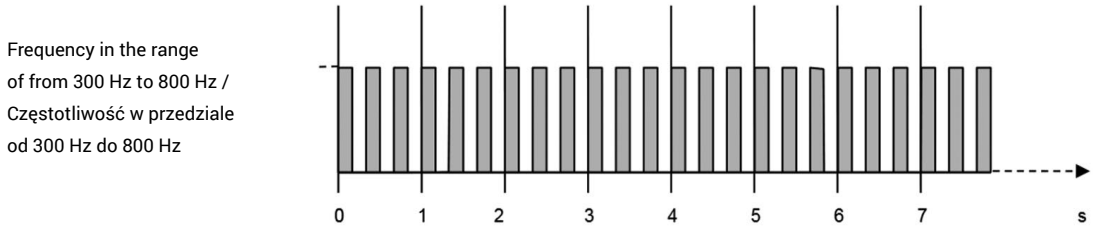


Figure 1. Sound pattern to draw attention before the voice message
Rycina 1. Wzór dźwięku zwrócenia uwagi przed komunikatem głosowym
Source: Own elaboration based on SIS-TR 47:2015.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie SIS-TR 47:2015.

Norway

Building regulations of the Kingdom of Norway are described in the act on planning and construction (nor. Plan-og bygningsloven) of 27 June 2008, No. 71. It is supplemented by the regulations on technical requirements for construction works (nor. Byggteknisk forskrift – TEK17) [15].

The act mentioned above defines the objectives of spatial development, which should be indicated for the entire planned area. The objectives of spatial development can be divided into partial ones and combine them with each other and with zones requiring special attention. To the extent necessary, the Act designates the following areas:

1. Buildings and installations, including: residential areas, holiday homes, city center functions, shopping malls, shops, buildings for public or private services, recreation and tourism facilities, resource extraction, commercial buildings, sports facilities, outdoor public spaces, cemeteries, other types of installations.
2. Transport and communication installations and technical infrastructure, including: areas for roads, railways, airports, ports, major bicycle networks, public transport networks, public transport nodes, parking spaces, excavation routes for technical infrastructure.
3. Green areas, including: nature areas, green corridors, outdoor recreation areas and parks.
4. Norwegian Armed Forces, including: areas for different types of military use.
5. Objectives related to agriculture, nature and outdoor recreation and reindeer breeding, collectively or separately, including: areas for agriculture, forestry, reindeer breeding, nature protection, soil protection, cultural landscape, protection of cultural environments or cultural monuments, recreational areas in open air, summer dairy areas and areas where the zoning element of the urban zoning plan allows it, scattered apartments, holiday homes and commercial activities.
6. Using and protecting marine and river systems and associated coastal zones, including: traffic areas, shipping lanes, fisheries, aquaculture, drinking water, natural and recreational areas.

Norwegia

Przepisy budowlane Norwegii opisane są w ustawie o planowaniu i budownictwie (norw. Plan-og bygningsloven) z dnia 27 czerwca 2008 r. Nr 71. Uzupełniają ją przepisy w zakresie wymagań technicznych dla robót budowlanych (norw. Byggteknisk forskrift – TEK17) [15].

Wyżej wymieniona ustawa określa cele zagospodarowania przestrzennego, które powinny być wskazane dla całego planowanego obszaru. Cele zagospodarowania przestrzennego można podzielić na cząstkowe i połączyć je ze sobą oraz ze strefami wymagającymi szczególnej uwagi. W zakresie niezbędnym ustawa wyznacza następujące obszary:

1. Budynki i instalacje, w tym: obszary mieszkalne, domy wakacyjne, funkcje centrum miasta, centra handlowe, sklepy, budynki dla usług publicznych lub prywatnych, obiekty rekreacyjne i turystyczne, wydobycie surowców, budynki komercyjne, obiekty sportowe, zewnętrzne przestrzenie publiczne, cmentarze, inne rodzaje instalacji.
2. Instalacje transportowe i komunikacyjne oraz infrastruktura techniczna, w tym: obszary dla dróg, linii kolejowych, lotnisk, portów, głównych sieci rowerowych, sieci transportu publicznego, węzłów transportu publicznego, miejsc parkingowych, tras wykopów dla infrastruktury technicznej.
3. Zielone struktury, w tym: obszary przyrodnicze, zielone korytarze, tereny rekreacyjne na wolnym powietrzu i parki.
4. Norweskie siły zbrojne, w tym: obszary dla różnych rodzajów celów wojskowych.
5. Cele związane z rolnictwem, przyrodą i rekreacją na świeżym powietrzu oraz hodowla reniferów, zbiorowo lub oddzielnie, w tym: obszary dla rolnictwa, leśnictwa, hodowli reniferów, ochrony przyrody, ochrony gleby, krajobrazu kulturowego, ochrony środowisk kulturowych lub zabytków kultury, terenów rekreacyjnych na wolnym powietrzu, letnich obszarów mleczarskich i obszarów, gdzie pozwala na to element zagospodarowania przestrzennego miejskiego planu zagospodarowania przestrzennego, rozproszone mieszkania, domy wakacyjne i działalność handlowa.
6. Wykorzystanie i ochrona systemów morskich i rzecznych wraz z powiązanymi strefami brzegowymi, w tym: obszary ruchu, szlaki żeglugowe, rybołówstwo, akwakultura, woda pitna, tereny przyrodnicze i rekreacyjne.

Thus, at the level of the Act, a clear division into buildings/areas covered by the Act was provided for, but no requirements for their protection in terms of fire hazards were specified.

Another documents related to the broadly understood safety of construction buildings are the regulations on technical requirements for construction works – TEK17. The regulations were developed and issued by the Ministry of Local Government and Modernization on 19 June 2017, based on the act on planning and construction.

In section 11–10 "Technical installations" two design and installation requirements are described. According to this provision:

1. Technical installations should be designed and installed in a way that will not significantly increase the risk of a fire or the spread of a fire and smoke.
2. Installations intended to perform functions during a fire should be designed and constructed to ensure that these functions are maintained for the necessary period of time, also taking into account the supply of water, electricity or signals needed to maintain the functions of the installation.

Document NS 3961:2016 [16] is a Norwegian standard issued by Standards Norway, a private and independent organization, one of three standardization organizations in Norway. NS 3961 is a code of conduct related to the design, installation, commissioning and operation (maintenance) of voice alarm systems. This standard specifies requirements and guidelines for the design, installation, commissioning, operation and maintenance of voice alarm systems used as an alarm means for fire alarms. It can also be used in alarm systems with loudspeakers that are not connected to fire alarm systems. NS 3961 is a supplement to NS 3960 2019 [17] and should be considered in conjunction with its regulations on voice alarms.

The standard is the only one of the analyzed documents that contains the symbols presented in the table below.

Na poziomie ustawy zapisano więc wyraźny podział na obiekty objęte ustawą, natomiast nie określono wymagań w zakresie wymaganej ochrony obiektów związanej z zagrożeniami pożarowymi.

Kolejnymi dokumentami związanymi z szeroko pojętym bezpieczeństwem obiektów budowlanych są wymienione we wstępie tego podrozdziału przepisy w zakresie wymagań technicznych dla robót budowlanych – TEK17. Regulacje zostały opracowane i wydane przez Ministerstwo Samorządu Terytorialnego i Modernizacji w dniu 19 czerwca 2017 r. na podstawie ustawy o planowaniu i budownictwie.

W sekcji 11–10 „Instalacje techniczne" opisano dwa wymagania w zakresie projektowania i instalowania. Według tego przepisu:

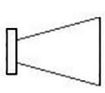
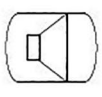
1. Instalacje techniczne powinny być zaprojektowane i zainstalowane w sposób, który nie zwiększy znacząco ryzyka wystąpienia pożaru lub rozprzestrzeniania się ognia i dymu.
2. Instalacje przeznaczone do wykonywania funkcji podczas pożaru powinny być zaprojektowane i skonstruowane tak, aby zapewnić utrzymanie tych funkcji przez niezbędny okres czasu, uwzględniając także dostawę wody, energii elektrycznej lub sygnałów potrzebnych do utrzymania funkcji instalacji.

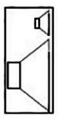
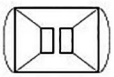
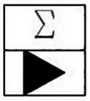
Dokument NS 3961:2016 [16] to norweska norma wydana przez Standards Norway – prywatną i niezależną organizację, jedną z trzech organizacji normalizacyjnych w Norwegii. NS 3961 w swojej treści jest kodeksem postępowania związanego z projektowaniem, instalowaniem, odbiorem oraz eksploatacją (konserwacją) dźwiękowych systemów ostrzegawczych.

Norma ta określa wymagania i wytyczne dotyczące projektowania, instalacji, uruchamiania, obsługi i konserwacji dźwiękowych systemów ostrzegawczych używanych jako środki alarmowe do alarmów pożarowych. Może być również stosowana w systemach alarmowych z głośnikami, które nie są podłączone do systemów sygnalizacji pożarowej. NS 3961 stanowi uzupełnienie normy NS 3960:2019 [17] i powinna być rozpatrywana w połączeniu z jej przepisami dotyczącymi ostrzegania głosowego.

Norma jako jedyna z analizowanych dokumentów zawiera w swojej treści symbole, które przedstawiono w poniższej tabeli.

Table 1. Symbols used in NS 3961:2016
Tabela 1. Symbole stosowane w normie NS 3961:2016

Symbol / Symbol	Name / Nazwa		Symbol / Symbol	Name / Nazwa
	Horn speaker / Głośnik typu „horn"			Undefined loudspeaker / Głośnik niezidentyfikowany
	Recesed loudspeaker / Głośnik wpuszczany			Projector loudspeaker / Głośnik typu „projektor"

Symbol / Symbol	Name / Nazwa		Symbol / Symbol	Name / Nazwa
	Loudspeaker for surface instalation / Głośnik do instalacji natynkowej			Two-channel loudspeaker / Głośnik dwudrożny
	Two-way loudspeaker / Głośnik dwukierunkowy			Example of drawing text / Przykład rysowania tekstu
	Microphone / Mikrofon			Voice alarm control and indicating equipment / Centrala DSO
	End of line device / Urządzenie końca linii			Insulator / Izolator
	Alarm microphone / Mikrofon alarmowy			

Source: Own elaboration based on NS 3961:2016.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie NS 3961:2016.

The Netherlands

The fire protection regulations of the Netherlands, established in building regulations (dut. Bouwbesluit), apply to construction, use and demolition during construction works. The document also indicates the facilities where the voice alarm system should be used. These include [19]:

- buildings with a height of at least four storeys,
- buildings over 20 m high,
- buildings with an area greater than 10000 m^2,
- buildings with more than one room in which more than 1000 people can stay at the same time,
- buildings where more than 2,000 people can stay in one room at the same time.

For the design, installation, use and maintenance of voice alarm systems in the Netherlands, it is obligatory to comply with the provisions of NEN 2575 standard series [20]. Voice alarm systems should meet the requirements of NEN 2575-2 [21] Loud alarm – type A evacuation alarm system. According to the cited standard, installations are checked, among others, in terms of:

- performance requirements,
- connections to the fire panel,
- energy sources,
- transmission path,
- required CE certificates.

Holandia

Przepisy ochrony przeciwpożarowej Holandii, ustanowione w przepisach budowlanych (hol. Bouwbesluit), odnoszą się do budowy, użytkowania i rozbiórki podczas robót budowlanych. W dokumencie wskazano również obiekty, w których należy stosować dźwiękowy system ostrzegawczy. Do tych obiektów zaliczono [19]:

- budynki o wysokości co najmniej czterech kondygnacji,
- budynki o wysokości powyżej 20 m,
- budynki o powierzchni większej niż 10000 m^2,
- budynki mające więcej niż jedno pomieszczenie, w których jednocześnie może przebywać więcej niż 1000 ludzi,
- budynki, w których w jednym pomieszczeniu może przebywać jednocześnie ponad 2000 ludzi.

W zakresie projektowania, instalowania, użytkowania i konserwacji dźwiękowych systemów ostrzegawczych na terytorium Holandii obowiązkowe jest stosowanie wymagań zapisów norm serii NEN 2575 [20]. Dźwiękowe systemy ostrzegawcze powinny spełniać wymagania normy NEN 2575-2 [21] Głośny alarm – system alarmowy ewakuacji typu A. Zgodnie z przywołaną normą instalacje sprawdzane są, m.in. pod kątem:

- wymagań dotyczących wydajności,
- połączenia z panelem przeciwpożarowym,
- źródła energii,
- toru transmisji,
- wymaganych certyfikatów CE.

The sound level of the voice signals must be at least 65 dB (A) in normal living quarters and at least 75 dB (A) in bedrooms.

In both situations, the difference in noise level must be at least 6 dB. Additionally, the system should include an emergency microphone, located in accordance with the applicable guidelines. Measurements of the effectiveness of the voice alarm system (speech intelligibility measurements) should be carried out by accredited bodies in this regard.

Germany

Public and private law apply to voice alarm systems in Germany. The former regulate the requirements in the area of planning and design as well as construction, installation and acceptance of construction buildings. According to the requirements of public construction law, the following must be equipped with a voice alarm system (the list of the facilities may slightly differ depending on the state) [21]:

- commercial buildings with an area of over 2,000 m,
- public utility buildings where more than 200 people can stay at the same time,
- performance or sports halls where more than 1000 people may be present at the same time,
- stadiums where more than 5000 people can stay at the same time,
- hospitals,
- hotels,
- garages (medium and large),
- high schools.

From the point of view of designers and installers of alarm systems, the requirements for construction works may arise from the fire protection concept, the requirements in the building permit or the opinion of an appraiser for fire protection (in some federal states).

For instance an alarm system may also be required by insurance companies for facility insurance conditions, trade regulators, an employers' liability insurance association, and an act on hazardous incidents in accordance with the federal act on the protection against emissions or operating specifications.

The voice alarm system can protect the entire facility (category I system) or only parts of it (category II system). The VDE-0833-4 [22] standard which defines the principles of design, installation and maintenance of the system is used to design a voice alarm system. In addition, the DIN 14664 [23] standard specifies the requirements (regarding its dimensions, color, type of microphone, buttons) for a firefighter's microphone installed in a building. The vast majority of the standards mentioned above contain the same requirements as the PD CEN/TS 54-32 [7] specification and CNBOP-PIB/SITP guidelines [14].

Poziom dźwięku sygnałów dźwiękowych musi wynosić co najmniej 65 dB(A) w normalnych pomieszczeniach mieszkalnych i co najmniej 75 dB(A) w sypialniach.

W obu sytuacjach różnica poziomu hałasu musi wynosić co najmniej 6 dB. Dodatkowo, w skład systemu powinien obowiązkowo wchodzić mikrofon alarmowy, zlokalizowany zgodnie z obowiązującymi wytycznymi. Pomiary skuteczności działania dźwiękowego systemu ostrzegawczego (pomiary zrozumiałości mowy) powinny być przeprowadzone przez jednostki akredytowane w tym zakresie.

Niemcy

W zakresie dźwiękowych systemów ostrzegawczych na terenie Niemiec zastosowanie znajdują przepisy prawa publicznego i prywatnego. Pierwsze regulują wymagania zarówno w obszarze planowania i projektowania, jak również budowy, instalowania oraz odbiorów obiektów budowlanych. Zgodnie z wymaganiami publicznego prawa budowlanego w dźwiękowy system ostrzegawczy muszą być wyposażone (lista obiektów może w nieznacznym stopniu różnić się w zależności od kraju związkowego) [21]:

- budynki handlowe o powierzchni powyżej 2000 m,
- budynki użyteczności publicznej, w których może przebywać więcej niż 200 ludzi jednocześnie,
- sale widowiskowe lub sportowe, w których może przebywać więcej niż 1000 ludzi jednocześnie,
- stadiony, w których może przebywać więcej niż 5000 ludzi jednocześnie,
- szpitale,
- hotele,
- garaże (średnie i duże),
- szkoły średnie.

Z punktu widzenia projektantów i instalatorów systemów alarmowych wymagania dla obiektów budowlanych mogą wynikać z koncepcji ochrony przeciwpożarowej, wymagań w pozwoleniu na budowę lub opinii eksperta ds. ochrony przeciwpożarowej (w niektórych krajach związkowych).

System alarmowy może być również wymagany na przykład przez towarzystwa ubezpieczeniowe w zakresie warunków ubezpieczenia obiektu, organy nadzoru handlu, zrzeszenie ubezpieczające od odpowiedzialności pracodawców, a także zgodnie z rozporządzeniem w sprawie niebezpiecznych incydentów na podstawie federalnej ustawy o ochronie przed emisjami lub specyfikacjami operacyjnymi.

Dźwiękowy system ostrzegawczy może zapewnić ochronę całego obiektu (system kategorii I) lub tylko jego części (system kategorii II). Do projektowania dźwiękowego systemu ostrzegawczego wykorzystywana jest norma VDE-0833-4 [22] określająca zasady projektowania, instalowania i konserwacji systemu. Dodatkowo, w normie DIN 14664 [23] określono wymagania dla mikrofonu strażaka instalowanego w obiekcie. Wskazane wyżej standardy w zdecydowanej większości zawierają takie same wymagania (dot. wymiarów, koloru, rodzaju mikrofonu, przycisków) jak specyfikacja PD CEN/TS 54-32 [7] i wytyczne CNBOP-PIB/SITP [14].

Summary

The analysis of the normative and legal documents used in the design and installation of voice alarm systems in selected European countries presented in the article allows for the following conclusions:

1. The technical specification PD CEN/TS 54-32 does not cover all issues related to the design and installation of voice alarm systems. Moreover, the specification is only available in English, which may significantly limit access to the guidelines for designing and installing voice alarm systems.
2. It seems reasonable to introduce into Polish regulations provisions aimed at allowing the use of emergency voice communication systems in fire protection of facilities. Based on the available codes of practice, it is possible to develop new technical and operational requirements that increase safety in a construction building.
3. If emergency voice communication systems are included in Polish legislation, it is necessary to provide appropriate training not only for firefighters of the State Fire Service, but also for other emergency services that can operate in the facility independently of the State Fire Service (e.g. medical service, police). Applying these systems may be of particular importance in situations where traditional communication with the use of the radiotelephones is difficult or even impossible.
4. The authors recommend introducing to Polish provisions regulations aimed at specifying the obligation to provide messages also in languages other than Polish. For this purpose, it is necessary to specify a group of facilities where such information about the risk would be obligatory (e.g. hotels, shopping centers, cinemas, museums).
5. One so-called attention signal should be foreseen so that in the event of a fire threat – regardless of where it occurs – it is the same. In doing so, the experience of Sweden and of the document SIS-TR 47:2015 "Acoustic and optical signal characters for fire and evacuation alarm" can be used.
6. Pursuant to the regulations in force in Poland, the use of an emergency microphone (fireman's microphone) in the voice alarm system is mandatory in all installed systems. In most of the analyzed countries, an emergency microphone is also used, while additionally in Germany, a standard containing requirements for the appearance of the microphone is commonly used.
7. The national legal regulations of Poland, the Netherlands and Germany indicate a list of facilities where, due to their intended use, the application of a voice alarm system is mandatory. On the other hand, in England or Sweden, the regulations do not directly require the use of the systems, but their use may be necessary to meet the requirements of ensuring safe evacuation conditions.
8. For Poland and Sweden, guidelines specifying exemplary content of emergency messages have been identified.
9. In the analyzed countries (except for Norway, for which

Podsumowanie

Przedstawiona w artykule analiza dokumentów normatywnych i prawnych stosowanych do projektowania i instalowania dźwiękowych systemów ostrzegawczych w wybranych krajach Europy pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Specyfikacja techniczna PD CEN/TS 54-32 nie wyczerpuje wszystkich zagadnień związanych z projektowaniem i instalowaniem dźwiękowych systemów ostrzegawczych. Ponadto specyfikacja jest dostępna tylko w języku angielskim, co w znaczący sposób może ograniczać dostęp do wytycznych projektowania i instalowania dźwiękowych systemów ostrzegawczych.
2. Zasadne wydaje się wprowadzenie do polskich przepisów regulacji mających na celu dopuszczenie do stosowania w ochronie przeciwpożarowej obiektów systemów awaryjnej łączności głosowej. Na podstawie dostępnych kodeksów postępowania (ang. *code of practice*) możliwe jest opracowanie nowych wymagań techniczno-użytkowych podnoszących bezpieczeństwo w obiekcie budowlanym.
3. W przypadku włączenia do polskich przepisów prawa systemów awaryjnej łączności głosowej należy przewidzieć konieczność przeprowadzenia odpowiednich szkoleń nie tylko dla strażaków Państwowej Straży Pożarnej, ale również dla innych służb ratowniczych mogących prowadzić działania w obiekcie niezależnie od PSP (np. dla służby medycznej, policji). Zastosowanie tych systemów może mieć szczególne znaczenie w sytuacjach, w których tradycyjna łączność z wykorzystaniem radiotelefonów jest utrudniona lub wręcz niemożliwa.
4. Autorzy zalecają wprowadzenie do polskich przepisów regulacji mających na celu sprecyzowanie obowiązku podawania komunikatów również w językach innych niż polski. Do tego celu konieczne jest określenie grupy obiektów, w których takie przekazywanie informacji o zagrożeniu byłoby obowiązkowe (np. hotele, centra handlowe, kina, muzea).
5. Należy przewidzieć jeden tzw. sygnał zwrócenia uwagi tak, aby w przypadku zagrożenia pożarowego – niezależnie od miejsca jego wystąpienia – był on taki sam. Można przy tym wykorzystać doświadczenia Szwecji i obowiązujący tam dokument SIS-TR 47:2015 „Dźwiękowy sygnał uwagi dla alarmu głosowego".
6. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami stosowanie mikrofonu alarmowego (mikrofonu strażaka) w dźwiękowym systemie ostrzegawczym jest obowiązkowe we wszystkich zainstalowanych systemach. W większości analizowanych krajów mikrofon alarmowy również jest używany, natomiast dodatkowo w Niemczech powszechnie stosowana jest norma zawierająca wymagania dla wyglądu mikrofonu.
7. Krajowe regulacje prawne Polski, Holandii i Niemiec wskazują listę obiektów, w których ze względu na przeznaczenie obowiązkowe jest stosowanie dźwiękowego systemu ostrzegawczego. Z kolei na terytorium Anglii czy Szwecji przepisy nie wymagają wprost stosowania systemów, ale ich wykorzystanie może być niezbędne do spełnienia

such a requirement has not been identified in the applicable regulations), criteria for measuring the intelligibility of alarm messages were defined.

10. In the Netherlands, England and Germany, periodic testing of the secondary functions of voice alarm systems (non-alarm related functions) is mandatory.
11. It is also worth emphasizing that the developed CNBOP-PIB/SITP guidelines [14] contain information that is not included in the analyzed documents from other European countries. They concern, among others, sound simulations and practical tips for applying the guidelines in real facilities and rooms (e.g. classrooms, large sales halls, cinema halls, theater halls, shopping malls, stadiums and auditoriums).

Conclusions

The presented analysis of the requirements for the use of voice alarm systems in Poland, Great Britain, Sweden, Norway, Germany and the Netherlands shows how different the approach is to using this type of systems. Depending on individual experiences and the administrative structure of a given country, a variety of legal and normative provisions regarding the use of VAS can be seen (these are not always normative documents issued by state standardization institutions). Unfortunately, one can get the impression that voice alarm systems are still not as popular as fire alarm systems. Of course, this has its justification resulting from practice. Much more often – for security reasons – it is necessary to use detection systems than voice alarm systems. Moreover, in practice, VAS cannot exist without a fire alarm system, while the latter can exist independently and perform its functions at a satisfactory level. Defining the essential requirements for facilities where the use of voice alarm systems should be obligatory and the requirements for the determination of the required sound level and speech intelligibility constitute the basis for the consistent development of this type of fire protection. These requirements should be reflected either in the legislative system or in normative acts dedicated to voice alarm systems. In Poland, the list of facilities subject to VAS obligation is strictly defined, which in our opinion is a very good solution that deserves to be distinguished on a European scale. It is important that there are requirements (e.g. in the form of standards or guidelines) for the design, installation, use and maintenance of voice alarm systems, so that – based on them – people involved in the investment process and/or subsequent operation of the system could make optimal use of its functionality.

wymagań zapewnienia bezpiecznych warunków ewakuacji.

8. Dla Polski i Szwecji zidentyfikowano wytyczne określające przykładowe treści komunikatów alarmowych.
9. W analizowanych krajach (oprócz Norwegii, dla której nie zidentyfikowano takiego wymagania w obowiązujących regulacjach) określono kryteria do pomiarów zrozumiałości komunikatów alarmowych.
10. W Holandii, Anglii i Niemczech obowiązkowo przeprowadzane są czynności związane z okresowym testowaniem funkcji pobocznych dźwiękowych systemów ostrzegawczych (funkcji nie związanych z alarmowaniem).
11. Warte podkreślenia jest również to, że opracowane wytyczne CNBOP-PIB/SITP [14] zawierają informacje, które nie są poruszane w analizowanych dokumentach z innych krajów europejskich. Dotyczą one m.in. symulacji akustycznych oraz praktycznych wskazówek zastosowania wytycznych w rzeczywistych obiektach i pomieszczeniach (m.in.: salach lekcyjnych, dużych salach sprzedaży, salach kinowych, salach teatralnych, centrach handlowych, stadionach czy halach widowiskowych).

Wnioski

Przedstawiona analiza wymagań w zakresie wykorzystania dźwiękowych systemów ostrzegawczych w Polsce, Wielkiej Brytanii, Szwecji, Norwegii, Niemczech i Holandii pokazuje, jak różne jest podejście do stosowania tego typu systemów. W zależności od indywidualnych doświadczeń oraz struktury administracyjnej danego kraju można dostrzec różnorodność przepisów prawnych i normatywnych w zakresie stosowania DSO (nie zawsze są to dokumenty normatywne wydane przez państwowe instytucje normalizacyjne). Niestety można odnieść wrażenie, że dźwiękowe systemy ostrzegawcze wciąż nie cieszą się taką popularnością, jak systemy sygnalizacji pożarowej. Oczywiście ma to swoje uzasadnienie wynikające z praktyki. O wiele częściej – ze względów bezpieczeństwa – konieczne jest zastosowanie systemów detekcji niż systemów DSO. Co więcej, w praktyce system DSO nie może istnieć bez systemu sygnalizacji pożarowej, podczas gdy ten drugi może istnieć samodzielnie i realizować swoje funkcje na zadowalającym poziomie. Określenie zasadniczych wymagań w odniesieniu do obiektów, w których stosowanie dźwiękowych systemów ostrzegawczych powinno być obligatoryjne oraz wymagań w zakresie określenia wymaganego poziomu dźwięku i zrozumiałości mowy stanowi podstawę do konsekwentnego rozwoju tego typu zabezpieczeń przeciwpożarowych. Wymagania te powinny znaleźć odzwierciedlenie albo w przepisach prawa, albo w aktach normatywnych dedykowanych dźwiękowym systemom ostrzegawczym. W Polsce lista obiektów objętych obowiązkiem stosowania DSO jest ściśle określona, co w naszej ocenie jest bardzo dobrym rozwiązaniem zasługującym na wyróżnienie w skali europejskiej. Ważne jest, żeby (np. w formie norm lub wytycznych) istniały wymagania w zakresie projektowania, instalowania, użytkowania i konserwacji systemów DSO, tak aby – opierając się na nich – osoby biorące udział w procesie inwestycyjnym i/lub późniejszej eksploatacji systemu mogły optymalnie korzystać z jego funkcjonalności.

Literature / Literatura

[1] Rozporządzenie MSWiA z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. Nr 109, poz. 719 z póź. zm.).

[2] Rozporządzenie MSWiA z dnia 22 kwietnia 1998 r. w sprawie wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej, które mogą być wprowadzane do obrotu i stosowane wyłącznie na podstawie certyfikatu zgodności (Dz. U. z 1998 r. Nr 55, poz. 362).

[3] Rozporządzenie MSWiA z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2003 Nr 121, poz. 1138).

[4] PN-EN 60849:2001 Dźwiękowe systemy ostrzegawcze.

[5] PN-EN 50849:2017-04 Systemy elektroakustyczne dla sytuacji awaryjnych.

[6] Popielarczyk T., Śliwiński R., Garlińska U., Stępień P., Gancarczyk P., Sowa T., Adamczyk J., Adamczyk B., Małolepszy R., Pacuk J., Młudzik K., Stencel M., Skiepko E., *Wytyczne projektowania, instalowania, uruchamiania, obsługi i konserwacji DSO*, SITP WP-04:2020 CNBOP-PIB W-0004:2020, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2021, https://doi.org/10.17381/2021.2.

[7] PD CEN/TS 54-32:2015: Fire detection and fire alarm systems – Part 32: Planning, design, installation, commissioning, use and maintenance of voice alarm systems.

[8] The Building Regulations 2010, wydanie scalone (The Marged Approved Documents), lipiec 2020, https://www.gov.uk/guidance/building-regulations-and-approved-documents-index#approved-documents [dostęp: 20.05.2021].

[9] BS 5839-9:2013 Fire detection and fire alarm systems for buildings. Code of practice for the design, installation, commissioning and maintenance of emergency voice communication systems.

[10] BS 9999:2017 Fire safety in the design, management and use of buildings. Code of practice.

[11] https://iscve.org.uk/wp-content/uploads/ISCVE-Manifesto-for-UK-Voice-Alarm-Standards-Online-Version.pdf [dostęp: 24.05.2021].

[12] BFS 2011:6 Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR z poprawkami do BFS 2020:4 https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf [dostęp: 20.05.2020].

[13] PN-EN 60268-16:2011 Urządzenia systemów elektroakustycznych – Część 16: Obiektywna ocena zrozumiałości mowy za pomocą wskaźnika transmisji mowy.

[14] SIS-TR 47:2015 Acoustic and optical signal characters for fire and evacuation alarm.

[15] Byggteknisk forskrift – TEK17 Regulations on technical requirements for construction works, https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-1/ [dostęp: 20.05.2021].

[16] NS 3961:2016 Voice alarm systems – Design, installation, commissioning, operation and maintenance.

[17] NS 3960:2019 Fire detection and fire alarm systems – Design, installation, operation and maintenance.

[18] Bouwbesluit 2012, holenderska ustawa budowlana, 12.05.2015., 12 listopada 2015 r.

[19] Popielarczyk T., *Ewakuacja ludzi z wykorzystaniem dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2018, https://doi.org/10.17381/2018.2.

[20] NEN 2575 Fire safety of buildings – Evacuation alarm installations – System and quality requirements and guidelines for locating of alarm devices.

[21] NEN 2575-2 Fire safety of buildings – Evacuation alarm installations – System and quality requirements and guidelines for locating of alarm devices. Part 2: Loud alarm evacuation alarm installation type A.

[22] DIN VDE 0833-4:2014-10 Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall – Teil 4: Festlegungen für Anlagen zur Sprachalarmierung im Brandfall.

[23] DIN 14664:2019-09 Feuerwehrwesen – Feuerwehr-Einsprechstelle.

TOMASZ POPIELARCZYK, PH.D. ENG. – a graduate of the Faculty of Fire Safety Engineering of the Main School of Fire Service in Warsaw and the Faculty of Management and Command of the Academy of War Art in Warsaw. He works in the Laboratory of Fire Alarm Systems and Fire Automation Laboratory in Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) in Józefów. The area of research is fire safety of buildings, designing technical fire protection systems and their use during rescue operations.

DR INŻ. TOMASZ POPIELARCZYK – absolwent Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Sztuki Wojennej w Warszawie. Pracuje w Zespole Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie. Obszar prowadzonych badań naukowych to bezpieczeństwo pożarowe obiektów budowlanych, projektowanie technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz ich wykorzystanie podczas działań ratowniczych.

URSZULA GARLIŃSKA, M.SC. ENG. – a graduate of the Faculty of Civil Safety Engineering and the Faculty of Fire Safety Engineering of the Main School of Fire Service in Warsaw and post-graduate student of the Warsaw University of Technology and the University of Information Technology and Management in Rzeszów. Research and technical employee of Fire Alarm Systems and Fire Automation Laboratory in Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) in Józefów.

TOMASZ SOWA, M.SC. ENG. – a graduate of the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw. Research and technical employee of Fire Alarm Systems and Fire Automation Laboratory in Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) in Józefów.

ROBERT ŚLIWIŃSKI, M.SC. ENG. – a graduate of the Faculty of Civil Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw and the SGH Warsaw School of Economics. From the beginning of his professional career, he was associated with Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) in Józefów. As a specialist of the Certification Department, he was the coordinator of a substantive area regarding devices included in the fire alarm systems. From 2019, deputy manager of CNBOP-PIB Technical Assessment Department.

MGR INŻ. URSZULA GARLIŃSKA – absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego i Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz studiów podyplomowych na Politechnice Warszawskiej i Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie. Pracownik badawczo-techniczny w Zespole Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie

MGR INŻ. TOMASZ SOWA – absolwent Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Pracownik badawczo-techniczny w Zespole Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie

MGR INŻ. ROBERT ŚLIWIŃSKI – absolwent Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz Szkoły Głównej Handlowej. Od początku kariery zawodowej związany z Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytutem Badawczym w Józefowie. Jako specjalista Jednostki Certyfikującej pełnił rolę koordynatora obszaru merytorycznego dot. urządzeń wchodzących w skład systemów sygnalizacji pożarowej. Od 2019 roku zastępca kierownika Zakładu Ocen Technicznych CNBOP-PIB.

CNBOP-PIB

NOWOŚĆ WYDAWNICZA CNBOP-PIB!

Ocena ryzyka pożarowego w INSTALACJACH FOTOWOLTAICZNYCH.

Określenie koncepcji bezpieczeństwa w celu minimalizacji ryzyka

Tłumaczenie i redakcja
Jan Kielin

Wyczekiwana od lat pozycja na temat zagrożeń związanych z instalacjami fotowoltaicznymi!

DLA KOGO?

Dla PROJEKTANTÓW, WYKONAWCÓW, INSTALATORÓW, UŻYTKOWNIKÓW, SERWISANTÓW INSTALACJI PV ORAZ STRAŻAKÓW-RATOWNIKÓW

W darmowej e-publikacji m.in.:

- zagrożenia związane z PV (na poszczególnych etapach życia wyrobu)
- metody kontroli jakości i normy odnoszące się do PV
- odbiór techniczny instalacji, eksploatacja
- zagrożenia dla służb ratowniczych w czasie działań ratowniczo-gaśniczych: zachowanie się instalacji podczas pożaru, możliwe scenariusze
- łuk elektryczny: uwarunkowania fizyczne i problematyka DC
- szkody wywołane pożarem instalacji PV
- optymalizacja pod kątem bezpieczeństwa produktu i systemów, środki mające na celu zwiększenie bezpieczeństwa ratowników

Publikacja dostępna jest do bezpłatnego pobrania za pośrednictwem strony internetowej CNBOP-PIB: **https://www.cnbop.pl/pl/wydawnictwa/ksiazki**

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 VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 26–40

Szymon Pergał[a)*]

[a)] *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: spergal@cnbop.pl*

Functional and Performance Characteristics Including Principles of Placing the Elements of Voice Alarm Systems on the Market

Właściwości funkcjonalne i eksploatacyjne oraz zasady wprowadzania do obrotu elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych

ABSTRACT

Aim: The aim of the article was to present voice alarm systems and discuss the legitimacy of their use in fire alarm systems. The article presents the principles of introducing the elements of voice alarm systems to the market and their functional and operational properties. The article was written on the basis of a master's thesis entitled "The analysis of the functional and operational properties of voice alarm systems" submitted at the Faculty of Safety and Civil Protection Engineering of the Main School of Fire Service.
Introduction: Voice alarm system is one of the methods of warning the users of facilities about a threat, but there are many methods of alerting, e.g. sounders or optic signalling devices. Each of the above-mentioned systems has its advantages and disadvantages, so the application of the appropriate system, regardless of whether the regulations impose this obligation on the investor or it will be done on investor's own require deep consideration.
Methods: There are several legal acts in force in Poland that define various aspects of voice alarm systems. Facilities in which the use of voice alarm systems (VAS) is mandatory are listed in the Regulation of the Minister of Interior and Administration of 7 June 2010 on fire protection of buildings, other construction facilities and areas. In turn, the specification of the documents required for individual VAS elements is specified in the Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 establishing harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC and additionally in Poland in the annex to the regulation of the Minister of Interior and Administration of 20 June 2007 on the list of products used to ensure public safety or protection of health and life and property, as well as the rules for issuing admittance for use of these products.
Results: It has been found that many elements of voice alarm systems require careful analysis. Starting with the conformity assessment of the system components through its parameters, such as speech intelligibility, coverage angles or the appropriate sound pressure level. It is also important to select the system for the intended functional use of the rooms and to verify the correct operation of the system after changing the arrangement.
Conclusions: Voice alarm systems are a very good, but relatively expensive system. They allow for a very diverse operation and facilitate appropriate evacuation. However, despite the high costs, it is worth considering their installation due to the invaluable action in terms of ensuring the safety of the users of the facility and the protection of their lives.
Keywords: voice alarm systems, loudspeakers, maintenance, conformity assessment, phased evacuation
Type of article: review article

Received: 13.05.2021; Reviewed: 28.05.2021; Accepted: 01.06.2021;
Author's ORCID ID: S. Pergał – 0000-0002-1636-2693;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 26–40, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.2;
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 artykułu było zaprezentowanie dźwiękowych systemów ostrzegawczych oraz omówienie zasadności ich stosowania w systemach sygnalizacji pożarowej. W artykule przedstawiono zasady wprowadzania do obrotu elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych oraz ich właściwości funkcjonalne i eksploatacyjne. Artykuł został napisany na podstawie pracy magisterskiej pt. „Analiza właściwości funkcjonalnych i eksploatacyjnych dźwiękowych systemów ostrzegawczych" złożonej w Szkole Głównej Służby Pożarniczej na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa i Ochrony Ludności.
Wprowadzenie: Dźwiękowy system ostrzegawczy jest jedną z metod ostrzegania użytkowników obiektów o zagrożeniu, jednak metod alarmowania jest wiele, np. sygnalizatory akustyczne czy sygnalizatory optyczne. Każdy z przytoczonych systemów ma swoje wady i zalety, dlatego należy dobrze przemyśleć zastosowanie odpowiedniego systemu niezależnie od tego, czy przepisy nakładają na inwestora ten obowiązek, czy zrobi to we własnym zakresie.
Metody: W Polsce obowiązuje kilka aktów prawnych określających różne aspekty dotyczące dźwiękowych systemów ostrzegawczych. Obiekty, w których obligatoryjne jest stosowanie dźwiękowych systemów ostrzegawczych (DSO), zostały wymienione w rozporządzeniu Ministra Spraw

Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów. Z kolei określenie dokumentów wymaganych dla poszczególnych elementów DSO precyzuje rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG oraz dodatkowo na terenie Rzeczpospolitej Polskiej w załączniku do rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania.

Wyniki: Stwierdzono, że wiele elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych wymaga dokładnej analizy. Poczynając od oceny zgodności części składowych systemu przez jego parametry, takie jak zrozumiałość mowy, kąty pokrycia czy odpowiedni poziom ciśnienia akustycznego. Ważny jest również dobór systemu do zamierzonego wykorzystania funkcjonalnego pomieszczeń oraz weryfikacja poprawności działania systemu po zmianie aranżacji.

Wnioski: Dźwiękowe systemy ostrzegawcze są bardzo dobrym, jednak stosunkowo drogim systemem. Pozwalają one na bardzo zróżnicowane działanie oraz ułatwiają odpowiednie prowadzenie ewakuacji. Mimo wysokich kosztów warto jednak rozważyć ich instalację z uwagi na nieocenione działanie w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa użytkowników obiektu oraz ochrony ich życia.

Słowa kluczowe: dźwiękowe systemy ostrzegawcze, głośniki, konserwacja, ocena zgodności, ewakuacja stopniowa

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 13.05.2021; Zrecenzowany: 28.05.2021; Zaakceptowany: 01.06.2021;
Identyfikator ORCID autora: S. Pergał – 0000-0002-1636-2693;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 26–40, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.2;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

Fire protection is a concept that nowadays covers a full spectrum of activities aimed at providing appropriate means which allow proper and effective protection of life, health, property and the environment. These activities cover the following areas:

- preventing the emergence and spread of a threat,
- providing the forces and resources necessary to eliminate a threat,
- facilitating an effective rescue and fire fighting operation.

In order to achieve the highest possible effectiveness of implementing the areas mentioned above, care should be taken to both detect the threat as early as possible and effectively inform the users of a building about its occurrence.

Informing the users of a facility about a threat that has occurred may be performed by:

- sound signalling (sounders), optical signalling (optical signalling devices) or as a combination of these two methods (sounders-optical signalling devices),
- alarm messages using voice alarm systems with loudspeakers (VAS). The messages can be predefined in the VAS exchange or transmitted in real time by a trained and authorized operator by the so-called fireman's microphone.

Voice alarm system is a system that allows the broadcast of warning signals and voice messages for the safety of people staying in a facility [1]. VAS is responsible for sending an alarm message throughout the facility or in selected zones. The voice alarm system control panel (VACIE) transmits the message automatically after receiving a signal from the fire alarm system or after manual activation by the operator. Due to the fact that messages with the use of voice alarm system are acoustic, it should be remembered that if the system is to be installed in a facility intended for people with hearing impairments, the alarm system must be supplemented with optical signalling.

Wprowadzenie

Ochrona przeciwpożarowa jest pojęciem, które w obecnych czasach swoim znaczeniem obejmuje pełne spektrum działań, które mają na celu zapewnienie odpowiednich środków pozwalających na właściwą i skuteczną ochronę życia, zdrowia, mienia oraz środowiska. Działania te obejmują następujące obszary:

- zapobieganie powstaniu i rozprzestrzenianiu się zagrożenia,
- zapewnienie sił i środków niezbędnych do likwidacji zagrożenia,
- ułatwienie przeprowadzenia skutecznej akcji ratowniczo-gaśniczej.

W celu uzyskania jak najwyższej skuteczności realizacji powyższych obszarów należy zadbać zarówno o możliwie wczesną detekcję zagrożenia, jak i skuteczne poinformowanie użytkowników obiektu budowlanego o jego wystąpieniu.

Informowanie użytkowników obiektu o zaistniałym zagrożeniu może być realizowane poprzez:

- sygnalizację akustyczną (sygnalizatory akustyczne), optyczną (sygnalizatory optyczne) lub jako połączenie tych dwóch sposobów (sygnalizatory akustyczno-optyczne),
- komunikaty alarmowe przy użyciu dźwiękowych systemów ostrzegawczych z wykorzystaniem głośników (DSO). Komunikaty mogą być predefiniowane w centrali DSO lub nadawane w czasie rzeczywistym przez przeszkolonego i upoważnionego operatora za pomocą tzw. mikrofonu strażaka.

Dźwiękowy system ostrzegawczy jest systemem umożliwiającym rozgłaszanie sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych na potrzeby bezpieczeństwa osób przebywających w obiekcie [1]. DSO ma za zadanie nadać komunikat alarmowy na terenie całego obiektu lub w wybranych strefach. Centrala dźwiękowego systemu ostrzegawczego (CDSO) emituje komunikat w sposób automatyczny po odebraniu sygnału z systemu

In Poland the regulations in force clearly identify building structures in which voice alarm systems should be used. These facilities are listed in §29 of the Regulation of the Minister of Internal Affairs and Administration of 7 June 2010 on fire protection of buildings, other structures and areas (Polish Journal of Laws: Dz. U. Nr 109, poz. 719 as amended). These include:

1. Commercial or exhibition buildings:
   - single-storey, containing a fire zone classified as hazardous to people ZL I with an area above 8,000 m^2,
   - multi-storey, containing a fire zone classified as hazardous to people ZL I with an area above 5,000 m^2.
2. Performance and sports halls with a seating capacity above 1,500.
3. Cinemas and theatres with a seating capacity above 600.
4. Hospitals and sanatoriums with more than 200 beds in the building, excluding intensive care rooms, operating rooms and rooms with patients.
5. High and high-rise public utility buildings.
6. Buildings of collective residence, high and high-rise or with the number of beds over 200.
7. Metro stations and underground railroad stations.
8. Stations and ports where more than 500 people can stay at the same time.

At this point, it is worth mentioning that the regulations also contain information that there is no need to use additional sound alarm methods, if VAS was used. However, it should be noted that if the investor installs VAS in a facility where it is not obligatory, all requirements applicable to such installations in places where they are necessary must be met.

Along with the technological development of our civilization, the risk of a threat to human life and property also increased. Along with the increase in the number of threats and the risk of their occurrence, the methods of alerting have also evolved. However, there is still no ideal alarm solution without its disadvantages. Sounders and optical signalling devices are small and relatively simple devices. They can be a very good choice in case of places with high noise, because with their help it is possible to send an alarm signal with a high sound level or, as in the case of optical signalling devices – flash, which will not be disturbed by noise. The use of these devices has a basic disadvantage – while the signal they emit can be easily perceived or heard, due to the lack of adequate education of people in the area of fire safety, it can be misinterpreted. A very good example proving the above thesis may be the experiment carried out at the turn of the 1980s and 1990s by the Baldwin Boxall company. During this period, a team of scientists was established in London, whose research proved that the biggest problem in the evacuation of people from a facility is the high value of the so-called gather time. This is a term that describes the time it takes people to gather enough reasons to decide to evacuate.

The experiment was planned to be carried out in two rooms located in the basement of a building. These rooms were separated by a Venetian mirror – on one side there was a team of researchers and a camera recording the course of the experiment,

sygnalizacji pożarowej (SSP) lub po manualnym uruchomieniu przez operatora. W związku z tym, że komunikaty z wykorzystaniem DSO są akustyczne, należy pamiętać, że jeżeli system ma zostać zainstalowany w obiekcie przeznaczonym do przebywania osób z upośledzeniami słuchu, to trzeba uzupełnić system alarmowania o sygnalizację optyczną.

Przepisy obowiązujące w Polsce jednoznacznie identyfikują obiekty budowlane, w których należy stosować dźwiękowe systemy ostrzegawcze. Obiekty te zostały wymienione w §29 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719 z późn. zm.). Są to m.in.:

1. Budynki handlowe lub wystawowe:
   - jednokondygnacyjne, zawierające strefę pożarową zakwalifikowaną do kategorii zagrożenia ludzi ZL I o powierzchni powyżej 8000 m^2,
   - wielokondygnacyjne, zawierające strefę pożarową zakwalifikowaną do kategorii zagrożenia ludzi ZL I o powierzchni powyżej 5000 m^2.
2. Sale widowiskowe i sportowe o liczbie miejsc powyżej 1500.
3. Kina i teatry o liczbie miejsc powyżej 600.
4. Szpitale i sanatoria o liczbie łóżek powyżej 200 w budynku, z wyłączeniem pomieszczeń intensywnej opieki medycznej, sal operacyjnych oraz sal z chorymi.
5. Budynki użyteczności publicznej wysokie i wysokościowe.
6. Budynki zamieszkania zbiorowego wysokie i wysokościowe lub o liczbie miejsc noclegowych powyżej 200.
7. Stacje metra i stacje kolei podziemnych.
8. Dworce i porty, w których może przebywać jednocześnie powyżej 500 osób.

W tym miejscu warto nadmienić, że w przepisach zawarta jest również informacja o braku konieczności stosowania dodatkowych akustycznych sposobów alarmowania, jeżeli użyte zostało DSO. Zaznaczyć jednak należy, że w przypadku zainstalowania przez inwestora DSO w obiekcie, w którym nie jest to obligatoryjne, należy spełnić wszystkie wymagania, jakie obowiązują dla instalacji tego typu w miejscach, w których są one niezbędne.

Wraz z rozwojem technologicznym naszej cywilizacji zwiększało się również ryzyko wystąpienia zagrożenia dla życia ludzi i mienia. Wraz ze wzrostem liczby zagrożeń oraz ryzyka ich wystąpienia ewoluowały także sposoby alarmowania. Jednak nadal nie opracowano idealnego rozwiązania w zakresie alarmowania, które byłoby pozbawione wad. Sygnalizatory akustyczne i optyczne są niedużymi i stosunkowo prostymi konstrukcyjnie urządzeniami. Mogą być one bardzo dobrym wyborem w przypadku miejsc, w których panuje wysoki hałas, dlatego że za ich pomocą możliwe jest nadawanie sygnału alarmowego o wysokim poziomie akustycznym lub tak jak w przypadku sygnalizatorów optycznych – błyskowego, w dostrzeżeniu którego nie będzie przeszkadzał hałas. Zastosowanie tych urządzeń ma podstawową wadę – o ile emitowany przez nie sygnał może być bez trudu dostrzeżony lub usłyszany, to z uwagi na brak odpowiedniej edukacji ludzi w obszarze bezpieczeństwa pożarowego, może zostać niewłaściwie zinterpretowany. Bardzo dobrym przykładem udowadniającym powyższą tezę może być eksperyment przeprowadzony na przełomie lat

and on the other, two groups of people (placed independently, one after the other) were located under the pretext of filling in some forms. An alarm bell rang while the first group was filling in the forms. Initially, apart from a slight liveliness of the respondents and a general agitation, no reaction was observed. According to the researchers, the reason for no reaction was the so-called group behaviour, arousing fear in people of making a spontaneous decision to evacuate in the absence of reaction from other people. The woman who was a nurse in the hospital reacted first. The reaction was not immediate – it took almost 3 minutes. Due to the fact that the woman was a hospital employee, it may be suspected that she was familiar with the alerting and evacuation procedures, yet it took her a long time to decide to evacuate. Finally, it turned out that the entire group left the room after 11 minutes, which in the event of a real threat is an unacceptable value [5].

The second group of people was gathered in the same room and under the same pretext, with the difference that a voice message was used to trigger the alarm, saying "Attention, this is an intelligent fire warning system. A fire broke out above you on the ground floor. Evacuate now." As a result of the announcement of this message, the respondents evacuated in 20 seconds, which, compared to the result obtained during the first part of the experiment, is an astonishing result.

Another important event influencing the development of alarm and security methods for buildings was the tragic fire at Kings Cross in 1987. This fire broke out as a result of an abandoned cigarette butt and started with a fire of an escalator, most of which was made of wood. The main problem during the evacuation of passengers there was an inadequate alarm system and the lack of uniform evacuation procedures. After this event, the rules regarding fire safety began to be tightened. A smoking ban was introduced, wooden structural elements of the stairs were removed, and smoke detectors, alarm broadcasting systems and fixed fire fighting devices were installed.

Rules of placing on the market and use of elements of voice alarm systems

The use of voice alarm systems as an element aimed at ensuring the safety of facility users entails the need to check whether the used system components meet certain minimum

80. i 90. XX w. przez firmę Baldwin Boxall. W tym okresie w Londynie powołano zespół naukowców, którego badania udowodniły, że największym problemem w ewakuacji osób z obiektu jest wysoka wartość tzw. czasu gromadzenia się. Jest to termin, który określa czas, jakiego ludzie potrzebują do zebrania wystarczającej liczby powodów do podjęcia decyzji o ewakuacji.

Przeprowadzenie eksperymentu zaplanowano w dwóch pomieszczeniach zlokalizowanych w piwnicy pewnego budynku. Pomieszczenia te zostały przedzielone lustrem weneckim – po jednej stronie znajdował się zespół badaczy oraz kamera rejestrująca przebieg eksperymentu, a po drugiej pod pretekstem wypełnienia formularzy ulokowano dwie grupy ludzi (umieszczone niezależnie, jedna po drugiej). W trakcie badania, podczas gdy osoby z pierwszej grupy wypełniały formularze, rozległ się dźwięk dzwonka alarmowego. Początkowo oprócz lekkiego ożywienia respondentów oraz ogólnego poruszenia nie zaobserwowano żadnej reakcji. Według opinii naukowców powodem braku reakcji było tzw. zachowanie grupowe, wzbudzające w ludziach strach przed podjęciem spontanicznej decyzji o ewakuacji w przypadku braku reakcji innych osób. Pierwsza zareagowała kobieta będąca pielęgniarką w szpitalu. Reakcja nie była natychmiastowa – zajęło to prawie 3 minuty. Z uwagi na fakt, że kobieta ta była pracownikiem szpitala, można podejrzewać, że była ona zapoznana z procedurami alarmowania i ewakuacji, a mimo to podjęcie decyzji o ewakuacji zajęło jej dużo czasu. Finalnie okazało się, że cała grupa opuściła pomieszczenie po upływie 11 minut, co w przypadku wystąpienia prawdziwego zagrożenia jest wartością niedopuszczalną [5].

Druga grupa osób została zebrana w tym samym pomieszczeniu i pod tym samym pretekstem z tą różnicą, że do wywołania alarmu wykorzystano komunikat głosowy o treści „Uwaga to jest inteligentny system ostrzegania przed pożarem. Wybuchł pożar powyżej was na poziomie parteru. Ewakuujcie się natychmiast". W wyniku ogłoszenia tego komunikatu respondenci ewakuowali się w 20 sekund, co w porównaniu z wynikiem otrzymanym w trakcie pierwszej części eksperymentu jest wynikiem zdumiewającym.

Innym ważnym wydarzeniem mającym wpływ na rozwój sposobów alarmowania i zabezpieczania obiektów budowlanych był tragiczny pożar na stacji Kings Cross w 1987 roku. Pożar ten wybuchł w wyniku porzuconego niedopałka papierosa i rozpoczął się od pożaru schodów ruchomych, których większość elementów wykonana była z drewna. Podstawowym problemem w trakcie ewakuacji znajdujących się tam pasażerów był niewłaściwy system alarmowania oraz brak jednolitych procedur ewakuacji. Po tym wydarzeniu zaczęto zaostrzać zasady dotyczące bezpieczeństwa pożarowego. Wprowadzono zakaz palenia, usunięto drewniane elementy konstrukcyjne schodów oraz zainstalowano czujniki dymu, systemy rozgłaszania alarmowego i stałe urządzenia gaśnicze.

Zasady wprowadzania do obrotu i użytkowania elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych

Zastosowanie dźwiękowych systemów ostrzegawczych jako elementu mającego na celu zapewnienie bezpieczeństwa użytkownikom obiektu niesie ze sobą konieczność sprawdzenia, czy

requirements. Due to such action, it can be confirmed that the systems in use have the greatest possible operational reliability and maintain certain basic performance.

In order to meet the above conditions, the so-called conformity assessment system was introduced which allows for an unambiguous and impartial assessment of the compliance of products with the requirements specified in technical reference documents.

In Poland, a product is placed on the market and used in fire protection on the basis of the following legal acts:

1. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 establishing harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC (L 88/5 z 4.4.2011).
2. Act of 24 August 1991 on fire protection and its executive acts:
    - Regulation of the Minister of Internal Affairs and Administration (MSWiA) of 20 June 2007 on detailed activities performed during the process of admittance, change and control of the admittance of products, fees charged by an authorized entity and the method of determining the amount of fees for these activities (Polish Journal of Laws: Dz. U. Nr 143, poz. 1001);
    - Regulation of the Minister of Internal Affairs and Administration (MSWiA) of 20 June 2007 on the list of products used to ensure public safety or protection of health and life and property, as well as the rules for issuing admittance of these products for use (Polish Journal of Laws: Dz. U. Nr 143, poz. 1002 as amended).
3. Act of 16 April 2004 on construction products and its executive acts:
    - Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction (MIiB) of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. poz. 1966 as amended);
    - Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction (MIiB) of 17 November 2016 on national technical assessments (Polish Journal of Laws: Dz. U. poz. 1968).

It is worth mentioning here that technical approvals still exist. These are documents that were issued before the entry into force of the regulation on national technical assessments and in accordance with the provisions of art. 5 sec. 3 of the act of 25 June 2015 amending the act on construction products, the act – Construction Law and the act amending the act on construction products and the act on the conformity assessment system (Polish Journal of Laws: Dz. U. poz. 1165). Technical approvals (AT) issued before the change of regulations can be used as national technical assessments (KOT) until the end of the validity of these approvals. The documents mentioned above define the rules for placing products on the

stosowane elementy systemu spełniają pewne minimalne wymagania. Dzięki takiemu działaniu można poświadczyć, że użytkowane systemy posiadają możliwie największą niezawodność działania oraz utrzymania pewnych podstawowych właściwości użytkowych.

W celu spełnienia powyższych warunków wprowadzono tzw. system oceny zgodności, który pozwala na jednoznaczną oraz bezstronną ocenę spełnienia przez wyroby wymagań określonych w technicznych dokumentach odniesienia.

W Polsce wprowadzenie wyrobu do obrotu i użytkowania w ochronie przeciwpożarowej odbywa się na podstawie następujących aktów prawnych:

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. U. L 88/5 z 4.4.2011).
2. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej oraz jej akty wykonawcze:
    - rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji (MSWiA) z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie szczegółowych czynności wykonywanych podczas procesu dopuszczenia, zmiany i kontroli dopuszczenia wyrobów, opłat pobieranych przez jednostkę uprawnioną oraz sposobu ustalania wysokości opłat za te czynności (Dz. U. Nr 143, poz. 1001);
    - rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji (MSWiA) z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.).
3. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych oraz jej akty wykonawcze:
    - rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa (MIiB) z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. poz. 1966 z późn. zm.);
    - rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa (MIiB) z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych (Dz. U. poz. 1968).

W tym miejscu warto wspomnieć, że obecnie funkcjonują jeszcze aprobaty techniczne. Są to dokumenty, które były wydawane przed wejściem w życie rozporządzenia w sprawie krajowych ocen technicznych i zgodnie z zapisami art. 5 ust. 3 ustawy z dnia 25 czerwca 2015 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych, ustawy – Prawo budowlane oraz ustawy o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych oraz ustawy o systemie oceny zgodności (Dz. U. poz. 1165). Aprobaty techniczne (AT) wydane przed zmianą przepisów, mogą być wykorzystywane jako krajowe oceny techniczne (KOT) do końca okresu ważności tych aprobat. Przytoczone powyżej dokumenty określają zasady wprowadzania

market and their use in fire protection, and identify the documents that each product should have (including elements of VAS).

Table 1 presents a list of the elements of voice alarm systems, technical reference documents related to them, defining the requirements for individual products and documents confirming the fulfilment of these requirements.

wyrobów do obrotu i użytkowania w ochronie przeciwpożarowej oraz identyfikują dokumenty, które powinny posiadać poszczególne wyroby (w tym elementy DSO).

W tabeli 1 zaprezentowano zestawienie elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych, nawiązujących do nich technicznych dokumentów odniesienia, określających wymagania stawiane poszczególnym wyrobom oraz dokumenty potwierdzające spełnienie tych wymagań.

Table 1. Required documents for individual VAS elements together with the related technical reference documents
Tabela 1. Wymagane dokumenty na terenie RP dla poszczególnych elementów DSO wraz z odnoszącymi się do nich technicznymi dokumentami odniesienia

Product name / Nazwa wyrobu	Technical reference document / Techniczny dokument odniesienia	Required documents / Wymagane dokumenty	Marking / Oznakowanie wyrobu
Voice alarm control and indicating equipment / Centrala dźwiękowego systemu ostrzegawczego	EN 54-16:2008 (11.1)	CPD certificate or CPR certificate / certyfikat CPD lub certyfikat CPR declaration of performance / deklaracja właściwości użytkowych certificate of admittance / świadectwo dopuszczenia	CE, CNBOP-PIB
Loudspeakers / Głośniki do dźwiękowych systemów ostrzegawczych	EN 54-24:2008 (11.3)	CPD certificate or CPR certificate / certyfikat CPD lub certyfikat CPR declaration of performance / deklaracja właściwości użytkowych certificate of admittance / świadectwo dopuszczenia	CE, CNBOP-PIB
Power supply equipment / Zasilacze do systemów sygnalizacji pożarowej	EN 54-4:1997 EN 54-4:1997/AC:1999 EN 54-4:1997/A1:2002 EN 54-4:1997/A2:2006 (12.2)	CPD certificate or CPR certificate / certyfikat CPD lub certyfikat CPR declaration of performance / deklaracja właściwości użytkowych certificate of admittance / świadectwo dopuszczenia	CE, CNBOP-PIB
Cables and leads / Kable i przewody	Technical approval / national technical assessment / Krajowa ocena techniczna (14.2)	National certificate of conformity / national certificate of constancy of performance UWB / krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat UWB national declaration of constancy of performance / krajowa deklaracja właściwości użytkowych certificate of admittance / świadectwo dopuszczenia	UB, CNBOP-PIB
Fixings of wires and cables / Zamocowania kabli i przewodów	Technical approval / national technical assessment / Krajowa Ocena Techniczna (14.3)	National certificate of conformity / national certificate of constancy of performance UWB / krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat UWB national declaration of constancy of performance / krajowa deklaracja właściwości użytkowych certificate of admittance / świadectwo dopuszczenia	UB, CNBOP-PIB
Short-circuit isolators / Izolatory zwarć	EN 54-17:2005	CPD certificate or CPR certificate / certyfikat CPD lub certyfikat CPR declaration of performance / deklaracja właściwości użytkowych	CE

Source: Own elaboration based on T. Popielarczyk, *Ewakuacja ludzi z wykorzystaniem dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, CNBOP-PIB, Józefów 2018 [7].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie T. Popielarczyk, *Ewakuacja ludzi z wykorzystaniem dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, CNBOP-PIB, Józefów 2018 [7].

Explanation of abbreviations used in the table:
- CPD – Construction Products Directive,
- CPR – Construction Products Regulation,
- UWB – act on construction products.

Wyjaśnienie skrótów użytych w tabeli:
- CPD – dyrektywa dot. wyrobów budowlanych,
- CPR – rozporządzenie dot. wyrobów budowlanych,
- UWB – ustawa o wyrobach budowlanych.

The structure of the voice alarm system

The voice alarm system is an installation consisting of many elements, among which the main ones can be distinguished:

- voice alarm control and indicating equipment (VACIE) including a fire fighter's microphone (in accordance with a harmonized standard EN 54-16),
- loudspeaker lines and loudspeakers connected to them (in accordance with a harmonized standard EN 54-24) together with line control modules,
- power supply equipment (meeting the requirements of a harmonized standard EN 54-4).

Struktura dźwiękowego systemu ostrzegawczego

Dźwiękowy system ostrzegawczy jest instalacją składającą się z wielu elementów, wśród których jako główne można wyróżnić:

- centralę dźwiękowego systemu ostrzegawczego (CDSO) wraz z mikrofonem strażaka (zgodną z normą zharmonizowaną EN 54-16),
- linie głośnikowe oraz podłączone do nich głośniki (zgodne z normą zharmonizowaną EN 54-24) wraz z modułami kontroli linii,
- zasilacz (spełniający wymagania normy zharmonizowanej EN 54-4).

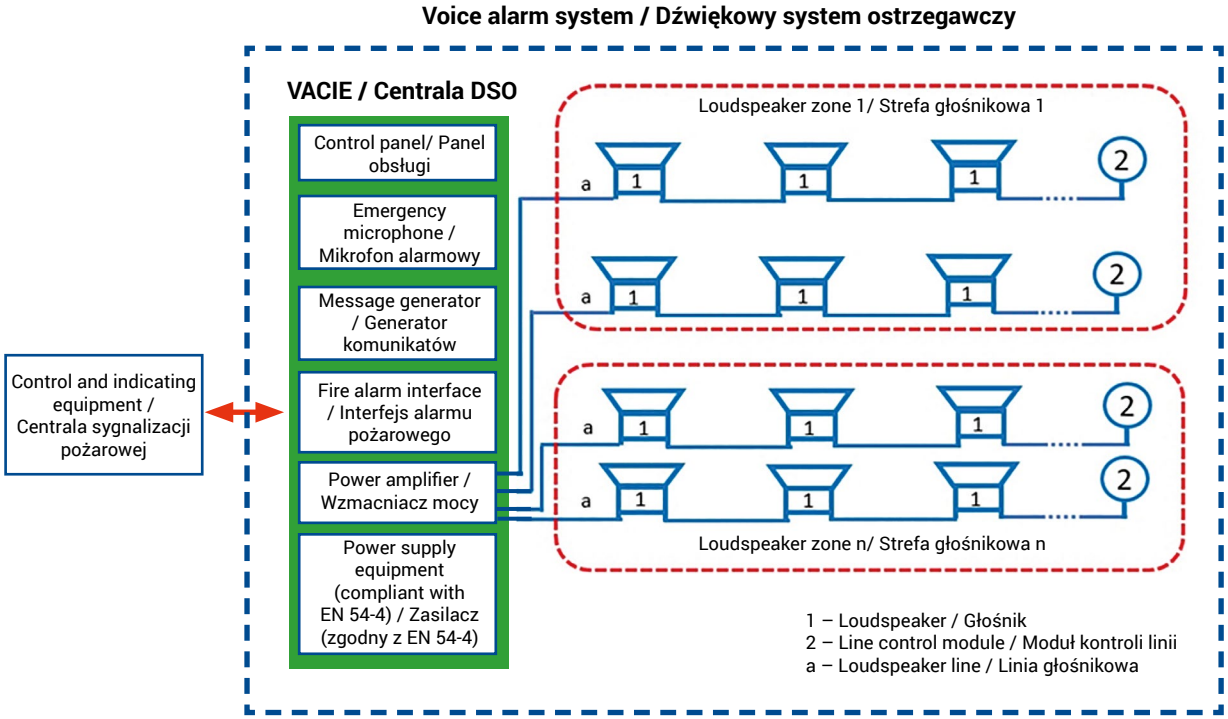


Figure 1. Example of basic VAS configuration
Rycina 1. Przykładowa podstawowa konfiguracja DSO

Source: S. Pergał, M. Pietrzak, *Charakterystyka systemów wykrywania i sygnalizacji pożaru*, „Informator Instalacyjny – Murator" 2020, 2 (20), 142–146 [8].
Źródło: S. Pergał, M. Pietrzak, *Charakterystyka systemów wykrywania i sygnalizacji pożaru*, „Informator Instalacyjny – Murator" 2020, 2 (20), 142–146 [8].

Loudspeakers

Loudspeakers are elements of VAS that are used to broadcast messages. They may differ in design, method of assembly, etc. Loudspeakers used in voice alarm systems can be:

- ceiling – intended for installation in suspended ceilings,
- hanging – intended for mounting to a ceiling, but additionally suspended on a cable,
- surface mounted – usually surface mounted to a wall, but can also be surface mounted to ceilings,
- projector – mounted on the surface of a wall or ceiling. This type is further divided into one-way and two-way. They differ in design. The construction of a one-way loudspeaker allows the emission of a sound wave in one

Głośniki

Głośniki to element DSO, który służy do rozgłaszania komunikatów. Mogą one różnić się od siebie konstrukcją, sposobem montażu itp. W dźwiękowych systemach ostrzegawczych stosowane są głośniki:

- sufitowe – przeznaczone do montażu w sufitach podwieszanych,
- zwieszane – przeznaczone do montażu do sufitu, jednak dodatkowo zwieszone na przewodzie,
- montowane powierzchniowo – przeważnie montowane natynkowo do ściany, lecz można montować je również natynkowo do sufitów,
- projektorowe – montowane na powierzchni ściany lub

direction, while the construction of a two-way loudspeaker allows the emission of a sound wave in both directions, which allows to significantly increase the angle of radiation,

- column – in which electro-acoustic transducers are placed one above the other or next to each other. They are characterized by a narrow vertical coverage angle and a wide horizontal coverage angle. This property makes them very well suited to areas with a large surface area and high reverberation, such as halls or temples [1],
- horn – they are characterized by a relatively predictable angle of coverage, which is different for the vertical and horizontal plane, which allows greater control over the direction of a sound wave, e.g. towards the audience, not the wall [1],
- tunnel – they are distinguished by the highest power of the ones presented so far. They are used in facilities with a high background noise level, such as tunnels. Their characteristic construction allows to maintain a narrow angle of coverage adjusted to the structure of tunnels.

The division cited above does not result from the EN 54-24 standard. The product standard divides loudspeakers into types A and B depending on the intended use environment:

- type A loudspeakers are used inside buildings,
- type B loudspeakers are used outdoors.

The loudspeakers are verified for compliance with the EN 54-24: 2008 standard [4]. Based on the standard, tests are carried out to simulate the conditions to which the loudspeaker may be exposed during operation. These studies are listed in Table 2.

stropu. Ten rodzaj charakteryzuje się dodatkowym podziałem na jedno- i dwukierunkowe. Różnią się one konstrukcją. Konstrukcja głośnika jednokierunkowego umożliwia emitowanie fali akustycznej w jednym kierunku, natomiast konstrukcja głośnika dwukierunkowego umożliwia emitowanie fali akustycznej w obu kierunkach, co umożliwia zdecydowane zwiększenie kąta promieniowania,

- kolumnowe – w którym przetworniki elektroakustyczne ułożone są jeden nad drugim lub jeden obok drugiego. Charakteryzują się wąskim kątem pokrycia w pionie oraz szerokim kątem pokrycia w poziomie. Właściwość ta powoduje, że bardzo dobrze sprawdzają się w obszarach o dużej powierzchni oraz dużym pogłosie, takich jak hale czy świątynie [1],
- tubowe – charakteryzują się stosunkowo przewidywalnym kątem pokrycia, który jest różny dla płaszczyzny pionowej i poziomej, co umożliwia większą kontrolę nad kierunkiem rozchodzenia się fali akustycznej, np. w stronę odbiorców, a nie ściany [1],
- tunelowe – wyróżniają się największą mocą z dotychczas zaprezentowanych. Znajdują zastosowanie w obiektach o wysokim poziomie akustycznym tła takich jak tunele. Ich charakterystyczna konstrukcja pozwala na utrzymanie wąskiego kąta promieniowania dopasowanego do konstrukcji tuneli.

Przytoczony powyżej podział nie wynika z normy EN 54-24. Norma wyrobu dzieli głośniki na typ A i B w zależności od zamierzonego środowiska zastosowania:

- głośniki typu A stosuje się wewnątrz obiektów,
- głośniki typu B stosuje się na zewnątrz obiektów.

Głośniki podlegają weryfikacji zgodności z normą EN 54-24:2008 [4]. Na podstawie normy przeprowadzane są badania, które mają na celu symulację warunków, na które może być narażony głośnik w trakcie eksploatacji. Badania te zostały wymienione w tabeli 2.

Table 2. Test program for loudspeakers for VAS confirming compliance with EN 54-24:2008 [4]
Tabela 2. Program badań dla głośników do DSO potwierdzających zgodność z EN 54-24:2008 [4]

Test / Badanie	Necessity of execution / Konieczność wykonania
Reproducibility (frequency response / sensitivity) / Odtwarzalność (charakterystyka częstotliwościowa / czułość)	Both types / Obydwa typy
Rated impedance / Impedancja znamionowa	Both types / Obydwa typy
Horizontal and vertical coverage angles / Poziome i pionowe kąty pokrycia	Both types / Obydwa typy
Maximum sound pressure level / Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego	Both types / Obydwa typy
Rated noise power (durability) / Moc znamionowa (trwałość)	Both types / Obydwa typy
Dry heat (operational) / Suche gorąco (odporność)	Both types / Obydwa typy
Dry heat (endurance) / Suche gorąco (wytrzymałość)	Only type B / Tylko typ B
Cold (operational) / Zimno (odporność)	Both types / Obydwa typy
Damp heat, cyclic (operational) / Wilgotne gorąco, cykliczne (odporność)	Both types / Obydwa typy
Damp heat, cyclic (endurance) / Wilgotne gorąco, stałe (wytrzymałość)	Both types / Obydwa typy
Damp heat, steady state (endurance) / Wilgotne gorąco, cykliczne (wytrzymałość)	Only type B / Tylko typ B
Sulphur dioxide corrosion (endurance) / Korozja pod wpływem SO_2 (wytrzymałość)	Both types / Obydwa typy
Shock (operational) / Udary (odporność)	Both types / Obydwa typy
Impact (operational) / Uderzenie (odporność)	Both types / Obydwa typy
Vibration, sinusoidal (operational) / Wibracje sinusoidalne (odporność)	Both types / Obydwa typy
Vibration, sinusoidal (endurance) / Wibracje sinusoidalne (wytrzymałość)	Both types / Obydwa typy
Protection provided by enclosures / Stopień ochrony obudowy	Both types / Obydwa typy

Source / Źródło: Own elaboration based on EN 54-24:2008 [4] / Opracowanie własne na podstawie EN 54-24:2008 [4].

Voice alarm control and indicating equipment (VACIE)

Loudspeakers used in voice alarm systems cannot reproduce messages independently. For this purpose, voice alarm control and indicating equipment is used. As mentioned before – when a fire is detected by the fire alarm system, control and indicating equipment sends a signal to the VACIE, which transmits the pre-recorded message via loudspeaker lines to the loudspeakers that play the selected message.

The message may also be transmitted directly by the operator using an emergency microphone (the so-called fireman's microphone). At this point, it is worth mentioning that broadcasting the message in real time should not be performed by a random person. Such a function should be performed by a properly trained person, with good diction, without speech impediments and able to find himself / herself in a stressful situation. Otherwise, the transmitted message may be misunderstood or cause unnecessary confusion, and in extreme cases lead to panic during the evacuation and be counterproductive.

As defined in EN 54-1:2011, voice alarm control and indicating equipment is a component of the fire alarm system that can be used to supply energy to other components. Moreover, voice alarm control and indicating equipment is used to receive signals from control and indicating equipment, manage signal switching from emergency microphones and a message generator and forward them via loudspeaker lines to loudspeakers. In addition, this device is used to supervise the proper functioning of the voice alarm system and to signal each time about damage such as a short circuit or interruption of the loudspeaker line, or power failure or damage to power amplifiers [2].

Voice alarm control and indicating equipment does not have to be located in one room. According to the provisions of the product standard, it can be placed in more than one enclosure and have a distributed architecture. Due to this solution, it is possible, for example, to place control and indicating equipment in a security room on the ground floor and, if necessary, to arrange the consoles with a microphone on individual floors. However it is worth noting that according to the provisions of the standard, the emergency microphone is an optional element. The obligatory use of a fire fighter's microphone is introduced by Polish regulations.

An important issue is that the voice alarm control and indicating equipment should be located in a room inaccessible to outsiders. This is to minimize the risk of unjustified use of the equipment or its damage by a person who does not have appropriate training to operate it.

The elements of the voice alarm control and indicating equipment must be placed in an enclosure, which should provide a protection degree of at least IP 30. This means that a rod with a diameter of 2.5 mm cannot pass through any hole.

Voice alarm control and indicating equipment must be equipped with a power supply, which can be located in one enclosure with the control panel or in a separate one (then it is still treated as an element of the control panel). In addition, VACIE must be equipped with a backup power source. Its capacity

Centrale dźwiękowych systemów ostrzegawczych (CDSO)

Głośniki stosowane w dźwiękowych systemach ostrzegawczych nie mają możliwości samodzielnego odtwarzania komunikatów. W tym celu wykorzystuje się centrale dźwiękowego systemu ostrzegawczego. Tak jak to zostało wspomniane wcześniej – po wykryciu pożaru przez system sygnalizacji pożarowej (SSP) centrala sygnalizacji pożarowej (CSP) wysyła sygnał do CDSO, która przekazuje wcześniej nagrany komunikat za pomocą linii głośnikowych do głośników, które odtwarzają wybrany komunikat.

Komunikat może być również nadawany bezpośrednio przez operatora za pomocą mikrofonu alarmowego (tzw. mikrofonu strażaka). W tym miejscu warto wspomnieć, że nadawanie komunikatu w czasie rzeczywistym nie powinno być realizowane przez osobę przypadkową. Taką funkcję powinna pełnić osoba odpowiednio do tego przeszkolona o dobrej dykcji, bez wad wymowy oraz umiejąca się odnaleźć w stresującej sytuacji. W przeciwnym wypadku nadawany komunikat może być niewłaściwie zrozumiany lub wprowadzić niepotrzebne zamieszanie, a w skrajnych przypadkach doprowadzić do paniki w trakcie ewakuacji i przynieść efekt przeciwny do zamierzonego.

Zgodnie z definicją zawartą w normie EN 54-1:2011 centrala dźwiękowych systemów ostrzegawczych jest to podzespół systemu sygnalizacji pożarowej, który może służyć do zasilania innych podzespołów energią. Ponadto centrale DSO stosowane są do odbierania sygnałów z centrali sygnalizacji pożarowej, zarządzania przełączaniem sygnałów od mikrofonów alarmowych i generatora komunikatu oraz przekazywania ich dalej za pomocą linii głośnikowych do głośników. Dodatkowo urządzenie to wykorzystywane jest do nadzorowania prawidłowego funkcjonowania DSO oraz sygnalizowania każdorazowo o uszkodzeniu, takim jak zwarcie czy przerwanie linii głośnikowej lub awarii zasilania czy uszkodzeniu wzmacniaczy mocy [2].

Centrala dźwiękowego systemu ostrzegawczego nie musi być zlokalizowana w jednym pomieszczeniu. Zgodnie z zapisami normy wyrobu może być ona umieszczona w więcej niż jednej obudowie oraz posiadać rozproszoną architekturę. Dzięki temu możliwe jest na przykład umieszczenie CDSO w pomieszczeniu ochrony na parterze oraz w razie potrzeby rozmieszczenie konsol z mikrofonem na poszczególnych kondygnacjach. Warto jednak zaznaczyć, że zgodnie z zapisami normy mikrofon alarmowy jest elementem fakultatywnym. Obligatoryjność stosowania mikrofonu strażaka wprowadzają polskie przepisy.

Istotną kwestią jest to, że centrala dźwiękowego systemu ostrzegawczego powinna być umieszczona w pomieszczeniu niedostępnym dla osób postronnych. Ma to na celu zminimalizowanie ryzyka nieuzasadnionego użycia centrali lub jej uszkodzenia przez osobę nieposiadającą odpowiednich kompetencji do jej obsługi.

Elementy CDSO muszą być umieszczone w obudowie (obudowach), która powinna zapewniać stopień ochrony co najmniej IP 30. Oznacza to, że przez żaden otwór nie może przejść pręt o średnicy 2,5 mm.

Centrala dźwiękowego systemu ostrzegawczego musi być wyposażona w zasilacz, który może znajdować się w jednej obudowie z centralą lub w oddzielnej (wówczas nadal traktowany jest jako element centrali). Ponadto CDSO musi być wyposażone

depends on the evacuation needs of a given facility. In buildings where there is no need to evacuate the users of the facility in the event of a failure of the primary power supply, it is necessary to provide a backup power supply that will ensure the supply of energy for 24 hours in the quiescent condition and 30 minutes in the alarm condition.

However, in case of buildings where there is a need to evacuate the users of the facility as a result of a failure of the primary power supply (for example, in places where there are life support devices), the backup power supply should ensure the supply of energy for at least 30 minutes in the alarm condition or have a value of twice as large as the time required for evacuation. In this case, the greater value should be used [2].

Table 3 presents the tests performed to confirm compliance with the requirements of EN 54-16.

w rezerwowe źródło zasilania. Jego pojemność jest uzależniona od potrzeb ewakuacji danego obiektu. W budynkach, w przypadku których nie przewidziano potrzeby ewakuacji użytkowników obiektu w sytuacji zaniku zasilania podstawowego, należy zabezpieczyć zasilanie rezerwowe, które zapewni dostawę energii przez 24 godziny w stanie dozoru oraz 30 minut w stanie alarmowania.

Natomiast w przypadku budynków, w których występuje konieczność ewakuacji użytkowników obiektu w sytuacji wystąpienia zaniku zasilania podstawowego (na przykład w miejscach, gdzie znajdują się urządzenia podtrzymujące życie), zasilanie rezerwowe powinno zapewnić dostawę energii na co najmniej 30 minut w stanie alarmowania lub mieć wartość dwukrotnie większą niż czas wymagany do ewakuacji. W tym przypadku należy przyjąć większą wartość [2].

Tabela 3 przedstawia badania wykonywane w celu potwierdzenia spełnienia wymagań stawianych centralom przez normę EN 54-16.

Table 3. Test program for voice alarm control and indicating equipment confirming compliance with EN 54-16:2008 [3]
Tabela 3. Program badań dla centrali dźwiękowego systemu ostrzegawczego potwierdzających zgodność z EN 54-16:2008 [3]

Test / Badanie	Obligatory / Optional Obligatoryjne / Fakultatywne
General requirements / Wymagania ogólne	Obligatory / Obligatoryjne
General requirements for indications / Wymagania ogólne dotyczące sygnalizacji	Obligatory / Obligatoryjne
Voice alarm condition / Stan alarmowania głosowego	Obligatory / Obligatoryjne
Voice alarm manual control / Ręczne sterowanie alarmem głosowym	Obligatory / Obligatoryjne
Emergency microphone / Mikrofon alarmowy	Optional / Fakultatywne
Signal-to-noise ratio (operational) / Stosunek sygnału do szumu (odporność)	Optional / Fakultatywne
Frequency response of VACIE without microphone (operational) / Charakterystyka częstotliwościowa CDSO bez mikrofonu (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne
Frequency response of VACIE with microphone (operational) / Charakterystyka częstotliwościowa CDSO z mikrofonem (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne
Reception and processing of fire signals / Odbiór i przetwarzanie sygnałów alarmu pożarowego	Obligatory / Obligatoryjne
Delays to entering the voice alarm condition / Opóźnienia wprowadzania stanu alarmowania głosowego	Optional / Fakultatywne
Output to fire alarm devices / Wyjścia na pożarowe urządzenia alarmowe	Obligatory / Obligatoryjne
Quiescent condition / Stan dozorowania	Obligatory / Obligatoryjne
Fault warning condition / Stan uszkodzenia	Obligatory / Obligatoryjne
Disablement condition / Stan blokowania	Obligatory / Obligatoryjne
Interface to external control devices / Interfejs pomiędzy CDSO a zewnętrznymi urządzeniami sterującymi	Optional / Fakultatywne
Design requirements / Wymagania projektowe	Obligatory / Obligatoryjne
Additional design requirements for software controlled VACIE / Dodatkowe wymagania projektowe dla CDSO sterowanych programowo	Obligatory / Obligatoryjne
Output power (operational) / Moc wyjściowa (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne
Cold (operational) / Odporność na zimno (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne
Shock (operational) / Udar (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne
Vibration, sinusoidal (operational) / Wibracje sinusoidalne (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne

Test / Badanie	Obligatory / Optional Obligatoryjne / Fakultatywne
Vibration, sinusoidal (endurance) / Wibracje sinusoidalne (wytrzymałość)	Obligatory / Obligatoryjne
Supply voltage variation (operational) / Zmiany napięcia zasilania (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne
Electromagnetic compatibility (EMC) / Kompatybilność elektromagnetyczna	Obligatory / Obligatoryjne
Damp heat, steady state (operational) / Wilgotne gorąco stałe (odporność)	Obligatory / Obligatoryjne
Damp heat, steady state (endurance) / Wilgotne gorąco stałe (wytrzymałość)	Obligatory / Obligatoryjne
Audible warning / Sygnalizacja akustyczna	Optional / Fakultatywne
Phased evacuation / Stopniowa ewakuacja	Optional / Fakultatywne
Manual silencing of the voice alarm condition / Ręczne wyciszanie stanu alarmowania głosowego	Optional / Fakultatywne
Manual reset of the voice alarm condition / Ręczne kasowanie stanu alarmowania głosowego	Optional / Fakultatywne
Voice alarm condition output / Wyjście stanu alarmowania głosowego	Optional / Fakultatywne
Indication of faults related to transmission path to the CIE / Sygnalizacja uszkodzeń toru transmisji do CDSO	Optional / Fakultatywne
Indication of faults related to voice alarm zones / Sygnalizacja uszkodzeń stref alarmu głosowego	Optional / Fakultatywne
Disablement condition / Stan blokowania	Optional / Fakultatywne
Voice alarm manual control / Ręczne sterowanie alarmem głosowym	Optional / Fakultatywne
Redundant power amplifiers / Rezerwowe wzmacniacze mocy	Optional / Fakultatywne

Source: Own elaboration based on EN 54-16:2008 [3].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie EN 54-16:2008 [3].

Cables and leads

The connecting element of the voice alarm system and loudspeakers are cables and leads. These elements together with the fastenings are called cable systems. Their task is to ensure the continuity of electricity supply and signal transmission for the time required to start and during the operation of the device. Various types of cables and leads are used in fire protection installations, which differ in design and type of insulation. The system designer at the design stage is responsible for their selection.

The following cables are used in fire protection installations:

- fire-proof with fastening systems,
- flame retardant,
- halogen-free,
- for special applications.

Fire-resistant cables with fastening systems and flame retardant cables can be classified together as safety cables. Fire-resistant cables with fastening systems are marked with the letter E supplemented with a numerical value indicating the number thanks to which the cables maintain their properties in fire conditions (e.g. E15, E30, E60, E90), individual fire-resistant cables are marked with the letters FE or PH. In turn, flame-retardant cables are marked with a lower case letter "n" (e.g. Yn, Xn, Zn), while halogen-free cables are marked with the letter H (e.g. HTKSH) [2].

Kable i przewody

Elementem łączącym centralę dźwiękowego systemu ostrzegawczego oraz głośniki są kable i przewody. Elementy te wraz z zamocowaniami określane są mianem zespołów kablowych. Ich zadaniem jest zapewnienie ciągłości dostawy energii elektrycznej oraz przekazu sygnału przez czas, który jest wymagany do uruchomienia oraz w trakcie działania urządzenia. W instalacjach przeciwpożarowych stosuje się różne rodzaje kabli i przewodów, które różnią się między sobą konstrukcją i rodzajem izolacji. Za ich dobór odpowiedzialny jest projektant systemu na etapie projektowania.

W instalacjach przeciwpożarowych stosowane są kable:

- ognioodporne wraz z systemami zamocowań,
- uniepalnione,
- bezhalogenowe,
- do zastosowań specjalnych.

Kable ognioodporne wraz z systemami zamocowań oraz kable uniepalnione możemy sklasyfikować razem jako kable bezpieczeństwa.

Kable oraz ich właściwości identyfikuje się za pomocą umownych oznaczeń. Przewody ognioodporne wraz z systemami zamocowań oznaczane są literą E uzupełnioną o wartość liczbową wskazującą liczbę, dzięki której kable utrzymują swoje właściwości w warunkach pożaru (np. E15, E30, E60, E90), pojedyncze kable ognioodporne oznaczane są literami FE lub PH. Z kolei przewody uniepalnione oznacza się małą literę „n" (np. Yn, Xn, Zn), natomiast kable bezhalogenowe oznacza się literą H (np. HTKSH) [2].

Short-circuit isolators

Short-circuit isolators are small and relatively simple in structure. The requirements for these products are described in the harmonized standard EN 54-17. According to the provisions of this document, these are devices designed to limit the effects of faults with low parallel resistance between the lines of the transmission path of the installation.

This device is used when loop lines are used. In the event of a failure, the faulty part of the line between the selected insulators is separated from the operating line. Using a loop line allows the signal to be transmitted in two directions of the line, thus its further working part can still perform its function.

Functional properties of voice alarm systems

Voice alarm system must fulfil the basic tasks in order to be reliable in its operation. The risk of not fulfilling these tasks should be minimized by the system meeting the basic characteristics specified in the technical reference documents.

The basic elements to be considered when designing a system include:

- maximum sound pressure level – this is a parameter that describes the level of the total sound pressure at a distance of 4 m from the reference point on the reference axis of the loudspeaker, to which the simulated program signal is supplied at the rated power [4],
- loudspeaker coverage angles – the number of loudspeakers and their arrangement should be planned in such a manner as to cover the entire area planned for the sound system. The coverage angle is an important parameter because if someone were in an area that does not fall within the beam angle, they might not hear the message or misunderstand it,
- speech intelligibility – it is a parameter resulting from many components, such as sound parameters of the finishing elements of the room, its equipment, the level of sound emitted by the loudspeakers, their arrangement, accent and the manner of pronouncing the message by the sender and the recipient of the message itself. Some of these factors can be predicted and compensated for, but the designer has no control over everything. This should be taken into account when designing the system. VAS should be designed so that the parameter specifying speech intelligibility is at least 0.7 in the range from 0 to 1 on the CIS scale (Combined Intelligibility Scale). It is a common speech intelligibility scale used to compare the results obtained by various measurement methods.

When designing a voice alarm system, the way of running a loudspeaker line should also planned. There are two basic ways:

- open loudspeaker line (see Figure 2),
- loop loudspeaker line (see Figure 3).

Izolatory zwarć

Izolatory zwarć są niewielkimi i stosunkowo prostymi konstrukcyjnie urządzeniami. Wymagania dla tych wyrobów zostały opisane w normie zharmonizowanej EN 54-17. Zgodnie z zapisami tego dokumentu są to urządzenia mające za zadanie ograniczenie skutków uszkodzeń o niskiej rezystancji równoległej między liniami toru transmisji instalacji.

Urządzenie to stosowane jest w przypadku wykorzystania linii pętlowych. W przypadku awarii uszkodzona części linii znajdująca się między wybranymi izolatorami zostaje oddzielona od działającej. Dzięki zastosowaniu linii pętlowej pozwalającej na przesyłanie sygnału w dwóch kierunkach linii, jej dalsza działająca część może nadal pełnić swoją funkcję.

Właściwości funkcjonalne dźwiękowych systemów ostrzegawczych

Dźwiękowy system ostrzegawczy musi spełniać podstawowe zadania, aby jego działalnie było niezawodne. Ryzyko niespełnienia tych zadań powinno być zminimalizowane poprzez spełnienie przez system podstawowych charakterystyk określonych w technicznych dokumentach odniesienia.

Podstawowymi elementami, jakie należy wziąć pod uwagę podczas projektowania systemu, są m.in.:

- maksymalny poziom ciśnienia akustycznego – jest to parametr, opisujący poziom całkowitego ciśnienia akustycznego w odległości 4 m od punktu odniesienia na osi odniesienia głośnika, do którego dostarczany jest symulowany sygnał programowy przy mocy znamionowej [4],
- kąty pokrycia głośników – liczba głośników oraz ich rozmieszczenie powinno być tak zaplanowane, żeby pokryć całą powierzchnię zaplanowaną do nagłośnienia. Kąt pokrycia jest parametrem istotnym z tego powodu, że gdyby ktoś znajdował się w obszarze, który nie mieści się w zakresie kąta promieniowania, mógłby nie usłyszeć komunikatu lub niewłaściwie go zrozumieć,
- zrozumiałość mowy – jest parametrem wynikającym z wielu składowych, takich jak parametry akustyczne elementów wykończenia pomieszczenia, jego wyposażenia, poziomu dźwięku emitowanego przez głośniki, ich ułożeniem, akcentu i sposobu wymowy nadawcy komunikatu oraz samego odbiorcy komunikatu. Niektóre z tych czynników można przewidzieć i je skompensować, jednak projektant nie ma wpływu na wszystko. Warto to wziąć pod uwagę przy projektowaniu systemu. DSO powinno być zaprojektowane tak, aby parametr określający zrozumiałość mowy wynosił co najmniej 0,7 w zakresie od 0 do 1 w skali CIS (ang. *Combined Inteligibility Scale*). Jest to wspólna skala zrozumiałości mowy wykorzystywana do porównania wyników otrzymania różnymi metodami pomiarowymi.

Projektując dźwiękowy system ostrzegawczy należy również odpowiednio zaplanować sposób prowadzenia linii głośnikowej. Istnieją dwa podstawowe sposoby:

- linia głośnikowa otwarta (zob. ryc. 2),
- linia głośnikowa pętlowa (zob. ryc. 3).

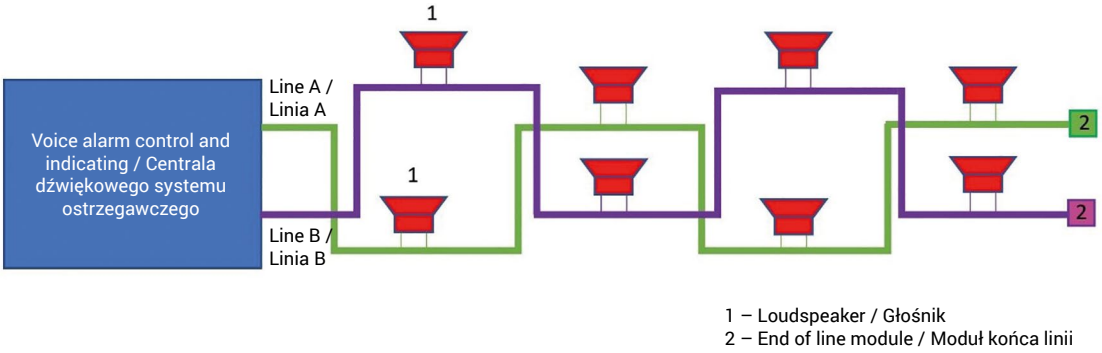


Figure 2. Example of open loudspeaker line
Rycina 2. Przykładowa linia głośnikowa otwarta
Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

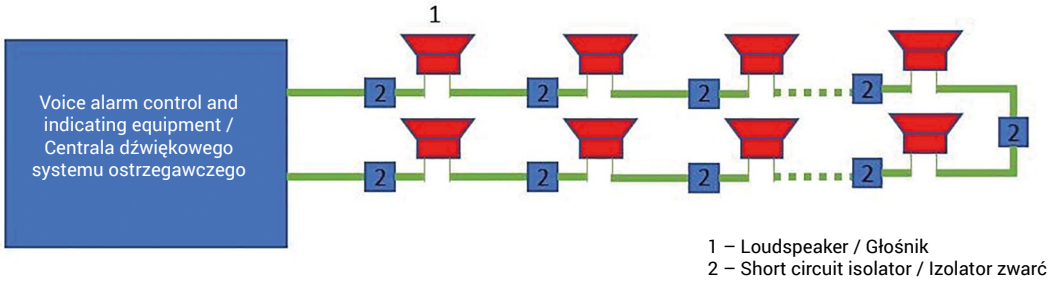


Figure 3. Example of loop loudspeaker line
Rycina 3. Przykładowa linia głośnikowa pętlowa
Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

In accordance with the requirements of EN 54-16:2008, voice alarm control and indicating equipment should signal failure in the loudspeaker line in less than 100 seconds. However, it will only be possible to signal a failure if it is detected. To do this, line control methods are used [1]:

1. DC monitoring – using low current constant current and a resistor at the end of the line. However, this solution requires the use of a capacitor in each loudspeaker, whose role is to isolate it from the transformer.
2. AC monitoring - this type of monitoring can be done in two ways:
   - a pilot-tone method using an end-of-line or return line module. The remote control sends a high-frequency signal which makes the signal inaudible. Correct signal transmission is monitored.
   - impedance method – the impedance of the loudspeaker line and loudspeakers is monitored. If the impedance value exceeds the assumed range, then a fault is signalled.

The end of the line module is a component of VACIE. It is subject to the same tests as the control equipment, in accordance with the requirements of EN 54-16 [1].

Zgodnie z wymaganiami normy EN 54-16:2008 centrala dźwiękowego systemu ostrzegawczego powinna sygnalizować uszkodzenie linii głośnikowej w czasie mniejszym niż 100 sekund. Jednak zasygnalizowanie uszkodzenia będzie możliwe tylko w sytuacji jego wykrycia. Aby tego dokonać stosuje się sposoby kontrolowania linii [1]:

1. Monitorowanie DC – wykorzystując stały prąd o małej wartości oraz rezystor na końcu linii. Rozwiązanie to wymaga jednak stosowania kondensatora w każdym głośniku, którego rolą jest odizolowanie od transformatora.
2. Monitorowanie AC – tego typu monitorowanie może odbywać się na dwa sposoby:
   - metoda wykorzystująca sygnał pilota z zastosowaniem modułu końca linii lub linii powrotnej. Pilot wysyła sygnał o wysokiej częstotliwości, co powoduje, że sygnał jest niesłyszalny. Monitorowane jest prawidłowe przeniesienie sygnału,
   - metoda impedancyjna – monitorowana jest impedancja linii głośnikowej i głośników. Jeśli wartość impedancji przekroczy założony zakres wtedy sygnalizowane jest uszkodzenie.

Moduł końca linii stanowi element składowy CDSO. Podlega on takim samym badaniom jak centrala zgodnie z wymaganiami normy EN 54-16 [1].

Conclusion

Voice alarm system (VAS) is an electro-acoustic system similar to the technical solutions commonly used in sound amplifiers and loudspeaker sets with different characteristics – e.g. home theatre, professional music playback sets. Due to the functions performed in the fire alarm system in a building, special design, technical requirements for individual elements, the use of flame retardant cables and the obligation to perform certified tests, the price of VAS is high compared to ordinary electro-acoustic devices processing sound signals. However, it allows, in an understandable way, and thus also in an effective way, to provide the users of the facility with information about an existing threat. The system broadcasts an easy-to-understand message, which enables the evacuation to be carried out in a planned, organized and panic-reducing manner.

VAS also allows for communication not related to alarming, such as communication between the facility staff, broadcasting messages to users or playing background music (however, the alarming function must have priority). This allows to avoid running different systems to perform specific functions, as it can only be limited to a voice alarm system.

Evacuation with the use of VAS allows for gradual evacuation, because the message can be transmitted to selected zones. This solution allows users to avoid leaving the zones that are not in immediate danger. Gradual evacuation consists in sending a message to the zone in which the hazard occurred (e.g. fire) and to the zones above and below and it informs about the necessity to evacuate. For example, let's assume that a fire occurred in the building on the third floor. In this case, the message will be broadcast on floors II, III and IV. When the this fire is extinguished, the evacuation of the facility could end at this stage. Of course, it is also possible for a fire to develop, which will require modification of the selection of zones to which the message will be broadcast and evacuation of the zones at risk. This may lead to the complete evacuation of the facility [2]. However, there are no perfect solutions. Early fire detection or properly communicated message does not guarantee the avoidance of losses. It cannot be assumed with certainty that all users of the facility will comply with the broadcast messages.

It is also worth mentioning that despite the introduced conformity assessment system aimed at avoiding the appearance on the market of products that do not meet the basic requirements and using the best system components, the correct design is a very important issue. It is important to make appropriate measurements, adapt the system to the intended use of the premises, and in the event of a change in the use method, make sure that the basic parameters of the system and the clarity of the broadcast messages have not changed.

Podsumowanie

Dźwiękowy system ostrzegawczy (DSO) jest systemem elektroakustycznym przypominającym rozwiązania techniczne stosowane powszechnie w przypadku wzmacniaczy akustycznych i zespołów głośników o różnych charakterystykach – np. domowe kino, profesjonalne zestawy do odtwarzania muzyki. Ze względu na pełnione funkcje w systemie sygnalizacji pożarowej w obiekcie budowlanym, specjalne wykonanie, wymagania techniczne odnośnie poszczególnych elementów, stosowanie kabli uniepalnionych oraz obowiązek wykonania badań certyfikowanych cena DSO jest wysoka w porównaniu do zwykłych urządzeń elektroakustycznych przetwarzających sygnały dźwiękowe. Pozwala jednak w zrozumiały sposób, a co za tym idzie również skuteczny, przekazać użytkownikom obiektu informacje o zaistniałym zagrożeniu. System ten rozgłasza zrozumiały komunikat, co umożliwia przeprowadzenie ewakuacji w sposób zaplanowany, zorganizowany i zmniejszający ryzyko wystąpienia paniki.

DSO pozwala również na komunikację niezwiązaną z alarmowaniem, taką jak łączność między personelem obiektu, rozgłaszanie komunikatów do użytkowników czy odtwarzanie tła muzycznego (jednak funkcja alarmowania musi mieć priorytet). Pozwala to na uniknięcie prowadzenia różnych systemów do pełnienia konkretnych funkcji, ponieważ można ograniczyć się jedynie do dźwiękowego systemu ostrzegawczego.

Ewakuacja z wykorzystaniem DSO pozwala na prowadzenie stopniowej ewakuacji, ponieważ można przekazywać komunikat do wybranych stref. W wyniku tego rozwiązania można uniknąć opuszczania przez użytkowników stref nie będących w bezpośrednim zagrożeniu. Stopniowa ewakuacja polega na tym, że komunikat informujący o konieczności ewakuacji jest nadawany do strefy, w której wystąpiło zagrożenie (np. pożar) oraz do stref powyżej i poniżej. Przykładowo przyjmijmy, że w budynku pożar wystąpił na III kondygnacji. Komunikat w tym przypadku będzie nadawany na kondygnacjach II, III oraz IV. Gdy przykładowy pożar zostanie ugaszony ewakuacja obiektu mogłaby zakończyć się na tym etapie. Oczywiście możliwe jest również rozwinięcie się pożaru, co będzie wymagało modyfikacji doboru stref, do których nadawany będzie komunikat i ewakuowania stref objętych zagrożeniem. Może to doprowadzić do całkowitej ewakuacji obiektu [2]. Jednak nie ma rozwiązań idealnych. Wczesne wykrycie pożaru, czy odpowiednio przekazany komunikat nie gwarantują uniknięcia strat. Nie można z całą pewnością założyć, że wszyscy użytkownicy obiektu zastosują się do nadawanych komunikatów.

Warto również nadmienić, że pomimo wprowadzonego systemu oceny zgodności mającego na celu uniknięcie pojawiania się na rynku wyrobów niespełniających podstawowych wymagań i stosowanie najlepszych elementów systemu, bardzo ważną kwestią jest poprawność zaprojektowania. Ważne jest to, aby dokonać odpowiednich pomiarów, dostosować system do zamierzonego sposobu użytkowania pomieszczeń, a w przypadku zmiany sposobu użytkowania upewnić się, że zmianie nie uległy podstawowe parametry systemu oraz zrozumiałość rozgłaszanych komunikatów.

Literature / Literatura

[1] Popielarczyk T., Śliwiński R., Garlińska U., Stępień P., Gancarczyk P., Sowa T., Adamczyk J., Adamczyk B., Małolepszy R., Pacuk J., Młudzik K., Stencel M., Skiepko E., *Wytyczne projektowania, instalowania, uruchamiania, obsługi i konserwacji dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2021.

[2] Pergał S., *Analiza właściwości funkcjonalnych i eksploatacyjnych dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, praca magisterska, Warszawa 2021.

[3] Norma EN 54-16:2008 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 16: Centrale dźwiękowych systemów ostrzegawczych.

[4] Norma EN 54-24:2008 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 24: Dźwiękowe systemy ostrzegawcze – Głośniki.

[5] https://bel-aqustic.com.pl/rozwiazania-system-dso.php [dostęp: 16.06.2021].

[6] Fennel D., *Investigation into the King's Cross Underground Fire*, raport, Londyn 1988.

[7] Popielarczyk T., *Ewakuacja ludzi z wykorzystaniem dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, CNBOP-PIB, Józefów 2018.

[8] Pergał S., Pietrzak M., *Charakterystyka systemów wykrywania i sygnalizacji pożaru*, „Informator Instalacyjny – Murator" 2020, 2 (20), 142–146.

[9] Garlińska U., Sowa T., Śliwiński R., *Głośniki do dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, „Ochrona Przeciwpożarowa" 2018, 1, 19–22.

[10] Garlińska U., Michalak P., Pawłowski S., Popielarczyk T., *Pomiary zrozumiałości mowy dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, BiTP Vol. 39, Issue 3, 2015, pp. 161–171, https://doi.org/10.12845/bitp.39.3.2015.14.

[11] Zboina J., Śliwiński R., Wawerek M., Pietrzak M., *Głośniki do Dźwiękowych Systemów Ostrzegawczy*ch, standard CNBOP-PIB-0021:2015, Józefów 2015.

[12] Sowa T., Popielarczyk T., Ponichtera A., Stępień P., *Badania laboratoryjne głośników do dźwiękowych systemów ostrzegawczych zgodnie z normą PN-EN 54-24:2008*, standard CNBOP-PIB BA01P:2013, Józefów 2013.

[13] Popielarczyk T., Sowa T., Stępień P., Chołuj Ł., *Konserwacja dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, wytyczne CNBOP-PIB W-004:2017, Józefów 2017.

SZYMON PIOTR PERGAŁ, M.SC. ENG. – a graduate of the Main School of Fire Service in Warsaw (Faculty of Fire Safety Engineering, Faculty of Safety and Civil Protection Engineering). Employee of CNBOP-PIB Certification Department. Interests: voice alarm systems, fire detection and fire alarm systems.

MGR INŻ. SZYMON PIOTR PERGAŁ – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie (Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa i Ochrony Ludności). Pracownik Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB. Zainteresowania: dźwiękowe systemy ostrzegawcze, systemy sygnalizacji pożarowej.

12-14 July 2022 Krakow, Poland

ETCC 2022 EUROPEAN TECHNICAL COATINGS CONGRESS | Coatings Inspirations

Since 1950 www.etcc2022.org

ETCC 2022 European Technical Coatings Congress
12-14 lipca 2022 w Krakowie

Prezentacje dotyczą najnowszych osiągnięć naukowych i technicznych w tematyce:

Farby. Lakiery. Surowce. Kleje.
Materiały Budowlane. Materiały związane.
Technologie i Innowacje.

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 ETCC2022 w:
www.etcc2022.org/en/congress/congress-program

- **Sesje Plenarne.**

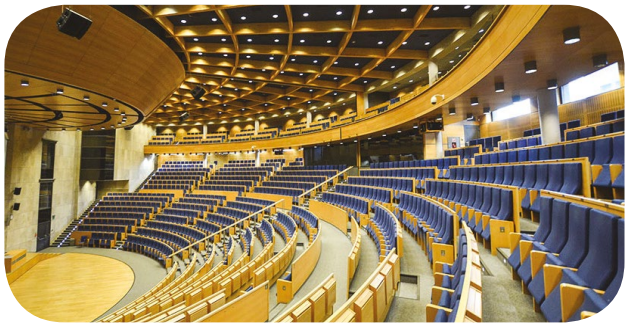
Keynote speakers, prezentowani na stronie:
www.etcc2022.org/en/congress/speakers

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

Rejestracja przez:
www.etcc2022.org/en/congress/exhibition

- **Sesja „Summer School"**

Program w:
www.etcc2022.org/en/congress/summer-school



UDZIAŁ W KONGRESIE

Zarejestruj się poprzez:
www.etcc2022.org/en/registration

PUBLIKACJE wystąpień w czasopismach fachowych, szczegóły w:
www.etcc2022.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.etcc2022.org

W przypadku pytań proszę o kontakt, e-mail:

- etcc2022@sitpchem.org.pl
- koziel.jozef@gmail.com

Jesteśmy w mediach społecznościowych:

SFT VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 42–48

Wojciech Klapsa[a)*], Daniel Małozięć[a)], Damian Bąk[a)]

[a)] *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: wklapsa@cnbop.pl*

Waste in the Context of Combustibility – Classification Possibilities in Legal Terms

Odpady w kontekście palności – możliwości klasyfikacji w ujęciu prawnym

ABSTRACT

Purpose: The aim of the article is to review the possibility of classifying waste as non-combustible and combustible on the basis of the applicable Polish legal acts and to discuss the problems related to this area.
Introduction: In the last decade, there has been a marked increase in the number of fires in landfills in Poland. Therefore, a legislative initiative has been undertaken to tighten and complete the provisions of the law on fire protection of facilities and places where waste is collected and stored.
Methodology: The basic act regulating the issues of waste storage in Poland is the Act of 14 December 2012 on waste materials. The Act divides waste into two categories: non-combustible and combustible. In reference to the act, a Regulation of the Minister of the Interior and Administration of 19 February 2020 on fire protection requirements which need to be met by construction structures or their parts and other places for collecting, storing or processing waste, in which stringent fire safety requirements were defined for fire safety of facilities where combustible waste is stored.
Results: During the review and analysis of the legal acts, it was discovered that after the division into combustible and non-combustible waste, the classification rules for these two categories were not strictly defined. As a consequence, there was a problem of interpretation and, thus, discretion in classifying waste. Therefore, there was a need to review the knowledge on the possibility of classifying waste.
Conclusions: The review of regulations and the state of knowledge on the principles of considering materials and products as non-combustible or combustible presented in the article allows to systematize the knowledge and indicates selected paths of conduct. As waste is not homogeneous materials, the Act leaves the freedom to carry out opinions on whether or not waste is considered combustible. Such an assessment is not simple, hence the need to indicate what are the possible correct ways of proceeding in this action.
Keywords: combustible waste, non-combustible waste, waste classification, fire protection, landfills
Type of article: review article

Received: 29.06.2021; Reviewed: 13.07.2021; Accepted: 20.07.2021;
Authors' ORCID IDs: W. Klapsa – 0000-0002-6481-587X; D. Małozięć – 0000-0003-4929-8656; D. Bąk – 0000-0002-4438-358X.
Percentage contributon: W. Klapsa – 70%; D. Małozięć – 20%; D. Bąk – 10%
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 42–48, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.3;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAKT

Cel: Celem artykułu jest przegląd możliwości klasyfikowania odpadów na niepalne i palne w oparciu o obowiązujące polskie akty prawne oraz omówienie problemów związanych z tym obszarem.
Wprowadzenie: W ostatniej dekadzie w Polsce nastąpił wyraźny wzrost liczby pożarów składowisk odpadów i wysypisk śmieci. W związku z tym została podjęta inicjatywa legislacyjna, aby zaostrzyć oraz uzupełnić przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwpożarowej obiektów i miejsc, gdzie są gromadzone i przechowywane odpady.
Metodologia: Podstawowym aktem regulującym kwestie składowania odpadów w Polsce jest ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. W ustawie dokonano podziału odpadów na niepalne i palne. Co jest istotne dla problemu, nie określono ścisłych wymagań dla potrzeb klasyfikacji odpadów do tych dwóch kategorii. W nawiązaniu do ustawy opracowano rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 19 lutego 2020 r. w sprawie wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, jakie mają spełniać obiekty budowlane lub ich części oraz inne miejsca przeznaczone do zbierania, magazynowania lub przetwarzania odpadów, w którym określone zostały rygorystyczne wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego obiektów, w których składowane są odpady palne.
Wyniki: Podczas przeglądu i analizy aktów prawnych stwierdzono, że po dokonaniu podziału na odpady palne i niepalne nie określono ściśle zasad klasyfikacji do tych dwóch kategorii. W konsekwencji pojawił się problem interpretacji i – co za tym idzie – uznaniowości klasyfikowania odpadów. W związku z tym zaistniała potrzeba przeglądu wiedzy na temat możliwości klasyfikowania odpadów.

Wnioski: Przedstawiony w artykule przegląd przepisów i stanu wiedzy na temat zasad uznawania materiałów i wyrobów za niepalne lub palne pozwala usystematyzować wiedzę oraz wskazuje wybrane ścieżki postępowania. Ponieważ odpady nie są materiałami jednorodnymi, ustawa pozostawia dobrowolność w zakresie wykonywania opinii dotyczących uznania odpadów za palne lub nie. Taka ocena nie jest prosta, stąd pojawiła się potrzeba wskazania, jakie są możliwe prawidłowe drogi postępowania w tym działaniu.
Słowa kluczowe: odpad palny, odpad niepalny, klasyfikacja odpadów, ochrona przeciwpożarowa, składowiska odpadów
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 29.06.2021; Zrecenzowany: 13.07.2021; Zaakceptowany: 20.07.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: W. Klapsa – 0000-0002-6481-587X; D. Małozięć – 0000-0003-4929-8656; D. Bąk – 0000-0002-4438-358X.
Procentowy wkład merytoryczny: W. Klapsa – 70%; D. Małozięć – 20%; D. Bąk – 10%
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 42–48, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.3;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

Starting from 2011, the State Fire Service recorded a significant increase in the number of fires in landfills and waste dumps. In the years 2014–2016, over a thousand inspections were carried out, in which irregularities in the field of fire protection were found in approximately 45% of facilities where waste was stored [1]. Due to changes in legislation and the policy of waste management in Europe, more and more waste from abroad was sent to Poland. A large amount of imported waste from other countries and the permissible three-year time limit for their storage have resulted in self-ignition or setting on fire [2]. The analysis of the problem showed an urgent need for legislative changes.

As a result of the amendment to the Act on waste in 2018 [3], the obligation to prepare fire protection reports for waste storage sites was created. Pursuant to Art. 42 sec. 4b of this Act, such a report is required as an attachment to the application for a permit to collect or process waste. The fire-fighting operation should include the conditions for fire protection of the installation, facility or part thereof or other waste storage place. This document should be agreed with the poviat or city commander of the State Fire Service.

In a situation where the application for a permit is directed to the voivodeship marshal or the regional environmental protection director, the survey should be prepared by a fire protection expert. However, when the application is to be considered by the starost, the persons who are authorized to prepare the survey should have a professional title of fire engineer or the professional title of engineer and a diploma of graduation from the Main School of Fire Service (in the field of safety engineering, specializing in fire safety engineering, issued by 30 September 2019) or studies in the field of safety engineering (in the field of fire safety issued after 30 September 2019).

Non-combustible and combustible waste

In the course of further analysis of waste regulations, an important aspect of determining the flammability or non-flammability of

Wprowadzenie

Począwszy od 2011 roku Państwowa Straż Pożarna odnotowała znaczący wzrost liczby pożarów na składowiskach odpadów i wysypiskach śmieci. W latach 2014–2016 wykonano ponad tysiąc kontroli, w których stwierdzono nieprawidłowości w zakresie ochrony przeciwpożarowej w ok. 45% obiektów, gdzie składowano odpady [1]. Zmiany prawa oraz polityka gospodarowania odpadami w Europie sprawiła, że do Polski trafiało coraz więcej odpadów z zagranicy. Duża ilość sprowadzonych odpadów z innych krajów oraz dopuszczalny trzyletni termin na ich składowanie spowodował, że opłacalnym sposobem na likwidację takich odpadów jest ich samozapłon lub podpalanie [2]. Analiza problemu wykazała pilną potrzebę wprowadzenia zmian legislacyjnych.

W wyniku zmiany z 2018 r. do ustawy o odpadach [3] powstał obowiązek opracowywania operatów przeciwpożarowych dla miejsc składowania odpadów. Zgodnie z art. 42 ust. 4b tej ustawy taki operat jest wymagany jako załącznik do wniosku o zezwolenie na zbieranie odpadów lub ich przetwarzanie. Operat przeciwpożarowy powinien zawierać warunki ochrony przeciwpożarowej instalacji, obiektu lub jego części lub innego miejsca magazynowania odpadów. Dokument ten należy uzgodnić z komendantem powiatowym lub miejskim Państwowej Straży Pożarnej.

W sytuacji, gdy wniosek o zezwolenie jest kierowany do marszałka województwa albo regionalnego dyrektora ochrony środowiska, operat powinien być opracowany przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych. Natomiast gdy wniosek przeznaczony jest do rozpatrzenia przez starostę, do przygotowania operatu uprawnione są osoby posiadające tytuł zawodowy inżyniera pożarnictwa lub tytuł zawodowy inżyniera oraz dyplom ukończenia studiów w Szkole Głównej Służby Pożarniczej (w zakresie inżynierii bezpieczeństwa, w specjalności inżynierii bezpieczeństwa pożarowego, wydany do dnia 30 września 2019 r.) lub studiów na kierunku inżynierii bezpieczeństwa (w zakresie bezpieczeństwa pożarowego wydany po dniu 30 września 2019 r.).

Odpady niepalne i palne

W trakcie dalszej analizy przepisów dotyczących odpadów pojawia się istotny aspekt określenia palności lub niepalności odpadu.

waste appears. The fire survey is not required for permits relating only to non-flammable waste and plants with an increased risk of a serious industrial accident or plants with a high risk of a serious industrial accident. On the basis of the delegation contained in art. 43 sec. 8 of the Act on waste, the Minister of the Interior and Administration issued the Regulation of 19 February 2020 on fire protection requirements to be met by construction structures or their parts and other places for collecting, storing or processing waste [4]. The document defines detailed fire protection requirements for places with combustible waste.

Therefore, it seems that determining whether a given waste is non-combustible or combustible has become a key aspect for the application of certain statutory requirements. If we are dealing with combustible waste, we must take into account the necessity to meet more stringent requirements with regard to the places of their storage (which results from the provisions of the regulation [4]).

In order to classify waste into the appropriate group, i.e. non-combustible or combustible, first Annex 2a to the Act on waste should be applied. This Annex contains a non-exhaustive list of the categories of non-combustible waste. There are 15 categories of waste considered non-combustible. In addition to the categories mentioned above, non-combustible waste can be considered as non-combustible when it does not participate in the combustion process and does not affect the fire development and its power due to e.g. storage method, chemical composition or form, regardless of the waste code adopted for it. Assessment in this respect should be made individually, on a voluntary basis. At the same time, the provision of § 4 point 1 of the regulation [4] indicates that all other waste that has not been classified as non-combustible in accordance with the Act [3] should be considered combustible waste. Due to the used definition, we cannot limit ourselves to substances defined as combustible on the basis of the classification of dangerous substances pursuant to Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on the classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006 (CLP) [5]. The cited classification applies only to hazardous substances, but in principle the waste resulting from the processing of these substances is generally also considered hazardous.

Inverted definition of combustible waste and no indication of unambiguous criteria for classifying the waste into the appropriate group mean that a waste producer, which is not included in Annex 2 to the Act [3], must make an individual assessment. The classification issue can be approached intuitively on the basis of the physico-chemical properties of the materials or substances that make up the waste. In this way, it can be assumed that organic and other materials whose chemical composition allows combustion (oxidation) to generate energy, are considered flammable. Recognition of waste as a combustible material requires the application of many fire safety regulations regarding landfills resulting, among others, from the regulation [4].

When assessing waste in terms of flammability, it is possible to use other regulations that also define materials as

Operat przeciwpożarowy nie jest bowiem wymagany w stosunku do zezwoleń dotyczących wyłącznie odpadów niepalnych oraz zakładów o zwiększonym lub dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej. Na podstawie delegacji zawartej w art. 43 ust. 8 ustawy o odpadach Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji wydał rozporządzenie z dnia 19 lutego 2020 r. w sprawie wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, jakie mają spełniać obiekty budowlane lub ich części oraz inne miejsca przeznaczone do zbierania, magazynowania lub przetwarzania odpadów [4]. Dokument określa szczegółowe wymagania z zakresu ochrony przeciwpożarowej dla miejsc, w których znajdują się palne odpady.

Wobec powyższego wydaje się, że kluczowym aspektem dla stosowania określonych wymagań ustawowych stało się ustalenie, czy dany odpad jest niepalny czy palny. Jeśli mamy do czynienia z odpadami palnymi, należy liczyć się z koniecznością spełnienia surowszych wymagań w odniesieniu do miejsc ich składowania (co wynika z zapisów rozporządzenia [4]).

W celu dokonania klasyfikacji odpadu do odpowiedniej grupy, tj. niepalny lub palny, w pierwszej kolejności należy posiłkować się załącznikiem nr 2a do ustawy o odpadach. Załącznik ten zawiera niewyczerpujący wykaz kategorii odpadów niepalnych. Znalazło się tam 15 kategorii odpadów uznawanych za niepalne. Poza wymienionymi kategoriami za niepalne można uznawać odpady, które nie biorą udziału w procesie spalania i nie wpływają na rozwój pożaru oraz jego moc ze względu na np. sposób magazynowania (składowania), skład chemiczny lub postać, niezależnie od przyjętego dla nich kodu odpadu. Oceny w tym zakresie należy dokonać indywidualnie, na zasadzie dobrowolności. Jednocześnie zapis § 4 pkt. 1 rozporządzenia [4] wskazuje, że wszystkie inne odpady, które nie zostały zgodnie z ustawą [3] sklasyfikowane jako niepalne, należy uznać za palne. Z uwagi na zastosowaną definicję nie można ograniczyć się jedynie do substancji określanych jako palne na podstawie klasyfikacji substancji niebezpiecznych wynikającej z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (CLP) [5]. Przywołana klasyfikacja dotyczy jedynie substancji niebezpiecznych, ale w zasadzie odpady powstałe w wyniku przetwarzania tych substancji z reguły również są uznawane za niebezpieczne.

Odwrócona definicja odpadów palnych oraz brak wskazania jednoznacznych kryteriów klasyfikujących odpad do odpowiedniej grupy powoduje, że wytwórca odpadu, którego nie ujęto w załączniku nr 2 do ustawy [3], musi dokonać indywidualnej oceny. Intuicyjnie można podejść do kwestii klasyfikacyjnej na podstawie właściwości fizyko-chemicznych materiałów lub substancji, z jakich składa się odpad. W ten sposób można założyć, że materiały organiczne i inne, których skład chemiczny pozwala na spalanie (utlenianie się) z wytworzeniem energii, uznamy za palne. Uznanie odpadu za materiał palny wiąże się z koniecznością zastosowania wielu przepisów bezpieczeństwa pożarowego dotyczącego składowisk odpadów wynikających m. in. z rozporządzenia [4].

Przy dokonywaniu oceny odpadu pod względem palności istnieje możliwość posiłkowania się innymi przepisami, które

non-combustible. From the point of view of a fire threat and its assessment, the Polish Standard PN-B-02852 [6] comes first. The standard specifies the method of calculating the fire load density resulting from the combustion of combustible materials in the fire zone. Based on its records, the following can be considered as non-combustible materials:

- contained in fireproof containers, trays and packages,
- immersed in water and aqueous solutions,
- with a water content of more than 60%.

In the process of the classification in question, one can also rely on the regulation of the Minister of Infrastructure on the technical conditions to be met by buildings and their location [7]. Annex 3 to this document defines the relationship between the hitherto descriptive classification and the Eroklas system. In accordance with the provisions in the table, as non-combustible are materials belonging to one of the following classes: A1; A2–s1, d0; A2–s2, d0; A2–s3, d0; $A1_{fl}$; $A2_{fl}$–s1; $A2_{fl}$–s2 [8]. Standardized test methods have been assigned to the individual requirements. The basis for the classification is the PN-EN 13501-1 standard [9], which indicates the methods and criteria for classifying construction products into appropriate classes [10]. In each case, there are two methods, one of which concerns the heat of combustion test according to PN-EN ISO 1716 [11], and the other one is selected depending on the class and type of the tested material. However, these are expensive tests and – in case of waste – they are often problematic to be performed (there is a significant problem with the preparation of an appropriate sample for testing). For this reason, we often encounter a situation where people who carry out fire operations consider waste as non-combustible where the heat of combustion is below 3 MJ/kg (value for the entire product). It is a value defined in the classification standard [9] as the limit for class A2. However, such an assumption without proper analysis of the impact of the material on the fire hazard of the landfill is not entirely appropriate in accordance with the Act [3]. Also, formally, the product does not meet the definition of a non-combustible material according to the regulation [7], because the full classification according to the standard [9] has not been performed. It is also possible to classify products into appropriate classes of reaction to fire on the basis of the decisions of the European Commission concerning fire classification, which are published in the Official Journal of the European Union. An example is the decision of 26 September 2000 (2000/605/EC), which lists materials in classes A1 and $A1_{fl}$ [12].

The greatest challenge is the classification of mixed waste. The most common example of such waste is construction and demolition waste, from which it is impossible to separate wood and plastic waste. In this case, Art. 3b of the Act [3] should be used and an individual assessment of the impact of the collected waste and the method of storage on the fire hazard should be made. At the same time, it should be noted that the inert waste catalog [13] also allows for a certain low content of wood and plastic in construction and demolition waste. In this case, the evaluator is obviously unable to conclude that these materials are non-combustible. As a result, the opinion should show that the content of these materials does not contribute to the spreading and development of the fire and does not substantially affect the power of the fire.

również definiują materiały jako niepalne. Z punktu widzenia zagrożenia pożarowego i jego oceny, jako pierwsza nasuwa się Polska Norma PN-B-02852 [6]. W normie określono sposób obliczania gęstości obciążenia ogniowego w wyniku spalania się materiałów palnych znajdujących się w strefie pożarowej. W oparciu o jej zapisy można uznać za niepalne materiały:

- znajdujące się w ognioodpornych pojemnikach, zasobnikach i opakowaniach,
- zanurzone w wodzie i roztworach wodnych,
- o zawartości wody ponad 60%.

W procesie omawianej klasyfikacji można również oprzeć się na rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [7]. W załączniku nr 3 do tego dokumentu określono relacje pomiędzy dotychczasową klasyfikacją opisową i systemem Eroklas. Zgodnie z zapisami zawartymi w tabeli za niepalne uznaje się materiały zaliczane do jednej z wymienionych klas: A1; A2–s1, d0; A2–s2, d0; A2–s3, d0; $A1_{fl}$; $A2_{fl}$–s1; $A2_{fl}$–s2 [8]. Do poszczególnych wymagań zostały przypisane znormalizowane metody badań. Podstawę do klasyfikacji stanowi norma PN-EN 13501-1 [9], w której wskazano metody i kryteria do klasyfikacji wyrobów budowlanych do odpowiednich klas [10]. W każdym przypadku są to dwie metody, z czego jedna dotyczy badania ciepła spalania wg PN-EN ISO 1716 [11], a druga dobierana jest w zależności od klasy i rodzaju badanego materiału. Są to jednak badania kosztowne oraz – w przypadku odpadów – nierzadko problematyczne do wykonania (występuje istotny problem z przygotowaniem odpowiedniej próbki do badań). Z tego powodu spotykamy się często z sytuacją, że osoby wykonujące operaty pożarowe uznają za niepalne odpady, których ciepło spalania jest poniżej 3 MJ/kg (wartość dla całego wyrobu). Jest to wartość określona w normie klasyfikacyjnej [9] jako graniczna dla klasy A2. Jednak takie założenie bez wykonania odpowiedniej analizy wpływu materiału na zagrożenie pożarowe składowiska nie jest do końca właściwe i zgodne z ustawą [3]. Także formalnie wyrób nie spełnia definicji materiału niepalnego w myśl rozporządzenia [7], ponieważ nie została wykonana pełna klasyfikacja zgodnie z normą [9]. Istnieje również możliwość klasyfikowania wyrobów do odpowiednich klas reakcji na ogień na podstawie decyzji Komisji Europejskiej dotyczących klasyfikacji ogniowej, które publikowane są w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej. Jako przykład może służyć decyzja z dnia 26 września 2000 r. (2000/605/WE), gdzie wymieniono materiały w klasie A1 i $A1_{fl}$ [12].

Największe wyzwanie stanowi klasyfikacja odpadów zmieszanych. Najczęściej spotykanym przykładem takiego odpadu są odpady budowlano-rozbiórkowe, z których nie można wyodrębnić (oddzielić) odpadów z drewna i tworzyw sztucznych. W tym przypadku należy skorzystać z art. 3b ustawy [3] i dokonać indywidualnej oceny wpływu zgromadzonych odpadów i sposobu składowania na zagrożenie pożarowe. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że katalog odpadów obojętnych [13] również dopuszcza pewną niską zawartość drewna i tworzyw sztucznych w odpadach budowlanych i rozbiórkowych. W tym przypadku osoba dokonująca oceny oczywiście nie jest w stanie stwierdzić, że te materiały są niepalne. W rezultacie opinia powinna wykazać, że

An extremely useful solution in the process of determining the combustibility or non-combustibility of waste is the possibility of approving the opinion of research institutes or scientific centers [3] specializing in testing the fire properties of products and materials. These units have significant knowledge and experience in the field of flammability of various materials and their potential fire behavior. An additional advantage of this solution is the possibility of performing other necessary tests that will give a broader view on the flammability of the tested waste.

In addition to the basic test – the previously mentioned determination of the heat of combustion – it is possible to assess the susceptibility of a substance (sample) to ignition by determining the ignition or ignition temperature and to assess the possibility of the spread of combustion. An example of this type of activity can be the study of the flammability of waste from rainwater sewage, collected, among others in sedimentation tanks and sand traps, which were carried out at CNBOP-PIB Laboratory of Combustion Processes and Explosions. This waste is normally present in a hydrated form, but the water content – due to the open storage of the material – changes depending on the current weather conditions, which in turn may lead to the evaporation of water and the appearance of sludge in a dried form. Thus, there may be different states of hydration as a function of the waste storage time. Dried waste will pose the greatest threat. The carried out study of the heat of combustion for the dried material gave an average result of 1.01 MJ/kg with the determined moisture content of 4.31% [14]. Additional flash point tests gave a result of more than 200°C. When assessing the flammability, it was found that the ignition of the sample is not long-lasting. Careful evaluation of material residues after the combustion heat test showed that a large part of the unburned residues were non-combustible materials such as sand or small stones. Taking into account the collected information from the entire research process, it was found that waste with such composition and storage methods can be considered non-combustible and does not significantly contribute to the fire growth.

Due to no clearly defined classification criteria allowing for unambiguous determination of combustibility or non-combustibility of waste, after analyzing numerous test methods in the field of material flammability assessment, CNBOP-PIB staff paid attention to the methodology described in PN-EN 16733-2016-06 standard Reaction to fire tests of construction products – Determination of the susceptibility of a construction product to the process of continuous smoldering [16]. This standard specifies a test method for determining the tendency (ability) of a construction product to continually smolder when exposed to an open flame under the influence of natural, convective air flow. It is a method used to further evaluate building materials classified in accordance with PN-EN 13501-1. It allows to assess the tendency of the tested sample to the long-term duration of internal combustion in the form of oxygen. The sample is subjected to a burner, and then it is checked whether there is a temperature increase inside the sample. Based on the above method, after introducing a few modifications taking into account the specificity of waste, the authors of this article developed a flammability

zawartość tych materiałów nie przyczynia się do rozprzestrzeniania i rozwoju pożaru oraz nie wpływa zasadniczo na moc pożaru.

Niezwykle przydatnym rozwiązaniem w procesie określania palności lub niepalności odpadów jest możliwość dopuszczenia w tym zakresie opinii instytutów badawczych lub ośrodków naukowych [3] specjalizujących się w badaniach właściwości ogniowych wyrobów i materiałów. Jednostki te dysponują znaczącą wiedzą i doświadczeniem w obszarze palności różnych materiałów i ich potencjalnego zachowania podczas pożaru. Dodatkowym atutem tego rozwiązania jest możliwość wykonania innych niezbędnych testów, które dadzą szerszy pogląd na temat palności badanego odpadu.

Oprócz podstawowego badania – już wcześniej wspomnianego określenia ciepła spalania – można dokonać oceny podatności substancji (próbki) na zapalenie poprzez wyznaczenie temperatury zapalenia lub zapłonu oraz przeprowadzić ocenę możliwości rozprzestrzeniania się spalania. Za przykład tego typu działań może posłużyć badanie palności odpadu z kanalizacji deszczowej, gromadzonego m. in. w osadnikach i piaskownikach, które wykonano w Zespole Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości CNBOP-PIB. Odpad ten w normalnych warunkach występuje w postaci uwodnionej, jednak zawartość wody – za sprawą otwartego składowania materiału – zmienia się w zależności od aktualnie panujących warunków atmosferycznych, co w konsekwencji może doprowadzić do odparowania wody i pojawienia się osadu w formie wysuszonej. Mogą więc występować różne stany uwodnienia w funkcji czasu składowania odpadu. Największe zagrożenie będzie stanowił odpad w postaci wysuszonej. Przeprowadzone badanie ciepła spalania dla materiału wysuszonego dało wynik średni na poziomie 1,01 MJ/kg przy oznaczonej wilgotności 4,31% [14]. Dodatkowe badania temperatury zapłonu dały wynik o wartości powyżej 200°C. Oceniając zapalność stwierdzono, że zapłon próbki nie jest długotrwały. Wnikliwa ocena pozostałości materiału po badaniu ciepła spalania wykazała, że dużą część niespalonych resztek stanowiły materiały niepalne, takie jak piasek czy drobne kamienie. Mając na uwadze zgromadzone informacje z całego procesu prowadzonych badań uznano, że odpad o takim składzie i sposobie przechowywania można uznać za niepalny oraz nieprzyczyniający się istotnie do wzrostu pożaru.

W związku z brakiem jednoznacznie określonych kryteriów klasyfikacyjnych, pozwalających na jednoznaczne określanie palności lub niepalności odpadów, po analizie licznych metod badawczych w zakresie oceny palności materiałów personel CNBOP-PIB zwrócił uwagę na metodykę opisaną w normie PN-EN 16733-2016-06 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Oznaczanie podatności wyrobu budowlanego na przechodzenie w proces ciągłego tlenia [16]. W niniejszej normie podano metodę badania do oznaczenia skłonności (zdolności) wyrobu budowlanego do ciągłego tlenia po wystawieniu na działanie otwartego płomienia pod wpływem naturalnego, konwekcyjnego przepływu powietrza. Jest to metoda stosowana do dalszej oceny materiałów budowlanych klasyfikowanych zgodnie z PN-EN 13501-1. Pozwala ona na ocenę tendencji badanej próbki do długotrwałego utrzymywania się palenia wewnętrznego w postaci tlenia. Próbkę poddaje się oddziaływaniu palnika, po czym sprawdza się, czy następuje

assessment methodology adapted to various types of solid waste. After full verification, it will be implemented in everyday research and service activities.

wzrost temperatury wewnątrz próbki. W oparciu o powyższą metodę, po wprowadzeniu kilku modyfikacji uwzględniających specyfikę odpadów, autorzy niniejszego artykułu opracowali metodykę oceny palności dostosowaną do różnego rodzaju odpadów stałych. Po pełnej weryfikacji zostanie ona wdrożona w codziennej działalności badawczej i usługowej.

Summary

As a result of the increase in the number of actual fires in landfills, the legislator tightened the provisions on fire protection conditions for waste collection sites. Most of them relate directly to the places where combustible waste is deposited. From the chemical point of view, the materials and substances that surround us are mainly combustible materials. The specificity of collecting waste does not allow for an unambiguous separation of individual materials, which means that most of the waste is mixed waste. The second important issue is the possibility of reducing the investment costs related to the processing and storage of waste, which often requires a practical approach to the issue of fire risk assessment. Therefore, on the one hand, a reliable and thorough assessment of the flammability of a given waste can reduce the costs of waste collection, and, allows to maintain an appropriate level of fire safety, which was the main goal of the change in regulations. In the absence of clearly defined classification criteria, there is some voluntariness in this regard, which, however, should be supported by knowledge and experience.

Podsumowanie

W wyniku wzrostu liczby rzeczywistych pożarów na składowiskach odpadów ustawodawca dokonał zaostrzenia przepisów odnośnie warunków ochrony przeciwpożarowej dla miejsc gromadzenia odpadów. Większość z nich dotyczy bezpośrednio miejsc składowania odpadów palnych. Otaczające nas materiały i substancje, z punktu widzenia chemicznego, to głównie materiały palne. Specyfika gromadzenia odpadów nie pozwala na jednoznaczne oddzielenie poszczególnych materiałów, co sprawia, że większość odpadów to odpady zmieszane. Drugą istotną kwestią jest możliwość ograniczenia kosztów inwestycji związanej z przetwarzaniem i składowaniem odpadów, co często wymaga praktycznego podejścia do kwestii oceny zagrożenia pożarowego. Dlatego rzetelna i wnikliwa ocena palności danego odpadu z jednej strony może pozwolić na ograniczenie kosztów gromadzenia odpadów, a z drugiej – na zachowanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa pożarowego, co było głównym celem zmiany przepisów. Przy braku jednoznacznie określonych kryteriów klasyfikacyjnych pozostaje w tym względzie pewna dobrowolność, która jednak powinna być poparta wiedzą i doświadczeniem.

Literature / Literatura

[1] Janik P., *Palący problem*, „Przegląd Pożarniczy" 2018, 7, 13–15.

[2] Cygańczuk K., Janik P., *Bezpieczeństwo środowiskowe a uregulowania prawne w gospodarce odpadami*, „Przemysł Chemiczny" 2020, 99 (7), 970–976, https://doi.org/10.15199/62.2020.7.1.

[3] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (tekst jednolity Dz. U. z 2021 r. poz. 779, 784).

[4] Rozporządzenie MSWiA z dnia 19 lutego 2020 r. w sprawie wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, jakie mają spełniać obiekty budowlane lub ich części (Dz. U. poz. 296).

[5] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (CLP).

[6] PN-B-02852:2001 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru.

[7] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2019 r. poz. 1065 z późn. zm.).

[8] Małozięć D., Koniuch A., *Reakcja na ogień metody badań i kryteria klasyfikacji*, BiTP Vol. 17 Issue 1, 2010, pp. 63–74,

[9] PN-EN 13501-1:2019-02 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień.

[10] Porowski R., Małozięć D., *Naukowe metody wspomagające proces ustalania przyczyn powstawania pożarów* w: *Czerwona księga pożarów*, Guzewski P., Wróblewski D., Małozięć D. (red.), tom 2, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2014, 151–209.

[11] PN-EN ISO 1716:2018-08 Badania reakcji na ogień wyrobów – Określanie ciepła spalania brutto (wartości kalorycznej).
[12] Decyzja z dnia 04.10.1996 (96/603/WE) zmieniona decyzją z dnia 26.09.2000 (2000/605/WE).
[13] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz. U. z 2015 r. poz. 1277).
[14] Opinia Zespołu Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości CNBOP-PIB dot.: Określenia cechy palności odpadu z kanalizacji deszczowej nr 270/BW/20, Józefów 2020.
[15] PN-EN 16733-2016-06 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Oznaczanie podatności wyrobu budowlanego na przechodzenie w proces ciągłego tlenia.

BRIG. WOJCIECH KLAPSA, M.SC. ENG. – a graduate of the Main School of Fire Service in Warsaw and the Military University of Technology in Warsaw, Faculty of Chemistry. Currently, he serves at Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy in the Laboratory of Combustion Processes and Explosions as a manager. Author or co-author of articles on fire safety and flammable properties of building materials. At CNBOP-PIB, he deals with the subject of technical expertise of buildings, court opinions in the field of determining the causes of fires and research in the field of reaction to fire of construction products, as well as determining the explosive parameters of flammable substances. A speaker at national and international conferences, as well as a lecturer during exercises, workshops and training during training courses and other courses.

SENIOR BRIG. DANIEL MAŁOZIĘĆ, M.SC. ENG. – a graduate of the Main School of Fire Service in Warsaw. A long-time manager in the Laboratory of Combustion Processes and Explosions at Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy. Currently, he is the Deputy Director for Research and Development at CNBOP-PIB. Author of numerous articles on fire safety, flammable properties of construction materials and many expert opinions related to determining the causes of fires.

DAMIAN BĄK, ENG. – a graduate of the Faculty of Production Engineering at the Warsaw University of Technology, majoring in Mechanics and Machine Construction, currently completing his master's studies in the field of Management and Globalized Production Engineering at the same university. He works as a specialist in the Laboratory of Combustion Processes and Explosions at Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy in Józefów.

MŁ. BRYG. MGR INŻ. WOJCIECH KLAPSA – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie i Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie Wydziału Chemii. Obecnie pełni służbę w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Zespole Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości na stanowisku Kierownika. Autor lub współautor artykułów o tematyce bezpieczeństwa pożarowego oraz właściwości palnych materiałów budowlanych. W CNBOP-PIB zajmuje się tematyką ekspertyz technicznych budynków, opinii sądowych w zakresie ustalania przyczyn pożarów oraz badaniami w zakresie reakcji na ogień wyrobów budowlanych, a także wyznaczaniem parametrów wybuchowych substancji palnych. Prelegent na konferencjach krajowych i zagranicznych, a także wykładowca podczas ćwiczeń oraz warsztatów i treningów na szkoleniach i kursach.

ST. BRYG. MGR INŻ. DANIEL MAŁOZIĘĆ – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Wieloletni kierownik w Zespole Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym. Obecnie pełni funkcję Zastępcy Dyrektora ds. Badań i Rozwoju w CNBOP-PIB. Autor licznych artykułów o tematyce bezpieczeństwa pożarowego, właściwości palnych materiałów budowlanych oraz wielu ekspertyz związanych z ustalaniem przyczyn pożarów.

INŻ. DAMIAN BĄK – absolwent Wydziału Inżynierii Produkcji na Politechnice Warszawskiej, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn, obecnie kończy studia magisterskie na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji Zglobalizowanej na tej samej uczelni. Pracuje na stanowisku specjalisty w Zespole Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie.

CNBOP-PIB

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 VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 50–62

Rafał Wróbel[a)*], Ilona Kinga Wróbel

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

Critical Infrastructure in Poland during the COVID-19 Pandemic

Infrastruktura krytyczna w Polsce w warunkach pandemii COVID-19

ABSTRACT

Purpose: The paper presents the results of the review of literature and of the legal regulations in the field of the protection of critical infrastructure in Poland during the COVID-19 pandemic. The assumed main goal was to determine the requirements for protecting elements catalogued in 11 critical infrastructure systems, in the face of the risk of losing key personnel and the need to maintain continuity of critical infrastructure operations.
Introduction: The first part of the paper discusses the essence and methods of identifying critical infrastructure in Poland. Further on, possible clauses were identified of an epidemic and its impact on individual critical infrastructure systems, with particular focus on the fact that if an epidemic occurs, there may be a temporary or long-term shortage of personnel essential to the business continuity of the facilities, installations and elements included in critical infrastructure. Then, the legal solutions for maintaining the operating continuity of critical infrastructure during COVID-19 implemented in 2020 were presented, pointing to legal tools aimed at ensuring the resilience of critical infrastructure by securing key resource, i.e. the employees.
Methodology: Literature research and qualitative analysis were carried out of the legal acts announced in 2020 related to enhancing the resilience of critical infrastructure, and a review was carried out of the recommendations and guidelines addressed to critical infrastructure operators, which were issued in March and September of 2020. The obtained results were analysed using the following: publications, acts of the Polish law, recommendations and guidelines published on the websites of governmental institutions, interviews with independent experts.
Conclusions: The first regulations on specific arrangements meant to prevent, counteract and combat COVID-19, other contagious diseases and crisis situations caused by them did not contain any provisions that would be supportive of the protective capacity of the critical infrastructure elements in Poland. The first document in this respect, RCB guidelines of 16 March 2020 have not been formalised yet in the legal system. The so-called Shield 2.0 of 31 March 2021 introduced to the 15x of the COVID-19 Act the tools for specific employers entitled to take advantage of new, previously unavailable opportunities to ensure the continuity of services. Those entitlements made it possible to change the work system or work schedule of employees, to instruct them to work overtime, as well as to refuse to grant annual leave or to cancel it.
Keywords: critical infrastructure, pandemic, COVID-19, law, key personel
Type of article: case study

Received: 08.06.2021; Reviewed: 28.06.2021; Accepted: 28.06.2021;
Authors` ORCID IDs: R. Wróbel – 0000-0002-2338-0267; I. K. Wróbel – 0000-0002-8869-5657
The authors contributed the equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 50–62, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.4;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAKT

Cel: W artykule przedstawiono wyniki analizy literatury przedmiotu oraz przepisów prawa w zakresie ochrony infrastruktury krytycznej w Polsce w warunkach pandemii COVID-19. Za cel główny przyjęto zdefiniowanie uwarunkowań ochrony elementów skatalogowanych w jedenastu systemach infrastruktury krytycznej wobec ryzyka utraty kluczowego personelu oraz konieczności utrzymania ciągłości działania infrastruktury krytycznej.
Wprowadzenie: W pierwszej części artykułu przybliżono istotę oraz sposób identyfikacji infrastruktury krytycznej w Polsce. W dalszej części zidentyfikowano możliwe przyczyny powstania epidemii oraz określono jej wpływ na poszczególne elementy systemu infrastruktury krytycznej (IK) zwracając szczególną uwagę na fakt, że wraz z wystąpieniem epidemii możliwa jest chwilowa lub długotrwała utrata personelu istotnego dla zapewnienia ciągłości działania obiektów, instalacji i elementów wchodzących w skład systemów IK. Następnie zaprezentowano rozwiązania prawne na rzecz utrzymania ciągłości działania IK w warunkach COVID-19 zaimplementowane w 2020 roku, wskazując na narzędzia prawne mające na celu zapewnienie odporności infrastrukturze krytycznej poprzez zabezpieczenie kluczowego zasobu, jakim są pracownicy.

Metodologia: Przeprowadzono badania literatury przedmiotu oraz dokonano analizy jakościowej ogłoszonych w 2020 roku aktów prawnych w zakresie zwiększania odporności IK oraz przestudiowano rekomendacje, zalecenia i wytyczne wydane w marcu oraz wrześniu 2020 roku skierowane do operatorów IK. Do analizy przeprowadzonych badań wykorzystano publikacje zwarte, akty prawa polskiego, zalecenia i wytyczne ogłaszane na stronach instytucji rządowych, wywiady z niezależnymi ekspertami.
Wnioski: Początkowe wytyczne dotyczące szczególnych rozwiązań związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych nie zawierały zapisów wzmacniających możliwości ochronne elementów IK w Polsce. Pierwszy dokument w tym zakresie, wytyczne RCB z 16 marca 2020 r., nie zostały sformalizowanie w systemie prawa. Dopiero Tarcza 2.0 z dnia 31 marca 2021 r. wprowadziła w formule 15x ustawy w sprawie COVID-19 narzędzia dla określonych pracodawców uprawnionych do skorzystania z nowych, dotychczas niedostępnych możliwości zapewnienia ciągłości usług. Wspomniane uprawnienia umożliwiły zmianę systemu albo rozkładu pracy pracowników, wydawanie im polecenia pracy w ramach godzin nadliczbowych (tzw. nadgodziny), jak również odmowę udzielenia urlopu albo jego odwołania.
Słowa kluczowe: infrastruktura krytyczna, pandemia, COVID-19, prawo, kluczowy personel
Typ artykułu: studium przypadku

Przyjęty: 08.06.2021; Zrecenzowany: 28.06.2021; Zaakceptowany: 28.06.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: R. Wróbel – 0000-0002-2338-0267; I. K. Wróbel – 0000-0002-8869-5657;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 50–62, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.4;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

Poland, like other countries worldwide, is protecting the key aspects of the state activity as an entity, which enable the implementation of functions defined by the Constitution of the Republic of Poland, including guaranteeing widely understood security of the citizens. Legal conditions set out in different time periods define principles for the protection of elements, including infrastructure, which are of key importance for ensuring security [1–2]. They apply, among others, to:

- facilities of particular importance for state security and defence,
- areas, facilities and equipment subject to mandatory protection,
- equipment, facilities, installations, services of key importance for security of the state and its citizens necessary to ensure effective functioning of public administration bodies, as well as institutions and entrepreneurs.

It is the latter ones which, according to Act of 26 April 2007 on crisis management, define critical infrastructure. It should be noted that even though the concept of critical infrastructure was formalised for the first time in Polish legal regulations in 2007, it was defined earlier, both in literature of the subject or at the occasion of involving the National Security Bureau in discussions concerning protection of critical infrastructure under NATO (the North Atlantic Treaty) [3]. Critical infrastructure has been identified in the list divided into systems. Initially there were nine systems, but finally eleven systems determined. Critical infrastructure includes the following systems [4]:

- energy supply, energy raw materials and fuels,
- communications,
- telecommunication,
- financial,
- provision of food,

Wprowadzenie

Polska – podobnie jak inne kraje na świecie – chroni kluczowe aspekty działalności państwa jako podmiotu, które umożliwiają realizację funkcji zdefiniowanych w Konstytucji RP oraz służą zapewnieniu szeroko rozumianego bezpieczeństwa obywateli. Ustalone w różnych okresach czasu uwarunkowania prawne definiują zasady ochrony elementów kluczowych (w tym infrastruktury) dla zapewnienia bezpieczeństwa [1–2]. Odnoszą się one m.in. do:

- obiektów szczególnie ważnych dla bezpieczeństwa i obronności państwa,
- obszarów, obiektów i urządzeń podlegających obowiązkowej ochronie,
- urządzeń, obiektów, instalacji, usług kluczowych dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli oraz służących zapewnieniu sprawnego funkcjonowania organów administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców.

To właśnie te ostatnie, zgodnie z ustawą z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym, definiują infrastrukturę krytyczną. Należy odnotować, że pojęcie infrastruktury krytycznej, choć sformalizowane po raz pierwszy w przepisach prawa w Polsce w 2007 r., definiowane było już wcześniej – czy to w literaturze przedmiotu, czy też przy okazji zaangażowania Biura Bezpieczeństwa Narodowego w dyskusję na temat ochrony infrastruktury krytycznej w ramach Traktatu Sojuszu Północnoatlantyckiego, tj. NATO [3]. Infrastruktura krytyczna została sporządzona w formie wykazu z podziałem na systemy. Początkowo można było wyróżnić dziesięć, ale ostatecznie sformułowano jedenaście systemów. Infrastruktura krytyczna obejmuje systemy [4]:

- zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa,
- łączności,
- sieci teleinformatycznych,
- finansowe,

- water supply,
- health protection,
- transport,
- rescue,
- system assuring operational continuity of public administration,
- systems of production, storage and usage of chemical and radioactive substances, including hazardous substances line.

It was possible to identify critical infrastructure due to two types of criteria developed, applied (the criteria are used in the identification of elements of the critical infrastructure list and during its regular updates) and protected ones – classified Part of the National Programme for Critical Infrastructure Protection [5]. The first type – system criteria – and refers to the function of a potential element (facility, equipment, installation or service) of the critical infrastructure, assigned to a given system (and to be more precise to a specific sector within the system). The second type – cross-sectional criteria – specifies the parameters necessary to determine the effect of the dysfunction (destruction or non-functioning) of a potential element of critical infrastructure. The cross-sectional nature of the above-mentioned element is analysed on 7 levels (according to the National Critical Infrastructure Protection Program 2020. The cross-sectional criteria include: human casualties (1), financial consequences (2), necessity to evacuate (3), loss of service (4), restoration time (5), international effect (6), uniqueness (7). If, after meeting the systemic criterion and the definitional criterion, at least two of the seven cross-sectional criteria are achieved, the criterion is considered to be met and the analysed element is considered as critical infrastructure. From the formal viewpoint, the identification of the individual elements of critical infrastructure is referred to as establishing a list [6, p. 40–41]. This determination takes place via a resolution adopted by the Council of Ministers. Extracts are drawn from the list adopted in that form and in accordance with the rules on the protection of classified information they are turned over to coordinators of critical infrastructure systems (extracts for each of the systems) and provincial governor (extracts for each province). The list of critical infrastructure is regularly updated in a way similar to mentioned above.

The number of critical infrastructure elements in individual systems is highly diversified. Regardless of this, the responsibility – of both the coordinators of individual systems and of the operators – is defined according to the principle of equal treatment. The primary responsibility for the protection of critical infrastructure lies in the first place with its operator, who develops, agrees and submits for approval a plan of protection for critical infrastructure, yet such an operator may also gain support from the public administration, and may jointly form a promoted relation of public-private partnership. The critical infrastructure protection plan covers risks to the critical infrastructure, as well as measures to be undertaken if a given type of hazard or disruption in the functioning of critical infrastructure occurs. One of the hazards which is clearly taken into consideration is an epidemic and its pecific type – a pandemic.

- zaopatrzenia w żywność,
- zaopatrzenia w wodę,
- ochrony zdrowia,
- transportowy,
- ratowniczy,
- zapewniający ciągłość działania administracji publicznej,
- produkcji, składowania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych i promieniotwórczych, w tym rurociągów substancji niebezpiecznych.

Identyfikacja infrastruktury krytycznej była możliwa dzięki dwóm rodzajom kryteriów wypracowanych, wykorzystywanych (w procesie identyfikacji elementów wykazu infrastruktury krytycznej i w czasie jego regularnie dokonywanej aktualizacji) oraz chronionych – zapisanych w niejawnym załączniku do Narodowego Programu Ochrony Infrastruktury Krytycznej [5]. Pierwszy rodzaj – kryterium systemowe – odnosi się do funkcji potencjalnego elementu (obiektu, urządzenia, instalacji lub usługi) infrastruktury krytycznej, przypisanej do danego systemu (a dokładniej do określonego sektora w ramach systemu). Drugi rodzaj – kryterium przekrojowe – podaje parametry umożliwiające określenie skutków dysfunkcji (zniszczenia albo zaprzestania funkcjonowania) potencjalnego elementu infrastruktury krytycznej. Przekrojowy charakter ww. elementu jest rozpatrywany na siedmiu płaszczyznach. Zgodnie z Narodowym Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej 2020. Kryteria przekrojowe obejmują: ofiary w ludziach (1), skutki finansowe (2), konieczność ewakuacji (3), utratę usługi (4), czas obudowy (5), efekt międzynarodowy (6), unikatowość (7). W sytuacji, gdy po spełnieniu kryterium systemowego oraz kryterium definicyjnego, co najmniej dwa z siedmiu kryteriów przekrojowych zostaną osiągnięte, kryterium uznaje się za spełnione i rozpatrywany element jest uznawany za infrastrukturę krytyczną. Z formalnego punktu widzenia ustalenie elementów infrastruktury krytycznej określa się mianem ustalenia wykazu [6, s. 40–41]. Owo ustalenie następuje w drodze uchwały podejmowanej przez Radę Ministrów. Z przyjętego w opisanej formie wykazu sporządzane są wyciągi, które – z zachowaniem przepisów o ochronie informacji niejawnych – przekazywane są koordynatorom systemów infrastruktury krytycznej (wyciągi dla każdego z systemów) oraz wojewodom (wyciągi dla każdego z województw). Wykaz infrastruktury krytycznej podlega regularnej aktualizacji w trybie analogicznym do opisanego wyżej.

Liczba elementów infrastruktury krytycznej w poszczególnych systemach jest bardzo zróżnicowana. Niezależnie od tego odpowiedzialność – zarówno koordynatorów poszczególnych systemów, jak i samych operatorów – jest definiowana w oparciu o zasadę równego traktowania. Zasadnicza odpowiedzialność za ochronę infrastruktury krytycznej w pierwszej kolejności spoczywa na jej operatorze. Do jego zadań należy opracowanie, uzgodnienie i przedłożenie do zatwierdzenia planu ochrony infrastruktury krytycznej. Ma on również swego rodzaju możliwość uzyskania wsparcia od administracji publicznej, tworzącej z nim zalecaną relację partnerstwa publiczno-prywatnego. Plan wskazuje zagrożenia dla infrastruktury krytycznej, jak również działania w sytuacji zagrożenia określonego rodzaju lub zakłócenia funkcjonowania infrastruktury krytycznej. Jednym z często pojawiających się zagrożeń jest epidemia oraz jej szczególna forma, czyli pandemia.

Impact of epidemic on critical infrastructure systems

Epidemics pose a direct threat to human beings – frequently underestimated, but also a key element in the operation of critical infrastructure systems.

Epidemics of infectious diseases, including influenza, can occur all over the country. The catastrophic effects of the epidemic tend to spread primarily in areas of large human clusters, such as: schools, kindergartens, public utility facilities, major industrial plants, as well as public transport centres (airports, railway stations, subway stations), as well as individual means of public transport.

The main causes of outbreaks of epidemics include, among others:

- unintentional introduction of a pathogen (bacteria, viruses),
- effects of other catastrophic events such as floods,
- failure to comply with certain sanitary, hygienic and veterinary requirements,
- bringing the illness from areas outside the country,
- bioterrorism.

In the vulnerability of critical infrastructure to risks, the human factor should also be taken into account as an internal factor of susceptibility to risks.

The determination of the consequences of an epidemic includes [7]:

- directly affected population (the number of fatalities and the number of hospitalisations),
- number of evacuees/persons isolated,
- number of people who have lost access to basic services.

The occurrence of an epidemic may result primarily in [7]:

- a direct threat to human life and health (including also indirectly due to inefficiency of the healthcare system and/or social care system),
- the possible need for hospitalisation/isolation of people,
- temporary difficulties in travelling within the country and abroad,
- difficulties in accessing food and potable water,
- the possibility of "panic" among the population and a threat of disturbing public order,
- a possible increase in criminal offences and an uptrend in the number of common crimes and offences (burglary, robbery, destruction of property).

Possible effects on critical infrastructure systems are shown in Figure 1.

Wpływ epidemii na systemy infrastruktury krytycznej

Epidemie zagrażają bezpośrednio człowiekowi, który jest istotnym i często niedocenianym elementem funkcjonowania systemów infrastruktury krytycznej.

Epidemie chorób zakaźnych, w tym grypy, mogą wystąpić na terenie całego kraju. Katastrofalne skutki epidemii rozprzestrzeniają się przede wszystkim w miejscach dużych skupisk ludzkich, takich jak: szkoły, przedszkola, miejsca użyteczności publicznej, duże zakłady przemysłowe, a także w centrach komunikacji publicznej (lotniska, dworce, stacje metra), jak i poszczególnych środkach transportu publicznego.

Do głównych przyczyn wystąpienia epidemii zalicza się m.in.:

- nieświadome wprowadzenie czynnika patogennego (bakterie, wirusy),
- skutki innych zdarzeń katastroficznych, takich jak powodzie,
- niezachowanie określonych wymogów sanitarno-higienicznych i weterynaryjnych,
- zawleczenie choroby z obszarów leżących poza granicami kraju,
- bioterroryzm.

W przypadku podatności infrastruktury krytycznej na zagrożenia należy uwzględnić również aspekt ludzki jako wewnętrzny czynnik podatności na zagrożenia.

Określenie skutków wystąpienia epidemii obejmuje [7]:

- ludność bezpośrednio poszkodowaną (liczbę zachorowań śmiertelnych i liczbę hospitalizowanych),
- liczbę ewakuowanych/izolowanych,
- liczbę ludzi, którzy utracili dostęp do podstawowych usług.

Wystąpienie epidemii może skutkować przede wszystkim [7]:

- bezpośrednim zagrożeniem dla życia i zdrowia osób (w tym również pośrednio w wyniku niewydolności systemu opieki zdrowotnej i/lub systemu opieki społecznej),
- możliwą koniecznością hospitalizacji/izolacji ludności,
- okresowymi utrudnieniami w przemieszczaniu się po terenie kraju, jak i zagranicą,
- utrudnieniami w dostępie do żywności i wody pitnej,
- możliwością wystąpienia paniki wśród ludności oraz zagrożeniem zakłócenia porządku publicznego,
- możliwym wzrostem przestępczości o charakterze kryminalnym oraz zwiększoną liczbą przestępstw i wykroczeń pospolitych (kradzieże z włamaniem, rozboje, niszczenie mienia).

Możliwe skutki dla systemów infrastruktury krytycznej zaprezentowano na rycinie 1.

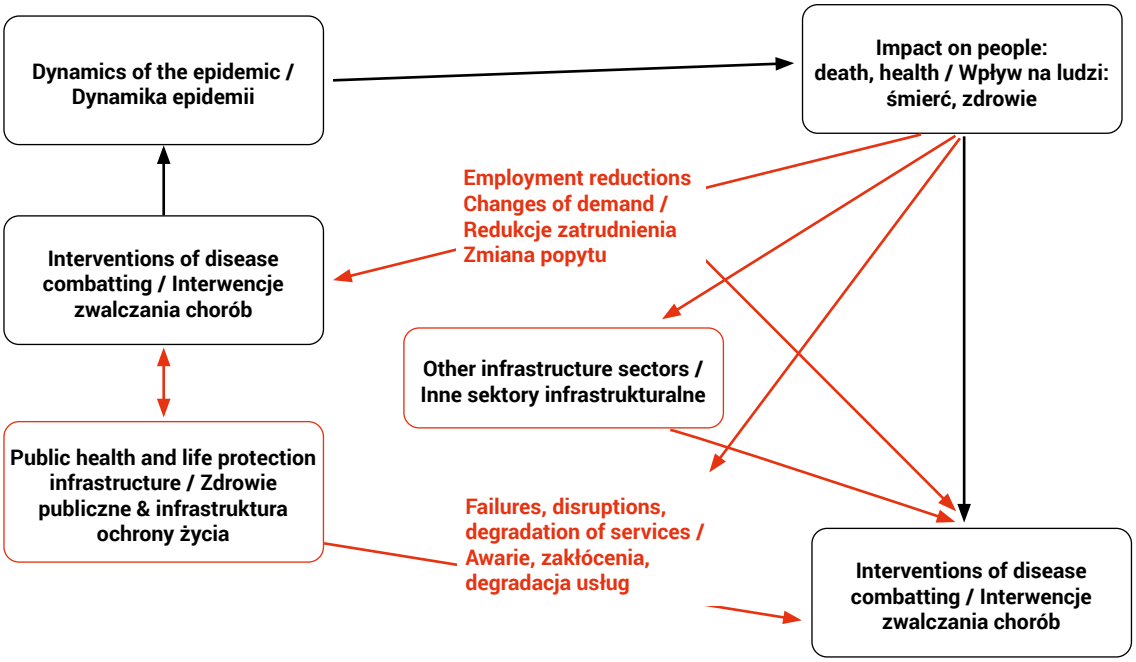


Figure 1. The effects of an epidemic threst on critical infrastructure
Rycina 1. Skutki zagrożenia epidemicznego dla infrastruktury krytycznej

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

From the point of view of 11 critical infrastructure systems, it seems that the healthcare system is the most vulnerable to disruptions caused by an outbreak of an epidemic.

The main problems that may arise under this system are as follows [9]:

- a disproportionate number of patients as compared to the capacity of the whole system,
- shortage of medical staff and equipment,
- shortages of medicines, vaccines and personal protective equipment,
- disruptions in the operation of healthcare facilities, resulting from the panic of the society, as well as the expected absence among healthcare employees,
- logistics problems due to stock-outs, or problems related to transport,
- problems caused by a high number of deaths,
- general practitioners may have 100 new patients per 100 000 people per week, and during the epidemic peak as many as 250 patients per 100 000 people per week – taking into account patients with complications, the number of new patients in the epidemic peak could be as high as 500 patients/week. This is of great importance, especially for individual practices [10, p. 102].

The potential consequences of an epidemic may also affect the remaining critical infrastructure systems and may directly come down to:

- inducing morbidity and/or mortality among employees handling critical infrastructure,

Spośród jedenastu wspomnianych wyżej systemów infrastruktury krytycznej najbardziej podatnym na zakłócenia spowodowane wybuchem epidemii bez wątpienia jest system ochrony zdrowia.

Podstawowe problemy, jakie mogą wystąpić w ramach przywołanego systemu to [9]:

- nieproporcjonalnie duża liczba pacjentów w porównaniu do możliwości całego systemu,
- niedobór personelu i sprzętu medycznego,
- niedobór leków, szczepionek i środków ochrony indywidualnej,
- zaburzenia w funkcjonowaniu placówek służby zdrowia, wynikające z paniki społeczeństwa, a także spodziewanej absencji wśród pracowników ochrony zdrowia,
- problemy logistyczne związane z wyczerpaniem zapasów, czy też problemy związane z transportem,
- problemy wynikające z dużej liczby zgonów,
- lekarze rodzinni mogą mieć 100 nowych pacjentów na 100 000 populacji na tydzień, a podczas szczytu epidemii nawet 250 pacjentów na 100 000 populacji na tydzień – uwzględniając pacjentów z powikłaniami. Liczba nowych pacjentów w szczycie epidemii może osiągnąć nawet 500 pacjentów/tydzień. Ma to ogromne znaczenie, szczególnie dla praktyk prowadzonych indywidualnie [10, s. 102].

Potencjalne skutki epidemii mogą wywierać wpływ również na pozostałe systemy infrastruktury krytycznej i przyczynić się bezpośrednio do:

- wywołania zachorowań i/lub zgonów wśród pracowników obsługujących infrastrukturę krytyczną,

- economic and commercial losses,
- destabilisation of social and political structures,
- uncontrolled increase in the costs of the epidemic (consequences for the financial system),
- impact on the economy at a regional and national level (e.g. changes in interest rates, drops in the exchange rate or stock exchange quotes),
- disruptions in the functioning of the whole economy due to the absence of staff of enterprises and institutions, facilities, equipment or systems of which constitute the critical infrastructure,
- possible economic crisis and a significant drop in GDP resulting from the isolation of considerable areas,
- long-term blockage of traffic routes/hubs causing immobilisation or difficulties in transport or communication;
- blockades within intra-EU trade and exports,
- the necessity for large expenditure from the state budget related to the elimination of the consequences of the event.

There is a general consensus that a potential temporary or long-term loss of staff crucial for assuring the operating continuity of facilities, systems and installations comprised by those systems is a critical risk (perhaps even the most serious one) to all critical infrastructure systems arising from the occurrence of an epidemic.

Legal solutions to maintain the continuity of functioning of critical infrastructure during COVID-19 epidemic

The functioning of the critical infrastructure is indispensable when responding to a crisis caused by COVID-19 in the health protection sector, and one that puts a widely understood social security and well-being at risk. When taking actions aimed at stopping the spread of the virus, securing the functioning continuity of the critical infrastructure was correctly recognised as a priority. Taking this into account, on 16 March 2020, i.e. less than two weeks after the first cases of COVID-19 were recorded in Poland, "The guidelines for operators of critical infrastructure on preventive measures aimed at preventing the spread of the SARS-CoV-2 coronavirus" were issued [11]. The guidelines comprised of recommendations for the operators (owners) of critical infrastructure facilities, and specified rules for ensuring safe working conditions, e.g. through:

- executing information and educational campaigns among staff members related to transmission of SARS-CoV-2 virus, incubation time and the symptoms to be expected, rules to be followed to limit the risk of contracting the virus, including also the recommended individual preventive means,
- making changes in work organisation and providing additional safety measures, such as introducing remote work, limiting contacts between the employees, changing rules for having meals, limiting the entry and exit points, introducing mandatory hand disinfection and

- strat ekonomicznych i handlowych,
- destabilizacji struktur społecznych i politycznych,
- niekontrolowanego przyrostu kosztów wystąpienia epidemii (skutki dla systemu finansowego),
- negatywnego wpływu na gospodarkę na poziomie regionalnym i krajowym (np. zmianę stóp procentowych, spadki kursu waluty lub notowań giełdy),
- zakłóceń w funkcjonowaniu całej gospodarki wynikających z nieobecności kadry przedsiębiorstw i instytucji, których obiekty, urządzenia lub instalacje stanowią infrastrukturę krytyczną,
- możliwego kryzysu ekonomicznego i znacznego spadku PKB związanego z izolacją znacznych terenów,
- długoterminowego zablokowania szlaków/węzłów komunikacyjnych powodujących unieruchomienie lub utrudnienia w transporcie, czy też utrudnień komunikacyjnych,
- blokad w obrębie handlu wewnątrzunijnego i eksportu,
- konieczności poniesienia dużych nakładów z budżetu państwa związanych z likwidacją skutków zdarzenia.

Istnieje zgodność co do tego, że być może najpoważniejszym zagrożeniem dla wszystkich systemów infrastruktury krytycznej, wynikającym z wystąpienia epidemii, jest możliwa chwilowa lub długotrwała utrata personelu istotnego dla zapewnienia ciągłości działania obiektów, instalacji i elementów wchodzących w skład tychże systemów.

Rozwiązania prawne na rzecz utrzymania ciągłości działania infrastruktury krytycznej w warunkach COVID-19

Właściwe funkcjonowanie infrastruktury krytycznej jest niezbędne podczas reagowania na kryzys związany z COVID-19 w sektorze ochrony zdrowia, zagrażający szeroko rozumianemu bezpieczeństwu i dobrobytowi społeczeństwa. Podejmując działania mające na celu zatrzymanie rozprzestrzeniania się wirusa, słusznie jako priorytet została określona kwestia zabezpieczenia ciągłości funkcjonowania infrastruktury krytycznej. Biorąc powyższe pod uwagę, już 16 marca 2020 (a zatem niecałe dwa tygodnie od pojawiania się pierwszych przypadków zachorowań na COVID-19 w Polsce) wydane zostały „Wytyczne dla operatorów infrastruktury krytycznej w zakresie działań prewencyjnych zapobiegających rozprzestrzenianiu się koronawirusa SARS-CoV-2" [11]. Dokument zawierał rekomendacje dla operatorów (właścicieli) obiektów infrastruktury krytycznej, wskazywał sposoby zapewnienia bezpiecznych warunków pracy, m. in. poprzez:

- przeprowadzenie wśród personelu akcji informacyjno-edukacyjnej w zakresie transmisji wirusa SARS-CoV-2, czasu inkubacji i występujących objawów, zasad postępowania ograniczających ryzyko zarażenia się wirusem, w tym zalecanych indywidualnych środków profilaktycznych,
- dokonanie zmian w organizacji pracy oraz zapewnienie dodatkowych środków bezpieczeństwa, tj. wprowadzenia pracy zdalnej, ograniczania kontaktów między pracownikami, zasad spożywania posiłków, ograniczenia

temperature measurements, more frequent disinfection and cleaning of surfaces,
– development of instructions on what to do if a worker develops symptoms suggesting the suspicion of being infected with SARS-CoV-2 virus on the premises of a given facility and beyond it, organisation of quarantine at the workplace.

The defined recommendations did not differ from the recommendations issued by the Chief Sanitary Inspectorate (GIS) for particular sectors and employers, yet due to its strategic importance critical infrastructure requires the adoption of additional solutions. Consequently, the document mentioned above contains provisions that provide a clear signal to critical infrastructure operators in Poland urging them to update their own protection plans. Pursuant to the regulation on critical infrastructure protection plans, the so-called POIK, these plans were developed by critical infrastructure operators, and after consultations they were approved by the director of the Government Security Centre (RCB) [12]. Critical infrastructure protection plans are updated as needed, at least once every two years. An undoubtedly real epidemiological hazard, which should be taken into account in the plans, resulted in the need to verify the operating procedures of the critical infrastructure operator planned for such a situation and having them adapted to conditions connected with COVID-19. The elements of the plan that needed to be reviewed were primarily measures to ensure the physical security of a specific facility and to limit access to such facility by third parties. However, the actions of the operators had to be much broader due to the risk of disease among the employees, and, above all, in the first place the necessity of protecting key personnel. Pursuant to regulation [12], plans of critical infrastructure protection contain operating variants, which might be undertaken in a situation of hazard or disruption to the functioning of critical infrastructure, ensuring the operating continuity of critical infrastructure and its reconstruction. The above procedures should be reviewed and updated to identify the criticality, uniqueness or specialisation of the role of the staff in order to minimise the necessity of keeping the employees at the work place. The guidelines/recommendations of RCB (guidelines) of March 2020 stated directly, that "in the scope oflaunching business continuity plansor other procedures aimed at regulating issues of the operator's functioning in case of unavailability of key personnel due to quarantine, illness or the need to care for children, it is necessary to monitor whether the above-mentioned plans and procedures are adequate to the current situation"[11] and should any disruptions occur to the provided services the critical infrastructure operator is obliged to take actions correcting the plan or the procedure.

In addition, the operators received a recommendation to prepare in advance for the "black scenario" and to devise appropriate policies to be followed should it become necessary to leave the facility by the staff working in it. The second variant recommended in the guidelines is mass remote work (i.e. leaving the so-called "skeleton crew" on site to enable safe operation of the facility and delegation of the remaining employees to carry out remote work [11]).

To ensure uninterrupted provision of services, those critical infrastructure operators that are able of doing so, were instructed

liczby punktów wejścia i wjazdu, obowiązkowej dezynfekcji rąk i pomiarów temperatury, częstszej dezynfekcji oraz sprzątania użytkowanej powierzchni,
– opracowanie instrukcji postępowania w przypadku wykrycia u pracownika objawów pozwalających na podejrzenie zarażenia wirusem SARS-CoV-2 na terenie obiektu oraz poza terenem obiektu, organizacji kwarantanny w miejscu pracy.

Zdefiniowane rekomendacje nie odbiegały od zaleceń wydawanych przez Główny Inspektorat Sanitarny (GIS) dla poszczególnych branż i pracodawców, jednak infrastruktura krytyczna – ze względu na strategiczne znaczenie – wymaga dodatkowych rozwiązań. W związku z powyższym wspomniany dokument zawiera zapisy, będące jasnym sygnałem dla operatorów IK w Polsce do dokonania aktualizacji planów ochrony dostosowanych swoich potrzeb. Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie planów ochrony infrastruktury krytycznej operatorzy IK opracowali plany (POIK), które zostały zatwierdzone przez dyrektora Rządowego Centrum Bezpieczeństwa (RCB) [12]. POIK aktualizuje się według potrzeb, nie rzadziej niż raz na dwa lata. Niewątpliwie realne zagrożenie epidemiologiczne, które powinno być uwzględnione w planach, spowodowało potrzebę weryfikacji zaplanowanych na tą ewentualność procedur działania operatora IK do uwarunkowań związanych z COVID-19. Elementami planu, które wymagały tejże weryfikacji, były przede wszystkim działania na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa fizycznego konkretnego obiektu oraz ograniczenia dostępu do takiego obiektu przez osoby trzecie. Działania operatorów – ze względu na ryzyko zachorowań wśród pracowników, a przede wszystkim konieczność ochrony kluczowego personelu – musiały mieć jednak znacznie szerszy zasięg. Zgodnie z rozporządzeniem [12] plany ochrony IK zawierają scenariusze działań w sytuacji zagrożenia lub zakłócenia funkcjonowania infrastruktury krytycznej, zapewnienia ciągłości jej funkcjonowania oraz odtwarzania. Powyższe procedury powinny zostać zweryfikowane i zaktualizowane pod kątem określenia krytyczności, wyjątkowości lub specjalizacji roli pracowników w celu zmniejszenia potrzeby przebywania w miejscu pracy. Wytyczne/rekomendacje RCB z marca 2020 r. wskazały wprost, że „w zakresie uruchomienia planów ciągłości działania lub innych procedur, regulujących kwestie funkcjonowania operatora w przypadku niedostępności kluczowego personelu spowodowanej kwarantanną, chorobą lub koniecznością sprawowania opieki nad dziećmi, należy monitorować czy ww. plany i procedury są adekwatne do aktualnej sytuacji" [11], a w razie wystąpienia zakłóceń dla świadczonych usług operator IK ma obowiązek podjąć działania korygujące plan lub procedurę.

Ponadto operatorzy otrzymali rekomendację, aby z wyprzedzeniem przygotować się na „czarny scenariusz" i opracować zasady postępowania na wypadek konieczności całkowitego opuszczenia obiektu przez personel w nim zatrudniony. Drugi wariant rekomendowany w wytycznych, to masowa praca zdalna (tj. pozostawienia na terenie obiektu tzw. szkieletowej załogi, która umożliwi bezpieczne funkcjonowanie obiektu oraz oddelegowania pozostałych pracowników na pracę zdalną [11]).

Dla zapewnienia nieprzerwanego świadczenia usług operatorom IK, którzy mają taką możliwość, zalecono uruchomienie

to activate a parallel backup control station and to divide the dispatching services into two teams, while respecting the principle of no personal contacts between staff members of both posts.

The recommendations specified in the guidelines, being non-binding recommendations, required the introduction of additional solutions. It became necessary to introduce legal grounds for selected activities in order to ensure the continuity of operations of critical infrastructure operators during the SARS-COV-2 epidemic. The first formal decisions concerning combatting COVID-19, expressed by the Act of 2 March 2020 on specific solutions related to prevention, counteraction and suppression of COVID-19, other contagious diseases and crisis situations caused by them, the so-called Anti-Crisis Shield 1.0 [13], did not contain any provisions supporting critical infrastructure operators in the organisation of protective measures oriented at ensuring the continuity of critical infrastructure operation. It was only in the Act of 31 March 2020 amending the act on specific solutions related to prevention, counteraction and suppression of COVID-19, other contagious diseases and crisis situations caused by them, and some other acts, the so-called Anti-Crisis Shield 2.0 [14], that provisions have been adopted that allowed changing the system or the schedule of working time of the employees in the event of announcing an epidemic threat or the state of epidemic, article 15x of the COVID-19 Act [16]. This legislation was intended to ensure the resilience of critical infrastructure by securing the key resource, i.e. the employees, particularly during an epidemic. Moreover, the above-mentioned regulations allowed to secure not only the facilities included in the list of critical infrastructure, but also entities acting as subcontractors or suppliers, which are not part of the critical infrastructure, but are nevertheless key entities in maintaining the continuity of its activity.

Such entities obliged to protect (secure) key personnel, also include the following:

- enterprises running business activity consisting in assuring the functioning of transmission or distribution grids pursuant to Article 3 items 11a and 11b of the act of 10 April 1997 – The Energy Law (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2020 r. poz. 833, 843, 1086, 1378 i 1565);
- enterprises acting as subcontractor or supplier that assures the functioning of liquid fuel stations pursuant to Article 3 item 10h of the act dated 10 April 1997 – The Energy Law, and natural gas stations in understanding of Article 2 item 26 of the Act dated 11 January 2018 on electro mobility and alternative fuels (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2020 r. poz. 908 i 1086);
- enterprises acting as official sellers pursuant to Article 3 item 29 of the Act dated 10 April 1997 – The Energy Law;
- enterprises in the area or on the premises of a facility important for defence, economic interest of the state, public security and other important interests of the state as specified in Article 5 par. 1 and 2 of the Act dated 22 August 1997 on the protection of people and property comprised by listings specified in Article 5 par. 3 of the above mentioned act;
- entities carrying out the business of providing banking services pursuant to Article 5 of the Act dated 29 August

równolegle działającego zapasowego stanowiska kierowania oraz podział służb dyspozytorskich na dwa zespoły, przestrzegając zasady braku osobistych kontaktów między pracownikami obu stanowisk.

Określone w wytycznych rekomendacje, mające charakter niewiążących zaleceń, wymagały wprowadzenia dodatkowych rozwiązań. Konieczne okazało się stworzenie prawnych podstaw wybranych działań zapewniających ciągłość działania operatorów IK w sytuacji epidemii SARS-COV-2. Pierwsze ustalenia formalne dot. zwalczania COVID-19, wyrażone ustawą z dnia 2 marca 2020 r. o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych (tzw. Tarcza 1.0 [13]) nie zawierały zapisów umożliwiających wsparcie operatorów infrastruktury krytycznej w organizacji działań ochronnych na rzecz zapewnienia ciągłości funkcjonowania infrastruktury krytycznej. Dopiero w ustawie z dnia 31 marca 2020 r. o zmianie ustawy o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych oraz niektórych innych ustaw (tzw. Tarcza 2.0 [14]) nastąpiło wprowadzenie przepisów, dających możliwość zmiany systemu lub rozkładu czasu pracy pracowników w przypadku ogłoszenia stanu zagrożenia epidemicznego albo stanu epidemii, art. 15x ustawy w sprawie COVID-19 [16]. Przepisy te miały na celu zapewnienie odporności infrastrukturze krytycznej poprzez zabezpieczenie kluczowego zasobu, jakim – zwłaszcza w sytuacji epidemii – są pracownicy. Co więcej, ww. przepisy pozwalały na zabezpieczenie nie tylko samych obiektów znajdujących się w wykazie infrastruktury krytycznej, ale także przedsiębiorstw będących podwykonawcą lub dostawcą, które nie wchodzą w skład infrastruktury krytycznej, ale są kluczowymi podmiotami dla zachowania ciągłości jej działania.

Do takich podmiotów, zobligowanych do ochrony (zabezpieczenia) kluczowego personelu zaliczono również:

- przedsiębiorstwa prowadzące działalność polegającą na zapewnieniu funkcjonowania sieci przesyłowych lub dystrybucyjnych w rozumieniu art. 3 pkt 11a i 11b ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2020 r. poz. 833, 843, 1086, 1378 i 1565);
- przedsiębiorstwa będące podwykonawcą lub dostawcą, zapewniające funkcjonowanie stacji paliw płynnych w rozumieniu art. 3 pkt 10h ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne oraz stacji gazu ziemnego w rozumieniu art. 2 pkt 26 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2020 r. poz. 908 i 1086);
- przedsiębiorstwa pełniące funkcję sprzedawcy z urzędu w rozumieniu art. 3 pkt 29 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne;
- przedsiębiorstwa na obszarze lub na terenie obiektu ważnego dla obronności, interesu gospodarczego państwa, bezpieczeństwa publicznego i innych ważnych interesów państwa, o których mowa w art. 5 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 22 sierpnia 1997 r. o ochronie osób i mienia, umieszczonych w wykazach, o których mowa w art. 5 ust. 3 tej ustawy;

1997 – the Banking Law (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2019 r. poz. 2357 oraz z 2020 r. poz. 284, 288, 321, 1086 i 1639;
- entities operating a category A extractive waste facility pursuant to Article 6 par. 1 item 1a a of the Act of 10 July 2008 on extractive waste (Polish Journal of Laws/ Dz. U. from 2017 item 1849 and from 2020 item 284), the operation or incorrect operation of which may cause a grave accident due to short-term or long-term loss of stability of such a facility, which may comprise all failures of mechanisms related to its structure or its incorrect usage that causes a considerable risk of death, significant health impairment or damage to the environment;
- enterprises operating in the agri-food sector related to the production or supply of foodstuffs.

It should be noted that some of these entities have already been identified during the development of CIP plans. In the part of the critical infrastructure protection plan related to dependencies of critical infrastructure on the remaining critical infrastructure systems and possibilities of disruptions to its functioning which may take place due to disruptions arising in the remaining systems of critical infrastructure, critical infrastructure operators identify entities and enterprises that are for example suppliers of raw materials or services necessary for appropriate functioning of a critical infrastructure facility.

Pursuant to provisions defined in the so-called Anti-Crisis Shield 2.0, employees working in critical infrastructure facilities and subsidiaries may be subject to barracks. In such a situation, the employer is obliged to provide accommodation and meals for the employee which would be sufficient for him/her to carry out the assigned duties. This involves the isolation of the worker in the workplace. The adopted regulations also enabled the above mentioned employers to:
- instruct the employees to work overtime within the scope and time indispensable to ensure the continuity of operation of the enterprise or station, as well as
- refuse granting vacation leave to the employee, including leave on demand, unpaid leave and other types of leave and to have such leave postponed, or
- recall an employee from vacation leave if such leave had already been granted to the employee [17–18].

The adoption of regulations interfering to such an extent with employees' rights resulted from the need to respond to a bigger risk that the number of employees in the above-mentioned entities would be reduced due to morbidity, and hence the risk of possible disruption of services (considered critical) could take place due to staff shortages.

A discussion regarding formal regulations or less formal guidelines relating to critical infrastructure operators would not have been complete without making reference to the recommendations developed by the Ministry of State Assets, the Ministry of Climate and the Government Security Centre on the basis of the guidelines of the Ministry of Development and the Chief Sanitary Inspectorate [18], which the Department of Security and Crisis Management of the Ministry of State Assets provided on 3 September 2020 to critical infrastructure operators of energy, energy

- przedsiębiorstwa prowadzące działalność polegającą na świadczeniu czynności bankowych w rozumieniu art. 5 ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. – Prawo bankowe (Dz. U. z 2019 r. poz. 2357 oraz z 2020 r. poz. 284, 288, 321, 1086 i 1639);
- przedsiębiorstwa prowadzące obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych kategorii A w rozumieniu art. 6 ust. 1 pkt 1 lit. a ustawy z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz. U. z 2017 r. poz. 1849 oraz z 2020 r. poz. 284), którego działanie lub niewłaściwe działanie może spowodować poważny wypadek, wynikający z krótkoterminowej lub długoterminowej utraty stateczności tego obiektu, obejmującej wszelkie awarie mechanizmów związanych z jego konstrukcją lub jego niewłaściwą eksploatacją, który skutkuje znacznym ryzykiem utraty życia, poważnego zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska;
- przedsiębiorstwa prowadzące działalność w sektorze rolno-spożywczym związane z wytwarzaniem lub dostarczaniem żywności.

Należy zaznaczyć, że część z tych podmiotów została zidentyfikowana już na etapie opracowywania planów ochrony infrastruktury krytycznej. W części planu ochrony IK dotyczących zależności infrastruktury krytycznej od jej pozostałych systemów oraz możliwości zakłócenia jej funkcjonowania w wyniku zakłóceń powstałych w pozostałych systemach infrastruktury krytycznej, operatorzy IK identyfikują podmioty i przedsiębiorstwa, które są np. dostawcami surowców, czy też usług zapewniających funkcjonowanie obiektu IK.

Na mocy przepisów zdefiniowanych w Tarczy 2.0 pracownicy obiektów IK i podmiotów zależnych mogą podlegać skoszarowaniu. Pracodawca obowiązany jest w takiej sytuacji zapewnić pracownikowi zakwaterowanie i wyżywienie niezbędne do realizacji przez pracownika jego obowiązków służbowych. Wiąże się to z izolacją pracownika w miejscu pracy. Wprowadzone przepisy stworzyły także wyżej wspomnianym pracodawcom możliwości:
- polecenia pracownikom świadczenia pracy w godzinach nadliczbowych w zakresie i wymiarze niezbędnym dla zapewnienia ciągłości funkcjonowania przedsiębiorstwa lub stacji, a także
- odmowy udzielenia pracownikowi urlopu wypoczynkowego, w tym urlopu na żądanie, urlopu bezpłatnego oraz innego urlopu, oraz przesuwania termin takiego urlopu lub
- odwołania pracownika z urlopu, jeżeli został on już pracownikowi udzielony [17–18].

Wprowadzenie tak daleko ingerujących w prawa pracownicze przepisów wynikało z potrzeby odpowiedzi na podwyższone ryzyko zmniejszonej liczby pracowników wspomnianych wcześniej przedsiębiorstw w związku z zachorowaniami, a tym samym ryzykiem możliwych zakłóceń w realizacji usług (uznanych za krytyczne) ze względu na niedobory kadrowe.

Dyskusja dotycząca formalnych przepisów lub mniej formalnych wytycznych odnosząca się do operatorów infrastruktury krytycznej byłaby niepełna bez informacji o zaleceniach opracowanych przez Ministerstwo Aktywów Państwowych, Ministerstwo

raw materials and fuel supply system and to distribution system operators and the transmission system operators.

The above-mentioned recommendations covered 4 main themes [18]:

1. Further increase in safety of employees of authorities/institutions, employees of companies that serve authorities/ institutions and customers (guidelines for employers; guidelines for employees; guidelines for visitors; rules for the reception of visitors; rules for handling various issues in seats of state authorities and institutions).
2. Minimising the risk of infection of staff working for authorities/institutions, employees of enterprises that serve authorities/institutions and customers.
3. Limiting the number of contacts on the premises of authorities/institutions in a given time period as a safeguard against possible infection.
4. Complex counter-epidemic actions appropriately adjusted to the state of the epidemic.

The recommendations specified above allowed defining preventive procedures: suspected SARS-CoV-2 infection of a worker/ maintenance worker, as well as the procedures to be followed in case of suspected SARS-CoV-2 infection of worker/customer. In addition, they detailed rules for ensuring safety inside facilities, especially in industrial plants, fuel stations, as well as food courts and foodstuff sale areas situated in them. The recommendations have also determined the procedure of "quick flight" applicable to:

– key staff members of sectors supervised by the Minister of Climate who have been considered to be of key importance, and
– employees of key operators supplying energy, energy raw materials and fuels, as well the distribution system operators and the transmission system operator.

The situation caused by COVID-19 verified the preparation of critical infrastructure operators to maintain business continuity. They forced the operators to activate the existing, implemented and maintained solutions adopted within the so-called business continuity management system, i.e. plans for maintaining operating continuity and emergency plans. In their planning and pre-implementation works, critical infrastructure operators have identified key personnel and protective measures meant to assure its availability in line with the adopted method of organisation and implementation of the operating continuity system. In the cited plans, they also defined on an on-going basis the minimum (indispensable) resources necessary to assure the operating continuity of critical processes of the organisation. Those operators who had an implemented operating continuity system verified with respect to its functionality were able to cope much better in the face of COVID-19 [19].

Klimatu oraz Rządowe Centrum Bezpieczeństwa na podstawie wytycznych Ministerstwa Rozwoju oraz Głównego Inspektoratu Sanitarnego [18]. Wymienione wytyczne Departament Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Ministerstwa Aktywów Państwowych przekazał w dniu 3 września 2020 r. operatorom infrastruktury krytycznej systemu zaopatrzenia w energię surowce energetyczne i paliwa, a także operatorom systemów dystrybucyjnych oraz operatorowi systemu przesyłowego.

Przedmiotowe zalecenia obejmowały cztery główne obszary tematyczne [18]:

1. Dodatkowe zwiększenie bezpieczeństwa pracowników urzędu/instytucji, pracowników firm obsługujących urząd/instytucję oraz interesantów (wytyczne dla pracodawców, wytyczne dla pracowników, wytyczne dla gości, zasady przyjmowania gości, zasady załatwiania spraw w urzędach i instytucjach państwowych).
2. Minimalizowanie ryzyka zakażenia pracowników urzędu/ instytucji, pracowników firm obsługujących urząd/instytucję oraz interesantów.
3. Ograniczenie liczby kontaktów na terenie urzędu/instytucji w danym przedziale czasowym, w ramach zabezpieczenia przed możliwym zakażeniem.
4. Kompleksowe działanie przeciwepidemiczne dostosowane do etapu zaawansowania stanu epidemii.

Nadmienione zalecenia zdefiniowały procedury zapobiegawcze zarówno podejrzenie zakażenia SARS-CoV-2 u pracownika/ obsługi, jak również procedury postępowania w przypadku podejrzenia zakażenia SARS-CoV-2 u pracownika/interesanta. Dodatkowo szczegółowo precyzowały zasady zapewnienia bezpieczeństwa w obiektach, zwłaszcza w zakładach przemysłowych, stacjach paliw oraz zlokalizowanych w nich strefach gastronomicznych i strefach sprzedaży żywności. Zalecenia określiły również procedurę „szybkiej ścieżki" odnoszącą się do:

– kluczowych pracowników sektorów nadzorowanych przez Ministra Klimatu, które zostały uznane za kluczowe oraz
– pracowników kluczowych operatorów systemu zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa, a także operatorów systemów dystrybucyjnych i operatora systemu przesyłowego.

Uwarunkowania COVID-19 zweryfikowały przygotowania operatorów infrastruktury krytycznej do utrzymania ciągłości działania. Wymusiły na operatorach aktywację posiadanych, wdrożonych i utrzymywanych rozwiązań przyjętych w ramach tzw. systemu zarządzania ciągłością działania (tj. planów utrzymania ciągłości działania oraz planów awaryjnych). W ramach prac planistycznych, przedwdrożeniowych, zgodnie z przyjętą metodyką organizacji i wdrażania systemu zarządzania ciągłości działania, operatorzy infrastruktury krytycznej zdefiniowali personel kluczowy oraz działania ochronne na rzecz zapewnienia jego dostępności. W przywoływanych planach każdorazowo określali również minimalne zasoby niezbędne do utrzymania ciągłości działania krytycznych procesów organizacji. Operatorzy, którzy posiadali wdrożony i zweryfikowany pod względem funkcjonalnym system zarządzania ciągłości działania, znacznie łatwiej odnaleźli się w rzeczywistości COVID-19 [19].

Summary / Conclusions

The reality of COVID-19 has exposed the inadequacy of laws and procedures in the scope of non-standard behaviour of the employers towards the employees of elements considered as critical infrastructure of the state. The epidemic, included in the catalogue of 20 threats considered in the National Crisis Management Plan 2020, has clearly been underestimated, at least in terms of its possible effects on the society. Concurrently, the nature and the spreading rate of the SARS-CoV-2 virus have proven individualised to such an extent that they have become a global problem, a challenge, which was handled by individual countries in a more or less restrictive manner. This situation may be perceived in terms of a worldwide crisis which has not yet ended and the overcoming of which requires efforts, discipline and solutions at the national level. The first legal decisions in Poland related to specific solutions associated with prevention, counteracting and eradication of COVID-19, other contagious diseases and the ensuing crisis situations were announced on 2 March 2020, but they did not comprise solutions supportive to strengthening the protection of critical infrastructure yet. The first guidelines in this respect were provided to the critical infrastructure operators by the Government Security Centre on 16 March 2020. The guidelines specified recommendations for the operators of critical infrastructure referring to the conditions of the spread of the virus, adopting changes to work organisation and adoption of additional security means, or the development of instructions on what to do if a worker develops symptoms suggesting the infection with SARS-CoV-2 on the facility premises and off-site, organisation of quarantine in the work place etc. The update of the COVID-19 Act, the so-called Anti-Crisis Shield 2.0 [14], announced on 31 March 2020, introduced regulations that permitted the adoption of changes to the employee work system or the working time schedule of employees to be changed in the event of announcing an epidemic threat or a state of epidemic, article 15x of the COVID-19 Act [15]. Those regulations have become a tool for enhancing the resilience of critical infrastructure thanks to the possibility of securing the key resource, i.e. employees, thus ensuring the uninterrupted functioning of critical infrastructure, as well as staff of enterprises acting as a subcontractor or supplier that may not be a part of critical infrastructure, nevertheless they may be key players in maintaining business continuity of critical infrastructure operations. In terms of legal measures taken to minimise the risk of threats to critical infrastructure, *de lege ferenda* conclusions have also been defined in the literature on the subject. They refer to [15, p. 7]:

- the need to consider adding entities operating under systems which have been granted special authorisations pursuant to Article 15x of the COVID-19 Act to the inventory of critical infrastructure,
- taking into consideration the need of devising regulations to be adopted as extraordinary ones to the formula of the so-called dormant regulations, which are to be automatically activated during similar crises in the future,
- the possibility of preparing and delegating some of the staff (as the so-called substitute staff) to execute

Podsumowanie / Wnioski

Rzeczywistość COVID-19 obnażyła niewystarczający charakter przepisów i procedur w zakresie umożliwiających ponadstandardowe zachowania pracodawców wobec pracowników – elementów uznanych za infrastrukturę krytyczną państwa. Epidemia, mieszcząca się w katalogu 20 zagrożeń rozpatrywanych w Krajowym Planie Zarządzania Kryzysowego 2020, niewątpliwie nie została doszacowana – przynajmniej w zakresie możliwych skutków oddziaływania na społeczeństwo. Równocześnie charakterystyka i tempo rozprzestrzeniania się wirusa SARS-CoV-2 okazały się na tyle zindywidualizowane, że stały się problemem ogólnoświatowym, wyzwaniem do którego poszczególne państwa podchodziły w bardziej lub mniej restrykcyjny sposób. Zaistniała sytuacja może być określana w kategoriach ogólnoświatowego kryzysu, który wciąż trwa i do pokonania którego niezbędne są wysiłki, dyscyplina i rozwiązania na poziomie poszczególnych państw. Pierwsze rozwiązania prawne w Polsce, dotyczące szczególnych narzędzi związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych, zostały ogłoszone w dniu 2 marca 2020 r., przy czym nie zawierały one jeszcze rozwiązań umożliwiających wzmocnienie ochrony infrastruktury krytycznej. Pierwsze wytyczne w tym zakresie zostały przekazane operatorom infrastruktury krytycznej przez Rządowe Centrum Bezpieczeństwa w dniu 16 marca 2020 r. Zawierały rekomendacje dla operatorów infrastruktury krytycznej odnoszące się do uwarunkowań rozprzestrzeniania się wirusa, dokonywania zmian w organizacji pracy i wprowadzania dodatkowych środków bezpieczeństwa, czy też opracowania instrukcji postępowania w przypadku wykrycia u pracownika objawów pozwalających na podejrzenie zarażenia wirusem SARS-CoV-2 na terenie obiektu oraz poza terenem obiektu, organizacji kwarantanny w miejscu pracy itd. Ogłoszona w dniu 31 marca 2020 r. aktualizacja ustawy [14] tzw. Tarcza 2.0 wprowadziła przepisy dające możliwość zmiany systemu lub rozkładu czasu pracy pracowników w przypadku ogłoszenia stanu zagrożenia epidemicznego albo stanu epidemii, art. 15x tej ustawy [15]. Rzeczone przepisy stały się narzędziem do wzmacniania odporności infrastruktury krytycznej dzięki możliwości zabezpieczenia kluczowego zasobu – pracowników zapewniających nieprzerwane funkcjonowanie infrastruktury krytycznej oraz personelu przedsiębiorstw będących podwykonawcą lub dostawcą, którzy nie wchodzą wprawdzie w skład infrastruktury krytycznej, ale są kluczowymi podmiotami dla zachowania ciągłości jej działania. W aspekcie działań prawnych podejmowanych na rzecz minimalizowania ryzyka występowania zagrożeń dla infrastruktury krytycznej, w literaturze przedmiotu zdefiniowano także wnioski o charakterze *de lege ferenda*. Odnoszą się one do [15, s. 7]:

- potrzeby rozważenia dodania podmiotów funkcjonujących w ramach systemów, które otrzymały specjalne uprawnienia na mocy art. 15x ustawy w sprawie COVID-19, do wykazu infrastruktury krytycznej,
- rozważenia potrzeby przygotowania przepisów wprowadzonych jako nadzwyczajne do formuły tzw. przepisów uśpionych, aktywowanych automatycznie w czasie kolejnych analogicznych kryzysów przyszłości,

activities meant to ensure the operating continuity of critical infrastructure in a situation with critical shortage of key employees in the organisation.

When defining the above conclusions, it should be borne in mind that experience gained by critical infrastructure operators related to the functioning in COVID-19 pandemic is not only a fact of the past, but still continues to be gained. In the period following the pandemic, the Government Security Centre should organise a nationwide protection forum for critical infrastructure dedicated to an exchange of experience between forum participants, while the presented practices and solutions should be formalised as good practices and recommendations and then propagated among stakeholders of the critical infrastructure protection system in Poland.

– możliwości przygotowywania i oddelegowywania części personelu (jako tzw. personelu zastępczego) do realizacji działań zapewniających ciągłość działania infrastruktury krytycznej w sytuacji niebezpiecznego w skutkach niedoboru kluczowego personelu.

Definiując powyższe wnioski, należy pamiętać, że zdobywanie przez operatorów infrastruktury krytycznej doświadczenia związanego z funkcjonowaniem w warunkach COVID-19 nie jest tylko faktem z przeszłości, ale odbywa się nadal. W warunkach popandemicznych zadaniem Rządowego Centrum Bezpieczeństwa powinna być organizacja ogólnokrajowego forum ochrony infrastruktury krytycznej poświęconego wymianie doświadczeń pomiędzy uczestnikami wydarzenia, zaś zaprezentowane działania i rozwiązania należy sformalizować w formie dobrych praktyk i rekomendacji oraz rozpowszechnić wśród interesariuszy systemu ochrony infrastruktury krytycznej w Polsce.

Literature / Literatura

[1] Wróbel R., Gromek P., *Ochrona obiektów kluczowych. Zarządzanie kryzysowe, ryzykiem i ciągłością działania*, Wyd. SGSP, Warszawa 2018.

[2] Wróbel R., Gromek P., *Ochrona obiektów kluczowych. Perspektywa bezpieczeństwa powszechnego*, Wyd. SGSP, Warszawa 2017.

[3] Soloch P., *NATO a ochrona infrastruktury krytycznej*, http://www.bbn.gov.pl/dokumenty/nato_a_ochrona_infrastruktury_krytycznej.pdf [dostęp: 14.05.2021].

[4] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. 2021, poz. 159).

[5] Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej. Załącznik nr 2 – Kryteria, Warszawa 2020.

[6] Wróbel R., *Przygotowanie podmiotów ochrony infrastruktury krytycznej w Polsce*, Wyd. SGSP, Warszawa 2016.

[7] Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Krajowy Plan Zarządzania kryzysowego. Aktualizacja 2020. Część A, Warszawa 2020.

[8] Główny Inspektorat Weterynarii, Polski Plan Pandemiczny 2009, Warszawa 2009.

[9] Centrum Polityk Publicznych, Zarządzanie zasobami ludzkimi w systemie ochrony zdrowia w czasach pandemii, Kraków 2020, https://politykipubliczne.pl/wp-content/uploads/2020/10/09-Ochrona-zdrowia_16.09.2020-last.pdf [dostęp: 14.05.2021].

[10] Kulik I., *System zarządzania kryzysowego w ochronie infrastruktury krytycznej województwa*, praca doktorska, AON, Warszawa 2016.

[11] Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, *Wytyczne dla operatorów infrastruktury krytycznej w zakresie działań prewencyjnych zapobiegających rozprzestrzenianiu się koronawirusa SARS-CoV-2*, Warszawa 2020, s. 7–8, https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/zalecenia-zwiazane-z-epidemia-sars-cov-2 [dostęp: 14.05.2021].

[12] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 kwietnia 2010 r. w sprawie planów ochrony infrastruktury krytycznej (Dz. U. 2010 Nr 83, poz. 542).

[13] Ustawa z dnia 2 marca 2020 r. o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych (Dz. U. 2020, poz. 374).

[14] Ustawa z dnia 31 marca 2020 r. o zmianie ustawy o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2020, poz. 568).

[15] Mikusek P., *Ochrona ciągłości funkcjonowania infrastruktury krytycznej w obliczu kryzysu epidemicznego COVID-19*, Instytut Mikołaja Siennickiego, Warszawa 2020, https://instytut-sienickiego.pl/wp-content/uploads/2021/04/2020.05.31_Infrastruktura_krytyczna_w_dobie_COVID-19.docx.pdf [dostęp: 14.05.2021].

[16] Kicińska A., *Skoszarowanie pracowników. Poradnik dla pracodawców branży ciepłowniczej*, Sienkiewicz i Zamroch Radcowie Prawni Spółka Partnerska, Warszawa 2020, https://prawodlapracodawcy.pl/wp-content/uploads/2020/11/Skoszarowanie-pracownikow-poradnik.pdf [dostęp: 14.05.2021].

[17] https://prawodlapracodawcy.pl/skoszarowanie-pracownikow-w-czasie-epidemii/ [dostęp: 14.05.2021].

[18] Zalecenia Ministra Aktywów Państwowych, Ministra Klimatu oraz Dyrektora Rządowego Centrum Bezpieczeństwa dla urzędów i instytucji państwowych, jednostek podległych i nadzorowanych przez Ministra Aktywów Państwowych i Ministra Klimatu oraz Operatorów Infrastruktury

Krytycznej systemu zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa, a także Operatorów Systemów Dystrybucyjnych i Operatora Systemu Przesyłowego, Warszawa, wrzesień 2020, https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/zalecenia-zwiazane-z-epidemia-sars-cov-2 [dostęp: 14.05.2021].

[19] Gałaj-Emiliańczyk K., *Ciągłość działania przedsiębiorstw w dobie pandemii*, https://www.bureauveritas.pl/magazine/ciaglosc-dzialania-przedsiebiorstw-w-dobie-pandemii [dostęp: 14.05.2021].

RAFAŁ WRÓBEL, PH.D. – a graduate of the Main School of Fire Service and the National Defense University, an officer of the State Fire Service, head of the Department of Decision Process Engineering of the Main School of Fire Service (SGSP), in the past the Dean of the Department of Security and Civil Protection at SGSP. Author and co-author of four monographs and several dozen scientific articles, author and executor of national and foreign projects.

ILONA WRÓBEL, PH.D. – in the past, an academic teacher at the Military Art Academy, a doctor of security sciences. In 2016, she completed doctoral studies at the National Security Department of the National Defense University in Warsaw. Coordinator of a project "Popularization and dissemination of knowledge about state defense and the activities of the Armed Forces of the Republic of Poland among students from Masovian, Świętokrzyskie and Lubelskie junior high and high schools" and a lecturer as part of a training "Education for security" and "Preparation for a terrorist attack" under a project co-financed by the European Union PROJECT No. PO KL. 09.04.00-14-110/09 "Education for safety and effective teacher-student communication". She conducted lectures and workshops in the field of security and defense, including for the Ministry of the Environment, the Ministry of Economy, the Internal Security Agency, the National Prosecutor's Office, MZA Sp. z o.o. in Warsaw, PKP PLK and other entities. She gained practical experience in the field of crisis management and defense at the province level. In her professional work, she develops the issues of civil-military cooperation and crisis management. Author of numerous articles on national security.

DR RAFAŁ WRÓBEL – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej i Akademii Obrony Narodowej, funkcjonariusz Państwowej Straży Pożarnej, kierownik Zakładu Inżynierii Procesów Decyzyjnych Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, w przeszłości Dziekan Wydziału Bezpieczeństwa i Ochrony Ludności w SGSP. Autor i współautor czterech monografii i kilkudziesięciu artykułów naukowych, autor i wykonawca krajowych i zagranicznych projektów.

DR ILONA WRÓBEL – w przeszłości nauczyciel akademicki Akademii Sztuki Wojennej, doktor nauk o bezpieczeństwie. W 2016 r. ukończyła studia doktoranckie na Wydziale Bezpieczeństwa Narodowego Akademii Obrony Narodowej w Warszawie. Koordynator projektu „Popularyzowanie i upowszechnianie wiedzy na temat obronności państwa i działalności Sił Zbrojnych RP wśród uczniów mazowieckich, świętokrzyskich i lubelskich szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych" oraz wykładowca w ramach szkolenia „Edukacja na rzecz bezpieczeństwa" oraz „Przygotowanie na atak terrorystyczny" w ramach projektu współfinansowanego przez Unię Europejską PROJEKT nr PO KL. 09.04.00-14-110/09 „Edukacja na rzecz bezpieczeństwa i skuteczna komunikacja nauczyciel – uczeń". Prowadziła wykłady i warsztaty z zakresu bezpieczeństwa i obronności m.in. dla Ministerstwa Środowiska, Ministerstwa Gospodarki, Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Prokuratury Krajowej, MZA Sp. z o.o. w Warszawie, PKP PLK i innych podmiotów. Doświadczenie praktyczne zdobywała w obszarze zarządzania kryzysowego i obronności na poziomie powiatu. W pracy zawodowej rozwija problematykę współpracy cywilno-wojskowej oraz zarządzania kryzysowego. Autorka licznych artykułów z zakresu bezpieczeństwa narodowego.

CNBOP-PIB

NOWOŚĆ WYDAWNICZA CNBOP-PIB!

WYTYCZNE PROJEKTOWANIA, INSTALOWANIA, URUCHAMIANIA, OBSŁUGI I KONSERWACJI DŹWIĘKOWYCH SYSTEMÓW OSTRZEGAWCZYCH

Autorzy:
Tomasz Popielarczyk, Robert Śliwiński, Urszula Garlińska, Paweł Stępień, Paweł Gancarczyk, Tomasz Sowa, Jarosław Adamczyk, Bogusław Adamczyk, Ryszard Małolepszy, Jan Pacuk, Krzysztof Młudzik, Mariusz Stencel, Edward Skiepko

PIERWSZA TEGO TYPU PUBLIKACJA W POLSCE!

- Kompendium wiedzy w zakresie projektowania, instalowania, uruchamiania, obsługi i konserwacji dźwiękowych systemów ostrzegawczych
- Powstała we współpracy CNBOP-PIB ze Stowarzyszeniem Inżynierów i Techników Pożarnictwa
- Stanowi niezbędne źródło wiedzy dla projektantów, instalatorów, konserwatorów, rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz właścicieli i zarządców obiektów, w których zainstalowano dźwiękowe systemy ostrzegawcze

Zamów swój egzemplarz na **www.cnbop.pl/pl/wydawnictwa/ksiazki**

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 VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 64–79

Jarosław Tępiński[a)*]

[a)] *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: jtepinski@cnbop.pl*

Converter Compensation of Reactive Power Consumed by the Induction Generator

Przekształtnikowa kompensacja mocy biernej pobieranej przez generator indukcyjny

ABSTRACT

Purpose: The purpose of the article is to present a reactive power compensation for small hydropower plants with an induction generator. The classic compensation with capacitors is discussed and its improvement is proposed. Instead of capacitors, a three level power electronic converter connected in parallel to the induction generator can be used to provide reactive power compensation. The purpose of the paper is to present the developed structure of an active compensator and its control method. The developed control method was verified on a laboratory stand.

The project and the methods: As part of research, an active compensator was built as a three-level power electronic converter in topology with Neutral Point Clamped. Laboratory tests of a converter compensator were carried out on a stand equipped with an induction generator with a power of 7.5 kW. Laboratory system measurements were made using a power analyzer and an oscilloscope.

Results: A control structure of an active compensator based on a voltage-oriented method was presented and discussed. The operation of the converter compensator has been verified on a laboratory stand equipped with a 7.5 kW induction generator. The compensator current reduces the reactive (inductive) component of the current consumed from a power grid to a value equal to zero. The reactive power compensator ensures that the *tgφ* power factor is maintained at a set value of zero, which corresponds to the total compensation of inductive reactive power consumed by an induction generator working in a hydropower plant. Operation of the active compensator did not cause a significant increase in the harmonic content in the current consumed from the power grid.

Conclusions: The paper presents the issues regarding reactive power compensation in hydropower plants with induction generators. Commonly used capacitor compensation has been covered and as a result, it is proposed to replace it with power electronics converter compensation of reactive power connected in parallel induction generators. Active compensator provides compensation for the entire reactive power consumed by the induction generator. The use of the converter compensator of reactive power significantly contributes to the reduction of costs for reactive power incurred by the owners of hydropower plants. The reactive power compensator also has a positive impact on the operation of the entire power grid, power losses from the reactive component of the current on the impedances of power grid components are limited.

Keywords: renewable source of electricity, reactive power, active compensator, induction generator
Type of article: original scientific article

Received: 13.05.2021; Reviewed: 27.06.2021; Accepted: 28.06.2021;
Authors` ORCID ID: J. Tępiński – 0000-0002-5005-2795;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 64–79, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.5;
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 artykułu jest przedstawienie zagadnień kompensacji mocy biernej w małych elektrowniach wodnych wyposażonych w generatory indukcyjne. Omówiono pasywną kondensatorową kompensację mocy biernej i zaproponowano zastąpienie jej przekształtnikowym aktywnym układem kompensacji przyłączonym równolegle do generatora indukcyjnego. Opracowana struktura przekształtnikowego kompensatora oraz metoda jego sterowania zostały zweryfikowane na stanowisku laboratoryjnym.

Projekt i metody: Zbudowano aktywny kompensator mocy biernej, w skład którego wchodzi przekształtnik energoelektroniczny wykonany w topologii trójpoziomowej z diodami poziomującymi przyłączonymi z punktem neutralnym. Badania laboratoryjne aktywnego kompensatora przeprowadzono na generatorze indukcyjnym o mocy 7,5 kW. Pomiary parametrów pracy przekształtnikowego kompensatora wykonano przy wykorzystaniu analizatora jakości energii i oscyloskopu.

Wyniki: Przedstawiono i omówiono układ sterowania aktywnego kompensatora bazujący na zmodyfikowanej metodzie zorientowanej napięciowo. Działanie kompensatora zostało zweryfikowane na stanowisku laboratoryjnym wyposażonym w generator indukcyjny o mocy 7,5 kW. Prąd kompensatora zmniejsza składową bierną (indukcyjną) prądu pobieranego z sieci do wartości bliskiej lub równej zero. Aktywny kompensator mocy biernej zapewnia utrzymanie współczynnika mocy *tgφ* na poziomie 0, co odpowiada całkowitej kompensacji mocy biernej indukcyjnej pobieranej przez generator elektrowni wodnej. Praca aktywnego kompensatora nie powoduje znacznego wzrostu zawartości harmonicznych w prądzie pobieranym z sieci elektroenergetycznej.
Wnioski: W artykule przedstawiono zagadnienia kompensacji mocy biernej w elektrowniach wodnych z generatorami indukcyjnymi. Zaproponowano zastąpienie tradycyjnych metod kompensacji kompensatorem aktywnym przyłączonym równolegle do generatora indukcyjnego. Przekształtnikowy kompensator zapewnia całkowitą kompensację mocy biernej pobieranej przez generator indukcyjny. Zastosowanie aktywnego kompensatora przyczyni się do redukcji kosztów ponoszonych za pobór mocy biernej przez właścicieli elektrowni wodnych i wiatrowych wyposażonych w generatory indukcyjne. Przekształtnikowy kompensator mocy biernej ma ponadto pozytywny wpływ na pracę całej sieci elektroenergetycznej, ograniczone są straty mocy od składowej biernej prądu na impedancjach podzespołów sieci elektroenergetycznej.
Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii elektrycznej, moc bierna, aktywny kompensator, generator indukcyjny
Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 13.05.2021; Zrecenzowany: 27.06.2021; Zaakceptowany: 28.06.2021;
Identyfikator ORCID autora: J. Tępiński – 0000-0002-5005-2795;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 64–79, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.5;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

Population increase, high economic growth and technological progress have all led to an increasing demand for electric energy. Currently used energy sources in the form of fossil fuels have significantly polluted the natural environment which results in climate change. Consequently, increasing the amount of energy produced from renewable sources is a must today. The issues of reducing greenhouse gas emission and increased share of renewable energy sources on the EU level have been regulated with the directive of the European Parliament and European Council 2018/2001 (RED II – promotion of energy from renewable sources) [1]. In compliance with the above mentioned act the share of renewable energy sources will have to increase by 32% by 2030. Renewable energy is the one obtained from natural processes, creating alternatives to traditional primary non-renewable energy carriers – fossil fuels. Using renewable source energy instead of the traditional one contributes to a lower negative impact of energy sector on environment, mainly thanks to lower emissions of harmful substances, especially greenhouse gas. The most popular and widespread sources of renewable energy are water, wind and solar radiation.

Most often, the simplest power generation systems with cage induction generators are used to produce electricity in small and medium-sized hydropower and wind farms [2–3]. The main reason for using induction generators, compared to synchronous ones, is easier synchronization with the power grid, greater resistance to interference from the power grid and turbines, simpler protection systems and lower prices [2]. The condition for the appearance of electromotive force at induction generator terminals is the generation of a magnetic field in the motor core, whose main source is inductive reactive power taken from the power grid. Water turbines have a relatively low rotation speed and for this reason a generator is driven by a gear box. In order to reduce the gear ratio, induction generators with low synchronous

Wprowadzenie

Wzrost liczby ludności, duże tempo rozwoju gospodarczego oraz postęp w zakresie tworzenia i wykorzystania nowych technologii powodują, że zapotrzebowanie na energię elektryczną cały czas rośnie. Obecnie stosowane źródła energii, w postaci paliw kopalnianych, wpływają na znaczne zanieczyszczenie środowiska, przyczyniając się do zmiany klimatu. Dlatego zwiększenie ilości energii produkowanej ze źródeł odnawialnych jest dzisiaj koniecznością. Zagadnienia ograniczenia emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii na poziomie Unii Europejskiej zostało uregulowane dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 (RED II – promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych) [1]. Zgodnie z zapisami powyższej dyrektywy do roku 2030 wkład odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym ma wynosić 32%. Energia odnawialna to energia uzyskiwana z naturalnych procesów przyrodniczych, stwarzająca alternatywę dla tradycyjnych pierwotnych nieodnawialnych nośników energii – paliw kopalnych. Wykorzystywanie źródeł odnawialnych w zastępstwie tradycyjnych kopalnianych źródeł energii przyczynia się do zmniejszenia szkodliwych oddziaływań energetyki na środowisko naturalne, głównie przez ograniczenie emisji szkodliwych substancji, zwłaszcza gazów cieplarnianych. Do najbardziej popularnych i – tym samym – najintensywniej wykorzystywanych odnawialnych źródeł energii należą te uzyskiwane z grawitacji wody, wiatru i promieniowania słonecznego.

Najczęściej do produkcji energii elektrycznej w małych i średnich elektrowniach wodnych oraz wiatrowych wykorzystywane są najprostsze układy wytwarzania energii z generatorami indukcyjnymi klatkowymi [2–3]. Główną przyczyną stosowania generatorów indukcyjnych, w porównaniu z synchronicznymi, jest łatwiejsza synchronizacja z siecią elektroenergetyczną, większa odporność na zakłócenia pochodzące z sieci oraz turbin, prostsze układy zabezpieczeń i niższe ceny [2]. W wyniku wytwarzania

speed (a large number of poles) [4] are used for water turbines, which entails the need for a relatively high magnetizing current (reactive current), relative to the rated current. Inductive reactive power deficit in power grid implies that this power consumption by induction generators should be interpreted as a negative feature that does not occur in the case of synchronous generators working in overexcitation (producing inductive reactive power). Power grid operators require a power factor *tgφ*, as measured at hydropower plant terminals, less than or equal to 0.4. The power factor *tgφ* (1) is determined as the ratio of reactive power Q consumed to the active power P produced by the generator. The relationship (1) is true, disregarding voltage and current distortions.

$$tg\,\varphi = \frac{Q}{P} = \frac{U \cdot I \cdot \sin\varphi}{U \cdot I \cos\varphi} \quad (1)$$

The paper also covers passive and active reactive power compensators scrutinising their use in hydropower plants with induction generators. Still, these compensators have much wider application possibilities, practically in every place where reactive power compensation is needed (e.g. in wind farms or industrial plants). Block diagram of a hydropower plant with an induction generator (IG) connected directly to the power grid (PG) is shown in Figure 1. Reactive power consumed from the power grid by induction generator depends on the moment supplied by the water turbine (WT). The reactive power of a generator connected to the power grid may change along with the torque delivered by the turbine in the boundary, most often up to a dozen or so percent.

w rdzeniu silnika indukcyjnego pola magnetycznego, którego głównym źródłem jest moc bierna indukcyjna pobierana z sieci elektroenergetycznej, na zaciskach generatora pojawia się siła elektromotoryczna. Turbiny wodne cechują się stosunkowo niską prędkością wirowania i dlatego generator jest napędzany przez przekładnie podwyższające. W celu zmniejszenia wartości przełożenia stosuje się dla turbin wodnych generatory indukcyjne z niską prędkością synchroniczną (dużą liczbą biegunów) [4], co pociąga za sobą zapotrzebowanie na stosunkowo duży – w odniesieniu do prądu znamionowego – prąd magnesowania (prąd bierny). Deficyt mocy biernej indukcyjnej w sieci decyduje o tym, że pobór tej mocy przez generatory indukcyjne należy interpretować jako negatywną cechę, która nie występuje w przypadku generatorów synchronicznych pracujących przy przewzbudzeniu (wytwarzających moc bierną indukcyjną). Operatorzy sieci elektroenergetycznej wymagają zapewnienia współczynnika mocy *tgφ*, mierzonego na zaciskach elektrowni wodnej, mniejszego bądź równego 0,4. Współczynnik mocy *tgφ* (1) rozumiany jest jako stosunek mocy biernej Q pobieranej do mocy czynnej P oddawanej przez generator. Zależność (1) jest prawdziwa przy pominięciu odkształceń napięcia i prądu.

$$tg\,\varphi = \frac{Q}{P} = \frac{U \cdot I \cdot \sin\varphi}{U \cdot I \cos\varphi} \quad (1)$$

W artykule omówiono pasywne i aktywne kompensatory mocy biernej na przykładzie wykorzystania ich w elektrowniach wodnych z generatorami indukcyjnymi, ale kompensatory te mają znacznie szersze możliwości zastosowania – praktycznie wszędzie tam, gdzie kompensacja mocy biernej jest potrzebna (np. w elektrowniach wiatrowych lub zakładach przemysłowych). Na rycinie 1 przedstawiono schemat blokowy elektrowni wodnej z generatorem indukcyjnym (IG) podłączonej bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej (PG). Moc bierna, pobierana z sieci elektroenergetycznej przez generator indukcyjny, zależna jest od momentu dostarczonego przez turbinę wodną (WT). Moc bierna generatora podłączonego do sieci elektroenergetycznej może się zmieniać wraz ze zmianą momentu dostarczanym przez turbinę, w granicy do ok. kilkunastu procent.

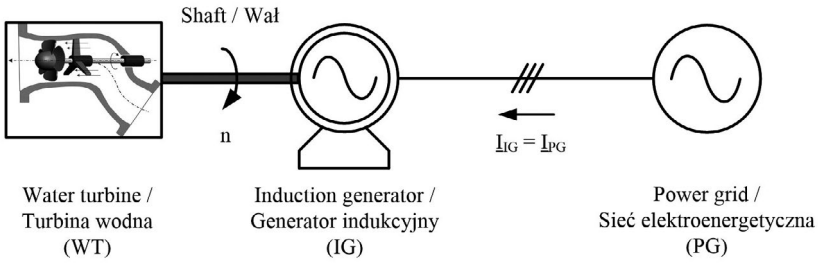


Figure 1. Block diagram of a hydropower plant with induction generator connected to the power grid
Rycina 1. Schemat blokowy elektrowni wodnej z generatorem indukcyjnym podłączonym do sieci elektroenergetycznej

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

On further consideration, current orientation relative to the power grid voltage was adopted. Active component of the current is understood to be the component in phase with the power grid voltage. The reactive current component is the one shifted relative to the grid voltage by 90 electrical degrees. Determination

Do dalszych rozważań przyjęto orientację prądów względem napięcia sieci elektroenergetycznej. Jako składową czynną prądu należy rozumieć składową będącą w fazie z napięciem sieci. Składowa bierna prądu to składowa przesunięta względem napięcia sieci o 90 stopni elektrycznych. Wyznaczenie składowej

of the active and reactive component of current consists in the transformation of three-phase quantities into a rotating *xy* coordinate system (Clarke-Park transformation) [5].

Current vector $\underline{I}_{IG}$ of the generator at load state has the active component i_{IGx} supplied to the power grid and the inductive reactive component i_{IGy} taken from the power grid (see Figure 2). The increase in generator load torque makes the reactive component i_{IGy} of the stator current increase. Current vector $\underline{I}_{IG}$ of the loaded induction generator is shifted relative to the power grid voltage vector $\underline{U}_{PG}$ at an angle of φ_{IG}. The stator current $\underline{I}_{IG}$ of the induction machine is equal to the current vector $\underline{I}_{PG}$ of the power grid.

czynnej i biernej prądu polega na transformacji wielkości trójfazowych do wirującego układu współrzędnych *xy* (przekształcenie Clarke'a-Parka) [5].

Wektor przestrzenny prądu obciążonego generatora $\underline{I}_{IG}$ posiada składową czynną i_{IGx} oddawaną do sieci i indukcyjną składową bierną i_{IGy} pobieraną z sieci (zob. ryc. 2). Wzrost momentu obciążenia generatora powoduje powiększenie składowej biernej prądu stojana i_{IGy}. Wektor przestrzenny prądu obciążonego generatora $\underline{I}_{IG}$ przesunięty jest względem wektora przestrzennego napięcia sieci elektroenergetycznej $\underline{U}_{PG}$ o kąt φ_{IG}. Wektor przestrzenny prądu stojana maszyny indukcyjnej $\underline{I}_{IG}$ jest równy wektorowi przestrzennemu prądu sieci $\underline{I}_{PG}$.

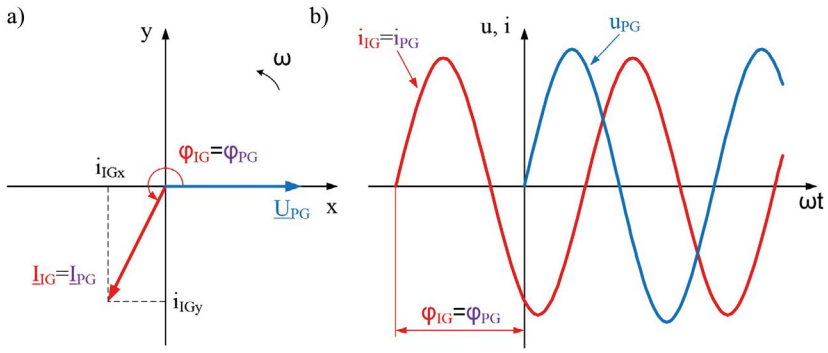


Figure 2. Currents and voltage of the loaded generator (IG): a) phasor diagram, b) time diagram: φ_{IG} – phase shift angle of the generator stator current relative to the grid voltage
Rycina 2. Prądy i napięcie obciążonego generatora (IG): a) wykres wektorowy, b) przebiegi czasowe: φ_{IG} – kąt przesunięcia fazowego prądu stojana generatora względem napięcia sieci

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Passive compensation of reactive power in hydropower plants with induction generator

Reactive power compensation consists of assembly and adjustment of reactive power consumption device appropriate for a system. In case of inductive reactive power compensation, this process involves the reduction of reactive power by increasing the production of capacitive reactive power with the same value but opposite sign. As a result, reactive power consumed and produced are balanced and the power factor *tgφ* drops to a value close to 0 (operating state at total reactive power compensation). Owners of hydropower plants with induction generators receive remuneration for active power supplied to the power grid, and pay for induction reactive power consumed. If the power factor *tgφ* on terminals of the hydropower plants is greater than required (*tgφ* = 0.4) by power grid operators, power plant owners pay fines, which can in extreme cases lead to losses made by the power plant.

The main way of reactive power compensation in the hydropower plants is to use capacitor banks connected in parallel to the induction generator [2–3, 6]. The block diagram of a hydropower plant with an induction generator and passive capacitor compensation of reactive power is shown in Figure 3. The vector

Pasywna kompensacja mocy biernej w elektrowniach wodnych z generatorem indukcyjnym

Kompensacja mocy biernej polega na montażu i regulacji odpowiedniego do danego systemu urządzenia bilansującego pobór mocy biernej. W przypadku kompensacji mocy biernej indukcyjnej proces ten polega na redukcji mocy biernej przez zwiększenie produkcji mocy biernej pojemnościowej o takiej samej wartości, lecz przeciwnym znaku. W efekcie czego moc bierna pobrana i oddana bilansują się, a współczynnik mocy *tgφ* zmniejsza się do wartości bliskiej 0 (stan pracy przy całkowitej kompensacji mocy biernej). Właściciele elektrowni wodnych z generatorami indukcyjnymi otrzymują wynagrodzenie za dostarczaną do sieci moc czynną, a płacą za pobieraną moc bierną indukcyjną. W przypadku, gdy współczynnik mocy *tgφ* na zaciskach elektrowni wodnej jest większy niż wymagany (*tgφ* = 0,4) przez operatorów sieci, właściciele elektrowni płacą kary pieniężne, co może w skrajnych przypadkach doprowadzić do nieopłacalności pracy elektrowni.

Najczęściej do kompensacji mocy biernej, w tym także w elektrowniach wodnych, wykorzystywane są baterie kondensatorów przyłączone równolegle do sieci elektroenergetycznej [2–3, 6]. Schemat blokowy elektrowni wodnej, z generatorem indukcyjnym

diagrams of voltages and currents of the power generation system in a hydropower plant with a capacitor bank are presented in Figure 4. The passive capacitor (CB) is the source of capacitive (leading) reactive power and receives from the power grid the current $\underline{I}_{CB}$ shifted relative to the voltage $\underline{U}_{PG}$ at an angle of 90° (see Figure 4). The capacitor battery current $\underline{I}_{CB}$ reduces the reactive (inductive) component of current i_{PGy} received from the power grid. The use of capacitor banks for reactive power compensation makes a change in phase shift between current $\underline{I}_{PG}$ and voltage $\underline{U}_{PG}$ from φ_{IG} to φ_{PG} (see Figure 4).

oraz pasywną kondensatorową kompensacją mocy biernej, przedstawiono na rycinie 3. Wykresy wektorowe napięć i prądów układu wytwarzania energii w elektrowni wodnej z baterią kondensatorów przedstawiono na rycinie 4. Pasywny kondensatorowy kompensator (CB) jest źródłem mocy biernej pojemnościowej i pobiera z sieci prąd $\underline{I}_{CB}$ przesunięty względem napięcia $\underline{U}_{PG}$ o kąt 90° (zob. ryc. 4). Prąd baterii kondensatorów $\underline{I}_{CB}$ zmniejsza składową bierną (indukcyjną) prądu pobieranego z sieci i_{PGy}. W wyniku zastosowania baterii kondensatorów, przesunięcie fazowe pomiędzy prądem $\underline{I}_{PG}$ i napięciem $\underline{U}_{PG}$ zmienia się z φ_{IG} do φ_{PG} (zob. ryc. 4).

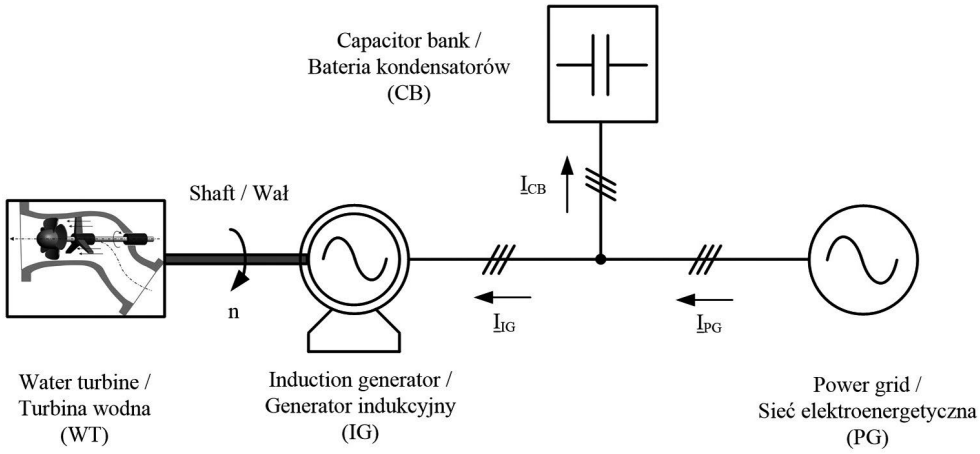


Figure 3. Block diagram of a hydropower plant with induction generator and passive power compensation: (CB) – capacitor bank, $\underline{I}_{CB}$ – current vector receive by the capacitor bank
Rycina 3. Schemat blokowy elektrowni wodnej z generatorem indukcyjnym oraz pasywną kompensacją mocy biernej: (CB) – bateria kondensatorów, $\underline{I}_{CB}$ – wektor przestrzenny prądu pobieranego przez baterię kondensatorów

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

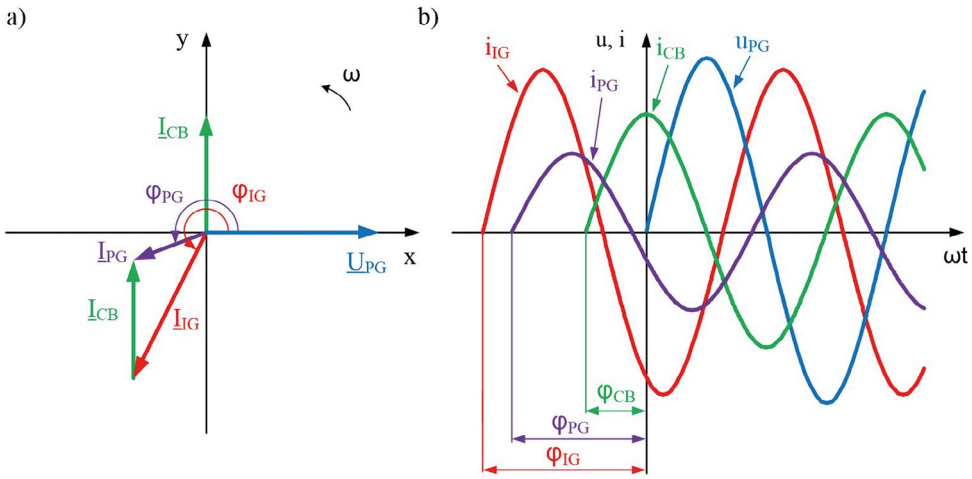


Figure 4. Reactive power compensation using capacitor banks: a) phasor diagram, b) time diagram: φ_{CB} – the phase shift angle of the current consumed by the capacitor bank relative to the voltage, φ_{PG} – phase shift angle of the current consumed from the power grid relative to the power grid voltage
Rycina 4. Kompensacja mocy biernej za pomocą baterii kondensatorów: a) wykres wektorowy, b) przebiegi czasowe: φ_{CB} – kąt przesunięcia fazowego prądu pobieranego przez baterię kondensatorów względem napięcia, φ_{PG} – kąt przesunięcia fazowego prądu pobieranego z sieci względem napięcia sieci

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

When selecting capacitors for reactive power compensation, it should be remembered that they are the source of reactive power for the induction generator. Disconnection of the generator along with the capacitor battery from a power grid may cause the generator to self-excite, which is characterized by maintaining voltage at generator terminals despite its disconnection from the power grid. Capacitor banks are selected in such a way as to meet the requirement imposed by the operators of the power grid ($tg\varphi \leq 0.4$), while preventing the generator from self-excitation for start-up and/or frequency protection in hydropower plants. It is a compromise that takes into account the specificity of the contactor method of switching passive compensation, the uncontrolled power of the capacitor bank and the impact on the system of transients. The use of capacitor banks is only a partial solution to the problem of reactive power compensation in hydropower plants as losses from the remaining uncompensated part of reactive power are considerable.

Active compensation of reactive power in hydropower plants with induction generator

A converter compensator [2–4, 6–7] can be used to compensate for the reactive power consumed from the power grid by the induction generator. The main goal of the active compensator is to reduce the power factor $tg\varphi$ (1) to a value close or equal to zero, which corresponds to the total reactive power compensation. Active compensator of reactive power was implemented in a parallel topology, in which the converter is connected in parallel to the induction generator and power grid (see Figure 5).

Bateria kondensatorów jest źródłem mocy biernej, która może spowodować wystąpienie tzw. zjawiska samowzbudzenia generatora indukcyjnego. Ze zjawiskiem samowzbudzenia mamy do czynienia, gdy na zaciskach generatora utrzymuje się napięcie, pomimo odłączenia generatora wraz z baterią kondensatorów od sieci elektroenergetycznej. Baterie kondensatorów dobiera się w taki sposób, by spełnić warunek narzucony przez operatorów sieci ($tg\varphi \leq 0{,}4$), nie dopuszczając przy tym do możliwości samowzbudzenia generatora dla stosowanych w elektrowniach wodnych zabezpieczeń rozbiegowych i/lub częstotliwościowych. Jest to kompromis uwzględniający specyfikę stycznikowej metody załączania pasywnej kompensacji, niesterowaną moc baterii kondensatorów oraz odziaływanie na układ stanów przejściowych. Stosowanie baterii kondensatorów stanowi tylko częściowe rozwiązanie problemu kompensacji mocy biernej pobieranej przez generatory indukcyjne, gdyż straty od pozostałej nieskompensowanej części mocy biernej są wydatne.

Aktywny przekształtnikowy kompensator mocy biernej w elektrowniach wodnych z generatorem indukcyjnym

Do kompensacji mocy biernej można wykorzystać aktywny kompensator przekształtnikowy przyłączony równolegle do sieci elektroenergetycznej [2–4, 6–7]. Dzięki zastosowaniu kompensatora przekształtnikowego uzyskuje się zmniejszenie współczynnika mocy $tg\varphi$ (1) do wartości zero, co odpowiada całkowitej kompensacji mocy biernej. Schemat blokowy układu wytwarzania energii elektrycznej elektrowni wodnej, z generatorem indukcyjnym oraz aktywnym kompensatorem, przedstawiono na rycinie 5.

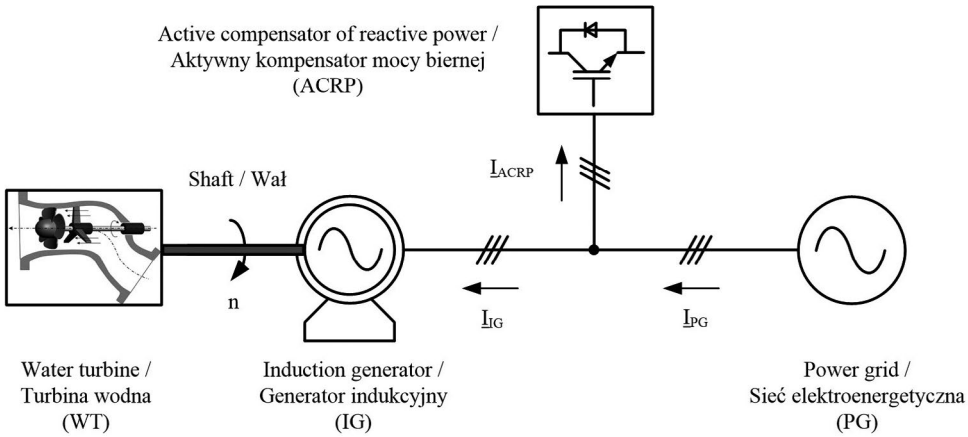


Figure 5. Block diagram of a hydropower plant with an induction generator and active compensator of reactive power: (ACRP) – active (converter) compensator of reactive power
Rycina 5. Schemat blokowy elektrowni wodnej z generatorem indukcyjnym oraz aktywnym kompensatorem przekształtnikowym mocy biernej: (ACRP) – aktywny kompensator mocy biernej

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

The active compensator is designed to create and regulate power so that it is capacitive reactive power. Vector and time diagram for a hydropower plant with an induction generator and active compensation of reactive power is shown in Figure 6. The compensator current I_{ACRP} reduces the reactive (inductive) component of the current i_{PGy} consumed from the power grid to a value close to or equal to zero. The use of active compensation reduces the phase shift of the current I_{PG} relative to the voltage U_{PG} from φ_{IG} to φ_{PG} equal to 180°. The power grid current I_{PG} has only an active component returned to the power grid, which corresponds to the total reactive power compensation. Moreover, thanks to the use of a converter compensator, the level of transients in the system can be limited [7].

Przekształtnikowy kompensator wytwarza i reguluje moc bierną pojemnościową. Na rycinie 6 przedstawiono wykres wektorowy i czasowy dla elektrowni wodnej z generatorem indukcyjnym i aktywną kompensacją mocy biernej. Zastosowanie kompensatora przekształtnikowego zapewnia całkowitą kompensację mocy biernej. Prąd kompensatora I_{ACRP} zmniejsza składową bierną (indukcyjną) prądu pobieranego z sieci i_{PGy} do wartości bliskiej lub równej zero. Przesunięcie fazowe prądu I_{PG} względem napięcia U_{PG} zmniejsza się z wartości φ_{IG} do φ_{PG} równej 180°. Ponadto dzięki stosowaniu przekształtnikowego kompensatora można ograniczyć poziom stanów przejściowych w układzie [7].

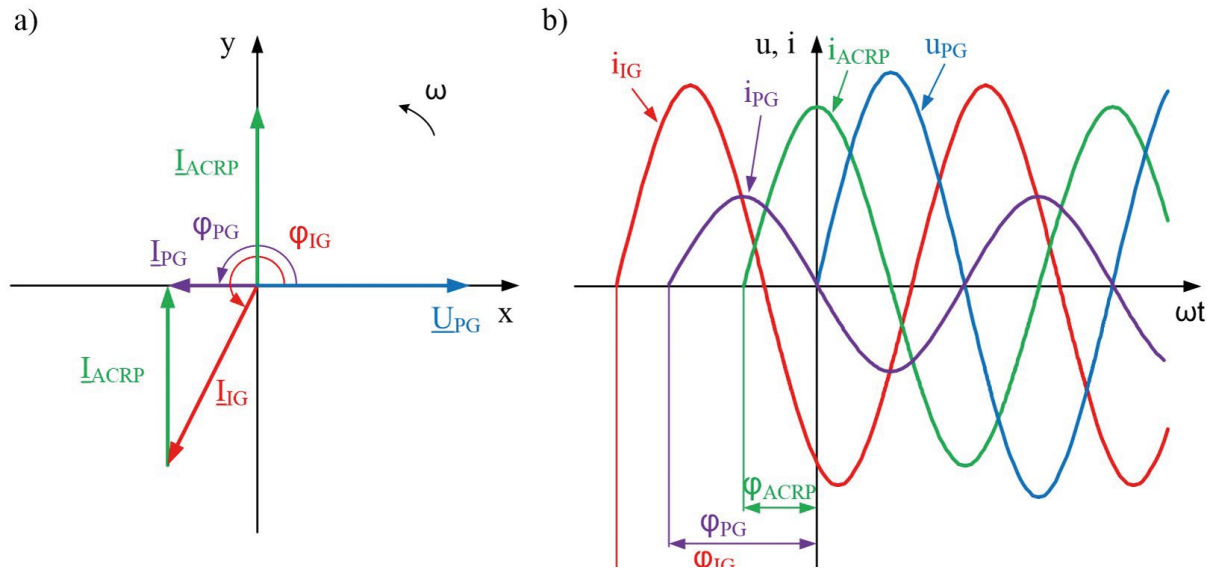


Figure 6. Reactive power compensation using a parallel active compensator: a) phasor diagram, b) time diagram: I_{ACRP} – current vector consumed by the active compensator, φ_{ACRP} – phase shift angle of the current consumed by the active compensator relative to the grid voltage
Rycina 6. Kompensacja mocy biernej za pomocą równoległego kompensatora aktywnego: a) wykres wektorowy, b) przebiegi czasowe: I_{ACRP} – wektor przestrzenny prądu pobieranego przez aktywny kompensator, φ_{ACRP} – kąt przesunięcia fazowego prądu pobieranego przez aktywny kompensator względem napięcia sieci

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

In order to reduce the harmonic distortion in the compensator current, and thus the harmonics introduced into the power grid, active compensator was built as a three-level power electronic converter made in topology with Neutral Point Clamped (NPC) [8–12]. Active compensator control based on a modified voltage-oriented method (VOC) [3–4, 6, 11, 13–14] is shown in Figure 7. To transform the *αβ* / *xy* and *xy* / *αβ* coordinate systems in active compensator control (see Figure 7), the position angle γ_{PG} of the voltage vector U_{PG} is used, which is determined in accordance with the relationship (2).

W celu ograniczenia zawartości harmonicznych w prądzie kompensatora i – co za tym idzie – harmonicznych wprowadzanych do sieci elektroenergetycznej, do budowy aktywnego kompensatora wykorzystano przekształtnik energoelektroniczny wykonany w topologii trójpoziomowej z diodami poziomującymi połączonymi z punktem neutralnym (NPC) [8–12]. Sterowanie aktywnym kompensatorem bazujące na zmodyfikowanej metodzie zorientowanej napięciowo (VOC) [3–4, 6, 11, 13–14] przedstawiono na rycinie 7. Do przekształcenia układów współrzędnych *αβ* / *xy* i *xy* / *αβ* w sterowaniu kompensatorem aktywnym (zob. ryc. 7) wykorzystywany jest kąt położenia γ_{PG} wektora napięcia sieci U_{PG}, który wyznacza się zgodnie z zależnością (2).

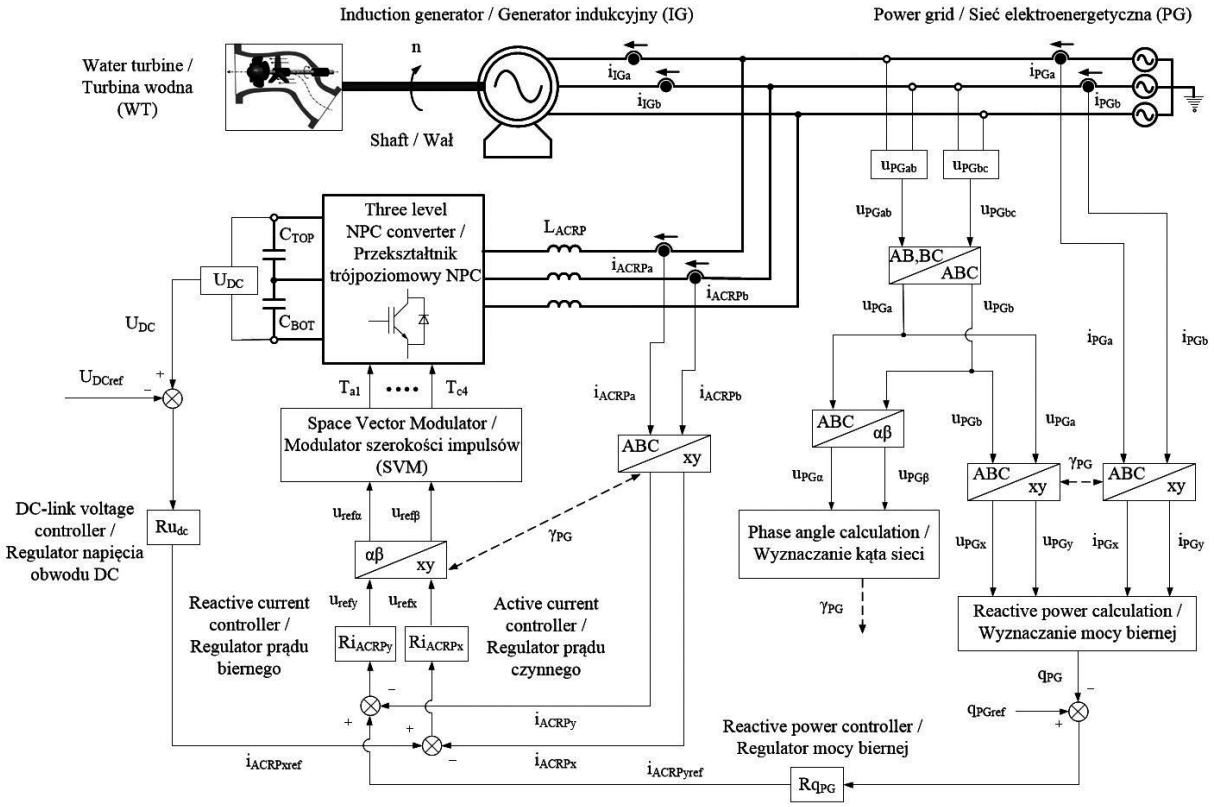


Figure 7. Control scheme of the active compensator of reactive power
Rycina 7. Układ sterowania aktywnym kompensatorem mocy biernej

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

$$\gamma_{PG} = \tan^{-1} \frac{U_{PG\beta}}{U_{PG\alpha}} \tag{2}$$

The task of the first control path associated with the *x* axis is to adjust the compensator active power (see Figure 7). The *x* axis current controller (Ri_{ACRPx}) is designed to maintain the active current i_{ACRPx} of the compensator. The current i_{ACRPx} value is maintained by the DC-link master voltage controller (Ru_{dc}). The voltage controller Ru_{dc} in the *x*-axis path maintains the sum of voltages (U_{TOP}, U_{BOT}) on two capacitors (C_{TOP}, C_{BOT}) at the set U_{DCref} level [4]. The role of the second control path associated with the *y* axis is to regulate the reactive capacitive (leading) power generated by the converter (see Figure 7). The *y* axis current controller Ri_{ACRPy} maintains the reactive current i_{ACRPy} of the compensator at the output value of the master reactive power controller (Rq_{PG}). The power controller Rq_{PG} in the *y* axis path is designed to maintain reactive power taken from the power grid by the power generation system at zero [4]. Reactive power is determined according to the relationship (3).

$$q_{PG} = -u_{PGx} \cdot i_{PGy} + u_{PGy} \cdot i_{PGx} \tag{3}$$

$$\gamma_{PG} = \tan^{-1} \frac{U_{PG\beta}}{U_{PG\alpha}} \tag{2}$$

Rolą pierwszego toru regulacji związanego z osią *x* jest regulacja mocy czynnej kompensatora (zob. ryc. 7). Regulator (Ri_{ACRPx}) prądu w osi *x* ma za zadanie utrzymać prąd czynny kompensatora i_{ACRPx}. Wartość prądu i_{ACRPx} jest zadawana przez nadrzędny regulator (Ru_{dc}) napięcia stałego obwodu pośredniczącego. Regulator Ru_{dc} napięcia w torze osi *x* utrzymuje sumę napięć (U_{TOP}, U_{BOT}) na dwóch kondensatorach (C_{TOP}, C_{BOT}) na zadanym poziomie U_{DCref} [4]. Rolą drugiego toru regulacji związanego z osią *y* jest regulacja mocy biernej pojemnościowej wytwarzanej przez przekształtnik (zob. ryc. 7). Regulator (Ri_{ACRPy}) prądu w osi *y* utrzymuje prąd bierny kompensatora i_{ACRPy} na poziomie wartości wyjściowej nadrzędnego regulatora (Rq_{PG}) mocy. Regulator mocy w torze osi *y* ma za zadanie utrzymanie mocy biernej pobieranej z sieci elektroenergetycznej przez układ wytwarzania energii na poziomie zera [4]. Moc bierna wyznaczana jest zgodnie z zależnością (3).

$$q_{PG} = -u_{PGx} \cdot i_{PGy} + u_{PGy} \cdot i_{PGx} \tag{3}$$

The control system of the reactive power compensator uses proportional-integral (PI) controllers. Proportional-integral controllers work with set and measured signals represented in the *xy* coordinate system, which rotates synchronously with angular velocity ω of the power grid voltage. Waveforms of sinusoidal voltages and currents in the *xy* coordinate system are constant components. PI controllers ensure high control accuracy, because by working with fixed-value signals they eliminate control deviations in steady-state. The controllers, after comparing the reference with the measured values, generate vector components that reduce the error. The components of the voltage vector U_{refx}, U_{refy} after transformation into the $\alpha\beta$ stationary coordinate system are used by the Space Vector Modulator (SVM) [10, 13–16] to calculate the switching times of the three-level converter (NPC) [8–12].

W układzie sterowania przekształtnikowego kompensatora mocy biernej wykorzystano regulatory proporcjonalno-całkujące w układzie wirującym synchronicznie. Regulatory proporcjonalno-całkujące pracują z sygnałami zadanymi i mierzonymi reprezentowanymi w układzie współrzędnych *xy*, który wiruje synchronicznie z prędkością kątową ω napięcia sieci elektroenergetycznej. Przebiegi sinusoidalnych napięć i prądów w układzie współrzędnych *xy* mają charakter składowych stałych. Regulatory PI po porównaniu chwilowych wartości zadanych z wartości mierzonymi generują składowe wektora, który redukuje uchyb. Składowe wektora napięcia U_{refx}, U_{refy} po transformacji do układu współrzędnych nieruchomych $\alpha\beta$ wykorzystywane są przez modulator wektorów przestrzennych (SVM) [10, 13–16] do wyliczenia czasów załączeń tranzystorów trójpoziomowego przekształtnika (NPC) [8–12]. Regulatory proporcjonalno-całkujące zapewniają wysoką dokładność regulacji, gdyż pracując z sygnałami stałowartościowymi eliminują uchyb regulacji w stanach ustalonych.

Laboratory studies of active compensator of reactive power

The test stand with a converter reactive power compensator made in NPC three-level topology is shown in Figure 8. The list of basic components included in the test stand is given in Table 1. The structures of the power generation system and the control system proposed in publications [2–4, 6] have been modified and improved, and the research results extended, among others, to measurements of harmonic content in voltages and currents. Two cage induction motors were used for the laboratory tests. The role of water turbine is played by an induction motor SZJe-44b designed for 3x400V voltage fed from a frequency converter Twerd MFC 710, while the induction motor S1-132M designed for 3x220V voltage acts as a generator. Laboratory system measurements were made using a power analyzer Fluke 434 and an oscilloscope Tektronix TDS 3034B.

Badania laboratoryjne przekształtnikowego kompensatora mocy biernej

Przekształtnikowy kompensator mocy biernej, zbudowany do celów realizacji badań laboratoryjnych, przedstawiono na rycinie 8. Najistotniejsze parametry układu laboratoryjnego zamieszczono w tabeli 1. Struktury układu wytwarzania energii i układu sterowania, zaproponowane w publikacjach [2–4, 6], zostały zmodyfikowane i udoskonalone, a wyniki badań rozszerzone m.in. o pomiary zawartości harmonicznych w napięciach i prądach. W trakcie badań wykorzystano zespół wirujący, w skład którego wchodziły dwie maszyny indukcyjne klatkowe. Maszyna indukcyjna SZJe-44b zaprojektowana na napięcie 3x400V, zasilana z przemiennika częstotliwości Twerd MFC 710, pełniła rolę turbiny wodnej. Rolę generatora pełniła maszyna indukcyjna S1-132M zaprojektowana na napięcie 3x220V. Wyniki badań układu laboratoryjnego zarejestrowane zostały z wykorzystaniem oscyloskopu Tektronix TDS 3034B i analizatora mocy Fluke 434.

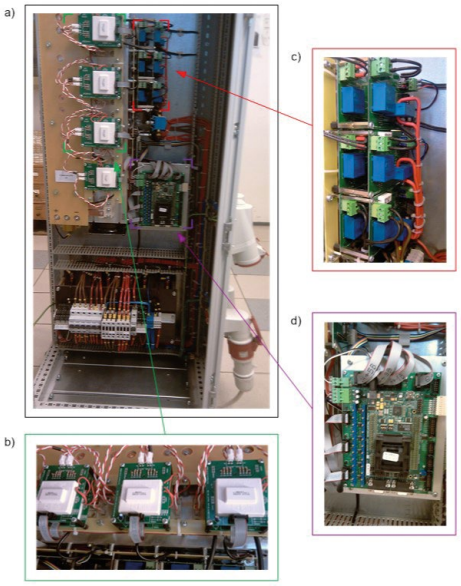


Figure 8. Active compensator of reactive power: a) front view, b) transistor drivers, c) LEM measuring sensors, d) microprocessor with base plate
Rycina 8. Przekształtnikowy kompensator mocy biernej: a) widok z przodu, b) sterowniki tranzystorów, c) czujniki pomiarowe, d) mikroprocesor wraz z płytką bazową

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Table 1. Basic parameters of the laboratory system
Tabela 1. Podstawowe parametry układu laboratoryjnego

Symbol / Symbol	Value / Wartość	Name / Opis
f_{ACRP}	10kHz	Frequency of transistors connecting / Częstotliwość łączeń tranzystorów
T_s	10^{-4}s	Period of signal sampling and regulators calculations / Okres próbkowania sygnałów i obliczeń regulatorów
U_{PGw}	3x185V	Voltage wire power grid / Napięcie przewodowe sieci elektroenergetycznej
f_{PG}	50Hz	Frequency of the power grid / Częstotliwość sieci elektroenergetycznej
L_{ACRP}	2,5mH	Inductance of each of the output chokes / Indukcyjności dławików obwodu wyjściowego
C_{TOP}, C_{BOT}	1800μF	Capacity of each DC-link capacitor / Pojemności kondensatorów obwodu pośredniczącego

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Using the power analyzer, laboratory system measurements were made for the case of operation without reactive power compensation (see Figure 9 and 10). The operation of the converter compensator is limited only to the initial charging of the DC-link voltage by diodes. The induction generator with apparent power 7.35kVA working in a steady state of operation produced active power at the level of 5.52 kW and consumed 4.86kVar reactive power, power factor *tgφ* was 0.88 (*cosφ* = 0.75). Phase shift between voltage vector $\underline{U}_{PGa}$ and current vector I_{PGa} is about 221 degrees (see Figure 9).

Na rycinach 9 i 10 przedstawiono wyniki pomiarów laboratoryjnego układu wytwarzania energii bez kompensacji mocy biernej. Praca aktywnego kompensatora ogranicza się jedynie do ładowania napięcia obwodu pośredniczącego przez diody zwrotne. Generator indukcyjny o mocy pozornej 7,35kVA, pracujący w stanie ustalonym, produkował moc czynną na poziomie 5,52 kW i pobierał 4,86kVar mocy biernej, współczynnik mocy *tgφ* wynosił 0,88 (*cosφ* = 0,75). Kąt przesunięcia fazowego pomiędzy wektorem napięcia $\underline{U}_{PGa}$ a wektorem prądu I_{PGa} wynosi 221 stopni (zob. ryc. 9).

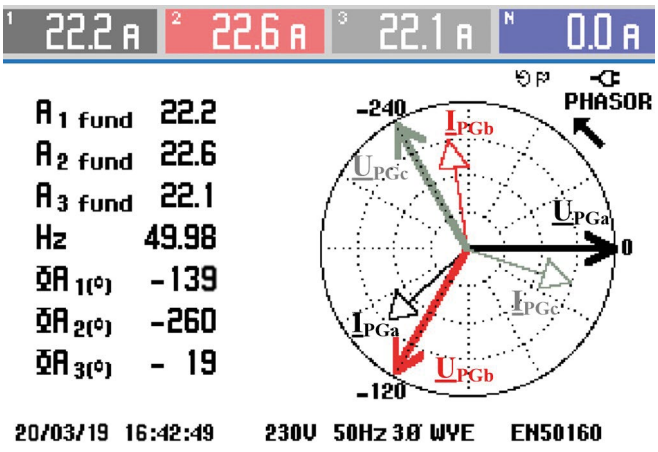


Figure 9. Laboratory vector diagram of power grid voltages $\underline{U}_{PG}$ and power grid currents $\underline{I}_{PG}$ – the generation system without compensation
Rycina 9. Badania laboratoryjne wektorów napięcia $\underline{U}_{PG}$ i prądów $\underline{I}_{PG}$ sieci – układ bez kompensacji

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

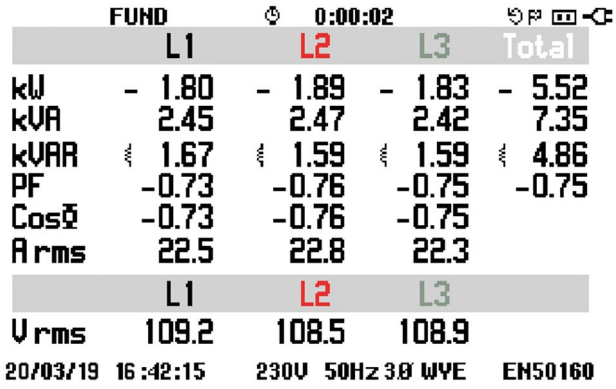


Figure 10. Laboratory study of power – the generation system without compensation
Rycina 10. Badania laboratoryjne mocy – układ bez kompensacji

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Figure 11 shows the voltage waveforms of the power grid voltage u_{PGa}, power grid current i_{PGa} and DC-link voltage U_{DC} for the case of generator operation on the power grid without reactive power compensation (i_{ACRPa} = 0).

Na rycinie 11 przedstawiono przebiegi napięcia sieci u_{PGa}, prądu sieci i_{PGa} i napięcia U_{DC} obwodu pośredniczącego dla przypadku pracy generatora na sieć bez kompensacji mocy biernej (i_{ACRPa} = 0).

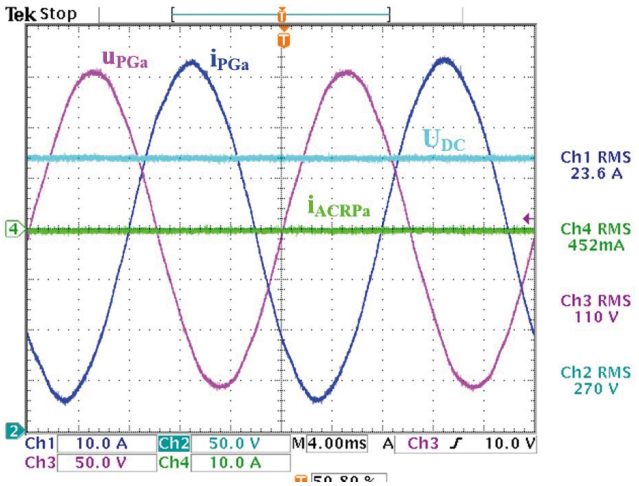


Figure 11. Laboratory study: waveforms of power grid voltage u_{PGa}, power grid current i_{PGa}, active compensator current i_{ACRPa}, DC-link voltage U_{DC} – the generation system without compensation
Rycina 11. Badania laboratoryjne: u_{PGa} – napięcie sieci, i_{PGa} – prąd pobierany z sieci, i_{ACRPa} – prąd kompensatora, U_{DC} – napięcie obwodu pośredniczącego – układ z wyłączoną aktywną kompensacją mocy

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Using the power analyzer, the harmonic distortion of the power grid voltage u_{PGa} was measured. The mains voltage u_{PGa} determined by the THD analyzer amounted to 1.6% while the harmonic distortion in the current i_{PGa} of the power grid was 1.8%.

Figure 12 and 13 show the results of measurements (made with the power analyzer) of the laboratory system with the reactive power compensator switched on.

Za pomocą analizatora jakości energii dokonano pomiaru zawartości harmonicznych w napięciu sieci u_{PGa}. Wyznaczone przez analizator THD napięcia u_{PGa} sieci wynosiło 1,6%, natomiast zawartość harmonicznych w prądzie sieci i_{PGa} była równa 1,8%.

Na rycinach 12 i 13 przedstawiono wyniki pomiarów (wykonanych analizatorem jakości energii) układu laboratoryjnego z włączonym przekształtnikowym kompensatorem mocy biernej.

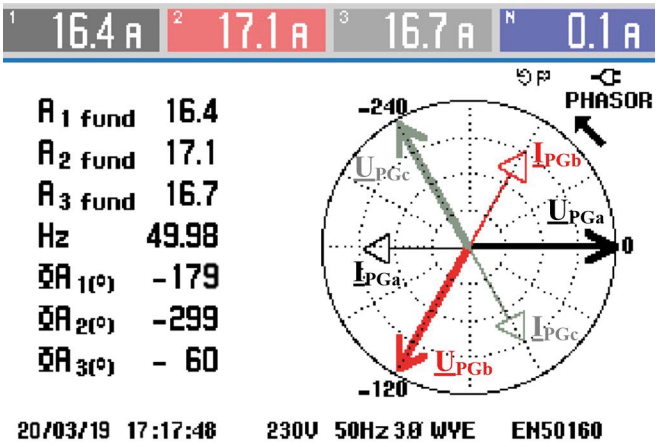


Figure 12. Laboratory vector diagram of power grid voltages $\underline{U}_{PG}$ and power grid currents $\underline{I}_{PG}$ – the system with active compensation
Rycina 12. Badania laboratoryjne wektorów napięcia $\underline{U}_{PG}$ i prądów $\underline{I}_{PG}$ sieci – układ z włączoną aktywną kompensacją mocy

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

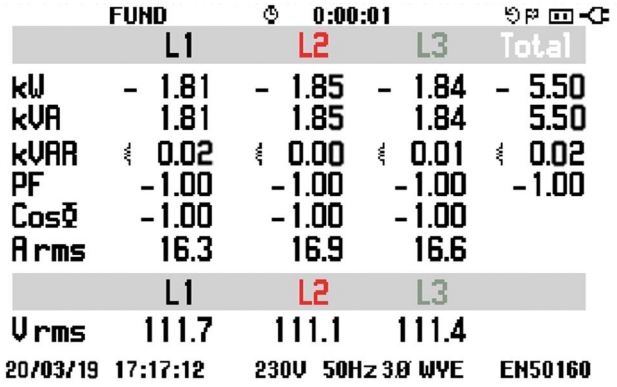


Figure 13. Laboratory study of power – the system with compensation
Rycina 13. Badania laboratoryjne mocy – układ z włączoną aktywną kompensacją mocy

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

The system with an active compensator turned on produced active power equal to 5.50 kW. Reactive power was compensated and amounted to 0.02 kVar of an inductive nature (see Figure 13), the power factor *tgφ* was 0 (*cosφ* = 1.0). The active power loss brought by the power electronic converter was 0.02 kW. Power grid voltages vector and compensator currents for the system with active power compensation on are shown in Figure 14. The converter compensator current i_{ACRP} subjected to the harmonic distortion analysis is shown in Figure 15 and 16. The harmonic distortion of the active compensator current i_{ACRPa} was 2.2%. Figure 17 shows the waveforms of a power grid voltage and phase currents of the power grid and the active compensator when reactive power compensation is set on operation.

Układ wytwarzania energii z włączonym kompensatorem energoelektronicznym oddawał do sieci moc czynną równą 5,50 kW. Moc bierna została skompensowana i wynosiła 0,02 kVar o charakterze indukcyjnym (zob. ryc. 13), współczynnik mocy *tgφ* wynosił 0 (*cosφ* = 1,0). Strata mocy czynnej wnoszona przez przekształtnik energoelektroniczny wyniosła 0,02 kW. Wektorowe napięcia sieci i prądy kompensatora dla układu z włączoną aktywną kompensacją mocy przedstawiono na rycinie 14. Prąd przekształtnikowego kompensatora i_{ACRP} poddany analizie zawartości harmonicznych pokazano na rycinach 15 i 16. Zawartość harmonicznych w prądzie kompensatora aktywnego i_{ACRPa} wynosiła 2,2%. Pomiary napięcia i prądów układu wytwarzania energii, z włączoną aktywna kompensacją mocy, przedstawiono na rycinie 17.

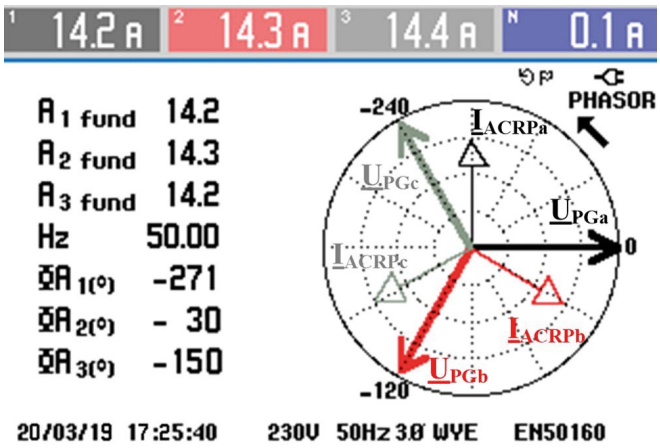


Figure 14. Laboratory vector diagram of power grid voltages $\underline{U}_{PG}$ and active compensator currents $\underline{I}_{ACRP}$ – the system with active compensation
Rycina 14. Badania laboratoryjne wektorów napięcia $\underline{U}_{PG}$ sieci i prądów $\underline{I}_{ACRP}$ kompensatora aktywnego – układ z włączoną aktywną kompensacją mocy

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

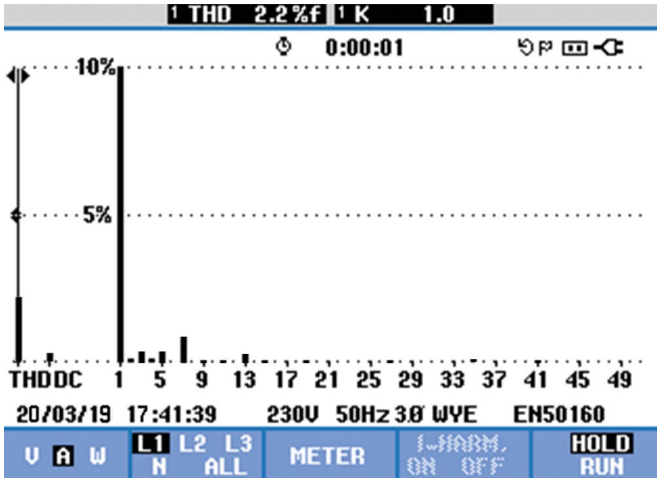


Figure 15. Harmonic distortion in the active compensator current i_{ACRPa}
Rycina 15. Zawartość harmonicznych w prądzie kompensatora aktywnego i_{ACRPa}

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

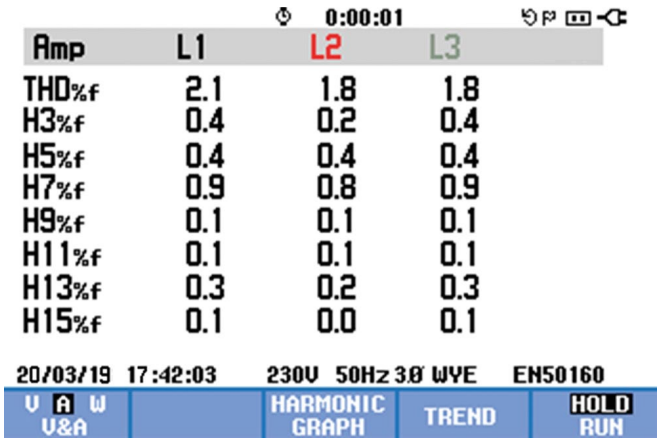


Figure 16. Harmonic distortion in three phases of the active compensator current (i_{ACRPa}, i_{ACRPb}, i_{ACRPc})
Rycina 16. Zawartość harmonicznych w trzech fazach prądu kompensatora aktywnego (i_{ACRPa}, i_{ACRPb}, i_{ACRPc})

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

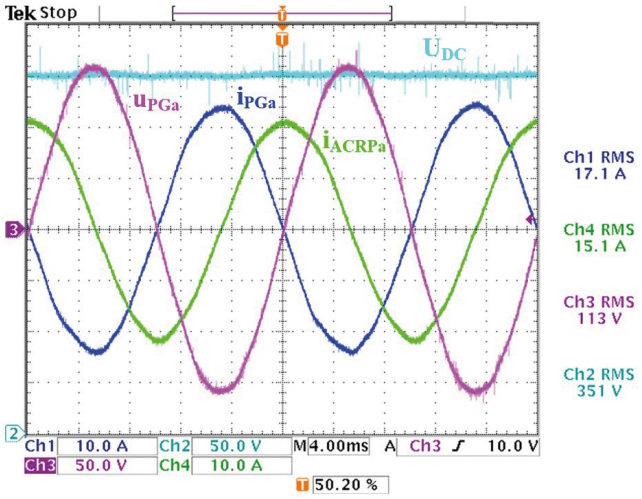


Figure 17. Laboratory testing: waveforms of power grid voltage u_{PGa}, power grid current i_{PGa}, active compensator current i_{ACRPa}, DC-link voltage U_{DC} – the system with compensation
Rycina 17. Badania laboratoryjne: u_{PGa} – napięcie sieci, i_{PGa} – prąd pobierany z sieci, i_{ACRPa} – prąd kompensatora, U_{DC} – napięcie obwodu pośredniczącego – układ z włączoną kompensacją mocy biernej

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

In case of work without compensation, the phase shift between the power grid current vector $\underline{I}_{PGa}$ and the power grid voltage vector $\underline{U}_{PGa}$ was 221° (see Figure 9). However, with the active compensator switched on, the phase shift between the power grid current vector $\underline{I}_{PGa}$ and the power grid voltage vector $\underline{U}_{PGa}$ decreased to 181° (see Figure 12). It means that the entire reactive power has been compensated by an active compensator. The harmonic distortion of the current i_{PGa} consumed from the power grid by the power generation system determined by the analyzer was 2.2%. Turning on the active compensator caused a slight increase in harmonic distortion in the power grid current i_{PGa} from 1.8% to 2.2%.

For the analyzed case, the loss of active power, contributed mainly by the power electronic converter, amounted to 20W (see Figure 10 and 13). The power losses of the capacitors for reactive power compensation are lower, around 1W / kVar. After starting the converter compensator, the power factor *tgφ* decreased from 0.88 to 0, the reactive power was completely compensated. The commonly used reactive power compensation with a passive compensator (capacitor bank) to the level of *tgφ* = 0.4 causes that for the analyzed case the uncompensated inductive reactive power would be 2.2 kVar.

Conclusion

The article presents the issues of reactive power compensation in hydropower plants with induction generators. Capacitor compensation is discussed and it is proposed to replace it with active compensation of reactive power controlled by a modified voltage-oriented method. The developed method of controlling the active compensator was verified by means of laboratory tests. Active compensator provides regulation, as a result of which the power generation system works with a given power factor *tgφ* equal to zero. Inductive reactive power consumed by

W przypadku pracy bez kompensacji przesunięcie fazowe pomiędzy wektorem prądu sieci $\underline{I}_{PGa}$ i wektorem napięcia sieci $\underline{U}_{PGa}$ wynosiło 221° (zob. ryc. 9). Po włączeniu kompensatora aktywnego, przesunięcie fazowe pomiędzy wektorem prądu sieci $\underline{I}_{PGa}$ a wektorem napięcia sieci $\underline{U}_{PGa}$ zmalało do 181° (zob. ryc. 12), co oznacza, że cała moc bierna została skompensowana. Wyznaczona przez analizator zawartość harmonicznych prądu pobieranego z sieci i_{PGa} przez układ wytwarzania energii wynosiła 2,2%. Włączenie aktywnego kompensatora spowodowało niewielki wzrost zawartości harmonicznych w prądzie i_{PGa} sieci z 1,8% do 2,2%.

Dla analizowanego przypadku strata mocy czynnej, wnoszonej głównie przez przekształtnik energoelektroniczny, wyniosła 20W (zob. ryc. 10 i 13). Straty mocy kondensatorów do kompensacji mocy biernej są niższe, na poziomie ok. 1W / kVar. Po uruchomieniu kompensatora przekształtnikowego współczynnik mocy *tgφ* zmalał z 0,88 do 0, moc bierna została całkowicie skompensowana. Powszechnie stosowana kompensacja mocy biernej przy pomocy kompensatora pasywnego (baterii kondensatorów) do poziomu *tgφ* = 0,4 powoduje, że dla analizowanego przypadku nieskompensowana moc bierna indukcyjna wyniosłaby 2,2 kVar.

Podsumowanie

W artykule zaproponowano zastąpienie tradycyjnej pasywnej kondensatorowej metody kompensacji mocy biernej metodą kompensacji aktywnej, wykorzystującej przekształtnik energoelektroniczny sterowany zmodyfikowaną metodą zorientowaną napięciowo. Przeprowadzone badania laboratoryjne posłużyły zweryfikowaniu opracowanych metod sterowania. Aktywny przekształtnikowy kompensator mocy biernej zapewnia nadążną regulację, w rezultacie czego układ wytwarzania energii pracuje z zadanym współczynnikiem mocy *tgφ* równym zero. Moc bierna

the induction generator has been completely compensated. The use of an active compensator of reactive power is associated with a greater loss of active power contributed by the power electronic converter than in the case of using a capacitor bank for this purpose. The use of a converter reactive power compensator (ACRP) significantly contributed to the reduction of costs for reactive power incurred by the owners of hydropower plants. Active compensator is used not only in hydropower plants but also wherever there is a need for reactive power compensation (e.g. industrial facilities). The reactive power compensator also has a positive impact on the operation of the entire power grid, power losses from the reactive component of the current on the impedances of power grid components, such as transmission lines, transformers, etc. are limited. The use of an active compensator of reactive power is a particularly advantageous solution in case of loads that change to a large extent the nature and level of reactive power.

indukcyjna pobierana przez generator indukcyjny została całkowicie skompensowana. Zastosowanie aktywnej kompensacji mocy biernej wiąże się z większą stratą mocy czynnej, wnoszonej przez przekształtnik energoelektroniczny, niż w przypadku zastosowania do tego celu baterii kondensatorów. Przekształtnikowy kompensator mocy biernej znacząco przyczynia się do redukcji kosztów za moc bierną, jaką ponoszą właściciele elektrowni wodnych. Aktywny kompensator znajduje zastosowanie nie tylko w elektrowniach wodnych, ale także wszędzie tam, gdzie istnieje potrzeba kompensacji mocy biernej (np. w obiektach przemysłowych). Kompensator mocy biernej ma ponadto pozytywny wpływ na pracę całej sieci elektroenergetycznej, ograniczone są straty mocy od składowej biernej prądu na impedancjach podzespołów sieci elektroenergetycznej, takich jak linie przesyłowe, transformatory, itp. Stosowanie aktywnej kompensacji mocy biernej jest rozwiązaniem korzystnym szczególnie w przypadku odbiorników zmieniających w szerokim zakresie charakter i poziom mocy biernej.

Literature / Literatura

[1] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of Energy from renewable sources, Official Journal of the European Union, L328/82, 21.12.2018.

[2] Wiśniewski J., Górski D. A., Tępiński J., Koczara W., *Power quality improvement of small hydro station*, 15th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE/PEMC), Serbia 2012, https://doi.org/10.1109/EPEPEMC.2012.6397313.

[3] Tępiński J., Wiśniewski J., Koczara W., *Reactive Power Compensator of Hydro Induction Generator*, 7th International Conference & Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies – EVER 2012, Monaco 2012.

[4] Tępiński J., Wiśniewski J., Koczara W., *Kompensator mocy biernej dla elektrowni wodnej z generatorem indukcyjnym*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2012, 4b, 259–264.

[5] Neacsu D. O., *Power – switching converters. Medium and high power*, Taylor & Francis, London 2006.

[6] Tępiński J., *Aktywny kompensator mocy biernej dla elektrowni wodnej z generatorem indukcyjnym*, „Maszyny elektryczne – zeszyty problemowe" 2017, 1(113), 135—140.

[7] Gorski D. A., Balkowiec T., Koczara W., *Grid connection of a converter controlled squirrel-cage induction generator*, 7th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), 2018, 348–353, http://dx.doi.org/10.1109/ICRERA.2018.8566730.

[8] Kołomyjski W., Malinowski M., Kaźmierkowski M. P., *Adaptive space vector modulator for three-level NPC PWM inverter-fed induction motor*, 9th IEEE International Workshop on Advanced Motion Control, 2006, 523–528, https://doi.org/10.1109/AMC.2006.1631714.

[9] Strzelecki R., Benysek G., *Power electronics in smart electrical energy networks*, Springer, London 2008.

[10] Bose B., *Power electronics and motor drives*, Academic Press, London 2020, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821360-5.01001-0.

[11] Rashid M. H., *Power electronics handbook*, Butterworth-Heinemann, Oxford, Cambridge, Massachusetts 2017.

[12] Sajitha M., Ramchand R., *Space vector PWM scheme for three phase three level T-type NPC inverter*, 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT), 2019, 523–528, https://doi.org/10.1109/ICICICT46008.2019.8993215.

[13] Kazmierkowski M. P., Blaabjerg F., Krishnan R., *Control in power electronics, selected problem*, Elsevier Science, Amsterdam, Boston 2002.

[14] Malinowski M., Kazmierkowski M. P., Trzynadlowski A. M., *A Comparative study of control techniques for PWM rectifiers in AC adjustable speed drivers*, "IEEE Transactions on Power Electronics", vol. 18, 2003, https://doi.org/10.1109/TPEL.2003.818871.

[15] Hari M., Verma A., Halakurki R., Ravela R., Kumar P., *A dynamic analysis of SVM based three-level NPC for 3-phase induction motor*, 2018 International Conference on Power Energy, Environment and Intelligent Control (PEEIC), India 2018, https://doi.org/10.1109/PEEIC.2018.8665611.

[16] Jiang W., Wang W., Ma M., Zhai F, Wang J., *Improved virtual space vector modulation for three-level neutral-point-clamped converter with feedback of neutral-point voltage*, "IEEE Transactions on Power Electronics" 2019, 4, 3996–3996, https://doi.org/10.1109/TPEL.2017.2737030.

JAROSŁAW TĘPIŃSKI, PH.D. ENG. – in 2008 graduated from the Faculty of Electrical Engineering of the Warsaw University of Technology with a specialization in Automation and Computer Engineering. In 2016, at the same faculty, he obtained a doctoral degree in technical sciences. Currently, he is an assistant professor at Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) in Józefów and a head of a research and scientific project entitled "A program for assessing the risk of accidents in industrial facilities posing a threat outside their premises". Specialty – electrical engineering, automation and technical fire protection systems.

DR INŻ. JAROSŁAW TĘPIŃSKI – w 2008 r. ukończył studia o specjalności Automatyka i Inżynieria Komputerowa na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. Na tym samym wydziale w 2016 r. uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych. Obecnie jest adiunktem w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie oraz kierownikiem projektu badawczo-naukowego pt. „Program do oceny ryzyka wystąpienia awarii w obiektach przemysłowych stwarzających zagrożenie poza swoim terenem". Specjalność – elektrotechnika, automatyka oraz techniczne systemy zabezpieczeń przeciwpożarowych.

SFT VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 80–98

Krzysztof Cygańczuk[a)*], Paweł Janik[a)]

[a)] *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: kcyganczuk@cnbop.pl*

The Threat of Environmental Pollution with Harmful Substances, on the Example of Uncontrolled Fires in Landfills and Actions Aimed at Reducing it

Zagrożenie zanieczyszczenia środowiska substancjami szkodliwymi na przykładzie niekontrolowanych pożarów na składowiskach odpadów oraz działania zmierzające do jego ograniczenia

ABSTRACT

Aim: This article attempts to bring closer the issues related to the emission of harmful substances to the environment. The example of two fires that occurred in Poland in 2018 was used – in the former "Boruta" plant in Zgierz and in a landfill in Trzebinia. By presenting the results of measurements and tests available in this field, attention was drawn to the need to improve the methods of detecting and measuring hazardous substances, in particular with regard to their dispersion in the atmosphere.

Introduction: The threat to the environment resulting from improper management, including waste disposal, remains a serious challenge for many societies, also for the EU countries, which are among the richest countries in the world. Increased waste generation, high costs related to waste management, i.e. landfilling and recycling, generate the risk of deliberately causing fires in landfills as a method of free disposal. It is cost-free only from the point of view of the dishonest owner of this waste, because the direct costs of long-term rescue and firefighting activities and the effects of the emission of hazardous substances to the environment are borne by the society. In addition, in the last of the aspects mentioned above, the price for this method of disposal is paid primarily by people living in the vicinity of the facilities in question. But not only. In the event of the penetration of the substances mentioned above into the soil and watercourses via e.g. firefighting waters, their impact – also delayed in time – may also affect many other people, e.g. consumers of agricultural products manufactured in the contaminated areas.

Methodology: In the article, mainly theoretical research methods were used, including the analysis of literature. Also research reports of specialized research units involved in extinguishing the mentioned fires were analysed. The legal instruments were reviewed against the background of economic conditions and their impact on the efficiency of waste management in Poland was determined.

Conclusions: Despite measurement imperfections mentioned above, the presence of the compounds such as toluene, benzene, ethylbenzene, styrene, methylstyrene, sulfur dioxide and o-xylene, which are characteristic substances released during the combustion of plastics, was found in the fire areas. The analysis of surface water samples showed exceeding the standard levels of metals such as copper, aluminum and antimony, as well as petroleum substances such as anthracene, fluoranthene, benzo (b) fluoranthene, benzo (k) fluoranthene, benzo (g, h, i) fluoranthene, petroleum hydrocarbons and volatile phenols. Moreover, elevated values of heavy metals were found in the soil. The above data fully justify the formulation of a thesis on the need to undertake increased, systemic actions aimed at reducing the number and size of fires in landfills. The description of some activities in the field of fire protection of the considered facilities undertaken in Poland will also constitute one of the issues of this article.

Keywords: hazardous waste materials, environmental hazard, waste management, uncontrolled fires, legal regulations in waste management
Type of article: review article

Received: 08.06.2021; Reviewed: 21.07.2021; Accepted: 21.07.2021;
Authors` ORCID IDs: Krzysztof Cygańczuk – 0000-0003-1550-5880; Paweł Janik – 0000-0003-4498-7575;
The authors contributed the equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 80–98, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.6;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAKT

Cel: W ramach niniejszego artykułu podjęto próbę przybliżenia kwestii związanych z emisją do otoczenia substancji szkodliwych. Wykorzystano przykład dwóch pożarów zaistniałych w Polsce w 2018 r. – na terenie byłych zakładów „Boruta" w Zgierzu oraz na składowisku odpadów w Trzebini. Przedstawiając wyniki dostępnych w tym zakresie pomiarów i badań, zwrócono uwagę na potrzebę doskonalenia metod wykrywania i pomiaru substancji niebezpiecznych, w szczególności w odniesieniu do ich dyspersji w atmosferze.

Wprowadzenie: Zagrożenie środowiska wynikające z niewłaściwego gospodarowania, w tym składowania odpadów pozostaje poważnym wyzwaniem dla wielu społeczeństw, także dla krajów UE należących do najbogatszych państw na świecie. Zwiększone wytwarzanie odpadów, wysokie koszty związane z gospodarką odpadami, tj. składowaniem i recyklingiem, generują ryzyko umyślnego powodowania pożarów składowisk odpadów w celu tzw. darmowej utylizacji. Jest to działanie bezkosztowe tylko z punktu widzenia nieuczciwego posiadacza tych odpadów, bowiem bezpośrednie koszty długotrwałych działań ratowniczo-gaśniczych oraz skutki emisji do otoczenia niebezpiecznych substancji ponosi społeczeństwo. Dodatkowo, w ostatnim z wymienionych aspektów, cenę za ten sposób utylizacji płacą przede wszystkim osoby zamieszkujące w sąsiedztwie rozpatrywanych obiektów. Ale nie tylko. W przypadku przeniknięcia wspomnianych substancji, np. z wodami pogaśniczymi do gleby oraz cieków wodnych, ich oddziaływanie – także to opóźnione w czasie – może dotyczyć również wielu innych osób, np. konsumentów produktów rolnych wytworzonych na zanieczyszczonych terenach.
Metodologia: W pracy wykorzystano głównie teoretyczne metody badawcze, w tym analizę literatury, a także przeanalizowano raporty badań wyspecjalizowanych jednostek badawczych biorących udział w gaszeniu przywołanych pożarów. Dokonano przeglądu instrumentów prawnych na tle uwarunkowań ekonomicznych oraz określono ich wpływ na efektywność gospodarki odpadami w Polsce.
Wnioski: Pomimo wspomnianych niedoskonałości pomiarowych, w rejonach pożarów stwierdzono obecność takich związków jak toluen, benzen, etylobenzen, styren, metylostyren, dwutlenek siarki i o-ksylen, czyli charakterystycznych substancji wydzielających się podczas spalania tworzyw sztucznych. Analiza próbek wód powierzchniowych wykazała przekroczenie norm dla metali takich jak miedź, aluminium i antymon, a także substancji ropopochodnych, takich jak antracen, fluoranten, benzo (b) fluoranten, benzo (k) fluoranten, benzo (g, h, i) fluoranten, węglowodory ropopochodne i fenole lotne. Ponadto w glebie stwierdzono podwyższone wartości metali ciężkich. Powyższe dane w pełni uzasadniają sformułowanie tezy o konieczności podejmowania wzmożonych, systemowych działań zmierzających do ograniczenia liczby oraz rozmiarów pożarów składowisk odpadów. Opis niektórych działań w zakresie ochrony przeciwpożarowej rozpatrywanych obiektów podjętych w Polsce będzie również stanowił jeden z wątków niniejszego artykułu.
Słowa kluczowe: niebezpieczne materiały odpadowe, zagrożenie dla środowiska, gospodarka odpadami, niekontrolowane pożary, uregulowania prawne w gospodarce odpadami
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 8.06.2021; Zrecenzowany: 21.07.2021; Zaakceptowany: 21.07.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: Krzysztof Cygańczuk – 0000-0003-1550-5880; Paweł Janik – 0000-0003-4498-7575;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 80–98, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.6;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

The environment is our surroundings and the place to live. It shapes hydrological phenomena and soil-forming processes, providing drinking water and food. It actively participates in the processes of the circulation of matter and energy in nature, providing resources and raw materials, and absorbing waste and pollution. It regulates the climatic conditions on earth and the composition of the air we breathe. However, we often forget that this relationship is mutual – the condition of the natural environment determines the quality of human life, and all activities undertaken by humans significantly affect the quality of the environment [1]. The natural environment is the capital from which man can climb to the higher and higher levels of economic and social development [2]. For thousands of years, man has coexisted in harmony with other species, without exerting a significant influence on Earth with his presence. However, since the industrial revolution, the position of man has become dominant, and anthropopressure has reached a level that threatens our future existence. Years of over-exploitation of resources (especially non-renewable ones) and irrational waste management have led to environmental degradation and disturbance of its natural structures, exceeding its capacity and regeneration capacity. Only now we began to realize that our planet – and therefore the capital from which humanity draws – is a limited system, and its elements are strongly dependent on each other. The twentieth century awakened ecological awareness,

Wprowadzenie

Środowisko jest naszym otoczeniem i miejscem do życia. Kształtuje zjawiska hydrologiczne i procesy glebotwórcze, dostarczając wody pitnej i pożywienia. Aktywnie uczestniczy w procesach obiegu materii i energii w przyrodzie, zapewniając zasoby i surowce oraz pochłaniając odpady i zanieczyszczenia. Reguluje panujące na ziemi warunki klimatyczne i skład powietrza, którym oddychamy. Często zapominamy jednak, że zależność ta jest obustronna – stan środowiska naturalnego determinuje jakość życia człowieka, zaś wszystkie aktywności podejmowane przez człowieka znacząco wpływają na jakość środowiska [1]. Środowisko naturalne jest kapitałem, z którego czerpanie umożliwiło człowiekowi wspinanie się na coraz wyższe szczeble gospodarczego i społecznego rozwoju [2]. Przez tysiące lat człowiek współistniał w harmonii z innymi gatunkami, nie wywierając swą obecnością znaczącego wpływu na Ziemię. Jednak od czasów rewolucji przemysłowej pozycja człowieka stała się dominująca, a antropopresja osiągnęła poziom zagrażający jego przyszłej egzystencji. Lata nadmiernej eksploatacji zasobów (zwłaszcza tych nieodnawialnych) i nieracjonalne gospodarowanie odpadami doprowadziły do degradacji środowiska i zaburzenia jego naturalnych struktur, przekraczających jego pojemność i zdolność regeneracji. Dopiero współcześnie zaczęto zdawać sobie sprawę, że nasza planeta – a więc kapitał, z którego czerpie ludzkość – to układ ograniczony, a jego elementy są od siebie silnie zależne. Wiek XX obudził świadomość ekologiczną, dzięki czemu środowisko zaczęto pojmować

due to which we began to understand the environment holistically. Activities aimed at reducing the negative human impact on the environment and ensuring the best possible living conditions for future generations were initiated.

Waste management includes many activities related to the handling of waste, from its production to management through the recovery of secondary raw materials, to its neutralization that is safe for the environment and humans. Due to the amount of waste, diversified composition and properties, this issue is extremely complex [3]. This is mainly due to two closely related dimensions. The first one concerns the increase in the mass of waste, along with the increasing number of people, economic development, and the growing wealth of the society. The second one is related to the inconvenience and threats that may be caused by waste, especially those hazardous to the environment, and thus to humans [4].

The legal space in the area of waste management in Poland and other EU members is defined by EU directives [5–6]. They define essential concepts (such as waste, recycling and neutralization) and introduce important essential requirements on waste management. At the same time, they recommend such a course of waste management that has the least possible impact on the environment or human health. They oblige to apply the classification of waste management in accordance with the principle "the polluter pays".

The aforementioned EU directives are intended to oblige the Member States to implement provisions that will enable the community to achieve specific goals. One of them is the introduction of recycling levels specified in Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 [5]. It assumed the achievement of a 50% level of recycling of paper, metals, plastics and glass by 2020. At the same time, the EU Council recently approved new levels of waste recycling: 55% by 2025, 60% by 2030 and 65% by 2035. In the event of non-compliance with the obligations under the directive, the European Commission may take legal action in the form of infringement proceedings, and the case may end in the Court of Justice of the European Union (CJEU). The mainstay of sustainable municipal waste management is its systemic treatment, taking into account economic, ecological and social aspects. It is important that waste has measurable values – material and energy. Rational management of natural resources should refer to waste as a valuable raw material that should be reused, processed or, as a last resort, recovered for energy [7].

Changes in Polish legislation have been made in particular in connection with the need to adapt certain requirements to the EU law mentioned above. Legislative measures, discussed later in the article, were also undertaken, for example concerning fire protection requirements for waste storage and treatment sites, which are not directly related to the subject of Community law. The actions mentioned above were influenced by the fact that the existing regulations did not guarantee the fulfilment of these requirements. The new system should bring about specific effects by the regulations in force within this organization – especially related to the performance of obligations imposed on Poland as a member of the European Union. This applies in

holistycznie. Zainicjowano aktywności mające na celu redukcję negatywnego oddziaływania człowieka na otoczenie i zapewnienie możliwie najlepszych warunków życia przyszłym pokoleniom.

Gospodarka odpadami obejmuje wiele czynności związanych z postępowaniem z odpadami, począwszy od ich wytwarzania do zagospodarowania poprzez odzysk surowców wtórnych, po bezpieczną dla środowiska i człowieka ich neutralizację. Problematyka ta ze względu na ilość odpadów, zróżnicowany skład i właściwości jest wyjątkowo złożona [3]. Wynika to głównie z dwóch, ściśle ze sobą powiązanych wymiarów. Pierwszy dotyczy wzrostu masy odpadów, postępującego wraz ze zwiększającą się liczbą ludności, rozwojem gospodarczym, a także rosnącą zamożnością społeczeństwa. Drugi zaś jest związany z niedogodnością i zagrożeniami, jakie mogą powodować odpady, zwłaszcza te niebezpieczne dla środowiska, a tym samym dla człowieka [4].

Przestrzeń prawną w obszarze gospodarowania odpadami w Polsce oraz pozostałymi członkami UE określają dyrektywy unijne [5–6]. Definiują one zasadnicze pojęcia (takie jak odpady, recykling i neutralizacja) oraz wprowadzają istotne podstawowe wymogi w zakresie gospodarowania odpadami. Jednocześnie rekomendują taki kierunek postępowania z odpadami, który wywiera jak najmniejsze oddziaływanie na środowisko lub ludzkie zdrowie. Zobowiązują do stosowania klasyfikacji postępowania z odpadami zgodnie z zasadą „zanieczyszczający płaci".

Wspomniane dyrektywy unijne w założeniu obligują państwa członkowskie do wdrożenia przepisów, które umożliwią osiągnięcie przez wspólnotę określonych celów. Jednym z nich jest wprowadzenie poziomów recyclingu określonych w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. [5]. Zakładała ona osiągniecie 50-procentowego poziomu recyclingu papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła do 2020 roku. Równocześnie Rada UE zatwierdziła niedawno nowe poziomy recyklingu odpadów: 55% do 2025 r., 60% do 2030 r. i 65% do 2035 r. W przypadku niewypełnienia obowiązków wynikających z dyrektywy Komisja Europejska może podjąć kroki prawne w postaci wszczęcia postępowania w sprawie uchybienia zobowiązaniom państwa członkowskiego, a sprawa może zakończyć się w Trybunale Sprawiedliwości Unii Europejskiej (TSUE).

Ostoją zrównoważonej gospodarki odpadami komunalnymi jest ich systemowe traktowanie z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych, ekologicznych i uwarunkowań społecznych. Ważne jest, że odpady mają wymierne wartości – materiałową i energetyczną.

Racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi powinno odnosić się do odpadów jako cennych surowców, które należy ponownie wykorzystać, przetworzyć lub w ostateczności odzyskać z nich energię [7].

Zmiany w polskim obszarze prawnym zostały dokonane w szczególności w związku z koniecznością dostosowania określonych wymagań do omówionego powyżej prawa unijnego. Podjęto także, omówione w dalszej części artykułu, działania legislacyjne, np. dotyczące wymagań ochrony przeciwpożarowej dla miejsc składowania i przetwarzania odpadów, bezpośrednio niemające związku z materią prawa wspólnotowego. Na podjęcie wspomnianych działań wpływ miał fakt, że dotychczasowe regulacje nie gwarantowały realizacji tych wymagań. Nowy system powinien przynieść

particular to the already functioning rules related to limiting the storage of certain types of waste, carrying out storage in compliance with all legally required conditions, obtaining levels of recovery and recycling of packaging waste, as well as the implementation of other obligations introduced in connection with the amendment of the directive [5–6]. On the basis of the directives mentioned above, it can be observed that the promotion and implementation of selective waste collection is of great importance (the obligation to guarantee the transfer of selectively collected waste for recovery, especially recycling).

The analysis of the state of municipal waste management, both in Poland and in other European Union countries, shows that the problems related to municipal waste management and its impact on the environment remain unresolved. As a result of implementing new EU directives in the field of waste management and the increase in social awareness, the situation in our country in the field of environmental protection is definitely improving. Although the legal regulations in force in Poland comprehensively and in a modern manner regulate the principles of municipal waste management, the tightness of the municipal waste management system and the structure of its management remain unsatisfactory. This is due to, among others, from the insufficient scope of application of the law in practice and its effective enforcement in the current municipal and hazardous waste management system. Municipal waste management has been described by the legislator [8] as collection, transport, receiving, processing (recovery or disposal) of municipal waste, together with supervision over such activities, as well as subsequent activities related to waste disposal, sale or intermediation in trade (Art. 3, section 1 item 2). At the same time, a broader concept of waste management has been defined (Article 3, paragraph 1, point 3), which is understood as the generation of waste and waste management. It was also indicated (Article 16) that waste management should be carried out in a way that protects human life and health and the environment, and should not pose a threat to water, air, soil, plants or animals, should not be a nuisance due to noise or smell, and it should not have adverse effects on rural areas or places of special importance, including cultural and natural.

On the other hand, the objectives of environmental protection are set out in the Environmental Protection Law [9]. They were made more concrete in particular in Art. 3, point 13, where it has been indicated that the concept of environmental protection is understood as taking or abandoning actions that enable the preservation or restoration of the natural balance. Article 5 also specified that the protection of one or more natural elements should always be carried out taking into account other elements. Handling municipal waste is an important part of environmental protection, which consists in particular in its rational shaping and management of its resources in accordance with the principle of sustainable development [10], as well as preventing pollution and restoring natural elements to the proper state [11].

określone efekty – zwłaszcza związane z wykonaniem obowiązków nałożonych na Polskę jako członka Unii Europejskiej – przez przepisy obowiązujące w ramach tej organizacji. Dotyczy to szczególnie już funkcjonujących zasad związanych z ograniczeniem składowania niektórych rodzajów odpadów, prowadzeniem składowania z zachowaniem wszystkich wymaganych prawem warunków, uzyskaniem poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych, a także realizacją pozostałych obowiązków wprowadzonych w związku z nowelizacją dyrektywy [5–6]. Na podstawie przywołanych dyrektyw widać, że duże znaczenie ma propagowanie i realizowanie selektywnej zbiórki odpadów (obowiązek zagwarantowania przekazania odpadów selektywnie zebranych w celu poddania ich procesom odzysku, a zwłaszcza recyklingowi).

Analiza stanu gospodarki odpadami komunalnymi zarówno w Polsce, jak i w innych krajach Unii Europejskiej wskazuje, że problemy dotyczące zarządzania odpadami komunalnymi i jego wpływu na środowisko pozostają nadal nierozwiązane. W wyniku wdrażania nowych dyrektyw unijnych w zakresie gospodarki odpadami oraz wzrostu świadomości społecznej, sytuacja w naszym kraju w obszarze ochrony środowiska zdecydowanie się poprawia. Pomimo że obowiązujące w Polsce przepisy prawne w sposób kompleksowy i nowoczesny regulują zasady gospodarowania odpadami komunalnymi, wciąż niezadowalająca pozostaje szczelność systemu gospodarowania odpadami komunalnymi oraz struktura ich zagospodarowania. Wynika to m.in. z niewystarczającego zakresu stosowania prawa w praktyce oraz jego skutecznej egzekucji w obecnym systemie gospodarowania odpadami komunalnymi i niebezpiecznymi. Gospodarowanie odpadami komunalnymi ustawodawca [8] opisał jako zbieranie, transport, odbieranie, przetwarzanie (odzysk lub unieszkodliwienie) odpadów komunalnych, wraz z nadzorem nad tego rodzaju działaniami, jak również późniejszymi aktywnościami związanymi z unieszkodliwieniem odpadów, ich sprzedażą lub pośredniczeniem w obrocie (art. 3, ust. 1 pkt 2). Jednocześnie zdefiniowano szersze pojęcie gospodarki odpadami (art. 3, ust. 1 pkt 3), pod którym rozumie się wytwarzanie odpadów oraz gospodarowanie odpadami. Wskazano przy tym (art. 16), że gospodarka odpadami powinna być prowadzona w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz środowiska i nie powinna powodować zagrożenia dla wody, powietrza, gleby, roślin lub zwierząt, uciążliwości przez hałas lub zapach, a także wywoływać niekorzystnych skutków dla terenów wiejskich lub miejsc o szczególnym znaczeniu, w tym kulturowym i przyrodniczym.

Z kolei cele ochrony środowiska określono w ustawie Prawo ochrony środowiska [9]. Skonkretyzowano je w szczególności w art. 3, pkt 13, gdzie wskazano, iż pod pojęciem ochrony środowiska rozumie się podjęcie lub zaniechanie działań, umożliwiające zachowanie lub przywrócenie równowagi przyrodniczej. Doprecyzowano przy tym (art. 5), że ochrona jednego lub kilku elementów przyrodniczych powinna być realizowana zawsze z uwzględnieniem pozostałych elementów.

Postępowanie z odpadami komunalnymi stanowi istotną część ochrony środowiska, która polega w szczególności na jego racjonalnym kształtowaniu i gospodarowaniu jego zasobami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju [10], a także na przeciwdziałaniu zanieczyszczeniom oraz przywracaniu elementów przyrodniczych do stanu właściwego [11].

Storage of waste

Storage of waste is the management of waste which has not been used economically or otherwise disposed of. This process consists in safe depositing them in places designated for this purpose [7]. Storage of waste is considered to be the least effective method of their neutralization, and at the same time very burdensome for the environment and people. The so-called wild landfills, i.e. collecting waste in places not intended for this purpose and in a way that does not protect the environment against their harmful effects, which results in uncontrolled gas emission to the atmosphere and contamination of ground and surface waters. A large problem are the so-called wild landfills, i.e. collecting waste in places not intended for this purpose and in a way that does not protect the environment against their harmful effects, which results in uncontrolled gas emission to the atmosphere and contamination of ground and surface waters.

Landfills can be divided into hazardous, inert, and other than hazardous and inert. Before being placed in a landfill, waste should undergo a process of physical, chemical, thermal or biological transformation (including segregation) in order to reduce the risk to human life and health or the environment, and to reduce the amount or volume of stored waste, as well as to facilitate its handling or recovery [12]. A very important issue in terms of securing a landfill against negative impacts on human health and against the deterioration of the natural environment is its location. The selection of a site for a waste landfill requires the collection of data including: local geological and geotechnical conditions, topographic conditions, the layout of existing water courses and reservoirs, the way of using water reservoirs (taking into account groundwater and surface water intakes and specific requirements for the protection of intakes), climatic conditions, landscape conditions taking into account the location of the landfill in relation to built-up areas, communication connections with public roads and the possibility of connecting to the existing infrastructure (water, sewage, electricity and telephone networks) [13].

In the literature on the subject, the factors limiting the location of the landfill include the presence of areas with intensive housing development, recreation areas, areas of particularly protected nature, airports, areas at risk of flooding, wet (marshy), unstable (landslides, with tectonic faults) and seismic zones. Unfortunately, imprecise regulations and – as it turned out – not fully effective solutions in the field of control and supervision led to a series of fires at waste storage and processing sites all over Poland. In many cases, it is difficult for them to be treated as a random event – deliberate arson was indicated as their probable cause.

Based on the data of the National Fire Service Headquarters, 177 fires were recorded in 2016, in 2017 – 132, in 2018 – 243, in 2019 – 177, and in 2020 – 111.

Why did this happen? The answer to this question is not simple and obvious. Analysts' opinions indicate that such a result may have been influenced by, among others, issues related to the expiry of the three-year acceptable period of waste storage specified in the previously granted concessions for their collection.

Składowanie odpadów

Składowanie to postępowanie z odpadami, których nie wykorzystano gospodarczo lub nie unieszkodliwiono w inny sposób. Proces ten polega na bezpiecznym deponowaniu ich w miejscach przeznaczonych do tego celu [7]. Składowanie odpadów jest uznawane za najmniej efektywną metodę ich unieszkodliwiania, jednocześnie bardzo uciążliwą dla środowiska i człowieka. Dużym problemem są tu tzw. dzikie wysypiska, czyli gromadzenie odpadów w miejscach do tego celu nieprzeznaczonych oraz w sposób, który nie zabezpiecza środowiska przed ich szkodliwym wpływem, czego skutkiem jest niekontrolowana emisja gazów do atmosfery oraz zanieczyszczenie wód gruntowych i powierzchniowych.

Składowiska można podzielić na składowiska odpadów niebezpiecznych, obojętnych oraz innych niż niebezpieczne i obojętne. Odpady przed umieszczeniem na składowisku powinny zostać poddane procesowi przekształcenia fizycznego, chemicznego, termicznego lub biologicznego (włącznie z segregacją) w celu obniżenia zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub dla środowiska oraz ograniczenia ilości lub objętości składowanych odpadów, a także ułatwienia postępowania z nimi lub prowadzenia odzysku [12].

Bardzo istotną kwestią w odniesieniu do zabezpieczenia składowiska przed negatywnymi oddziaływaniami na zdrowie ludzi oraz przed wpływem na pogorszenie się stanu środowiska przyrodniczego jest jego lokalizacja. Wybór miejsca przeznaczonego na składowisko odpadów wymaga zgromadzenia danych obejmujących: miejscowe warunki geologiczne i geotechniczne, warunki topograficzne, układ istniejących cieków i zbiorników wodnych, sposób korzystania ze zbiorników wodnych (z uwzględnieniem ujęć wód podziemnych i powierzchniowych oraz szczególnych wymagań w zakresie ochrony ujęć), warunki klimatyczne, warunki krajobrazowe uwzględniające położenie składowiska w stosunku do terenów zabudowanych, połączenia komunikacyjne z drogami publicznymi oraz możliwości podłączenia do istniejącej infrastruktury (woda, kanalizacja, sieć elektryczna i telefoniczna) [13].

W literaturze przedmiotu do czynników ograniczających lokalizację składowiska zalicza się występowanie w jej pobliżu terenów o intensywnej zabudowie mieszkaniowej, terenów wypoczynku i rekreacji, obszarów przyrody szczególnie chronionej, lotnisk, terenów zagrożonych powodziami, podmokłych (bagiennych), niestabilnych (osuwiskowych, z uskokami tektonicznymi) oraz stref sejsmicznych. Niestety, nieprecyzyjne przepisy oraz – jak się okazało – nie w pełni efektywne rozwiązania w zakresie kontroli i nadzoru doprowadziły do serii pożarów miejsc składowania i przetwarzania odpadów w całej Polsce. W wielu przypadkach trudno im przypisać cechę zdarzenia losowego – jako ich prawdopodobną przyczynę wskazywano umyślne podpalenie.

Na podstawie danych Komendy Głównej PSP w 2016 r. podobnych pożarów zanotowano 177, w 2017 – 132, w 2018 – 243, w 2019 – 177, zaś w 2020 – 111. W świetle przytoczonych powyżej danych, krytycznym pod względem liczby zaistniałych zdarzeń okazał się rok 2018.

Dlaczego tak się stało? Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta i oczywista. Opinie analityków wskazują, iż wpływ na taki wynik mogły mieć między innymi kwestie związane z upływającym terminem

After this time, they should be disposed of. Unfortunately, from a business point of view arson was probably the most profitable disposal method for many owners. On the other hand, as mentioned earlier, the costs, both those related directly to the rescue and firefighting activities, and exposure to the often long-lasting impact of harmful combustion products, were incurred and still – although on a slightly smaller scale – borne by the society.

It cannot be ruled out that for some of the dishonest landfill owners, paradoxically, the motivation for deliberately starting fires was the imminent prospect of the amended entering into force of stricter waste management regulations. These provisions will be discussed at the end of this article.

As mentioned in the introduction, the analysis of emissions from landfill fires will be presented based on the available data from two events in 2018. The fire at the waste storage site in Trzebinia, where tires were stored, occurred on 27 May 2018, and the landfill in Zgierz, where, among others, plastics, burned twice: on 25 May and 6 June 2018.

A fire in a landfill in Zgierz

The firefighting operation on the premises of the former Dye Industry Plant Boruta SA (GPS: 51.846047, 19.394231) was attended by units of JRG from Zgierz and Łódź as well as additional forces from the Łódź Province. At the order of the head of rescue operations, a Specialist Chemical Rescue Group was commissioned to monitor the air composition and the risk of toxic compounds formed during the combustion of plastics and other hazardous materials. Rescuers working from the leeward side were required to use respiratory protection equipment. The measuring equipment showed the concentration of carbon monoxide in the area of fire-fighting stations from the leeward side at the level of up to 50 ppm CO (parts per million), while the concentration of carbon monoxide allowed by the World Health Organization is 35 ppm. The tests carried out by the mobile laboratory of the Provincial Inspectorate for Environmental Protection in Łódź clearly show that the presence of benzene, toluene, ethylbenzene, styrene and other aromatic and cyclic hydrocarbons was detected at a distance of approx. 20 m from the fire source. Approximately 200 m from the scene of the incident, sulphur dioxide, ethylbenzene and o-xylene were found in the air [14].

In the area of the fire impact area, measurements were also carried out by the Central Contamination Analysis Centre (an organizational unit of the Polish Armed Forces). Qualitative research has shown the presence of such compounds as toluene, benzene, ethylbenzene, styrene, methylstyrene, sulphur dioxide and o-xylene, i.e. characteristic substances that are released during combustion processes including plastic.

Unfortunately, in most of the studies cited, most probably due to the current hardware limitations, no measurements and quantitative

trzyletniego dopuszczalnego okresu składowania odpadów określonego w przyznanych wcześniej koncesjach na ich gromadzenie. Po tym czasie powinny one zostać przekazane do utylizacji. Niestety, najprawdopodobniej dla wielu posiadaczy najkorzystniejszą z biznesowego punktu widzenia metodą wspomnianej utylizacji okazało się właśnie ich podpalenie. Natomiast koszty, jak wspominano już wcześniej, zarówno te związane bezpośrednio z prowadzeniem działań ratowniczo-gaśniczych, jak i narażeniem na nieraz wielodniowe oddziaływanie szkodliwych produktów spalania, poniosło i nadal – choć nieco w mniejszej skali – ponosi społeczeństwo.

Nie można również wykluczyć, że dla części nieuczciwych właścicieli składowisk odpadów, paradoksalnie, motywacją do umyślnego wzniecania pożarów była zbliżająca się nieuchronnie perspektywa wejścia w życie znowelizowanych, zaostrzonych przepisów w zakresie gospodarki odpadami. O wspomnianych przepisach będzie mowa w końcowej części niniejszego artykułu.

Jak wspomniano na wstępie, analiza emisji w trakcie pożarów składowisk odpadów zostanie przedstawiona w oparciu o dostępne dane z dwóch zdarzeń z 2018 r. Do pożaru w miejscu magazynowania odpadów w Trzebini, gdzie znajdowały się opony, doszło 27 maja 2018 r., a składowisko w Zgierzu, na którym przechowywano m.in. tworzywa sztuczne, płonęło dwukrotnie: 25 maja oraz 6 czerwca 2018 r.

Pożar składowiska w Zgierzu

W akcji gaśniczej na terenie byłych Zakładów Przemysłu Barwników Boruta SA (GPS: 51.846047, 19.394231) udział brały zastępy JRG ze Zgierza i Łodzi oraz dodatkowe siły z terenu województwa łódzkiego. Na polecenie kierującego działaniami ratowniczymi zadysponowano do zdarzenia Specjalistyczną Grupę Ratownictwa Chemicznego w celu monitorowania składu powietrza i zagrożenia toksycznymi związkami powstałymi podczas spalania tworzyw sztucznych i innych materiałów niebezpiecznych. Ratownicy pracujący od strony zawietrznej zobowiązani zostali do użycia sprzętu ochrony układu oddechowego. Sprzęt pomiarowy wykazał stężenie tlenku węgla w obrębie stanowisk gaśniczych od strony zawietrznej na poziomie do 50 ppm CO (ang. parts per milion), tymczasem stężenie tlenku węgla dopuszczone przez Światową Organizację Zdrowia to 35 ppm. Z badań wykonanych przez mobilne laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi wynika jednoznacznie, że w odległości ok. 20 m od źródła pożaru wykryto obecność benzenu, toulenu, etylobenzenu, styrenu i innych węglowodorów aromatycznych i pierścieniowych. Około 200 m od miejsca zdarzenia stwierdzono w powietrzu obecność tlenków siarki, etylobenzenu i o-ksylenu [14].

W rejonie obszaru oddziaływania pożaru pomiary prowadził również Centralny Ośrodek Analizy Skażeń (jednostka organizacyjna Sił Zbrojnych RP). Badania jakościowe wykazały obecność takich związków jak toluen, benzen, etylobenzen, styren, metylostyren, ditlenek siarki i o-ksylen, tj. substancji charakterystycznych, które są uwalniane podczas procesów, m.in. spalania tworzyw sztucznych.

Niestety w większości przywołanych badań, najprawdopodobniej ze względu na występujące obecnie ograniczenia sprzętowe, nie

analyses were performed. Only such analyses would allow to obtain full knowledge about the type and scale of the threat and to create precise recommendations regarding, among others, an order to evacuate people from the endangered area or announcing a message about the need to stay at the place of residence.

In view of the above, it seems justified to formulate a postulate regarding the need to develop tools and techniques in the field of remote detection of hazardous substances in the atmosphere. Of course, the authors of this publication are aware of the many limitations that exist in this field, for example related to the uncertainty of measurements resulting from the variability of atmospheric conditions (humidity, temperature, pressure, wind speed and direction) or difficulties in precisely locating the place where the detected hazardous substance is at any given moment. Nevertheless, it seems that the tools currently available – e.g. unmanned aerial vehicles (UAVs), cooperating with each other within the so-called swarms, equipped with modern sensors for remote detection – create the prospect of improving procedures in this area. We will return to the issue of the use of UAVs in more detail when discussing the second of the analysed fires.

More precise data has been collected for surface water pollution. The Provincial Inspectorate for Environmental Protection in Łódź (WIOŚ) conducted research in this area during the firefighting operation and immediately after it. They were conducted from 28 May to 4 June 2018 and 27 June 2018. As the leachate of polluted waters from the burning areas flowed by gravity into the Wrząca River (a tributary of the Sokołówka River, which reaches the Bzura River), the WIOŚ laboratory in Łódź (having accreditation system No. AB 590) on 28 May collected water samples from the outlet of the waters flowing from the fire site rainwater sewage system.

dokonywano pomiarów i analiz ilościowych. Dopiero takie analizy pozwoliłyby na uzyskanie pełnej wiedzy o rodzaju i skali zagrożenia oraz na stworzenie precyzyjnych rekomendacji dotyczących m.in. nakazu ewakuacji ludności z zagrożonego terenu lub ogłoszenia komunikatu o konieczności pozostania w miejscu zamieszkania.

W związku z powyższym uzasadnionym wydaje się sformułowanie postulatu dotyczącego potrzeby rozwijania narzędzi i technik w obszarze zdalnej detekcji substancji niebezpiecznych w atmosferze. Oczywiście autorzy niniejszej publikacji mają świadomość wielu ograniczeń, jakie występują w tej dziedzinie, chociażby związanych z niepewnością pomiarów wynikającą ze zmienności warunków atmosferycznych (wilgotność, temperatura, ciśnienie, prędkość i kierunek wiatru) czy trudnościami w precyzyjnym zlokalizowaniu miejsca, w którym wykryta substancja niebezpieczna znajduje się w danym momencie. Niemniej wydaje się, że dostępne obecnie narzędzia – np. bezzałogowe statki powietrzne (BSP), współpracujące ze sobą w ramach tzw. rojów, wyposażone w nowoczesne czujniki zdalnej detekcji – stwarzają perspektywę udoskonalenia procedur w tym zakresie. Do kwestii wykorzystania BSP wrócimy nieco szerzej przy okazji omawiania drugiego z analizowanych pożarów.

Bardziej precyzyjne dane zgromadzono w odniesieniu do zanieczyszczenia wód powierzchniowych. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi (WIOŚ) prowadził badania w tym zakresie w trakcie trwania akcji gaśniczej oraz bezpośrednio po niej. Prowadzono je od 28 maja do 4 czerwca 2018 r. oraz 27 czerwca 2018 r. Ponieważ odcieki zanieczyszczonych wód pochodzących z płonących terenów spływały grawitacyjnie do rzeki Wrząca (dopływ rzeki Sokołówka, która dociera do rzeki Bzury), laboratorium WIOŚ w Łodzi (posiadające wdrożony system akredytacji AB 590) 28 maja pobrało próbki wody z miejsca wylotu wód spływających z terenu pożaru kanalizacją deszczową.

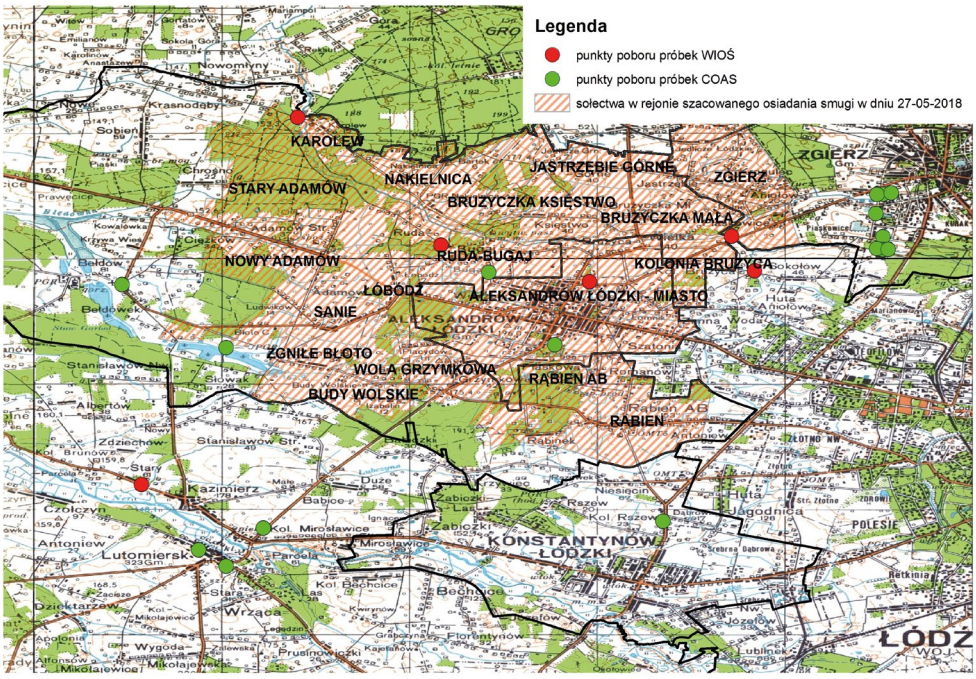


Figure 1. Points of sampling on 27.05.2018
Rycina 1. Punkty poboru próbek w dniu 27.05.2018 r.
Source / Źródło: WIOŚ in Łódź / WIOŚ w Łodzi.

After laboratory analyses, the samples were found to exceed the standards for copper, aluminium and antimony and to exceed the maximum permissible concentration level specified in the Regulation of the Minister of the Environment of 21 July 2016 on the method of qualifying the state of surface water bodies and environmental quality standards of priority substances for organic pollutants (see Table 1).

Po przeprowadzeniu analiz laboratoryjnych w próbkach stwierdzono przekroczenie norm dla miedzi, glinu i antymonu oraz przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego poziomu stężenia określonego w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu kwalifikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości substancji priorytetowych dla zanieczyszczeń organicznych (zob. tabela 1).

Table 1. The content of metals and organic pollutants in samples taken from the outlet of rainwater to the Wrząca River
Tabela 1. Zawartość metali i zanieczyszczeń organicznych w próbkach pobranych z wylotu wód deszczowych do rzeki Wrzącej

Contamination / Zanieczyszczenie	Unit / Jednostka	Value / Wartość
Copper / Miedź	mg/L	0,121
Aluminium / Glin		1,10
Antimony / Antymon		0,215
Anthracene / Antracen	µg/L	1,955
Fluoranthene / Fluoranten		1,032
Benzo(b)fluoranthene / Benzo(b)fluoroanten		0,241
Benzo(k)fluoranthene / Benzo(k)fluoroanten		0,126
Benzo(g,h,i)fluoroanthene / Benzo(g,h,i)fluoroanten		0,341
Petroleum hydrocarbons / Węglowodory ropopochodne		0,758
Volatile phenols / Fenole lotne		5,40

Source: Own elaboration based on the test reports of the Provincial Inspectorate for Environmental Protection in Łódź, published in the bulletin No. 1 of 12.06.2018 [15].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie raportów z badań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi, opublikowanych w komunikacie nr 1 z dnia 12.06.2018 [15].

Water samples from the Bzura River were also collected in four places: at the outlet of the rain collector to the river, above the outlet of the rain collector to the river, below the rain collector in front of the foam dam and below the outlet of the rain collector behind the foam dam. The test results showed that the concentrations of anthracene (0.0438 µg/L), fluoranthene (0.0686 µg/L), benzo(b) fluoroanthene (0.0348 µg/L), benzo(k)fluoroanthene (0.241 µg/L), benzo(g,h,i)fluoroanthene (0.0916 µg/L), petroleum hydrocarbons (2.1 µg/L) and volatile phenols (0.757 µg/L) were exceeded. After comparing them with the standards specified in the regulation [19], the obtained values clearly indicated poor chemical status of surface waters on the day of sampling (30 May). On the basis of the obtained analysis results, it can be concluded that the level of water pollution in the Bzura River was caused by the runoff of the leachate from the fire site. On the other hand, the values obtained from the sampling on the Bzura River are much lower than in the water samples from the Wrząca River. This discrepancy appeared

Pobrano również próbki wody z Bzury w czterech miejscach: u wylotu kolektora deszczowego do rzeki, powyżej wylotu kolektora deszczowego do rzeki, poniżej kolektora deszczowego przed zaporą z pianki oraz poniżej wylotu kolektora deszczowego za zaporą z pianki. Wyniki badań wskazały na przekroczenia stężeń antracenu (0,0438 µg/L), fluorantenu (0,0686 µg/L), benzo(b)fluoroantenu (0,0348 µg/L), benzo(k)fluoroantenu (0,241 µg/L), benzo(g,h,i)fluoroantenu (0,0916 µg/L), węglowodorów ropopochodnych (2,1 µg/L) i lotnych fenoli (0,757 µg/L). Otrzymane wartości po porównaniu do norm określonych w rozporządzeniu [19] jednoznacznie wskazały na zły stan chemiczny wód powierzchniowych w dniu poboru prób (30 maja). Na podstawie otrzymanych wyników analiz można stwierdzić, iż poziom zanieczyszczenia wód rzeki Bzury spowodowany był przez spływ odcieków z miejsca pożaru. Natomiast otrzymane wartości z poboru prób na rzece Bzurze, są znacznie mniejsze niż w próbkach wody z Wrzącej. Rozbieżność ta pojawiła się ze względu na rozproszenie się

due to the dispersion of harmful substances during the flow in the stronger and wider current of the Bzura River [15].

In connection with the fire extinguishing action, which lasted until 3 June 2018, in order to further control the quality of the waters, on 30 May water samples from the Sokołówka River, which transported polluted waters from Wrząca to Bzura, were collected for analysis. The obtained test results indicated single exceedances of the indicators of benzo(g,h,i)perylene, volatile phenols, as well as barium and antimony. The reduction in the amount of transported pollutants was caused by the limitation of the amount of water used for extinguishing activities, thus reducing the amount of generated leachate. Analyses of water samples from all three rivers, collected on 4 and 27 June 2018, after the firefighting operation was completed by the State Fire Service, did not indicate that the permissible levels of pollution were exceeded, which was related to the cessation of using water to extinguish smouldering waste. Thus, the formation of leachate flowing by gravity, which could reach the Wrząca River, was limited. On 2 July 2018, the Provincial Inspectorate of Environmental Protection in Łódź commenced inspection activities in the area where the fire occurred. Water samples were collected from the rainwater drain from the waste storage area, the puddle in the waste storage area and the incinerated waste, from which the analysed water extract was prepared, and the soil from the land lot no. 374/3. Elevated heavy metal content was found in the soil, however, not exceeding the permissible values for the industrial zone, specified in the regulation of the Minister of the Environment [16]. The conducted tests of the water extract obtained from the collected waste samples indicated the release of heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and volatile phenols into the environment. High values of the following indicators were found in the analysed water samples (see Table 2).

substancji szkodliwych podczas przepływu w silniejszym i szerszym nurcie rzeki Bzura [15].

W związku z trwającą do 3 czerwca 2018 r. akcją dogaszania pogorzeliska, w celu dalszej kontroli jakości wód, 30 maja pobrano do analizy próbki wody z rzeki Sokołówka, która transportowała zanieczyszczone wody z Wrzącej do Bzury. Otrzymane wyniki badań wskazały na pojedyncze przekroczenia wskaźników benzo(g,h,i)perylenu, fenoli lotnych oraz baru i antymonu. Zmniejszenie ilości transportowanych zanieczyszczeń było spowodowane ograniczeniem ilości wody wykorzystanej do działań gaśniczych, tym samym zmniejszeniem ilości powstających odcieków. Analizy próbek wód ze wszystkich trzech rzek, pobranych 4 i 27 czerwca 2018 r. już po zakończeniu przez PSP akcji gaśniczej, nie wskazały na przekroczenia dopuszczalnych poziomów zanieczyszczeń, co było związane z zaprzestaniem wykorzystywania wody w celu ugaszenia tlących się odpadów. Tym samym ograniczono powstawanie odcieków spływających grawitacyjnie, które mogłyby dotrzeć do Wrzącej. Dnia 2 lipca 2018 r. WIOŚ w Łodzi rozpoczął czynności kontrolne na terenie, na którym doszło do pożaru. Pobrano próbki wody ze studzienki kanału deszczowego z terenu magazynowania odpadów, kałuży na terenie magazynowania odpadów oraz spalonych odpadów, z których sporządzono wyciąg wodny poddany analizie oraz gleby z działki ewidencyjnej 374/3. W glebie stwierdzono podwyższone zawartości metali ciężkich, nie przekraczające jednak wartości dopuszczalnych dla strefy przemysłowej, określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska [16]. Przeprowadzone badania wyciągu wodnego uzyskanego z pobranych próbek odpadów wskazały na uwolnienie do środowiska metali ciężkich, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) oraz lotnych fenoli. W przeanalizowanych próbkach wody stwierdzono wysokie wartości następujących wskaźników (zob. tabela 2).

Table 2. Results of water sample test
Tabela 2. Wyniki badań próbek wody

	Place of sampling / Miejsce pobrania próbki	
Indicator / Wskaźnik	**Rainwater channel (manhole) / Kanał deszczowy (studzienka)**	**Pool water, fire area / Woda z kałuży, teren popożarowy**
Volatile phenols / Fenole lotne	1,8 mg/l	0,558 mg/l
Petroleum hydrocarbons / Węglowodory ropopochodne	0,31 mg/l	34 mg/l
General suspension / Zawiesina ogólna	831 mg/l C	2367 mg/l
Total organic carbon / OWO	115 mg/l	614 mg/l C
Conductivity at 25°C / Przewodność w 25 C	3395µS/cm	7145µS/cm

Source: Own elaboration based on the test reports of the Provincial Inspectorate for Environmental Protection in Łódź, published in the bulletin No. 1 of 12.06.2018 [15].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie raportów z badań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi, opublikowanych w komunikacie nr 1 z dnia 12.06.2018 [15].

The analyzed samples also showed a high content of petroleum substances and volatile phenols, which are elements that are part of the structure of plastics or are compounds released during the processes to which they were previously subjected. In the event of a fire in Zgierz, plastic waste was subjected to, among others, oxidation processes at high temperatures. On 6 December 2018, three samples of water deposited in areas leased by two waste storage companies were collected. Based on the results of the tests carried out by the accredited WIOŚ laboratory in Łódź, it was found that the amounts of PAHs, in particular naphthalene, which is used in the production of plastics (see Table 3) increased several times.

W analizowanych próbkach wykazano również wysoką zawartość substancji ropopochodnych oraz fenoli lotnych, które elementami wchodzącymi w strukturę budowy tworzyw sztucznych lub są związkami uwalnianymi podczas procesów, którym zostały one wcześniej poddane. W przypadku pożaru w Zgierzu odpady z tworzyw sztucznych zostały poddane m.in. procesom utleniania w wysokich temperaturach.

Dnia 6 grudnia 2018 r. pobrano trzy próbki wód zalegających na terenach dzierżawionych przez dwie firmy składujące odpady. Na podstawie wyników badań akredytowanego laboratorium WIOŚ w Łodzi stwierdzono, że kilkukrotnie zwiększyły się m.in. ilości WWA, w szczególności naftalenu, który jest wykorzystywany do produkcji tworzyw sztucznych (zob. tabela 3).

Table 3. Results of tests of water samples taken from the puddle in the landfill, mg/L
Tabela 3. Wyniki badań próbek wody pobranych z kałuży na terenie składowiska odpadów, mg/L

Indicator / Wskaźnik	July of 2018 / Lipiec 2018 r.	December of 2018 / Grudzień 2018 r.
molybdenum / molibden	0,022 mg/l	0,049 mg/l
antimony / antymon	0,153 mg/l	0,387 mg/l
anthracene / antracen	0,029 mg/l	0,0339 mg/l
fluoranthene / fluoranten	0,021 mg/l	0,2145 mg/l
naphthalene / naftalen	<0,003 mg/l	0,0069 mg/l
Benzo(a)pyrene / Benzo(a)piren	<0,003 mg/l	0,2166 mg/l
Benzo(b)fluoranthene / Benzo(b)fluoranten	<0,003 mg/l	0,1983 mg/l
Benzo(k)fluoranthene / Benzo(k)fluoranten	<0,003 mg/l	0,0808 mg/l
Benzo(g,h,i)perylene / Benzo(g,h,i)perylen	<0,003 mg/l	0,1786 mg/l
Indeno(1,2,3-cd)pyrene / Indeno(1,2,3-cd)piren	<0,003 mg/l	0,1292 mg/l
Dibenzo(a,h)anthracene / Dibenzo(a,h)antracen	<0,003 mg/l	0,0128 mg/l

Source: Own elaboration based on the test reports of the Provincial Inspectorate for Environmental Protection in Łódź, published in the bulletin No. 1 of 12.06.2018 [15].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie raportów z badań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi, opublikowanych w komunikacie nr 1 z dnia 12.06.2018 [15].

A fire in a landfill in Trzebinia

The waste storage site in Trzebinia did not have the status of a landfill. The facility was located on three plots and covered an area of approx. 3 ha. The fire in this area occurred on 27 May 2018 at around 1.30 a.m. and covered an area of approximately 1 ha. 69 fire brigades participated in the firefighting operation (a total of about 240 firefighters). Fire brigade officers with the

Pożar składowiska w Trzebini

Miejsce składowania odpadów w Trzebini nie posiadało statusu składowiska. Obiekt był zlokalizowany na trzech działkach i zajmował powierzchnię ok. 3 ha. Pożar na tym obszarze nastąpił w dniu 27 maja 2018 r. ok. godziny 1.30 w nocy i objął teren o powierzchni ok. 1 ha. W akcji gaśniczej uczestniczyło 69 zastępów straży pożarnej (łącznie ok. 240 strażaków). Funkcjonariusze

help of heavy equipment made a cut in an area of approx. 1 ha, where a fire broke out to separate it from the rest of the landfill and the nearby forest. To extinguish the fire, a fire-fighting plane and water from the Chechło reservoir were used, as well as water and foam cannons. About 70% of the area covered by the fire was covered with foam. Smouldering heaps of waste were dug up by heavy equipment and extinguished by firefighters. The fire was extinguished after 70 hours of a very difficult operation. According to the findings of the Provincial Police Headquarters in Krakow, arson was the cause of the incident. Mateusz B. and Kacper P. were brought before the court. The prosecutor's office accused them of a series of arson attacks in the years 2016–2018, which took place in various towns of the Chrzanów poviat. As a result of the fire in Trzebinia 46,000 m^3 of rubber waste was burnt. Both men pleaded guilty, the court sentenced the first to two years and four months in prison, his partner – to two years and two months.

In case of this fire, unmanned aerial vehicles (UAVs) were used to prepare the hazard analysis related to the emission of hazardous substances – to some extent, though not directly for measurements. They were used in particular to make an orthophotomap of the fire area along with dimensioning of the piles of waste left after the fire in the landfill. The inventory of waste and gardens in the area of the fire was made using UAV applying the photogrammetric method. The device used for the measurements is a DJI multirotor, model S1000 +. A Sony Alfa A7R camera with a Sony Zeiss Sonnar 35 mm lens was mounted on the UAV, the position of which was stabilized by a Zenmuse gimbal. The field work included the acquisition of photographs of the entire study area with the help of UAVs, as well as the measurement of photopoints using classical geodetic methods. Field measurements with the use of UAVs were preceded by the development of the flight route. The design of the photogrammetric missions was carried out taking into account the specifications of the equipment used and the assumed size of the field pixel, which was 10 mm for the landfill area and 15 mm for the gardens. Therefore, when planning the flights, the UAV flight altitude above the ground surface for the landfill was assumed to be 75 m, UAV flight altitude above the ground surface for the area of allotments – 100 m, transverse coverage between photos in adjacent rows – minimum 65%, longitudinal coverage between photos in a row – 80%. UAV flight plans were adapted to the nature of the studied area and prepared using the DJI Ground Station software.

The practical application of one of the possibilities offered by the use of properly equipped UAVs during a fire was discussed above. However, apart from the classic use of RGB (Red Green Blue – visible light) cameras, unmanned aerial vehicles can be used to perform many other tasks. It should be noted that with the current advancement of unmanned technologies, their functionality and suitability for the person managing the firefighting operation depends to a large extent on the effectiveness of the installed equipment and sensors. Currently, the most frequently used UAV accessories are RGB cameras used for monitoring and creating up-to-date orthophotomaps of the area of operations, thermal imaging cameras for searching for hidden fires, blazes of fire, etc., and chemical substances sensors to recognize air

Straży Pożarnej z pomocą ciężkiego sprzętu wykonali przecinkę na terenie ok. 1 ha, gdzie powstał pożar, by oddzielić go od reszty składowiska i pobliskiego lasu. Do gaszenia pożaru wykorzystano samolot gaśniczy oraz wodę z zalewu Chechło, a także działka wodno-pianowe. Pianą pokryto ok. 70% terenu objętego pożarem. Tlące się hałdy odpadów były przekopywane i rozgrzebywane przez ciężki sprzęt i dogaszane przez strażaków. Pożar został ugaszony po 70 godz. bardzo trudnej akcji. Według ustaleń Komendy Wojewódzkiej Policji w Krakowie przyczyną zdarzenia było podpalenie. Przed sądem stanęli Mateusz B. i Kacper P. Prokuratura oskarżyła ich o serie podpaleń w latach 2016–2018, które miały miejsce w różnych miejscowościach powiatu chrzanowskiego. W wyniku pożaru w Trzebini spłonęło 46 tys. m^3 odpadów gumowych. Obaj mężczyźni przyznali się do winy, sad skazał pierwszego na dwa lata i cztery miesiące więzienia, jego wspólnika – na dwa lata i dwa miesiące.

W przypadku tego pożaru na potrzeby sporządzenia analizy zagrożenia związanego z emisją substancji niebezpiecznych – w pewnym zakresie, choć nie bezpośrednio do pomiarów – użyto bezzałogowych statków powietrznych (BSP). Wykorzystano je w szczególności do wykonania ortofotomapy terenu pożaru wraz ze zwymiarowaniem pryzm pozostałych po pożarze składowiska odpadów. Inwentaryzację na terenie pożaru odpadów oraz ogródków działkowych wykonano za pomocą BSP metodą fotogrametryczną. Urządzenie wykorzystane do pomiarów to wielowirnikowiec firmy DJI, model S1000+. Na BSP został zamontowany aparat Sony Alfa A7R z obiektywem Sony Zeiss Sonnar 35 mm, którego położenie było stabilizowane za pomocą gimbala Zenmuse. Prace terenowe obejmowały pozyskanie za pomocą BSP fotografii całego obszaru opracowania, a także pomiar fotopunktów klasycznymi metodami geodezyjnymi. Pomiary terenowe z wykorzystaniem BSP zostały poprzedzone opracowaniem trasy lotów. Projektowanie misji fotogrametrycznych przeprowadzono przy uwzględnieniu specyfikacji użytego sprzętu oraz zakładanego rozmiaru piksela terenowego, który wynosił 10 mm dla obszaru składowiska odpadów i 15 mm dla obszaru ogródków działkowych. W związku z tym przy planowaniu nalotów przyjęto wysokość lotu BSP nad powierzchnią terenu dla składowiska odpadów 75 m, wysokość lotu BSP nad powierzchnią terenu dla obszaru ogródków działkowych – 100 m, pokrycie poprzeczne między zdjęciami w sąsiednich szeregach – minimum 65%, pokrycie podłużne między zdjęciami w szeregu – 80%. Plany lotów BSP dostosowano do charakteru badanego terenu i przygotowano, korzystając z oprogramowania DJI Ground Station.

Powyżej omówiono praktyczną aplikację jednej z możliwości, jaką daje użycie odpowiednio wyposażonych BSP w trakcie pożaru. Natomiast, poza klasycznym wykorzystaniem kamer RGB (ang. *Red Green Blue* – światła widzialnego), bezzałogowe statki powietrzne mogą być wykorzystywane do realizacji wielu innych zadań. Należy zwrócić uwagę, że przy obecnym zaawansowaniu technologii bezzałogowych, ich funkcjonalność i przydatność dla kierującego akcją gaśniczą zależy w znaczącej mierze od skuteczności zastosowanej aparatury i zamontowanych sensorów.

Na dzień dzisiejszy najczęściej używane wyposażenie dodatkowe BSP to kamery RGB wykorzystywane do monitoringu i tworzenia aktualnych ortofotomap terenu działań, kamery termowizyjne do

contamination and reduce the impact of hazardous substances on the environment.

The above examples do not exhaust the range of possibilities of using UAVs to monitor hazards related to fires in landfills. With the support of rescue and firefighting services in mind, CNBOP-PIB Drone Centre conducts research and analyses on the use of UAVs to measure and monitor air pollution with the use of modern measurement systems (sensors).

wyszukiwania pożarów ukrytych, zarzewi ognia itp. oraz czujniki substancji chemicznych do rozpoznawania skażenia powietrza i ograniczania wpływu substancji niebezpiecznych na otoczenie.

Powyższe przykłady nie wyczerpują gamy możliwości w zakresie wykorzystania BSP do monitoringu zagrożeń związanych z pożarami składowisk odpadów. Mając na uwadze wsparcie służb ratowniczo-gaśniczych, w dziale Centrum Dronów CNBOP-PIB prowadzone są badania i analizy dotyczące zastosowania BSP do pomiaru i monitorowania zanieczyszczeń powietrza z wykorzystaniem nowoczesnych systemów pomiarowych (sensorów).

Figure 2. Yuneec H520 drone with a gas and dust measurement sensor Atmon FL Urban I used by CNBOP-PIB Drone Centre to carry out air quality measurements
Rycina 2. Dron Yuneec H520 z czujnikiem pomiaru gazów i pyłów Atmon FL Urban I używany przez Centrum Dronów CNBOP-PIB do realizacji pomiarów jakości powietrza

Source: CNBOP-PIB archive.
Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

An example of such activity can be, among others carrying out measurements with the use of specialized instruments at the Municipal Waste Treatment Plant of the Municipal Water Treatment Company in Toruń, where the concentrations of such compounds and substances as: NO_2, SO_2, H_2S, O_3, PM2.5, PM10 were remotely measured.

It seems that the air pollution measurement systems mentioned above will find more and more application, not only during landfill fires. They are usually configurable devices that enable the measurement of various chemicals and compounds. The obtained information, such as the type of substance, its concentration per unit time, measurement site and gas temperature, combined with meteorological data from a given area, can help in determining the risk zone, and the data collected in this way can be used to create models of dispersion of a given type of threat. As a consequence, such works in the long run will allow for even more precise determination of threats to people living in the immediate vicinity of a fire and their early elimination.

Another application of unmanned aerial vehicles that naturally comes to mind during the analysis of fires (especially

Przykładem takiej działalności może być m.in. przeprowadzenie pomiarów za pomocą specjalistycznych przyrządów w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania w Toruniu, gdzie dokonano zdalnych pomiarów stężeń takich związków i substancji jak: NO_2, SO_2, H_2S, O_3, PM2,5, PM10.

Wydaje się, że powyższe systemy pomiaru zanieczyszczenia powietrza będą znajdowały coraz szersze zastosowanie, nie tylko w trakcie pożarów składowisk odpadów. Są to urządzenia z reguły konfigurowalne, umożliwiające pomiar różnych substancji chemicznych i związków. Pozyskane informacje takie jak: rodzaj substancji, jej stężenie w jednostce czasu, miejsce pomiaru oraz temperatura gazów, połączone z danymi meteorologicznymi z danego obszaru mogą pomóc w określeniu strefy zagrożonej, a zebrane w ten sposób dane mogą być wykorzystane do stworzenia modeli rozprzestrzeniania się danego rodzaju zagrożenia. Takie prace w konsekwencji w dalszej perspektywie czasu pozwolą na jeszcze dokładniejsze określanie zagrożeń dla osób mieszkających w bezpośrednim otoczeniu pożaru i ich odpowiednio wczesną eliminację.

hidden fires) is the use of thermal imaging cameras. This technology is relatively expensive now, because a good-quality thermal imaging camera (with high resolution, refresh rate, measurement scale) costs tens of thousands of zlotys. The use of thermal imaging cameras in the event of landfill fires seems to be justified for many reasons. First of all, it allows for an accurate diagnosis of the situation, even in the event of dense smoke, which facilitates the accurate administration of extinguishing currents. An example of such use of a thermal imaging camera could be observed during a fire in a polystyrene warehouse in Manasterz near Jarosław on 16 December 2019 [17]. Similarly, in case of landfill fires, thermal imaging cameras could be used both in the initial phase of an extinguishing operation to provide more accurate extinguishing currents during a fire, and during extinguishing – to identify places that generate the possibility of a re-emergence of the hazard (e.g. hidden fires). In this way, it is possible to increase the effectiveness of the extinguishing action and reduce the consumption of extinguishing agents. Consequently, thanks to the effects of the use of thermal imaging cameras mentioned above, it is also possible to reduce the amount of harmful substances released into the environment, the time of emission into the atmosphere, and the amount of fire-fighting water that gets into the soil, as well as surface and subsurface waters.

Returning to the fire in question, the proper analysis of the hazards associated with the emission of hazardous substances included taking soil samples for testing in the places of waste piles after the fire, as well as representative waste samples for leachability tests and determining the content of heavy metals in the soil samples, the amount of PAHs in average soil samples (polycyclic aromatic hydrocarbons) and PCBs (polychlorinated biphenyls), as well as preparation of leachability tests [18] for waste samples taken after the fire. Tests of waste leaching were conducted in accordance with a Polish Standard PN-EN 12457-4:2006. The content of arsenic, cadmium, chromium, copper, mercury, molybdenum, nickel, lead, antimony, selenium and zinc as well as chlorides, sulphates, PAHs and PCBs was determined in the waste eluates [19]. Table 4 presents the content of metals in the soil samples collected from the gardens. Red colour indicates the exceedance of the limit values resulting from the Regulation of the Minister of the Environment of 1 September 2016 on the method of assessing the pollution of the earth's surface [16].

Analyses of PAH content in averaged soil samples (see Table 5) were performed by an accredited external laboratory Wessling. Red colour indicates the exceedance of the limit values resulting from the Regulation of the Minister of the Environment of 1 September 2016 on the method of assessing the pollution of the earth's surface [16].

Innym zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych, które naturalnie nasuwa się w trakcie analizy pożarów (szczególnie pożarów ukrytych) jest wykorzystanie kamer termowizyjnych. Jest to technologia obecnie stosunkowo droga, ponieważ dobrej jakości kamera termowizyjna (o wysokiej rozdzielczości, częstotliwości odświeżania obrazu, skali pomiaru) to koszt kilkudziesięciu tysięcy złotych. Wykorzystanie kamer termowizyjnych w przypadku pożarów składowisk odpadów wydaje się zasadne z wielu względów. Przede wszystkim pozwala na dokładne rozpoznanie sytuacji, nawet w przypadku wystąpienia gęstego dymu, co ułatwia dokładne podawanie prądów gaśniczych. Przykład takiego wykorzystania kamery termowizyjnej można było zaobserwować podczas pożaru magazynu styropianu w Manasterzu k/Jarosławia w dniu 16 grudnia 2019 roku [17]. Podobnie w przypadku pożarów składowisk, kamery termowizyjne mogłyby być wykorzystywane zarówno w początkowej fazie akcji gaśniczej do celniejszego podawania prądów gaśniczych w zarzewiach pożaru, jak i podczas dogaszania – do identyfikacji miejsc, które generują możliwość ponownego powstania zagrożenia (np. pożary ukryte). W ten sposób można zwiększyć skuteczność akcji gaśniczej oraz zmniejszyć zużycie środków gaśniczych. W konsekwencji, dzięki omówionym powyżej efektom wykorzystania kamer termowizyjnych, możliwe jest również ograniczenie ilości uwolnionych do otoczenia substancji szkodliwych, czasu emisji do atmosfery, ilości wód pogaśniczych przedostających się do gleby i wód powierzchniowych oraz podpowierzchniowych.

Wracając do rozpatrywanego pożaru, właściwa analiza zagrożeń związanych z emisją substancji niebezpiecznych obejmowała pobranie do badań próbek gleby w miejscach pryzm odpadów po pożarze, a także reprezentatywnych próbek odpadów do badań wymywalności i oznaczenia w próbkach gleby zawartości metali ciężkich, w uśrednionych próbkach glebowych ilości WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne) oraz PCB (polichlorowane bifenyle), a także sporządzenie testów wymywalności [18] dla pobranych próbek odpadów po pożarze. Badania wymywalności odpadów prowadzono zgodnie z Polską Normą PN-EN 12457-4:2006. W eluatach z odpadów oznaczono zawartość arsenu, kadmu, chromu, miedzi, rtęci, molibdenu, niklu, ołowiu, antymonu, selenu i cynku oraz chlorków, siarczanów, WWA i PCB [19]. W tabeli 4 przedstawiono zawartość metali w pobranych próbach glebowych z terenów ogródków działkowych. Kolorem czerwonym zaznaczono przekroczenie wartości dopuszczalnych wynikających z rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi [16].

Analizy zawartości WWA w uśrednionych próbkach glebowych (zob. tab. 5) zostały wykonane przez akredytowane laboratorium zewnętrzne firmy Wessling. Kolorem czerwonym zaznaczono przekroczenie wartości dopuszczalnych wynikających z rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi [16].

Table 4. Metal content in averaged soil samples D1–D3 collected from gardens and playgrounds, mg/kg
Tabela 4. Zawartość metali w uśrednionych próbkach glebowych D1–D3 pobranych z ogródków działkowych i placu zabaw, mg/kg

Determined metals / Oznaczone metale	Metal content in the samples [mg/kg] / Zawartość metali w próbkach [mg/kg]			Limit values for group II-1 (gardens) / Wartości dopuszczalne dla grupy II-1 (ogródki działkowe	Limit values for group I (recreational areas) / Wartości dopuszczalne dla grupy I (tereny rekreacyjne)
	D1 Gardens / D1 Ogródki	D2 Gardens / D2 Ogródki	D3 Playgrounds / D3 Plac zabaw		
As	5,48	23,40	6,53	10	25
Pb	258,27	407,97	311,70	100	200
Cu	39,66	105,42	38,70	100	200
Ni	5,45	11,43	5,99	100	150
Cd	6,32	15,62	5,81	2	2
Cr	11,39	13,64	10,71	150	200
Co	< 5	< 5	< 5	20	50
Zn	885,38	1702,99	611,26	300	500
Sn	< 10	< 10	< 10	10	20
Mo	0,79	0,85	0,58	10	50
Hg	0,107	0,213	0,07	2	5

Source: Report on the testing of ashes and residues after incineration of waste from the landfill in Trzebinia [20].
Źródło: Raport z badań popiołów i pozostałości po spaleniu odpadów z terenu składowiska w Trzebini [20].

Table 5. PAH content in averaged soil samples from gardens and playgrounds, mg/kg
Tabela 5. Zawartość WWA w uśrednionych próbkach glebowych z ogródków działkowych i placu zabaw, mg/kg

Name of the tested substance / Nazwa badanej substancji	Substance content in samples [mg/kg] / Zawartość substancji w próbkach [mg/kg]			Limit values for group II-1 / Wartości dopuszczalne dla grupy II-1	Limit values for group I / Wartości dopuszczalne dla grupy I
	D1	D2	D3		
Naftalen	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	0,1
Antracen	0,039	0,031	0,087	0,2	0,2
Chryzen	0,201	0,203	0,448	0,2	0,2
Benzo(a)antracen	0,144	0,142	0,359	0,1	0,1
Dibenzo(a,h)antracen	0,037	0,033	0,075	0,1	0,1
Benzo(a)piren	0,185	0,169	0,360	0,1	0,1
Benzo(b)fluoranten	0,212	0,203	0,415	0,1	0,1
Benzo(k) fluoranten	0,195	0,185	0,399	0,1	0,1
Benzo(g,h,i)peryle	0,142	0,129	0,261	0,2	0,2
Indeno(1,2,3-c,d)pire	0,144	0,132	0,251	0,2	0,2
Sum of detected PAHs / Suma wykrytych WWA	1,3	1,23	2,66		

Source: Report on the testing of ashes and residues after incineration of waste from the landfill in Trzebinia [20].
Źródło: Raport z badań popiołów i pozostałości po spaleniu odpadów z terenu składowiska w Trzebini [20].

Tables 4 and 5 highlight the exceedances of the limit values resulting from the regulation [16]. For zinc, lead and cadmium, the limit values were exceeded in all the collected soil samples. For copper, a slight exceedance of the limit value was found only in sample D2. Exceedances of the permissible values of some PAH compounds were found in all soil samples. However, much higher PAH concentrations were found in the samples from the playground. PAH compounds are degraded under the influence of soil microorganisms (this is one of the methods of reclamation of soil contaminated with petroleum compounds), therefore it could be assumed that due to the richness of microbial life in soils in horticultural areas, the degree of decomposition of PAH compounds was much faster than in uncultivated areas. The source of PAHs in soils in gardens and playgrounds could not be unequivocally determined. This source could have been the production activity of Trzebinia Refinery, a recent fire in a landfill and low emissions from burning fossil fuels (mainly coal) for heating single-family houses in winter. 7 samples (W1–W7) from the near-surface layer were collected from the landfill area. These samples were air-dried and, according to the regulation of the Minister of the Environment [16], were classified as group IV (industrial areas). The metal content was determined using a Hitachi Z-2000 atomic absorption spectrometer. The test results are presented in Table 6.

W tabelach 4 i 5 wyróżniono wynikające z rozporządzenia [16] przekroczenia wartości dopuszczalnych. Dla cynku, ołowiu i kadmu stwierdzono przekroczenie wartości dopuszczalnych we wszystkich pobranych próbkach gleby. Dla miedzi stwierdzono niewielkie przekroczenie wartości dopuszczalnej jedynie w próbce D2. Przekroczenia dopuszczalnych wartości niektórych związków WWA stwierdzono we wszystkich próbkach glebowych. Przy czym znacznie wyższe stężenia WWA występowały w próbkach pochodzących z placu zabaw. Związki WWA ulegają degradacji pod wpływem mikroorganizmów glebowych (jest to jedna ze stosowanych metod rekultywacji gruntów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi), dlatego można było przyjąć, że ze względu na bogactwo życia mikrobiologicznego w glebach na terenach wykorzystywanych ogrodniczo stopień rozkładu tych związków WWA był znacznie szybszy niż na terenach nieuprawnych. Nie można było też jednoznacznie określić źródła pochodzenia WWA w glebach na terenach ogródków działkowych i placu zabaw. Źródłem tym mogła być działalność produkcyjna Rafinerii Trzebinia, niedawny pożar składowiska odpadów oraz niska emisja pochodząca ze spalania paliw kopalnych (głównie węgla) do celów ogrzewania domów jednorodzinnych w okresie zimowym. Z terenu składowiska pobrano 7 próbek (W1–W7) z warstwy przypowierzchniowej. Pobrane próbki nie były próbkami czysto glebowymi ani czysto gruntowymi i stanowiły mieszaninę gruntu rodzimego, gruntu nawiezionego (do utwardzenia powierzchni), popiołów po spaleniu odpadów i samych odpadów. Próbki te wysuszono do stanu powietrznie suchego i wg rozporządzenia Ministra Środowiska [16] zakwalifikowano do grupy IV (tereny przemysłowe). Zawartość metali oznaczono przy użyciu spektrometru absorpcji atomowej firmy Hitachi Z-2000. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 6.

Table 6. Metal content in the soil samples W1-W7 collected from the landfill, mg / kg
Tabela 6. Zawartość metali w próbach gruntu W1–W7 pobranych ze składowiska odpadów, mg/kg

Determined metals / Oznaczane metale	Metal content in the samples [mg/kg] / Zawartość metali w próbach [mg/kg]							Limit values for group IV / Wartości dopuszczalne dla grupy IV
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	
As	302,82	5,25	280,16	11,20	28,80	15,19	24,53	100
Pb	1736,29	207,38	9086,69	584,00	561,51	235,10	31,17	600
Cu	404,09	311,03	845,20	111,59	186,12	354,94	149,24	600
Ni	26,26	24,39	28,02	42,82	66,14	29,84	58,62	500
Cd	35,69	5,21	29,44	3,66	5,77	5,21	0,70	15
Cr	106,31	122,14	52,94	375,80	326,95	70,58	610,77	1000
Co	10,83	< 5	11,16	< 5	21,08	22,54	8,44	200
Zn	8317,76	759,52	9177,63	1788,51	4379,00	6244,46	216,48	2000
Sn	< 10	< 10	< 10	50,15	< 10	< 10	< 10	350
Mo	2,33	5,76	2,67	8,39	3,47	4,86	2,83	250

Source: Report on the testing of ashes and residues after incineration of waste from the landfill in Trzebinia [20].
Źródło: Raport z badań popiołów i pozostałości po spaleniu odpadów z terenu składowiska w Trzebini [20].

Similarly to the soil samples from the gardens, the limit values for Zn, Pb, Cd and additionally As were exceeded for the soil samples collected from the landfill area. Exceedances of the content of these metals were shown only in some samples. The results obtained for individual samples were very diverse. As the exceedances were detected for the same metals as in the case of the garden samples, it was found that the source of their origin could be previous industrial activity in the area (a foundry in the present landfill and a metallurgical plant in close proximity).

Podobnie jak dla próbek glebowych pochodzących z terenu ogródków działkowych, dla próbek gruntu pobranych z terenu składowiska stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości dla Zn, Pb, Cd i dodatkowo As. Przekroczenia zawartości tych metali wykazano tylko w niektórych próbkach. Wyniki uzyskane dla poszczególnych próbek były bardzo zróżnicowane. Ponieważ przekroczenia wykryto dla tych samych metali jak w przypadku próbek z ogródków działkowych, stwierdzono, że źródłem ich pochodzenia mogła być wcześniejsza działalność przemysłowa na tym terenie (odlewnia na terenie obecnego składowiska odpadów oraz zakład metalurgiczny w bliskiej odległości).

Figure 3. Photograph of the area during a fire in the landfill in Trzebinia
Rycina 3. Zdjęcie terenu w trakcie pożaru składowiska w Trzebini
Source: Photo by Paweł Ludwikowski.
Źródło: Fot. Paweł Ludwikowski.

In addition to the analysis of the soil samples and waste discussed above, on 27 May at 11.30 WIOŚ began measuring the air condition in inhabited areas, located closest to the place of the fire (in the penitentiary facility, near the penitentiary facility, in the rescue base located at the fire site, at the hospital in Trzebinia and in the residential area). The measurements were made with Rapid mobile spectrophotometer, which can detect 97 substances, including aromatic compounds such as benzene, phenol or toluene and other their derivatives, as well as a large group of other harmful substances, such as hydrogen cyanide, sulphur dioxide, ammonia, nitric acid. Each set consists of a base vehicle with an aluminium container. Each car is also equipped with a portable RAPID contamination detector (Fourier transform infrared spectrometer (FTIR), used to detect chemical contamination over a long distance), Irdam weather station, Gatec B300 G5 Basic computer with a docking station and a power generator, Dometic TEC 30EV, which protects the system operation in the field. The Rapid mobile spectrophotometer was included in the equipment of some Specialist Chemical and Ecological Rescue Groups, as well as provincial Environmental Protection Inspectorates [20].

The tests did not reveal the presence of hazardous substances. On 28 May the measurements were repeated and the research covered areas to which the wind carried the fumes

Oprócz omówionej powyżej analizy próbek gleby oraz odpadów w dniu 27 maja o godz. 11.30 WIOŚ rozpoczął prowadzenie pomiarów stanu powietrza atmosferycznego w rejonach zamieszkanych, zlokalizowanych najbliżej miejsca pożaru (na terenie zakładu karnego, przy zakładzie karnym, w bazie ratownictwa zlokalizowanej przy miejscu pożaru, przy szpitalu w Trzebini oraz na terenie zabudowy mieszkaniowej).

Pomiary wykonano spektrofotometrem mobilnym Rapid, który posiada możliwości wykrycia 97 substancji, w tym zarówno związków aromatycznych, takich jak benzen, fenol czy toluen i inne ich pochodne, jak też dużej grupy innych szkodliwych substancji, takich jak cyjanowodór, dwutlenek siarki, amoniak, kwas azotowy. Każdy zestaw składa się z pojazdu bazowego wraz z kontenerem aluminiowym. Na wyposażeniu każdego samochodu znajduje się także przenośny detektor skażeń RAPID (spektrometr pracujący w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), służący do detekcji skażeń chemicznych na dużą odległość), stacja meteo Irdam, komputer Gatec B300 G5 Basic ze stacją dokującą oraz agregat prądotwórczy, Dometic TEC 30EV, który zabezpiecza pracę systemu w terenie. Spektrofotometr mobilny Rapid został włączony do wyposażenia niektórych Specjalistycznych Grup Ratownictwa Chemiczno-Ekologicznego, jak również wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska [20].

emitted into the environment. It was the area of Piła Kościelecka and the area of the penitentiary. Again, the tests did not show the presence of harmful substances. WIOŚ did not measure air pollution in the fire zone [21].

Summary and conclusions

The results of the above measurements of the atmosphere (presented in the Tables) seem to confirm the fact that usually landfill fires do not pose a direct threat to the lives of local residents. Nevertheless, it would be unjustified to speak in this case about the complete absence of any health risk. It can be presumed that the harmful components of smoke and fire gases, especially under favourable weather conditions, disperse relatively quickly. However, at the end, in a greater or lesser concentration, they end up in the surrounding environment. On the other hand – as the discussed measurements showed – larger amounts of harmful substances end up in the natural environment, getting into the soil, surface and ground waters together with the extinguishing waters.

Therefore, it is necessary to undertake systemic actions aimed at preventing the formation and spread of pollutants during fires. This can be achieved by the amended provisions in the field of waste management, including those included in the Act on waste [7], concerning the introduction of stricter concession requirements, related to the following issues:

- no criminal record of the applicant,
- legal title to the planned waste storage or processing place,
- carrying out video monitoring of the place of storage or storage of waste,
- financial security for possible claims, e.g. in the form of a bank guarantee or insurance policy.

The framework mentioned above also covers fire protection requirements. They included in particular:

- the obligation to develop a fire protection survey by competent persons and then agree with the competent authority of the State Fire Service,
- the obligation for the locally competent commander of the poviat (city) State Fire Service to inspect the places of collection and storage [21].

Findings made in the course of the activities mentioned above are submitted to a competent authority before the authority issues a decision on granting or refusing to grant a license.

The statutory requirements mentioned above are complemented by the provisions set out in the regulation of the Minister of Interior and Administration on fire protection requirements to be met by construction structures or their parts and other places intended for the collection, storage or processing of waste [22]. It is assumed that the requirements in question are to prevent the emergence and spread of fires in the said facilities on the same scale as before. These include:

- maintaining appropriate distances between landfills and other facilities,

Badania nie wykazały obecności substancji niebezpiecznych. W dniu 28 maja pomiary powtórzono i badaniami objęto tereny, na które wiatr przenosił emitowane do środowiska dymy. Był to rejon Piły Kościeleckiej i teren zakładu karnego. Ponownie badania nie wykazały obecności szkodliwych substancji. WIOŚ nie dokonywał pomiarów zanieczyszczenia powietrza w strefie pożaru [21].

Podsumowanie i wnioski

Wyniki powyższych pomiarów atmosfery (przedstawione w tabelach) zdają się potwierdzać fakt, że zazwyczaj pożary składowisk odpadów nie stwarzają bezpośredniego zagrożenia dla życia okolicznych mieszkańców. Mimo to mówienie w tym przypadku o całkowitym braku zagrożenia dla zdrowia byłoby nieuzasadnione. Można domniemywać, że szkodliwe składniki dymu i gazów pożarowych, szczególnie przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, ulegają relatywnie szybkiej dyspersji. Jednak finalnie w mniejszym lub większym stężeniu trafiają one do otaczającego nas środowiska. Natomiast – jak wykazały omówione pomiary – większe ilości szkodliwych substancji trafiają do środowiska naturalnego, przedostając się do gleby, wód powierzchniowych i podziemnych wraz z wodami gaśniczymi.

W związku z powyższym konieczne jest podejmowanie systemowych działań ukierunkowanych na zapobieganie powstawaniu oraz rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń w trakcie pożarów. Temu celowi mają służyć znowelizowane przepisy z zakresu gospodarki odpadami, w tym ujęte w ustawie o odpadach [7], dotyczące m.in. wprowadzenia zaostrzonych wymagań koncesyjnych, odnoszących się do kwestii:

- niekaralności wnioskodawcy,
- tytułu prawnego do planowanego miejsca magazynowania lub przetwarzania odpadów,
- prowadzenia monitoringu wizyjnego miejsca magazynowania lub składowania odpadów,
- finansowego zabezpieczenia ewentualnych roszczeń, np. w postaci gwarancji bankowej lub polisy ubezpieczeniowej.

W powyższych ramach ujęto także wymagania z zakresu ochrony przeciwpożarowej. Znalazły się w nich w szczególności:

- obowiązek opracowania przez kompetentne osoby, a następnie uzgodnienia z właściwym organem Państwowej Straży Pożarnej operatu ochrony przeciwpożarowej,
- obowiązek przeprowadzenia przez właściwego miejscowo komendanta powiatowego (miejskiego) PSP kontroli miejsc składowania lub magazynowania [21].

Ustalenia dokonane w trakcie powyższych czynności przedkładane są do właściwego organu przed wydaniem przez ten organ decyzji o udzieleniu lub odmowie udzielenia koncesji.

Dopełnieniem omówionych powyżej wymogów ustawowych są przepisy określone w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, jakie mają spełniać obiekty budowlane lub ich części oraz inne miejsca przeznaczone do zbierania, magazynowania lub przetwarzania odpadów [22]. W założeniach przedmiotowe wymogi mają przeciwdziałać powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożarów w omawianych

- ensuring the effective division of the considered objects into fire zones, e.g. by maintaining appropriate distances between individual piles of stored waste, or by making fire separation walls of an appropriate class in order to reduce the area of possible fires,
- provide access to these zones for fire teams in a manner that enables effective extinguishing operations,
- permissible amounts and methods of waste disposal in various states of aggregation,
- equipping facilities with fire-fighting devices and fire extinguishers,
- equipping facilities with water for fire-fighting purposes,
- fire safety instructions.

It will be possible to talk about the measurable, long-term effects of the above provisions – in practice only being implemented – in a while. Much in this respect will depend on effective supervision over their compliance, which will not be easy – as experience has shown so far.

Nevertheless, the first positive indications can already be observed. One of them is the decline in the number of landfill fires in the last two years. With the apogee of 243 fires in 2018 mentioned in the introduction, the data of the State Fire Service of the State Fire Service for 2019 (177 fires) and for 2020 (111 fires) can be rather optimistic. For this positive trend to continue, systemic actions in the area of effective enforcement of the introduced legal requirements should be continued. Despite these measures if a fire does occur, focus should be placed on the most effective method of extinguishing it. In this context, improvement of procedures, techniques and tools for monitoring and measurement related to the emission of these substances may bring measurable benefits [23]. In the opinion of the authors, many new opportunities in this respect are opening up together with the possibility of using e.g. properly equipped unmanned aerial vehicles, software for rapid analysis and visualization on maps of danger zones for these activities.

obiektach na taką skalę jak dotychczas. Obejmują one kwestie:

- zachowania odpowiednich odległości składowisk od innych obiektów,
- zapewnienia skutecznego podziału rozpatrywanych obiektów na strefy pożarowe, np. poprzez zachowanie odpowiednich odległości pomiędzy poszczególnymi pryzmami składowanych odpadów, czy wykonanie ścian oddzielenia przeciwpożarowego odpowiedniej klasy, w celu ograniczenia powierzchni ewentualnych pożarów,
- zapewnienia dostępu do tych stref dla ekip pożarniczych w sposób umożliwiający prowadzenie skutecznych działań gaśniczych,
- dopuszczalnych ilości oraz sposobów składowania odpadów w różnych stanach skupienia,
- wyposażenia obiektów w urządzenia przeciwpożarowe i gaśnice,
- zaopatrzenia w wodę do celów przeciwpożarowych,
- instrukcji bezpieczeństwa pożarowego.

O wymiernych, długofalowych efektach powyższych przepisów – w praktyce dopiero wdrażanych w życie – będzie można mówić za jakiś czas. Wiele w tym względzie będzie zależało od skutecznego nadzoru nad ich przestrzeganiem, o co – jak pokazują dotychczasowe doświadczenia – nie będzie łatwo.

Niemniej pierwsze pozytywne symptomy można już zaobserwować. Jednym z nich jest spadek liczby pożarów składowisk odpadów w ostatnich dwóch latach. Przy wspomnianym na wstępie apogeum 243 pożarów w 2018 r., dane Komendy Głównej PSP za 2019 r. (177 pożarów) oraz za 2020 r. (111 pożarów) dają podstawę do pewnej dozy optymizmu. Aby ten pozytywny trend się utrzymał, należy kontynuować systemowe działania w obszarze skutecznego egzekwowania wprowadzonych wymagań prawnych. W przypadku, gdy mimo tych działań do pożaru dojdzie, należy skoncentrować się na jak najbardziej skutecznym jego ugaszeniu. W tym kontekście wymierne korzyści może przynieść doskonalenie procedur, technik i narzędzi w zakresie monitorowania i pomiarów związanych z emisją wspomnianych substancji [23]. W opinii autorów wiele nowych szans w tym zakresie otwiera się wraz z możliwością wykorzystania do działań m.in. odpowiednio wyposażonych bezzałogowych statków powietrznych, oprogramowania do szybkiej analizy i wizualizacji na mapach stref zagrożenia.

Literature / Literatura

[1] Keles R., *The Quality of Life and the Environment*, „Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2012, 35, 23–32, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.059.

[2] Costantini V., Monni S., *Environment, human development and economic growth*, „Ecological Economics" 2008, 64, 4, 867–880, https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.05.011.

[3] Janik P., Cygańczuk K., *Bezpieczeństwo środowiskowe a uregulowania prawne w gospodarce odpadami*, „Przemysł Chemiczny" 2020, 99, 970–976, https://doi.org/10.15199/62.2020.7.1.

[4] Bihałowicz J.S., Rogula-Kozłowska W., Krasuski A., *Contribution of landfill fires to air pollution – An assessment methodology*, „Waste Management" 2021, 125, 182–191, https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.046.

[5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz

uchylająca niektóre dyrektywy (tekst mający znaczenie dla EOG), (Dz. U. UE L 312, z 22.11.2008).
[6] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r., zmieniająca dyrektywę 2008/98 WE w sprawie odpadów (tekst mający znaczenie dla EOG) Dz.U. UE. L. 2018.150.109 z 14 czerwca 2018 r.
[7] Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Programowanie perspektywy finansowej 2014–2020 – Umowa Partnerstwa, https://www.funduszeeuropejskie.gov.pl/media/881/Umowa_Partnerstwa_pl.pdf [dostęp: 18.05.2021].
[8] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. 2013, poz. 21 z późn. zm.).
[9] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2020, poz. 1219 z późn. zm.).
[10] Rudnicki M., *Prawne i ekonomiczne dylematy zrównoważonego rozwoju w dobie ogólnoświatowego kryzysu*, „Przegląd Prawa Ochrony Środowiska" 2009, 2, 123–135.
[11] Boć J., Samborska-Boć E., *Ochrona środowiska. Zagadnienia prawne i ekonomiczne*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1989.
[12] Janik. P., Cygańczuk K, *Bezpieczeństwo środowiskowe a uregulowania prawne w gospodarce odpadami*, „Przemysł Chemiczny" 2020, 99, 7, 970–975, https://doi.org/ 10.15199/62.2020.7.1.
[13] Cygańczuk K., Zielecka M., Rabajczyk A., *Zasady bezpiecznej gospodarki odpadami jako czynnik bezpieczeństwa środowiskowego*, „Przemysł Chemiczny" 2020, 99, 7, 994–999, https://doi.org/ 10.15199/62.2020.7.5.
14] Matusiak T., *Pożar jak hydra*, „Przegląd Pożarniczy" 2018, 7, 10–12.
[15] Komunikat nr 1 z dnia 12.06.2018 dot. wyników pomiarów wpływu pożaru magazynu odpadów na terenie b. zakładów „BORUTA" w Zgierzu na jakość wód powierzchniowych, https://www.ekologicznyzgierz.pl/pl/content/komunikat-wios-z-dn-12062018-r [dostęp: 18.05.2021].
[16] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016, poz. 1395).
[17] Zboina J., Zawistowski M., Sowa T., *Ocena jakości powietrza z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych*, „Przemysł Chemiczny" 2020, 99, 7, 988–993, https://doi.org/ 10.15199/62.2020.7.4.
[18] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i pracy z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (Dz. U. 2005. poz. 1553).
[19] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz. U. z 2015 r. poz. 1277).
[19] https://strazacki.pl/technika/rapid-w-s%C5%82u%C5%BCbie-psp [dostęp:18.05.2021].
[20 Raport z badań popiołów i pozostałości po spaleniu odpadów z terenu składowiska w Trzebini przy ul. Słowackiego oraz badań gleby na terenie pobliskich ogródków działkowych, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo–Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków 2018.
[21] Janik P., *Palący problem*, „Przegląd Pożarniczy" 2018, 7, 13–15.
[22] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 19 lutego 2020 r. w sprawie wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, jakie mają spełniać obiekty budowlane lub ich części oraz inne miejsca przeznaczone do zbierania, magazynowania lub przetwarzania odpadów (Dz. U. z 2020 r. poz. 296).
[23] Janik P., Cygańczuk K., *Systemy pomiarowe wykorzystywane w bezzałogowych statkach powietrznych do badania jakości powietrza*, „Przemysł Chemiczny" 2020, 99, 7, 977––981, https://doi.org/ 10.15199/62.2020.7.2.

KRZYSZTOG CYGAŃCZUK, PH.D. ENG. – he completed his master's studies at the University of Szczecin and doctoral studies at the War Art Academy in Warsaw, as well as postgraduate studies in foreign service at the National Defense Academy, data protection and information security at the Cardinal Stefan Wyszyński University in Warsaw and crisis management at NATO Defense Collage (Rome) and NATO School (Oberammergau). He is an assistant professor at the Department of Studies and Scientific Projects at CNBOP-PIB in Józefów. Specialty – environmental engineering, safety science.

ST. BRYG. PAWEŁ JANIK, PH.D. ENG. – he completed his master's studies at the Main School of Fire Service in Warsaw and doctoral studies at the Poznań University of Economics (now Poznań University of Economics), as well as post-graduate studies in IT at the Lodz University of Technology and crisis management at the Central School of the Fire Service. Since 2018, he has been the director of CNBOP-PIB. Specialty: safety science.

DR INŻ. KRZYSZTOF CYGAŃCZUK – ukończył studia magisterskie na Uniwersytecie Szczecińskim oraz studia doktoranckie w Akademii Sztuki Wojennej w Warszawie, a także studia podyplomowe z zakresu służby zagranicznej w Akademii Obrony Narodowej, ochrony danych i bezpieczeństwa informacji na Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie oraz zarządzania kryzysowego w NATO Defence Collage (Rzym) i NATO School (Oberammergau). Jest adiunktem w Dziale Prac Studialnych i Projektów Naukowych w CNBOP-PIB w Józefowie. Specjalność – inzynieria środowiska, nauki o bezpieczeństwie.

ST. BRYG. DR INŻ. PAWEŁ JANIK – ukończył studia magisterskie w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz studia doktoranckie w Akademii Ekonomicznej w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu), a także studia podyplomowe z zakresu informatyki na Politechnice Łódzkiej oraz zarządzania kryzysowego w SGSP. Od 2018 r. jest dyrektorem CNBOP-PIB. Specjalność: nauki o bezpieczeństwie.

12-14 July 2022 Krakow, Poland

ETCC 2022 | Coatings Inspirations

EUROPEAN TECHNICAL COATINGS CONGRESS

Since 1950 www.etcc2022.org

70 years tradition of

ETCC 2022 European Technical Coatings Congress
12-14 July 2022, Krakow

Presentations refer to the latest scientific and technical achievements:

Paints. Coatings. Raw Materials. Adhesives.
Construction Materials. Related Materials.
Processes and Concepts.

Innovation Starts Here.

View your measurable benefits from:

- **Six Parallel Sessions and Posters presentation**

See the ETCC2022 Congress program at:
www.etcc2022.org/en/congress/congress-program

- **Plenary presentations**

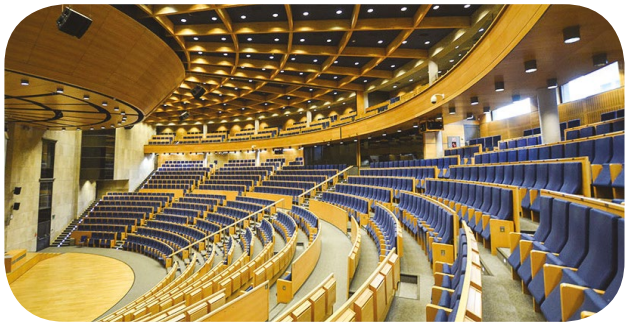
Keynote speakers, see at:
www.etcc2022.org/en/congress/speakers

- **Exhibition -**

Presentation of Scientific & Technical Achievements, Products, Equipment, Services
Register at :
www.etcc2022.org/en/congress/exhibition

- **„Summer School" Session**

See the program on:
www.etcc2022.org/en/congress/summer-school



CONGRESS PARTICIPATION

Register at:
www.etcc2022.org/en/registration

Publication of presentations possible in journals:
www.etcc2022.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.etcc2022.org
Should you have any questions, please do not hesitate to contact us by e-mail:

- etcc2022@sitpchem.org.pl
- koziel.jozef@gmail.com

We are present at the social media:

SFT VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 100–113

Jacek Roguski[a)*], Dorota Szułczyńska[a)]

[a)] *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: jroguski@cnbop.pl*

The Use of Innovative Technologies in Rescue and Firefighting Activities of the State Fire Service in Order to Increase the Safety of Officers and Protect the Environment

Wykorzystanie innowacyjnych technologii w działaniach ratowniczo-gaśniczych PSP w celu podnoszenia bezpieczeństwa funkcjonariuszy i ochrony środowiska

ABSTRACT

Aim: The aim of the article is to present examples of rescue and firefighting activities carried out by PSP / national rescue and firefighting system (KSRG) with the use of innovative techniques and technologies resulting from the research and development projects carried out by teams of contractors, which included CNBOP-PIB as a leader or member of the consortium. In practice, the implementation of the obtained results allows for the actual and formal safety of firefighters-rescuers and other participants in rescue and firefighting operations, which is one of the basic duties of research and development units operating in the field of broadly understood fire protection, civil protection and crisis management.

Introduction: Achieving the above goal is possible through the use of innovative techniques and technologies in rescue and firefighting operations, which allow reducing the risk of accidents and failures. Due to rational technical solutions, it is also possible to limit or even completely eliminate overloads of the osteoarticular system. The planned effect, which is to increase the safety level of rescue and firefighting operations, can also be achieved with the use of organizational and technical methods resulting from the selection of optimal methodologies, including those in logistics activities.

Methodology: The article presents the possibilities of using products created as a result of the implementation of projects financed by the National Centre for Research and Development (NCBiR) related to the improvement of activity management and the use of innovative design solutions for equipment used in the planned activities. The considerations were based on the results of development activities carried out by consortia in which CNBOP-PIB participated.

Summary: In literature, innovation is the implementation of a new or significantly improved product (or service), process, new marketing method or a new method of organization in the field of business practices, workplace organization or relations with the environment. Products (and services), processes and methods (technical, organizational and marketing) can be called innovations if they are new or significantly improved, at least from the point of view of rescue and firefighting activities carried out by PSP/KSRG.

Conclusions: Effective use of the results of projects financed by NCBiR is one of the fastest ways to implement organizational and technical innovations in system activities. According to the authors, in order to increase the rational use of funds allocated to the implementation of research and development projects, a more active participation of the operator is recommended (in terms of content). The use of innovative technologies, even on a national scale, allows achieving measurable effects in terms of increasing the functionality, usability of products, modernization of existing systems, improvement of technologies used in rescue and firefighting operations, optimization of working conditions and time, and protection of the natural environment by reducing technogenic situations.

Keywords: innovative technologies, organization of rescue and firefighting activities, effectiveness of activities
Type of article: review article

Received: 01.06.2021; Reviewed: 08.06.2021; Accepted: 21.06.2021;
Authors' ORCID ID`s: J. Roguski – 0000-0002-7848-053X; D. Szułczyńska – 0000-0001-8003-8452;
The authors contributed the equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 100–113, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.7;
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 prezentacja przykładów działań ratowniczo-gaśniczych realizowanych przez PSP/ krajowy system ratowniczo-gaśniczy (KSRG) przy wykorzystaniu innowacyjnych technik i technologii powstałych w wyniku zrealizowanych projektów naukowo-badawczych i prac rozwojowych przez zespoły wykonawców, w skład których jako lider lub członek konsorcjum wchodziło CNBOP-PIB. W praktyce wdrożenie uzyskanych efektów pozwala na zapewnienie faktycznego oraz formalnego bezpieczeństwa strażakom-ratownikom oraz innym uczestnikom działań ratowniczo-gaśniczych, co jest

jednym z podstawowych obowiązków jednostek naukowo-badawczych działających w obszarze szeroko pojętej ochrony przeciwpożarowej, ochrony ludności i zarządzania kryzysowego.
Wprowadzenie: Osiągnięcie powyższego celu możliwe jest poprzez zastosowanie innowacyjnych technik i technologii w działaniach ratowniczo-gaśniczych, które pozwalają na ograniczenie ryzyka wystąpienia wypadku i awarii. Dzięki racjonalnym rozwiązaniom technicznym istnieje także możliwość ograniczenia, a nawet całkowitej eliminacji przeciążeń układu kostno-stawowego. Planowany efekt, jakim jest podniesienie poziomu bezpieczeństwa działań ratowniczo-gaśniczych, można osiągnąć także z wykorzystaniem metod organizacyjno-technicznych wynikających z wyboru optymalnych metodyk, między innymi w działaniach logistycznych.
Metodologia: W artykule przedstawiono możliwości zastosowania produktów powstałych w wyniku realizacji projektów finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju związanych z doskonaleniem zarządzania działaniami oraz wykorzystania innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych sprzętu wykorzystywanego w planowanych działaniach. Rozważania oparto na wynikach prac rozwojowych realizowanych przez konsorcja, których członkiem było CNBOP-PIB.
Podsumowanie: W ujęciu literaturowym innowacja jest to wdrożenie nowego lub istotnie ulepszonego produktu (wyrobu lub usługi), procesu, nowej metody marketingu lub nowej metody organizacji w zakresie praktyk biznesowych, organizacji miejsca pracy bądź relacji ze środowiskiem. Produkty (wyroby i usługi), procesy i metody (techniczne, organizacyjne i marketingowe) mogą zostać nazwane innowacjami, jeśli są nowe lub istotnie ulepszone przynajmniej z punktu widzenia działań ratowniczo-gaśniczych realizowanych przez PSP/KSRG.
Wnioski: Efektywne wykorzystanie rezultatów projektów finansowanych przez NCBiR jest jedną z najszybszych możliwości wdrażania innowacji organizacyjno-technicznych do działań systemowych. Zdaniem autorów w celu zwiększenia racjonalności wykorzystania środków finansowych przeznaczonych na realizację projektów badawczych i prac rozwojowych wskazany jest bardziej aktywny udział gestora (w zakresie merytorycznym). Zastosowanie innowacyjnych technologii, wykorzystywanych nawet w skali krajowej, pozwala na osiągnięcie mierzalnych efektów w zakresie zwiększenia funkcjonalności, użyteczności produktów, unowocześnienia istniejących systemów, udoskonalenia technologii stosowanych w działaniach ratowniczo-gaśniczych, optymalizacji warunków i czasu pracy oraz ochrony środowiska naturalnego dzięki ograniczeniu sytuacji technogennych.
Słowa kluczowe: innowacyjne technologie, organizacja działań ratowniczo-gaśniczych, efektywność działań
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 01.06.2021; Zrecenzowany: 08.06.2021; Zaakceptowany: 21.06.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: J. Roguski – 0000-0002-7848-053X; D. Szułczyńska – 0000-0001-8003-8452;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 100–113, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.7;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Introduction

The definition of innovation according to the Oslo Manual [1] includes the notion of novelties on a global scale, novelties in the scale of the market in which the enterprise operates and new products only from the point of view of a given enterprise. In terms of definition, the concept of innovation (Latin *innovare* – renew) was introduced in the 1930s. J. Schumpeter considered the introduction of a new product to the market, the use of new production methods and the introduction of organizational changes to be an innovation [2]. There is also another definition that defines innovation as the implementation of a new or significantly improved product (service) or process, a new organizational or marketing method in business practice, workplace organization or in relations with the environment. A new or significantly improved product is implemented when it is introduced to the market. New processes, organizational methods or marketing methods are implemented when they are actually used in the company's operations [3]. In principle, the concept of innovation may work differently depending on the country. Taking into account the above issues, the following types of innovation can be distinguished [1]:

1. Product innovations – which is implementing new or significantly improved products. An innovative product should be created with the use of new or improved technologies. Product modernization process should ensure obtaining better technical (tactical and technical) features or functional functionality.

Wprowadzenie

Definicja innowacji według podręcznika Oslo Manual [1] obejmuje pojęcie nowości na skalę światową, nowości w skali rynku, na którym działa przedsiębiorstwo oraz nowości tylko z punktu widzenia danego przedsiębiorstwa. W ujęciu definicyjnym pojęcie innowacji (łac. *innovare* – odnawiać) zostało wprowadzone w latach trzydziestych ubiegłego wieku. J. Schumpeter za innowację uznał wprowadzenie na rynek nowego produktu, wykorzystanie nowych metod wytwarzania, a także wprowadzenie zmian organizacyjnych [2]. Istnieje również inna definicja, która określa innowację jako wdrożenie nowego lub istotnie ulepszonego produktu (wyrobu, usługi) lub procesu, nowej metody organizacyjnej lub marketingowej w praktyce gospodarczej, organizacji miejsca pracy lub w stosunkach z otoczeniem. Nowy lub istotnie ulepszony produkt zostaje wdrożony, gdy jest wprowadzony na rynek. Nowe procesy, metody organizacyjne lub metody marketingowe zostają wdrożone, kiedy rozpoczyna się ich faktyczne wykorzystywanie w działalności przedsiębiorstwa [3]. Zasadniczo pojęcie innowacji może funkcjonować w odmienny sposób w zależności od kraju. Biorąc pod uwagę powyższe zagadnienia, można wyróżnić następujące rodzaje innowacji [1]:

1. Innowacje produktowe – polegające na wdrażaniu nowych lub istotnie ulepszonych produktów. Innowacyjny produkt powinien powstawać przy wykorzystaniu nowych lub udoskonalonych technologii. Proces modernizacji wyrobu powinien zapewnić uzyskanie lepszych cech technicznych (taktyczno-technicznych) lub funkcjonalności użytkowej.

2. Process innovations – which is introducing changes in the production technology, as well as managing the distribution of services while maintaining cost optimization, work organization or minimizing the impact on the environment. Process innovations also include the scope of supporting (auxiliary) activities in the areas of logistics, accounting and IT.
3. Organizational innovations – which is the modernization of organizational structures, procedures in the field of organization and management. Innovations in the field of work organization and the division of tasks and decision-making powers are a way to optimize management and maximize the use of human resources. The introduced changes may contribute to an increase in the effectiveness of the organization / enterprise, while having a positive impact on the organization and occupational health and safety.

All of the concepts considered meet the above definition requirements and can be treated as innovative solutions applicable in the fire protection system.

In terms of the system, at individual organizational levels of the rescue and firefighting system, an analysis and identification of threats is carried out, maintaining readiness to conduct rescue operations, undertaking actions limiting and eliminating fires, natural disasters, breakdowns, accidents, technical and chemical disasters, accidents, communication disasters, incidents requiring the use of specialized rescue equipment [4]. An integral part of the state security organization is the national firefighting and rescue system (KSRG). The system includes fire protection units, other services, inspections, guards, institutions and entities that have voluntarily agreed to cooperate in rescue operations under a civil law agreement. The organizer of KSRG is the Chief Commander of the State Fire Service, while the subjective and objective scope of management and the scope of its activities are specified in the Regulation of the Ministry of Science and Higher Education (MNiSW) on the detailed organization of the national firefighting and rescue system. The system covers only entities established to operate as part of an organized rescue and firefighting system and applies to rescue operations and auxiliary rescue operations that cover the entire territory of Poland. The main tasks of the national firefighting and rescue system include [5]:

- preparing the organizational and technical conditions for conducting activities by rescue and firefighting units of the State Fire Service and fire protection units included in this system,
- disposing of forces and resources of rescue and firefighting units and other units included in this system,
- determining the scope, methods and forms of operations by units during fires and natural disasters and cooperation with other units and rescue services in the elimination of local threats,
- undertaking organizational and technical initiatives to improve the alarm system and disposing of rescue and firefighting units.

Therefore it can be assumed that the national firefighting and rescue system is a set of organizational, planning, training,

2. Innowacje procesowe – polegające na wprowadzaniu zmian w technologii wytwarzania, a także zarządzania dystrybucją usług przy jednoczesnym zachowaniu optymalizacji kosztów, organizacji pracy lub minimalizacji wpływu na środowisko. Innowacje procesowe obejmują również zakres działalności wspomagającej (pomocniczej) w obszarach logistycznych, księgowości czy obszaru IT.
3. Innowacje organizacyjne – polegające na modernizacji struktur organizacyjnych, procedur postępowania w zakresie organizacji i zarządzania. Innowacje w zakresie organizacji pracy oraz podziału zadań i uprawnień decyzyjnych są sposobem na optymalizację zarządzania oraz maksymalizację wykorzystania zasobów ludzkich. Wprowadzone zmiany mogą przyczynić się do wzrostu efektywności funkcjonowania organizacji/przedsiębiorstwa, wywierając przy tym korzystny wpływ na organizację oraz bezpieczeństwo i higienę pracy.

Wszystkie z rozpatrywanych pojęć spełniają przedstawione powyżej wymagania definicyjne i mogą być traktowane jako rozwiązania innowacyjne znajdujące zastosowanie w systemie ochrony przeciwpożarowej.

W ujęciu systemowym na poszczególnych poziomach organizacyjnych systemu ratowniczo-gaśniczego dokonywana jest analiza i rozpoznawanie zagrożeń, utrzymywanie gotowości do prowadzenia działań ratowniczych, podejmowanie działań ograniczających i likwidujących pożary, klęski żywiołowe, awarie, wypadki i katastrofy techniczne oraz chemiczne, wypadki i katastrofy komunikacyjne, zdarzenia wymagające stosowania specjalistycznego sprzętu ratowniczego [4]. Integralną częścią organizacji bezpieczeństwa państwa jest krajowy system ratowniczo-gaśniczy (KSRG). System skupia jednostki ochrony przeciwpożarowej, inne służby, inspekcje, straże, instytucje oraz podmioty, które dobrowolnie w drodze umowy cywilnoprawnej zgodziły się współdziałać w akcjach ratowniczych. Organizatorem KSRG jest komendant główny Państwowej Straży Pożarnej, natomiast zakres podmiotowy i przedmiotowy kierowania oraz zakres jego działania określa rozporządzenie MNiSW w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. System obejmuje wyłącznie podmioty powołane do działania w ramach zorganizowanego systemu ratowniczo-gaśniczego i dotyczy działań ratowniczych oraz pomocniczych czynności ratowniczych, które swym zasięgiem obejmują obszar całej Polski. Do głównych zadań krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego należy [5]:

- przygotowanie organizacyjno-technicznych warunków prowadzenia działań przez jednostki ratowniczo-gaśnicze Państwowej Straży Pożarnej oraz jednostki ochrony przeciwpożarowej włączone do tego systemu,
- dysponowanie siłami i środkami jednostek ratowniczo-gaśniczych oraz innych włączonych do tego systemu,
- określenie zakresu, metod i form prowadzenia działań przez jednostki w czasie pożarów i klęsk żywiołowych oraz współdziałania z innymi jednostkami i służbami ratowniczymi przy likwidacji miejscowych zagrożeń,
- podejmowanie inicjatyw organizacyjno-technicznych usprawniających system alarmowania i dysponowania jednostkami ratowniczo-gaśniczymi.

and material-technical undertakings, carried out not only by the Chief Commander of the State Fire Service, but also by commanders of other field units and their subordinate and subordinate forces along with organizational elements into an appropriate, interdependent functional system that meets the following conditions:

- the forces and means, as well as the elements of the system, are organized in such a manner that they are related to each other in certain interdependencies,
- all the forces and means, as well as individual elements of the system, have specific tasks to fulfil and thus contribute to the performance of the proper function by the system (as a whole).

The Chief Commander of the State Fire Service supervises the activities of voivodship commanders and the functioning of organizational units. In this respect, his tasks include: appointing, determining the seats, standards for the number and equipment of rescue and firefighting units, periodic control of the activities of the units and defining patterns and methods of keeping documentation in subordinate units [6].

Performing these tasks [7] requires ensuring actual and formal safety for firefighters-rescuers and other participants of rescue and extinguishing operations. It is possible through the use of innovative techniques and technologies, which – used in rescue and firefighting operations – allow reducing the risk of an accident and failure, and due to rational technical solutions, they allow reducing or even completely eliminating injuries and overloads of the osteoarticular system.

Another way to achieve the planned effect, which is to increase the safety level of rescue and firefighting operations, is the selection of optimal organizational and technical methods, inter alia, in logistics activities. Logistic solutions in rescue operations in many aspects were adopted by analogy to the mechanisms functioning in the army [8].

Logistics as a field of business and science appeared relatively recently. Therefore, so far no precise definition has been formed defining the area of its interests. The definition of the meaning of logistics should also be specified in case of fire brigades. In this area, logistics is understood as planning, organizing and coordinating all processes supporting the effective and reliable implementation of the main process – in terms of systems theory as a logistic subsystem, i.e. as the implementation of all processes supporting rescue operations, including their supply.

Based on the above organizational and legal assumptions, in the article the authors presented examples of rescue and firefighting activities carried out by the State Fire Service/KSRG using innovative techniques and technologies, which were created as part of research and development projects, in which CNBOP-PIB was the leader or a member of the consortium:

1. Project 0013/R/ID2/2011/01 called "Optimization of procedures, dislocation of bases and improvement of technical solutions of equipment used by Polish rescue services in the field of counteracting natural hazards, with particular emphasis on floods – flood protection sleeves".

Można zatem przyjąć, że krajowy system ratowniczo-gaśniczy to zespół przedsięwzięć organizacyjno-planistycznych, szkoleniowych i materiałowo-technicznych, realizowanych nie tylko przez komendanta głównego Państwowej Straży Pożarnej, ale i komendantów pozostałych ogniw terenowych oraz podległych i podporządkowanych im sił wraz z elementami organizacyjnymi ujętymi w odpowiedni, współzależny układ funkcjonalny, który spełnia następujące warunki:

- siły i środki oraz elementy układu są zorganizowane tak, że pozostają ze sobą w określonych związkach współzależności,
- wszystkie siły i środki oraz poszczególne elementy układu mają do spełnienia określone zadania i przyczyniają się w ten sposób do wykonania przez system (jako całość) właściwej funkcji.

Komendant główny Państwowej Straży Pożarnej nadzoruje działalność komendantów wojewódzkich i funkcjonowanie jednostek organizacyjnych. W tym zakresie do jego zadań należy: powoływanie, ustalanie siedzib, norm liczebności i wyposażenia jednostek ratowniczo-gaśniczych, okresowa kontrola działalności jednostek oraz określenie wzorów i sposobów prowadzenia dokumentacji w jednostkach podległych [6].

Realizowanie tych zadań [7] wymaga zapewnienia faktycznego oraz formalnego bezpieczeństwa strażakom-ratownikom oraz innym uczestnikom działań ratowniczo-gaśniczych. Możliwe jest to poprzez zastosowanie innowacyjnych technik i technologii, które – wykorzystane w działaniach ratowniczo-gaśniczych – pozwalają na zmniejszenie ryzyka wystąpienia wypadku i awarii, a dzięki racjonalnym rozwiązaniom technicznym pozwalają na ograniczenie, a nawet całkowitą eliminację kontuzji i przeciążeń układu kostno-stawowego. Innym sposobem osiągnięcia planowanego efektu, jakim jest podniesienie poziomu bezpieczeństwa działań ratowniczo-gaśniczych, jest wybór optymalnych metod organizacyjno-technicznych między innymi w działaniach logistycznych. Rozwiązania logistyczne w działaniach ratowniczych w wielu aspektach przyjęte zostały przez analogię do mechanizmów funkcjonujących w wojsku [8].

Logistyka jako dziedzina biznesu i nauki pojawiła się stosunkowo niedawno. Dlatego też pojęcie to nie doczekało się jeszcze precyzyjnej definicji określającej obszar jego zainteresowań. Zdefiniowanie zakresu znaczeniowego logistyki należy określić także w przypadku działań straży pożarnej. W tym obszarze logistyka rozumiana jest jako planowanie, organizowanie i koordynowanie wszelkich procesów wspierających efektywną i niezawodną realizację procesu głównego – w ujęciu teorii systemów jako podsystem logistyczny, czyli jako realizacja wszelkich procesów wspierających działania ratownicze, w tym również ich zaopatrywanie.

Na podstawie powyższych założeń organizacyjno-prawnych autorzy zaprezentowali w artykule przykłady działań ratowniczo-gaśniczych realizowanych przez PSP/KSRG wykorzystujących innowacyjne techniki i technologie, które powstały w ramach projektów naukowo-badawczych i prac rozwojowych, w których CNBOP-PIB było liderem lub członkiem konsorcjum:

1. Projekt 0013/R/ID2/2011/01 pt. „Optymalizacja procedur, dyslokacji baz i doskonalenie rozwiązań technicznych sprzętu stosowanego przez polskie służby

2. Project DOBR BIO4/051/13087/2013 called "Development of a methodology for continuous supervision of the operation of selected areas of firefighting equipment in terms of reliability and effectiveness".
3. Project DOBR BIO4/047/13419/2013 called "A comprehensive logistic security system for multi-entity rescue operations".
4. Project DOB-BIO6/06/113/2014 called "Mobile turbine rescue and firefighting system".

Flood protection systems

For years, floods have been one of the most important research issues in the field of crisis management and civil protection. A scientific consortium led by CNBOP-PIB undertook the project 0013/R/ID2/2011/01 called "Optimization of procedures, dislocation of bases and improvement of technical solutions of equipment used by Polish rescue services in the field of counteracting natural hazards, with particular emphasis on floods - flood protection sleeves", under which:

- the flood protection sleeve was modified,
- the so-called specialized anti-flood kit (WZP) was developed,
- a local flood warning system (LSOP) was designed for the selected area,
- a training system in the field of flood protection employees was prepared for rescuers and public administration.

Work on the project was aimed at increasing the effectiveness in fighting floods by introducing new and innovative products and solutions. Project results made a decisive contribution to reducing the scope of logistics activities and facilitating the management of activities, as well as qualitatively and quantitatively reducing the possibilities of ergonomic and environmental hazards. The complex of these activities also allowed for a significant reduction of the risk of overloading the osteoarticular system in rescuers and a relative reduction in the time of implementation of protective measures. The tangible effects of the project include the development of an innovative flood protection sleeve and a specialized anti-flood kit consisting of a floating rescue vehicle (amphibious vehicle) named Wydra (ang. *otter*) and a trailer with flood control equipment. According to the design assumptions, the use of this vehicle is an excellent solution in the event of natural disasters such as floods, flooding, but also in situations where the lives of people and animals are at risk or property is evacuated. In addition to the above, it is possible to equip the vehicle with additional equipment that allows for maintenance works, such as desludging, mowing in hard-to-reach places, pushing sediments with the use of a winch or a blade. The vehicle is equipped with an innovative drive system, in which the diesel engine drives a highly efficient hydraulic pump that acts as a continuously variable transmission, driving the road wheels (speed on paved roads up to 50 km/h) and screw

ratownicze w zakresie przeciwdziałania zagrożeniom naturalnym ze szczególnym uwzględnieniem powodzi – rękawy przeciwpowodziowe".
2. Projekt DOBR BIO4/051/13087/2013 pt. „Opracowanie metodologii stałego nadzoru eksploatacji wybranych obszarów wyposażenia straży pożarnej w zakresie niezawodności i skuteczności działania".
3. Projekt DOBR BIO4/047/13419/2013 pt. „System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych".
4. Projekt DOB-BIO6/06/113/2014 pt. „Mobilny turbinowy system ratowniczo-gaśniczy".

Systemy przeciwpowodziowe

Powodzie od lat należą do najważniejszych zagadnień badawczych w obszarze zarządzania kryzysowego i ochrony ludności. Konsorcjum naukowe, którego liderem było CNBOP-PIB, podjęło się realizacji projektu 0013/R/ID2/2011/01 pt. „Optymalizacja procedur, dyslokacji baz i doskonalenie rozwiązań technicznych sprzętu stosowanego przez polskie służby ratownicze w zakresie przeciwdziałania zagrożeniom naturalnym ze szczególnym uwzględnieniem powodzi – rękawy przeciwpowodziowe", w ramach którego:

- dokonano modyfikacji rękawa przeciwpowodziowego,
- opracowano tzw. wyspecjalizowany zestaw przeciwpowodziowy (WZP),
- zaprojektowano lokalny system ostrzegania przed powodzią (LSOP) dla wybranego obszaru,
- przygotowano system szkoleń dla ratowników i pracowników administracji publicznej z zakresu ochrony przeciwpowodziowej.

Prace nad projektem miały na celu zwiększenie skuteczności w walce z powodziami poprzez wprowadzenie nowych i innowacyjnych produktów i rozwiązań. Wyniki projektu w zdecydowany sposób przyczyniły się do zmniejszenia zakresu działań logistycznych i ułatwienia zarządzania działaniami oraz jakościowego i ilościowego ograniczenia możliwości zagrożeń ergonomicznych i środowiskowych. Kompleks tych działań pozwolił także na istotne ograniczenie zagrożenia powstania przeciążeń układu kostno-stawowego u ratowników oraz relatywne skrócenie czasu realizacji działań zabezpieczających. Jako wymierne efekty projektu należy uznać opracowanie innowacyjnego rękawa przeciwpowodziowego oraz wyspecjalizowanego zestawu przeciwpowodziowego składającego się z pływającego pojazdu ratowniczego (amfibii) o nazwie Wydra oraz przyczepy ze sprzętem do prowadzenia akcji przeciwpowodziowej. Zgodnie z założeniami projektowymi użycie tego pojazdu stanowi doskonałe rozwiązanie w przypadku klęsk żywiołowych, takich jak powodzie, podtopienia, ale także w sytuacji zagrożenia życia ludzi i zwierząt lub ewakuacji dobytku. Oprócz powyższych działań przewidziano możliwość wyposażenia pojazdu w dodatkowy sprzęt pozwalający na prace konserwacyjne, takie jak odmulanie, koszenie w trudno dostępnych miejscach, spychanie osadów przy wykorzystaniu wyciągarki czy lemiesza. Pojazd wyposażono w innowacyjny układ napędowy, w którym silnik wysokoprężny napędza wysoko

propellers when driving on water (speed up to approx. 10 km/h). The crew of the amphibious vehicle consists of three people, its load capacity allows to carry 3 tons of cargo, and on land it has a range of 500 km.

wydajną pompę hydrauliczną spełniającą rolę przekładni bezstopniowej, napędzającej koła jezdne (prędkość po drogach utwardzonych do 50 km/godz.) oraz pędniki śrubowe w przypadku poruszania się po wodzie (prędkość do ok.10 km/godz.). Załogę amfibii stanowią trzy osoby, jej ładowność pozwala na przewożenie 3 ton ładunku, na lądzie posiada zasięg 500 km.

Figure 1. Floating rescue vehicle named Wydra (ang. *otter*)
Rycina 1. Pływający pojazd ratowniczy o nazwie Wydra
Source: Photo by P. Suchorab, D. Riegert.
Źródło: Fot. P. Suchorab, D. Riegert.

One of the rescue activities as part of the flood control actions is the construction of flood dams with the use of flood protection sleeves. The dams are an alternative to traditional sandbags, while the use of flood protection sleeves increases the effectiveness of preventive measures aimed at preventing flooding. The main advantages of dams constructed from water-filled flood sleeves developed under the project are [9]:

- quick and easy assembly and disassembly of the dams,
- the possibility of multiple use,
- the possibility of building any configuration and shape of the dams,
- the possibility of increasing the height of dams, e.g. through the so-called pyramidal system.

During the project functional tests were also conducted which showed that it takes 7.5 min. to fill a single 10 m long sleeve. In turn, it takes as much as 45 min. to build a dam of the same size, which consists of sandbags, and requires the use of over 100 sandbags. The sleeves are made of a three-component polyethylene film of appropriate thickness (see Figure 2). The structure consists of an outer sleeve with a pin-shaped inner sleeve that is twice as long inside. Due to this solution, after filling with water, the sleeve is not only stable, does not roll off the bank or shafts, but also can be placed on surfaces with various inclinations. A standard sleeve is 10 m long. It can be filled with water from flooded areas with the help of for instance floating pumps. After filling up with water, the sleeve is approx. 40 cm high [10].

Jednym z działań ratowniczych w ramach akcji przeciwpowodziowych jest budowa zapór przeciwpowodziowych z wykorzystaniem rękawów przeciwpowodziowych. Zapory stanowią alternatywę dla tradycyjnych worków z piaskiem, natomiast użycie rękawów przeciwpowodziowych podnosi efektywność działań profilaktycznych mających na celu zabezpieczenie przed powodzią. Główne zalety zapór przeciwpowodziowych budowanych z napełnianych wodą rękawów powodziowych powstałych w ramach projektu to [9]:

- szybki i łatwy montaż oraz demontaż zapór,
- możliwość wielokrotnego użycia,
- możliwość budowania dowolnej konfiguracji i kształtów zapór,
- możliwość zwiększenia wysokości zapór np. poprzez tzw. system piramidalny.

W ramach projektu przeprowadzono także badania funkcjonalności, które wykazały, że napełnienie jednego rękawa o długości 10 m zajmuje 7,5 min. Z kolei do ułożenia zapory o takich samych rozmiarach, która składa się z worków z piaskiem, potrzeba aż 45 min. i wymaga ułożenia ponad 100 worków z piaskiem. Rękawy zbudowane są z odpowiedniej grubości trójskładnikowej folii polietylenowej (zob. ryc. 2). Konstrukcja składa się z rękawa zewnętrznego, w którego środku został umieszczony dwukrotnie dłuższy rękaw wewnętrzny w kształcie agrafki. Dzięki temu po napełnieniu wodą rękaw nie tylko jest stabilny, nie stacza się z brzegu czy wałów, ale także może być umieszczany na powierzchniach o różnym nachyleniu. Standardowo rękaw ma 10 m długości. Można go napełnić wodą z zalanych terenów za pomocą m.in. pomp pływających. Po uzupełnieniu wodą rękaw ma ok. 40 cm wysokości [10].

Figure 2. Flood protection sleeve
Rycina 2. Rękaw przeciwpowodziowy
Source: Photo by P. Suchorab, D. Riegert.
Źródło: Fot. P. Suchorab, D. Riegert.

The advantage of flood protection sleeves is the fact that only a few people (2 or 3 people) are needed to arrange one 10 m long sleeve, while the time to fill the sleeve with water is from 4 to 5 minutes. The sleeve prepared in this manner replaces the traditional dam made of 170 sand bags, which is made by many people within 1 hour [11]. Research suggests that in order to build a traditional 100-meter dam in two hours, 350 rescuers should be involved, 11 buses should be arranged to bring them, and 14,000 sand bags and 47 sand trucks should be provided. In case of flood sleeves, it was calculated that in order to build an embankment of the same length at the same time, 4 rescuers, 1 motor pump e.g. floating or portable pump for polluted water, 10 sleeve modules of 10 m long and 1 passenger car/off-road car with a trailer are needed, on which the sleeves will be brought along with the necessary equipment. One of the dams designed to protect the area against flooding is the Polish mobile dam manufactured by Protan Elmark with technical approval ITP AT/18-2012-0054-00.

Activity management support systems

An example of a complex approach to managing the operation of equipment used in fire brigades is an IT system with a system of technical diagnostics of fire brigade equipment. The system was created as part of the financed by NCBiR project No. DOBR BIO4/051/13087/2013 called "Development of a methodology for continuous supervision of the operation of selected areas of firefighting equipment in terms of reliability and effectiveness", where CNBOP-PIB was the leader. The aim of the project was to develop advanced information technologies supporting crisis management and rescue. The assumption of the technology demonstrator was to collect and process data as well as to support logistic tasks in the field of servicing and purchasing emergency equipment. The use of solutions implemented during the project will increase the reliability of rescue equipment, which in turn will translate into an increase in the readiness of the fire brigade to undertake rescue and firefighting actions. The selected data or entire raports go directly to the system used to build crisis management plans. Both systems can be interconnected within the scope defined on the basis of the requirements defined in the methodology of creating crisis management plans. In addition, with the help of the tool, it will be possible to obtain data for future command systems of rescue operation.

The demonstrator of the technical diagnostics system for the fire brigade equipment consists of:

- a sensor system monitoring the status of selected devices,
- a communication system that allows for real-time transmission of data obtained from sensors to an IT system under operational conditions and enables remote access to the created system,
- an IT system that collects and processes data and supports logistic tasks in the field of servicing and purchasing emergency equipment.

Zaletą rękawów przeciwpowodziowych jest fakt, że do ułożenia jednego rękawa o długości 10 m potrzeba zaledwie kilku ludzi (2 lub 3 osoby), natomiast czas napełnienia rękawa wodą wynosi od 4 do 5 min. Tak przygotowany rękaw zastępuje tradycyjną zaporę wykonaną ze 170 worków z piaskiem, wykonywaną przez wielu ludzi w ciągu 1 godz. [11]. Badania sugerują, że do zbudowania tradycyjnej zapory o długości 100 m w dwie godziny należy zaangażować 350 ratowników, użyć 11 autobusów do ich przywiezienia oraz wykorzystać 14 000 worków wypełnionych piaskiem i 47 ciężarówek piasku. W przypadku rękawów powodziowych wyliczono natomiast, że do zbudowania w tym samym czasie wału o tej samej długości potrzeba 4 ratowników, 1 motopompy np. pływającej lub przenośnej do wody zanieczyszczonej, 10 modułów rękawów o długości 10 m oraz 1 samochodu osobowego/terenowego z przyczepą, na której zostaną przywiezione rękawy wraz z niezbędnym oprzyrządowaniem. Jedną z zapór przeznaczonych do ochrony terenu przed zalaniem jest polska zapora mobilna firmy Protan Elmark posiadająca aprobatę techniczną ITP AT/18-2012-0054-00.

Systemy wspomagania zarządzaniem działaniami

Przykładem kompleksowego podejścia do zarządzania eksploatacją sprzętu wykorzystywanego w strażach pożarnych jest system informatyczny wraz z systemem diagnostyki technicznej środków wyposażenia straży pożarnej. System został stworzony w ramach finansowanego przez NCBiR projektu nr DOBR BIO4/051/13087/2013 pt. „Opracowanie metodologii stałego nadzoru eksploatacji wybranych obszarów wyposażenia straży pożarnej w zakresie niezawodności i skuteczności działania", którego liderem było CNBOP-PIB. Celem projektu było opracowanie zaawansowanych technologii informatycznych wspomagających zarządzanie kryzysowe i ratownictwo. Założeniem demonstratora technologii było zarówno zbieranie i przetwarzanie danych, jak i wspieranie zadań logistycznych w zakresie serwisowania oraz zakupów sprzętu ratowniczego. Zastosowanie rozwiązań wdrożonych podczas projektu miało na celu zwiększenie niezawodności sprzętu ratowniczego, co z kolei przełoży się na większą gotowość straży pożarnej do podejmowania działań ratowniczo-gaśniczych. Wybrane dane lub całe raporty trafiają bezpośrednio do systemu służącego budowie planów zarządzania kryzysowego. Systemy te mogą być ze sobą sprzężone w zakresie określonym na podstawie wymagań zdefiniowanych w metodologii budowy planów zarządzania kryzysowego. Ponadto z systemu będzie można pobrać dane do budowanych w przyszłości systemów dowodzenia działaniami ratowniczymi.

Demonstrator systemu diagnostyki technicznej wyposażenia straży pożarnej jest zbudowany z:

- systemu sensorów monitorujący stan wybranych urządzeń,
- systemu łączności pozwalającego na przesyłanie na bieżąco w warunkach operacyjnych danych pozyskanych z sensorów do systemu informatycznego oraz umożliwiającego zdalny dostęp do stworzonego systemu,
- systemu informatycznego zbierającego i przetwarzającego dane oraz wspierającego zadania logistyczne w zakresie serwisowania oraz zakupu sprzętu ratowniczego.

The created technical diagnostics system allows for:

- constant monitoring of the operation of the selected equipment with the use of sensors designed and manufactured under the project, mounted on the tested devices,
- effective use of information collected with the use of the developed technologies (also with the use of other sources, e.g. Decision Support System (SWD)) by means of a tool for their effective storage and management using an open application platform for general purpose data processing and storage,
- effective management and presentation of collected information using a dedicated module, in which data collected from various sources can be viewed in the form of specially created reports and charts. Additionally, it is possible to visualize spatial information on 2D maps,
- creating a server site of the system responsible for processing the information flowing from many sources, their safe storage and its haring with authorized customers in order to present the collected data and effectively manage it,
- creating a modular client application in which information collected from various sources can be seen in the form of specially created reports and charts. Additionally, it is possible to visualize spatial information on 2D maps,
- using the data obtained from the technical diagnostics system to support logistic activities. Collection of statistical data such as the average time of operation between failures in order to forecast the wear of equipment in rescue and firefighting units that will not be covered by the monitoring system,
- manual entry of records of new fire brigades into the system, together with a list of equipment owned and its wear status, as well as updating the equipment database after rescue operations or technical services.

During tests the system user, on the basis of the data from the current records, equipment elements, reports on the use of equipment during PSP activities, laboratory tests and sensors installed on the equipment, can develop:

- operational forecasts, and on their basis reports helpful in making logistic decisions,
- a list of items of equipment that are likely to fail soon and require servicing. It is also possible to indicate units in which equipment failure may occur in the near future. Such a report allows to determine logistic activities that allow individual units to be supplied with new equipment or to prevent failure of owned equipment,
- a list of models of a given type of equipment (motor pumps, power generators, etc.), sorted by failure rate. The report allows to identify equipment models that are most susceptible to damage or have the longest operation time,
- list of equipment sorted by cost of usage (e.g. gross cost per hour). Due to determining the dependence of the time of continuous operation on failure rate (e.g. assuming that a device that is often turned on for a short time,

Powstały system diagnostyki technicznej pozwala na:

- stały monitoring eksploatacji wybranego sprzętu za pomocą zaprojektowanych i wykonanych w ramach projektu sensorów montowanych na badanych urządzeniach,
- skuteczne wykorzystanie informacji zebranych przy użyciu opracowanych technologii (również z użyciem innych źródeł np. programu SWD) za pomocą narzędzia do ich efektywnego przechowywania oraz zarządzania przy wykorzystaniu otwartej platformy aplikacyjnej do przetwarzania i przechowywania danych ogólnego przeznaczenia,
- efektywne zarządzanie i prezentację zgromadzonych informacji za pomocą dedykowanego modułu, w którym dane zgromadzone z różnych źródeł można zobaczyć w postaci specjalnie utworzonych raportów oraz wykresów. Dodatkowo możliwa jest wizualizacja informacji przestrzennych na mapach 2d,
- utworzenie strony serwerowej systemu odpowiadającej za przetwarzanie spływających z wielu źródeł informacji, ich bezpieczne składowanie oraz udostępnianie autoryzowanym klientom w celu prezentacji zgromadzonych danych i efektywnego zarządzania nimi,
- utworzenie modułowej aplikacji klienckiej, w której informacje zgromadzone z różnych źródeł można zobaczyć w postaci specjalnie utworzonych raportów oraz wykresów, dodatkowo możliwa będzie wizualizacja informacji przestrzennych na mapach 2d,
- wykorzystanie danych otrzymanych z systemu diagnostyki technicznej do wspomagania działań logistycznych. Zbieranie danych statystycznych takich jak średni czas działania pomiędzy awariami w celu prognozowania zużycia sprzętu w jednostkach ratowniczo-gaśniczych, które nie zostaną objęte systemem monitoringu,
- możliwość ręcznego wprowadzania do systemu ewidencji nowych jednostek straży pożarnej razem z listą rodzaju posiadanego sprzętu oraz stanu jego zużycia, a także prowadzenia aktualizacji bazy sprzętu po akcjach ratowniczych lub serwisach technicznych.

Podczas badań użytkownik systemu na podstawie danych z bieżącej ewidencji, elementów wyposażenia, raportów dot. użyciu sprzętu podczas akcji PSP, testów laboratoryjnych oraz sensorów zainstalowanych na sprzęcie może opracować:

- prognozy eksploatacyjne, a na ich podstawie raporty pomocne przy podejmowaniu decyzji logistycznych,
- listę elementów wyposażenia, które prawdopodobnie wkrótce ulegną uszkodzeniu i będą wymagały serwisowania. Możliwe jest także wskazanie jednostek, w których w najbliższym czasie może dojść do awarii sprzętu. Taki raport pozwala określić działania logistyczne pozwalające na zaopatrzenie poszczególnych jednostek w nowy sprzęt albo zapobiec wystąpieniu awarii w przypadku posiadanego sprzętu,
- listę modeli sprzętu danego typu (motopompy, agregaty prądotwórcze itp.), posortowanych względem awaryjności. Raport pozwala zidentyfikować modele sprzętu najbardziej podatne na uszkodzenia albo działające najdłużej,
- listę sprzętu posortowaną względem kosztu eksploatacji

breaks down faster than a device that operates continuously), it is possible to select an appropriate type of devices for specific applications.

A similar concept was presented during the implementation of the project No. DOBR BIO4/047/13419/2013 called "A comprehensive logistic security system for multi-entity rescue operations", which resulted in creating a tool for the implementation of management activities that allowed avoiding errors in making logistic decisions, and consequently operational ones. The developed IT tool of the logistics security system allows for [12]:

- keeping records of resources and logistic possibilities available during the rescue operation,
- generating logistic documentation performed during a rescue operation,
- generating directive documentation for the person managing rescue operations (KDR),
- generating necessary supporting documentation.

An extremely important aspect of the created IT system as part of the implementation of this project is the ability to easily and quickly verify the forces and resources of all entities directly involved in the multi-entity rescue operation, as well as resources constituting reserve equipment, which can be used both to increase the quality and shorten action time, as well as to replace damaged equipment. An additional, equally important functionality of the created logistics system is the reporting module. This module is indispensable at the time of changes in the command post – because the current reporting methods are very time-consuming and mainly carried out in paper version. In the new system, the reporting module, in addition to the option of creating a paper version of the documentation, gives the possibility of an immediate preview of what forces and resources are available including the location on the map and the new operation commander receives up-to-date information in real time [12].

The applied ICT system, in conjunction with wireless telecommunications means and portable devices such as smartphones and tablets, can be used to support the work of a wide group of people involved in rescue operations. It is particularly interesting to support the work of the commander of the rescue activities during long-term rescue operations, which are often characterized by the necessity to coordinate the actions of various entities, as well as groups of people not equipped with their own telecommunications means. Long – counted in days or even weeks – time of activities brings to the front the need to ensure deliveries and fulfil logistic needs. Even the best trained and highly motivated people cannot operate effectively without adequate resources, including consumables, fuel, water and food. It is also important to accommodate people, including evacuees. In such activities, it is useful to use a centralized database to quickly and automatically calculate the logistic needs of individual entities and to prepare reports and documentation describing the course of activities. An additional advantage of the ICT system is the presentation of all data in real time on a map, which can be extremely useful in making quick and accurate decisions [12].

(np. kosztu brutto godziny pracy). Dzięki wyznaczeniu zależności czasu ciągłej pracy od awaryjności (np. przy założeniu, że urządzenie, które jest często włączane na krótki czas, psuje się szybciej niż pracujące w trybie ciągłym) można dobierać odpowiedni typ urządzeń do konkretnych zastosowań.

Podobną koncepcję zaprezentowano przy realizacji projektu nr DOBR BIO4/047/13419/2013 pt. „System kompleksowego zabezpieczenia logistycznego wielopodmiotowych akcji ratowniczych", którego efektem było narzędzie do realizacji działań zarządczych pozwalające na uniknięcie błędów w podejmowaniu decyzji logistycznych, a w konsekwencji operacyjnych. Powstałe narzędzie informatyczne systemu zabezpieczenia logistycznego pozwala na [12]:

- prowadzenie ewidencji zasobów i możliwości logistycznych dostępnych podczas trwania akcji ratowniczej,
- generowanie dokumentacji logistycznej wykonywanej podczas akcji ratowniczej,
- generowanie dokumentacji dyrektywnej kierującego działaniami ratowniczymi (KDR),
- generowanie niezbędnej dokumentacji pomocniczej.

Niezmiernie ważnym aspektem sytemu informatycznego powstałego w ramach realizacji tego projektu jest możliwość łatwego i szybkiego sprawdzenia sił i środków wszystkich podmiotów biorących bezpośredni udział w prowadzonej wielopodmiotowej akcji ratowniczej, a także zasobów stanowiących rezerwowe zaplecze sprzętowe, które może zostać wykorzystane zarówno w celu zwiększenia jakości i skrócenia czasu akcji, jak też zastąpienia uszkodzonego sprzętu. Dodatkową, równie istotną funkcjonalnością utworzonego systemu logistycznego jest moduł raportowania. Moduł ten jest niezbędny w momencie zaistnienia zmian na stanowisku dowodzenia, ponieważ dotychczas stosowane sposoby raportowania są bardzo czasochłonne i w głównej mierze prowadzone w wersji papierowej. W nowym systemie moduł raportowania, poza możliwością tworzenia wersji papierowej dokumentacji, daje możliwość natychmiastowego podglądu, jakie siły i środki są do dyspozycji łącznie z rozmieszczeniem na mapie, a nowy dowodzący akcją otrzymuje aktualną informację w czasie rzeczywistym [12].

Zastosowany system teleinformatyczny, w połączeniu z bezprzewodową komunikacją i przenośnymi urządzeniami typu smartfon i tablet, może posłużyć do wspomagania pracy szerokiej grupy osób zaangażowanych w prowadzenie działań ratowniczych. Szczególnie interesujące jest wspomaganie pracy kierującego działaniami ratowniczymi w czasie długotrwałych akcji ratowniczych, które często charakteryzują się koniecznością koordynacji działań różnych podmiotów, a także grup osób niewyposażonych we własne środki telekomunikacji. Długi – liczony w dniach, a nawet tygodniach – czas działań wysuwa na pierwszy plan konieczność zapewnienia dostaw i realizacji potrzeb logistycznych. Nawet najlepiej przeszkoleni i silnie zmotywowani ludzie nie są w stanie skutecznie działać bez zapewnienia im odpowiednich środków, w tym materiałów eksploatacyjnych, paliwa, wody i żywności. Ważna jest również kwestia zakwaterowania osób, w tym osób ewakuowanych. W tego typu działaniach przydatne jest wykorzystanie scentralizowanej bazy danych do szybkiego i automatycznego przeliczania potrzeb logistycznych poszczególnych

According to the authors, the conclusions of the two projects mentioned above confirm the need to modify the management of rescue and firefighting activities and to introduce tools supporting the management of activities with the use of IT systems operating in parallel with the existing SWD-ST system (Decision Support System – ICT System) used in PSP/KSRG units. This tool is available in version 2.5 (county/city commands) and version 3.0 (provincial headquarters, PSP Headquarters). SWD-ST supports a large area of the State Fire Service's activity, with particular emphasis on the tasks carried out by operational departments. They include, among others:

- Departure Register module – supporting the duty service in handling emergency notifications, coordination of activities;
- EWID module – preparing information from an event;
- ST statements module supporting the performance of analytical and statistical operations.

The tool proposed by the authors allows for optimal management of the operation of the equipment subject to monitoring, both in technical, operational and tactical terms, and the automatic reporting system used offers those interested at every level of command to obtain objective data in real time without the need to involve additional people to supervise and provide data. At the same time, it is possible to verify the operating costs of the monitored equipment, taking into account actual data and forecasts of the technical condition (including technical inspections and forecast repairs and resources).

Innovative extinguishing systems

An example of the use of innovative technologies in firefighting and rescue operations by fire protection units is a technology demonstrator created under the project No. DOB-BIO6/06/113/2014 called "Mobile turbine rescue and firefighting system (MTSRG)", i.e. a multifunctional fire truck built on MAN TGM 18.290 (4x4) chassis. The body was designed as a modular structure. The first element is a fire extinguishing unit with a A60/8 fire engine compartment and a 1000 dm^3 tank for the foam concentrate, the second – a fire extinguishing turbine. The extinguishing turbine is mounted on a special construction that allows it to work in different positions in relation to the vehicle. The angle of rotation in the horizontal plane is ± 90° from the axis of the vehicle. The angle of rotation of the work platform in the vertical plane is -10° to + 30°. Change of position is performed remotely by hydraulic systems. Access to permanently installed equipment and portable equipment is possible through seven lockable shutters and from working platforms located on the sides of the vehicle (see Figure 3). The roof of

podmiotów oraz przygotowania raportów i dokumentacji opisującej przebieg prowadzonych działań. Dodatkowym atutem systemu teleinformatycznego jest prezentacja wszystkich danych w czasie rzeczywistym na mapie, co może być niezwykle przydatne przy podejmowaniu szybkich i trafnych decyzji [12].

Zdaniem autorów wnioski z dwóch przywołanych wyżej projektów potwierdzają konieczność modyfikacji zarządzania działaniami ratowniczo-gaśniczymi oraz wprowadzenia do stosowania narzędzi wspomagających zarządzanie działaniami z wykorzystaniem systemów informatycznych równolegle funkcjonujących z systemem wspomagania decyzji – systemem teleinformatycznym (SWD-ST) wykorzystywanym w jednostkach PSP/KSRG. Narzędzie to występuje w wersji 2.5 (komendy powiatowe/miejskie) i wersji 3.0 (komendy wojewódzkie, KG PSP). SWD-ST wspomaga duży obszar działalności PSP, ze szczególnym uwzględnieniem zadań realizowanych przez wydziały operacyjne. Zaliczamy do nich m.in.:

- moduł Rejestr Wyjazdów – wspomaganie służby dyżurnej w obsłudze zgłoszeń alarmowych, koordynacja działań;
- moduł EWID – sporządzanie informacji ze zdarzenia;
- moduł Zestawienia-ST wspomagający wykonywanie operacji analityczno-statystycznych.

Narzędzie proponowane przez autorów pozwala na optymalne zarządzanie eksploatacją sprzętu objętego monitoringiem zarówno pod względem technicznym, jak i operacyjno-taktycznym, a zastosowany system automatycznego raportowania oferuje zainteresowanym na każdym szczeblu dowodzenia pozyskanie obiektywnych danych w czasie rzeczywistym bez konieczności angażowania dodatkowych osób do tej pracy. Jednocześnie system pozwala na weryfikację kosztów eksploatacji monitorowanego sprzętu, uwzględniając dane rzeczywistych oraz prognozy stanu technicznego (łącznie z przeglądami technicznymi i prognozowanymi naprawami i resursami).

Innowacyjne systemy gaśnicze

Przykład wykorzystania innowacyjnych technologii w działaniach ratowniczo-gaśniczych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej stanowi demonstrator technologii powstały w ramach projektu nr DOB-BIO6/06/113/2014 pt. „Mobilny turbinowy system ratowniczo-gaśniczy (MTSRG)", którym jest wielofunkcyjny samochód pożarniczy zabudowany na podwoziu MAN TGM 18.290 (4x4). Nadwozie pojazdu zaprojektowano jako konstrukcję modułową. Pierwszy element stanowi zabudowa pożarnicza z przedziałem autopompy A60/8 i zbiornikiem na środek pianotwórczy o pojemności 1000 dm^3, drugi – zabudowa turbiny gaśniczej. Turbina gaśnicza zamontowana jest na specjalnej konstrukcji pozwalającej na pracę w różnych pozycjach w stosunku do pojazdu. Kąt obrotu w płaszczyźnie poziomej wynosi ± 90° względem osi pojazdu. Kąt obrotu platformy roboczej w płaszczyźnie pionowej wynosi -10° do +30°. Zmiana położenia jest realizowana zdalnie poprzez układy hydrauliczne. Dostęp do wyposażenia zamontowanego na stałe oraz sprzętu przenośnego jest możliwy z podestów roboczych

the fire vehicle is structurally prepared for the transport of parts of the vehicle's fire equipment.

umiejscowionych po bokach pojazdu oraz przez siedem zamykanych żaluzji (zob. ryc. 3). Dach zabudowy pożarniczej, konstrukcyjnie przygotowany jest do przewożenia części wyposażenia pożarniczego samochodu.

Figure 3. MTSRG general view
Rycina 3. MTSRG widok ogólny
Source: CNBOP-PIB archive.
Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

A tank for aviation fuel with a capacity of 1000 dm^3 with its own filling system, enabling refuelling independent of the operating state of the turbine, provides 60 minutes of continuous operation time of the turbine engine. The vehicle has an installed system for providing extinguishing powders to the area of the turbine outlet. The power supply of the powder heads is compatible with the systems and technical parameters of powder vehicles used in fire protection units. According to the assumptions, the MTSRG is intended for firefighting, cooling of technological installations, ventilation of tunnels, mass decontamination, containment and liquidation limitation. Contrary to the turbine rescue and extinguishing systems used in other countries, the proposed solution has a powder supply system.

The analysis of the results of field tests carried out during the implementation of the project called „Mobile turbine rescue and firefighting system (MTSRG)" leads to the following statements [13–15]:

1. The introduction of a powder stream into the gases produced by the turbine works independently of the water system. The powder heads were installed adjacent to the outlet of the exhaust gas turbine. The delivery system of the extinguishing powder provides for the use of powder vehicles as a source of the extinguishing agent. The connection of the external power supply, powder heads and the diameter of the supply lines are compatible with the systems and technical parameters of powder vehicles used in fire protection units.
2. When assessing the effectiveness of activities carried out by MTSRG in comparison to the effectiveness of activities carried out with standard techniques using typical equipment, it can be concluded that the range of extinguishing currents from the turbine vehicle allows performing the actions in attack or defence (or cover), to which – under normal operating conditions – it would be necessary to send about 90 rescuers (assuming that one fire extinguishing current is served by one group). Assuming that one team can deliver two extinguishing

Zbiornik na paliwo lotnicze o pojemności 1000 dm^3 z własnym system napełnienia, umożliwiającym tankowanie niezależne od stanu pracy turbiny, zapewnia 60 min. czasu pracy ciągłej silnika turbinowego. Pojazd posiada zainstalowany system podawania proszków gaśniczych w obszar wylotu turbiny. Zasilanie głowic proszkowych jest kompatybilne z układami i parametrami technicznymi samochodów proszkowych stosowanych w jednostkach ochrony przeciwpożarowej. Zgodnie z założeniami MTSRG przeznaczony jest do zwalczania pożarów, schładzania instalacji technologicznych, przewietrzania tuneli, dekontaminacji masowej, ograniczenia rozprzestrzeniania się i likwidacji skażeń. W odróżnieniu od stosowanych w innych państwach turbinowych systemów ratowniczo-gaśniczych zaproponowane rozwiązanie posiada system zasilania proszkiem gaśniczym.

Analiza wyników badań poligonowych powstałych przy realizacji projektu pt. „Mobilny turbinowy system ratowniczo-gaśniczy (MTSRG)", prowadzi do poniższych stwierdzeń [13–15]:

1. Wprowadzenie strumienia proszku do gazów wytwarzanych przez turbinę działa niezależnie od układu wodnego. Głowice proszkowe zostały zamontowane w sąsiedztwie wylotu turbiny wytwarzającej gazy spalinowe. System podawania proszków gaśniczych przewiduje wykorzystanie samochodów proszkowych jako źródła środka gaśniczego. Przyłącze zewnętrznego zasilania i głowic proszkowych oraz średnica przewodów zasilających jest kompatybilna z układami i parametrami technicznymi samochodów proszkowych stosowanych w jednostkach ochrony przeciwpożarowej.
2. Oceniając efektywność działań realizowanych przez MTSRG w porównaniu do efektywności działań standardowymi technikami z wykorzystaniem typowego sprzętu i wyposażenia dochodzimy do wniosku, że zasięg prądów gaśniczych z samochodu turbinowego pozwala wykonać działania w natarciu lub obronie (względnie osłonie), do których trzeba byłoby skierować w normalnych warunkach działań ok. 90 ratowników (przy założeniu, że jeden prąd gaśniczy obsługuje jedna rota). Przyjmując, że jeden zastęp może

currents during the action, in order to provide an equivalent amount of water to the fire environment with extinguishing currents it would be necessary to use 30 extinguishing currents (30 x 200 l/min = 6,000 l/min), which corresponds to the power of 15 teams (90 rescuers). The range of the dispersed extinguishing currents for a Turbojet nozzle is a maximum of 15 m, and in the case of a 2400 l/min cannon, the range of the dispersed current is 25 m, with a larger average droplet diameter [16].

3. In case of MTSRG, the maximum range was approx. 100 m, and the effective range for various directions and wind – approx. 60 m, which increases its extinguishing efficiency compared to standard methods of extinguishing operations. In addition, the range of the extinguishing current significantly reduces the impact of the heat stream and the action of toxic fire gases on the rescuers. Due to the highly turbulent stream of exhaust gases, which transport the extinguishing agent dispersed by means of the heads (water or water with the addition of wetting agents or foaming agents), it is further dispersed. As a result, we obtain a mobile fire extinguishing device:
   – in large rooms, of surfaces, warehouses, including high storage areas, tunnels, for eliminating chemical hazards.

MTSRG uses the experience of operating similar fire extinguishing systems in other countries and takes into account the expectations of PSP as an end user. The applied solutions should ensure the expected mobility and efficiency as well as compatibility with extinguishing technologies used by rescue and firefighting units. MTSRG was also created with the idea of using the technology as economically as possible – considering the conditions of a turbine engine – while maintaining the universal solution. Field tests of extinguishing efficiency have shown some limitations in extinguishing group A fires. However, the use of the installed fire cannon compensates for the limitations in the extinguishing efficiency of the turbine engine. The application of a drop current or short circuit current ensures adequate wetting of the extinguished/protected material. The above limitations of the effectiveness of extinguishing group A fires do not prevent – while maintaining an appropriate foam density and feeding at an appropriate distance – the use of the system to prevent the spread of forest apex fire as part of the defence and security measures.

During the tests, it was found that the quality of the foaming agent used had an impact on the obtained results. The tests confirmed the effective extinguishing of group B fires. In this case, the extinguishing efficiency also depends on setting the MTSRG in the direction of the wind, which is related to the low value of the mean surface diameter of the droplets (only 100 μm) and their susceptibility to the wind drift. Setting the turbine at an angle of 15° and 30° in relation to the ground resulted in a shorter throw range, improving the parameters for the elimination of spatial clouds of toxic industrial agents. As demonstrated for the Turbolösher II vehicle simulation [17], efficiency is primarily achieved by a significant volume of the ejected cloud-diluting turbine exhaust gas. Surface sorption at the phase boundary constitutes a smaller share, and the efficiency increases with

podawać podczas akcji dwa prądy gaśnicze, tak aby podać równoważną ilość wody do środowiska pożaru prądami gaśniczymi potrzebne byłoby zastosowanie 30 prądów gaśniczych (30 x 200 l/min = 6000 l/min), co odpowiada sile 15 zastępów (90 ratowników). Zasięg rozproszonych prądów gaśniczych dla prądownicy typu Turbojet wynosi maksymalnie 15 m, a w przypadku działka o wydajności 2400 l/min zasięg prądu rozproszonego wynosi 25 m i to przy większej przeciętnej średnicy kropel [16].

3. W przypadku MTSRG zasięg maksymalny wynosił ok. 100 m, a zasięg skuteczny dla różnych kierunków i wiatru – ok. 60 m, co zwiększa jego skuteczność gaśniczą w porównaniu do standardowych metod działań gaśniczych. Dodatkowo zasięg prądu gaśniczego istotnie ogranicza oddziaływanie strumienia cieplnego oraz działania toksycznych gazów pożarowych na ratowników. Dzięki silnie turbulentnemu strumieniowi gazów spalinowych, które transportują rozproszony przy pomocy głowic środek gaśniczy (woda lub woda z dodatkiem środków zwilżających czy środków pianotwórczych), ulega on dalszemu rozproszeniu. W efekcie uzyskujemy mobilne urządzenie do gaszenia pożarów:
   – w dużych pomieszczeniach, powierzchniowych, hal magazynowych, w tym hal wysokiego składowania, tuneli, likwidacji zagrożeń chemicznych.

Mobilny turbinowy system ratowniczo-gaśniczy (MTSRG) wykorzystuje doświadczenia wynikające z eksploatacji podobnych systemów gaśniczych użytkowanych w innych państwach oraz uwzględnia oczekiwania PSP jako użytkownika końcowego. Zastosowane rozwiązania powinny zapewnić oczekiwaną mobilność i efektywność oraz kompatybilność ze stosowanymi przez jednostki ratowniczo-gaśnicze technologiami gaśniczymi. MTSRG został również stworzony z myślą o w miarę ekonomicznym – jak na warunki silnika turbinowego – wykorzystaniu technologii przy zachowaniu uniwersalności rozwiązania. Poligonowe badania skuteczności gaśniczej wykazały pewne ograniczenia w zakresie gaszenia pożarów grupy A. Wykorzystanie zainstalowanego działka gaśniczego rekompensuje jednak ograniczenia skuteczności gaśniczej silnika turbinowego. Podanie z działka prądu kroplistego lub zwartego zapewnia odpowiednie zwilżenie gaszonego/zabezpieczanego materiału. Powyższe ograniczenia skuteczności gaszenia pożarów grupy A nie uniemożliwiają – przy zachowaniu odpowiedniej gęstości piany i podawania z odpowiedniej odległości – wykorzystania systemu do zabezpieczenia przed przemieszczaniem się pożaru wierzchołkowego lasu w ramach działań obronnych i zabezpieczających.

W trakcie badań stwierdzono, że wpływ na osiągane wyniki ma jakość stosowanego środka pianotwórczego. Badania potwierdziły skuteczne gaszenie pożarów grupy B. W tym przypadku skuteczność gaśnicza jest także zależna od ustawienia MTSRG zgodnie z kierunkiem wiatru, co wiąże się z małą wartością średnich średnic powierzchniowych kropli (zaledwie 100 μm) i ich podatnością na znoszenie kropli przez wiatr. Ustawienie turbiny pod kątem 15° oraz 30° względem podłoża dawało mniejszy zasięg rzutu, poprawiając parametry likwidacji unoszących się w powietrzu chmur przestrzennych toksycznych środków

the polarity and solubility of the given vapours in water [18]. The range of the foam throw turned out to be very similar to the water throw. From the S-type extinguishing agent Protektol SAT-10 [19], with its standard working concentration of 3%, heavy foam was obtained with the expansion number LS = 5. This is called wet foam with good extinguishing and cooling properties.

Due to the alternative possibility of using the cannon with adequate water supply, MTSRG can be effectively used in activities, primarily in defence, both in forest and industrial areas. Taking into account environmental aspects, it can be assumed that the used extinguishing technology is much more beneficial than the use of classic solutions – it reduces the number of people dispatched to activities that require additional logistic protection and ensuring the safety of operations. It should also be emphasized that the actual throw ranges of classic nozzles are several times smaller than the throw ranges of MTSRG. The use of the S-03 jet engine generates quite a significant amount of noise at the level of 120 dB, which necessitates the use of specialized means of communication and hearing protection.

Summary

The effective use of the results of projects financed by NCBiR is one of the fastest ways to implement organizational and technical innovations in system activities. According to the authors, in order to increase the rational use of funds allocated to the implementation of research and development projects, a more active participation of the operator is recommended (in terms of content). The use of innovative technologies, even on a national scale, allows to achieve measurable effects in the field of:

- increasing the functionality and usability of products,
- upgrading the existing systems,
- improving technologies used in rescue and firefighting operations,
- optimizing in terms of ergonomics the working conditions and work time,
- protecting the natural environment by reducing technogenic situations.

przemysłowych. Podczas symulacji z zastosowaniem pojazdu Turbolösher II [17] wykazano, że efektywność gaśniczą zapewnia przede wszystkim znacząca objętość wyrzucanych gazów spalinowych turbiny rozcieńczających chmurę. Sorpcja powierzchniowa na granicy faz stanowi mniejszy udział, przy czym efektywność ta wzrasta wraz z polarnością i rozpuszczalnością danych par w wodzie [18]. Zasięg rzutu piany okazał się bardzo zbliżony do rzutu wody. Ze środka gaśniczego typu S o nazwie Protektol SAT-10 [19], przy jego standardowym stężeniu roboczym wynoszącym 3%, otrzymywano pianę ciężką o liczbie spienienia LS = 5. Jest to tzw. piana mokra, posiadająca dobre właściwości gaśnicze i chłodzące.

MTSRG, ze względu na alternatywną możliwość użycia działka przy zapewnieniu odpowiedniego zaopatrzenia wodnego, może być efektywnie wykorzystany w działaniach przede wszystkim obronnych zarówno w terenach leśnych, jak i przemysłowych. Uwzględniając aspekty środowiskowe można przyjąć, że wykorzystana technologia gaszenia jest dużo bardziej korzystna niż stosowanie klasycznych rozwiązań – zmniejsza ilość osób zadysponowanych do prowadzonych działań, które należy dodatkowo zabezpieczyć pod względem logistycznym oraz bezpieczeństwa działań. Należy też podkreślić, że rzeczywiste zasięgi rzutu klasycznych prądownic są kilkakrotnie mniejsze od zasięgów rzutu MTSRG. Zastosowanie silnika odrzutowego S-03 generuje dość znaczną ilość hałasu na poziomie 120 dB, co powoduje konieczność stosowania specjalistycznych środków łączności oraz środków ochrony słuchu.

Podsumowanie

Efektywne wykorzystanie rezultatów projektów finansowanych przez NCBiR jest jedną z najszybszych możliwości wdrażania innowacji organizacyjno-technicznych do działań systemowych. Zdaniem autorów, w celu zwiększenia racjonalności wykorzystania środków finansowych przeznaczonych na realizację projektów badawczych i prac rozwojowych, wskazany jest bardziej aktywny udział gestora (w zakresie merytorycznym). Zastosowanie innowacyjnych technologii, wykorzystywanych nawet na skalę krajową, pozwala na osiągnięcie mierzalnych efektów w zakresie:

- zwiększenia funkcjonalności i użyteczności produktów,
- unowocześnienia istniejących systemów,
- udoskonalenia technologii stosowanych w działaniach ratowniczo-gaśniczych,
- optymalizacji ergonomicznej warunków i czasu pracy,
- ochrony środowiska naturalnego dzięki ograniczeniu sytuacji technogennych.

Literature / Literatura

[1] Oslo Manual, Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, OECD and Statistical Office of the European Communities 2005, https://doi.org/10.1787/9789264013100-en.

[2] Frankowski P., Skubiak B., *Innowacyjność w teorii ekonomii i praktyce gospodarczej*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania" 2012, 30, 271–282.

[3] GUS, *Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2009–2012*, Warszawa 2012, https://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/NTS_dzialanosc_innowacyjna_2009-2011.pdf [dostęp: 31.05.2021].

[4] Warmiński A., *Zadania i organizacja Państwowej Straży Pożarnej w zakresie ochrony przeciwpożarowej*, „Doctrina. Studia społeczno-polityczne" 2009, 6, 275–304.

[5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (Dz.U. 2017, poz. 1319).

[6] Ustawa z 24 sierpnia 1991 roku o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2006, nr 96, poz. 677, z późn. zm.).

[7] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 1997 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa i higieny służby strażaków oraz zakresu ich obowiązywania w stosunku do innych osób biorących udział w akcjach ratowniczych, ćwiczeniach lub szkoleniu (Dz.U.1997, nr 145, poz. 979).

[8] Prońko J., *Logistyka w działaniach ratowniczych*, „Logistyka" 2015, 4, 8215–8226.

[9] Projekt nr DOBR-BIO4/051/13087/2013 pt. „Optymalizacja procedur, dyslokacji baz i doskonalenie rozwiązań technicznych sprzętu stosowanego przez polskie służby ratownicze w zakresie przeciwdziałania zagrożeniom naturalnym ze szczególnym uwzględnieniem powodzi (rękawy przeciwpowodziowe)."

[10] Riegert D., *Doraźne metody ochrony przed powodzią*, BiTP Vol. 35 Issue 3, 2014, pp. 139–147, https://doi.org/10.12845/bitp.35.3.2014.13.

[11] https://supron1.pl/pl/zabezpieczenia-przeciwpowodziowe/1232-zapora-przeciwpowodziowa-z-pcv-napelniana-woda-o-przekroju-okraglym.html [dostęp: 31.05.2021].

[12] Roguski J., *Wspomaganie procesów zarządzania działaniami straży pożarnej*, CNBOP-PIB, Józefów 2016.

[13] Projekt DOB-BIO6/06/113/2014 pt. „Mobilny turbinowy system ratowniczo-gaśniczy" (materiały niepublikowane).

[14] Węsierski T., Majder-Łopatka M., Wąsik W., Król B., *Mobilny turbinowy system ratowniczo gaśniczy. Podstawowe założenia systemu gaśniczego bazującego na wykorzystaniu turbiny samolotowej SO3* [w:] *Innowacyjne technologie w straży pożarnej*, J. Roguski (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2018.

[15] Adamski A., Wąsik W., Węsierski T., Majder- Łopatka M., *Organizacja zaopatrzenia wodnego mobilnego turbinowego systemu gaśniczego* [w:] *Innowacyjne technologie w straży pożarnej*, J. Roguski (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2018.

[16] Węsierski T., Kielin J., Gontarz A., *Samochody z turbinowym systemem gaśniczym*, BiTP Vol. 20 Issue 4, 2010, pp. 139–150.

[17] Węsierski T., Majder-Łopatka M., Wąsik W., *Likwidacja skażeń przestrzennych amoniaku za pomocą turbinowych pojazdów gaśniczych*, „Przemysł Chemiczny" 2017, 5 (96), 1080–1084, http://dx.doi.org/10.15199/62.2017.5.21.

[18] Roguski J. (red.), *Wspomaganie procesów zarządzania działaniami w straży pożarnej*, CNBOP-PIB, Józefów 2016.

[19] Roguski J., *Innowacyjne technologie w straży pożarnej*, CNBOP-PIB, Józefów 2018.

JACEK ROGUSKI, PH.D. ENG. – a graduate of the Warsaw University of Technology and the State Fire Academy of EMERCOM of Russia. He deals with aspects related to the issues of safe use of technical equipment in fire brigades and the problems of using technical devices. An author of several dozen publications, speaker and member of scientific committees at numerous conferences – national and international. Creator of four patents and designs. His scientific achievements have been honoured with nineteen international and national awards at exhibitions for inventiveness.

DOROTA SZUŁCZYŃSKA, PH.D. ENG – she completed doctoral studies in 2012 at the Faculty of Materials Science and Engineering of the Warsaw University of Technology, obtaining a PhD degree in technical sciences. She is the author or co-author of articles published in scientific journals and conference materials, and the author of papers presented at national and international conferences. Since 2012, an employee of the Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute.

DR INŻ. JACEK ROGUSKI – absolwent Politechniki Warszawskiej oraz Akademii Państwowej Straży Pożarniczej w Moskwie (State Fire Academy of EMERCOM of Russia). Zajmuje się aspektami związanymi z zagadnieniami bezpieczeństwa użytkowania wyposażenia technicznego w straży pożarnej oraz problemami eksploatacji urządzeń technicznych. Autor kilkudziesięciu publikacji, prelegent oraz członek komitetów naukowych na licznych konferencjach – krajowych i zagranicznych. Twórca pięciu patentów i wzorów. Jego osiągnięcia naukowe zostały uhonorowane dziewiętnastoma międzynarodowymi i krajowymi wyróżnieniami na wystawach związanych z wynalazczością.

DR INŻ. DOROTA SZUŁCZYŃSKA – studia doktoranckie ukończyła w 2012 roku na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, uzyskując stopień doktora nauk technicznych. Jest autorką lub współautorką artykułów publikowanych w czasopismach naukowych i materiałach konferencyjnych oraz autorką referatów prezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych. Od 2012 roku pracownik Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowego Instytutu Badawczego.

SFT VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 114–133

Urszula Garlińska[a)*], Marta Iwańska[a)], Robert Śliwiński[a)], Paweł Florek[a)]

[a)] *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: ugarlinska@cnbop.pl*

The Role of Smoke Detectors and Carbon Monoxide Detectors in the Fire Safety of Residential Buildings

Rola czujek dymu i czujek tlenku węgla w bezpieczeństwie pożarowym obiektów mieszkalnych

ABSTRACT

Purpose: The aim of this publication is to present the most important aspects of using smoke and carbon monoxide detectors intended for households or similar residential facilities as well as to indicate the advantages and disadvantages of the adopted system solutions that affect the number of detectors installed in this kind of buildings. The article aims to present the issues related to the Integrated Qualifications System (ZSK), i.e. newly developed market qualification, dedicated to installers and maintenance technicians of smoke and carbon monoxide detectors.

Introduction: Smoke and carbon monoxide detectors for early detection of existing threats such as fires or escaping carbon monoxide are an important element of fire protection, dedicated primarily to owners of residential buildings. In many countries in the EU it is obligatory to install detectors in homes, whereas at the moment in Poland the only aspect regulated legally is the obligation of the manufacturer of these products to obtain a certificate. Since 2016, the ZSK has been operating in Poland, in which in 2019 the qualifications of installers/maintenance technicians of smoke and carbon monoxide detectors were distinguished. As a result, a person with a market qualification certificate is prepared for independent installation and maintenance of fire safety monitoring devices

Methodology: As part of the research process, theoretical research was used, such as: analysis of literature and legal documents, synthesis, generalization, inference, comparison and analogy. As part of the research, documents from such countries as Poland, Great Britain (mainly England), Germany and France were analysed. The selection of individual countries was guided by the level of development of these systems in a given country and the availability of source documents

Conclusions: The presented analysis of the requirements for the installation of the smoke and carbon monoxide detectors shows how different the approach is regarding the use of this type of devices. Depending on experiences and the administrative structure of a given country, a variety of regulations, whether legal or normative, can be discerned in the use of smoke and carbon monoxide detectors. ZSK is a well-described system of formal organization and classification of competences and offers the public services at the highest possible quality level. It is also a partial solution to the problem of installing detectors. However, it is necessary to regulate this issue from the legal level, as it was the case in other EU countries, where the installation of detectors in homes is obligatory. Such action will contribute to reducing the victims of fires or inhalation of toxic gases (carbon monoxide)

Keywords: Integrated Qualifications System (ZSK), smoke alarm detector, electrical apparatus for the detection of carbon monoxide, carbon monoxide, residential buildings

Type of article: review article

Received: 11.06.2021; Reviewed: 28.06.2021; Accepted: 29.06.2021;
Authors' ORCID IDs: U. Garlińska – 0000-0002-7119-4071; M. Iwańska – 0000-0003-4815-7296; R. Śliwiński – 0000-0002-7309-1332; Paweł Florek – 0000-0002-9690-3989;
The authors contributed the equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 114–133, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.8;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAKT

Cel: Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie najważniejszych aspektów stosowania czujek dymu i czujek tlenku węgla w prywatnych obiektach mieszkalnych, a także wskazanie zalet oraz wad przyjętych rozwiązań systemowych, które mają wpływ na liczbę detektorów montowanych w tego typu obiektach. Artykuł przedstawia również zagadnienia związane z Zintegrowanym Systemem Kwalifikacji (ZSK), tj. opracowanej kwalifikacji rynkowej, dedykowanej monterom i konserwatorom czujek dymu i czujek tlenku węgla.

Wprowadzenie: Czujki dymu i czujki tlenku węgla to ważny element zabezpieczeń obiektów mieszkalnych. Dedykowane są one wszystkim właścicielom tych obiektów. W wielu krajach UE obligatoryjne jest montowanie czujek w domach, natomiast obecnie w Polsce wymagane jest jedynie ich certyfikowanie przez producenta. Od 2016 roku w Polsce funkcjonuje ZSK, w którym w roku 2019 wyodrębniono kwalifikacje dla monterów/konserwatorów czujek dymu i czujek tlenku węgla. Dzięki temu osoba posiadająca certyfikat kwalifikacji rynkowej jest przygotowana do samodzielnego montażu i konserwacji urządzeń monitorujących bezpieczeństwo pożarowe.
Metodologia: W ramach procesu badawczego wykorzystano badania teoretyczne, takie jak: analiza literatury i dokumentów prawnych, synteza, uogólnianie, wnioskowanie, porównanie oraz analogia. Podczas badań dokonano analizy dokumentów z Polski, Wielkiej Brytanii (głównie Anglii), Niemiec i Francji. Przy ich doborze kierowano się poziomem rozwoju tych systemów w danym kraju oraz dostępnością dokumentów źródłowych.
Wnioski: Przedstawiona analiza wymagań w zakresie obowiązku instalacji czujek dymu i czujek tlenku węgla pokazuje, jak różne jest podejście do ich stosowania w Polsce i w wybranych państwach europejskich. W zależności od doświadczeń oraz struktury administracyjnej danego kraju można dostrzec różnorodność przepisów prawnych czy normatywnych. ZSK jest opisanym systemem formalnego uporządkowania i klasyfikacji kompetencji i oferuje społeczeństwu usługi na możliwie najwyższym poziomie jakościowym. Niezbędne jest prawne uregulowanie tej kwestii, tak jak zostało to zrobione w innych krajach UE, gdzie instalacja czujek w domach jest obowiązkowa. Takie działanie przyczyni się do zredukowania ofiar pożarów lub zaczadzeń.
Słowa kluczowe: Zintegrowany System Kwalifikacji (ZSK), autonomiczna czujka dymu, autonomiczna czujka tlenku węgla, tlenek węgla (czad), obiekty mieszkalne
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 11.06.2021; Zrecenzowany: 28.06.2021; Zaakceptowany: 29.06.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: U. Garlińska – 0000-0002-7119-4071; M. Iwańska – 0000-0003-4815-7296; R. Śliwiński – 0000-0002-7309-1332; Paweł Florek – 0000-0002-9690-3989;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 114–133, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.8;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

Alarm detectors of early detection of common threats, such as fires or escaping carbon monoxide, are a very important, if not the most important, element of fire protection, intended primarily for retail users, i.e. the owners of private residential buildings, i.e. buildings classified in terms of people threat as ZL IV due to fire safety. These alarm detectors, simple in design, very easy to use are of great importance for the safety of people and effective protection of property, especially taking into account such an important aspect for the course of the rescue operation as the moment of alerting about a threat. The chances of preventing the development of an incident on one's own, e.g. by extinguishing a fire or evacuating from the place where the fire started, depends directly on how early people in the danger zone are alerted of the circumstances dangerous to their life or health. The situation is similar with regard to the chances of effective rescue and firefighting activities undertaken by professional services who came to the scene. In this case the effectiveness of the provided assistance also directly depends on the moment of alerting, i.e. identifying the threat. The sooner help is called, the better the chances are for effective protection of life, health and property. Carbon monoxide is an odorless, colorless and deadly poisonous substance which in concentrations exceeding the norms poses a direct threat to human life and health. The operation of alarm detectors has a decisive impact on the survival of people in rooms where carbon monoxide is present. It is similar in the case of gas escaping in the rooms, the ignition and explosion of which is most often the most tragic. Also here the earliest possible detection and alarming are essential, as they decide whether people in the premises or in the adjacent area are able to evacuate safely

Wprowadzenie

Autonomiczne czujki wczesnej detekcji powszechnie występujących zagrożeń, takich jak pożary czy też ulatniający się tlenek węgla, to bardzo ważny, jeśli nie najważniejszy, element zabezpieczeń przeciwpożarowych, przeznaczony przede wszystkim dla użytkowników detalicznych, tj. właścicieli prywatnych obiektów mieszkalnych, czyli obiektów ze względu na bezpieczeństwo pożarowe zaliczanych do kategorii zagrożenia ludzi ZL IV. Te autonomiczne, nieskomplikowane konstrukcyjnie, bardzo łatwe w obsłudze urządzenia mają ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa ludzi oraz skutecznej ochrony mienia, szczególnie biorąc pod uwagę tak istotny dla przebiegu akcji ratowniczej aspekt, jak moment zaalarmowania o zaistniałym zagrożeniu. Szanse samodzielnego zapobiegnięcia rozwojowi zdarzenia, np. poprzez ugaszenie pożaru lub ewakuację z miejsca, w którym doszło do zaprószenia ognia, zależą wprost proporcjonalnie od tego, jak wcześnie osoby przebywające w strefie zagrożenia zostaną zaalarmowane o wystąpieniu okoliczności niebezpiecznych dla ich życia lub zdrowia. Analogicznie sytuacja przedstawia się wobec szans skutecznych działań ratowniczo-gaśniczych podejmowanych przez profesjonalne służby przybyłe na miejsce zdarzenia. Skuteczność udzielanej pomocy również w tym przypadku jest wprost zależna od momentu zaalarmowania, czyli zidentyfikowania zagrożenia. Im wcześniej zostanie wezwana pomoc, tym większe są szanse na skuteczną ochronę życia, zdrowia oraz mienia. Tlenek węgla, potocznie zwany czadem, jest bezwonną, bezbarwną i śmiertelnie trującą substancją, która w stężeniach przekraczających normy stanowi bezpośrednie zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi. Decydujący wpływ na przeżycie ludzi znajdujących się w pomieszczeniach, w których obecny jest tlenek węgla, ma właśnie działanie

on time. A detector guarantees that the alarm is triggered in the first seconds, giving a chance of escape and survival.

Unfortunately, despite universal access, as well as a relatively low cost of purchasing an alarm detector, there is still low public awareness (not only in Poland) of fire threats and a widespread belief that fire is a random accident. As a result, too few households are equipped with these devices, which are of great importance for people's safety and the protection of their property. On one hand, this situation is a consequence of heterogeneous legal regulations, which differ depending on the Member State of the European Union, and, on the other hand, as is the case in Poland, the result of allowing citizens to independently decide whether or not to apply such solutions as detectors in residential buildings.

This article is an overview and its aim is to present, from the perspective of developed European countries, all the most important aspects (functional, operational, legal) of the use of alarm detectors in private residential buildings. The article also presents the advantages of system solutions adopted in selected European countries (including Poland), which affect the level of saturation of the residential infrastructure in these countries in such simple and, at the same time, very important device for safety.

Description of the operation and functionality of detectors

Smoke alarm detectors used in residential buildings constitute a technological solution similar in terms of their intended use as fire detectors commonly installed in public utility buildings, which are a component of fire alarm systems. The detection of threats with the use of smoke alarm detectors is possible due to the phenomenon of scattered light. In the event of a fire threat in a facility equipped with a properly installed smoke detector, smoke particles released as a result of incomplete combustion process enter the detection chamber and activate the alarm by refracting the light emitted by the diode. The alarm is carried out by the emission of a modulated audio signal after the detector goes from the quiescent state to the alarm state. The phenomenon of alarm activation in a smoke detector based on the phenomenon of light refraction in the detection chamber is presented in Figure 1 in a simplified manner.

autonomicznych czujek. Podobnie jest w sytuacji ulatniającego się w pomieszczeniach gazu, którego zapłon i wybuch najczęściej bywa najtragiczniejszy w skutkach. Tu również bardzo istotna jest możliwie najwcześniejsza detekcja i alarmowanie, które decydują o tym, czy osoby przebywające w pomieszczeniach lub na terenie przyległym, zdołają na czas bezpiecznie się ewakuować. Czujka gwarantuje, że alarm zostanie wszczęty w pierwszych sekundach, dając szansę ucieczki i przeżycia.

Niestety mimo powszechnego dostępu, a także relatywnie niskich kosztów zakupu autonomicznej czujki, wciąż nie tylko w Polsce funkcjonuje niska świadomość społeczna na temat zagrożeń pożarowych oraz powszechne przekonanie o tym, że pożar to przypadłość losowa. W rezultacie zbyt mało gospodarstw domowych jest wyposażonych w te urządzenia, które mają ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa ludzi oraz ochrony ich mienia. Sytuacja ta jest z jednej strony konsekwencją niejednorodnych regulacji prawnych, które różnią się między sobą w zależności od państwa członkowskiego Unii Europejskiej, a z drugiej, tak jak ma to miejsce w Polsce, rezultatem pozwolenia obywatelom na samodzielne podjęcie decyzji co do stosowania, bądź nie, takich rozwiązań jak czujki w obiektach mieszkalnych.

Niniejszy artykuł ma charakter przeglądowy, a jego celem jest przedstawienie na podstawie rozwiniętych państw europejskich wszystkich najważniejszych aspektów (funkcjonalnych, użytkowych, prawnych) stosowania autonomicznych czujek w prywatnych obiektach mieszkalnych. Artykuł prezentuje także zalety rozwiązań systemowych przyjętych w wybranych krajach Europy (w tym w Polsce), które wpływają na poziom nasycenia infrastruktury mieszkalnej w tych państwach w tak nieskomplikowane, a jednocześnie tak bardzo istotne dla bezpieczeństwa urządzenia.

Opis działania i funkcjonalności czujek

Autonomiczne czujki dymu stosowane w obiektach mieszkalnych stanowią podobne pod względem przeznaczenia rozwiązanie technologiczne jak czujki pożarowe powszechnie instalowane w obiektach użyteczności publicznej będące elementem składowym systemów sygnalizacji pożarowej. Detekcja zagrożeń przy wykorzystaniu autonomicznych czujek dymu jest możliwa dzięki wykorzystaniu zjawiska światła rozproszonego. W sytuacji zagrożenia pożarem w obiekcie wyposażonym w zainstalowaną prawidłowo czujkę dymu wydzielające się w wyniku niecałkowitego procesu spalania cząsteczki dymu dostają się do komory detekcyjnej i aktywują alarm poprzez załamanie światła emitowanego przez diodę. Alarmowanie odbywa się za pomocą emisji modulowanego sygnału akustycznego po przejściu detektora ze stanu dozorowania do stanu alarmowania. Zjawisko aktywacji alarmu w czujce dymu w oparciu o zjawisko załamania światła w komorze detekcyjnej przedstawiono w sposób uproszczony na rycinie 1.

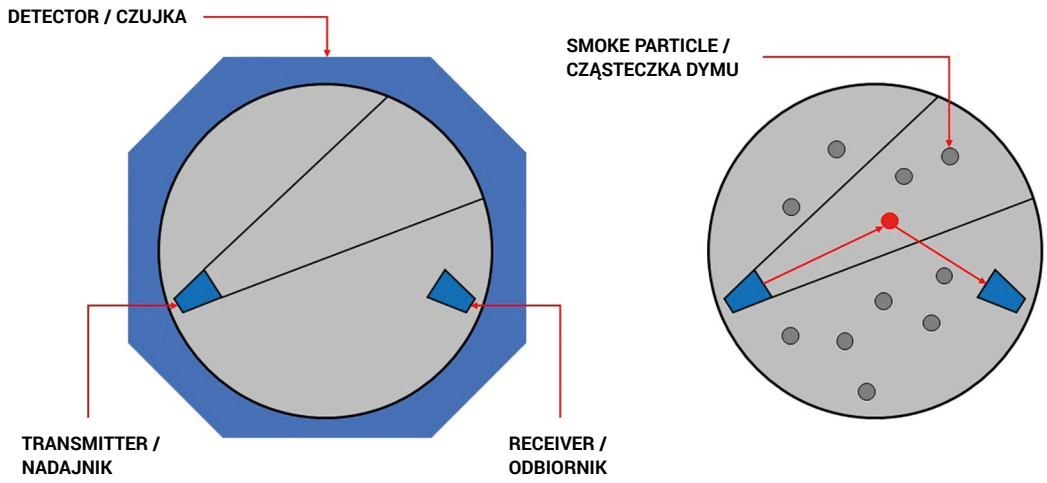


Figure 1. Simplified principle of the operation of a smoke detector
Rycina 1. Uproszczona zasada działania czujki dymu

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

The sound intensity values have been strictly defined in order to maintain the basic alarm functionality by the detector by means of a modulated audio signal. The required output value for the levels of emitted sounds, which was specified in PN-EN 14604:2006 [1], should be at least 85 dBA at a distance of 3 meters. After 4 minutes from the detector entering the alarm state, the intensity value of the emitted audio signal at a distance of three meters from the detector should not be less than 82 dBA. In buildings where fire alarm systems with sounders have been installed, the minimum values of the intensity of audio signals are 65 dBA at a distance of 1 meter (PN-EN 54-3+A1:2019-06) [2]. Following the requirements of PKN-CEN/TS 54-14:2020-09 [3] in facilities where a fire alarm system has been installed, it is necessary to ensure uniformity of sound coverage from sounders at a level of not less than 65 dBA at the reception site and at least 75 dBA in places designated for sleeping. Smoke detectors recommended for use in residential buildings have higher certification criteria for the minimum sound level, but there are no installation requirements for them indicating the minimum sound level required at the place of receiving the sound signal. Apart from audio alarming, the manufacturers of detectors offer the functions of various audio messages (depending on the manufacturer and model of the detector), which are designed to inform the user about the battery charge status of the detector and the correct or incorrect technical condition of the detector. These functionalities are important for the correct operation and maintenance of the devices, which affects the useful life and reliability of the detectors. From the perspective of detector usability, a very important element is the detector power supply, which is usually an internally built-in, replaceable battery. All models of the certified detectors are also equipped with battery voltage control systems. The internal power supply of a smoke alarm detector should guarantee proper operation of the detector for a minimum of a year without the need to replace the battery, and should alert users to

Wartości natężenia dźwięków zostały ściśle określone w celu zachowania podstawowej funkcjonalności alarmowania przez czujkę za pomocą modulowanego sygnału akustycznego. Wymagana wartość wyjściowa dla poziomów emitowanych dźwięków, która została określona w normie PN-EN 14604:2006 [1], powinna wynosić minimum 85 dBA w odległości 3 metrów. Po 4 minutach od przejścia czujki w stan alarmowania wartość natężenia emitowanego sygnału akustycznego w odległości trzech metrów od czujki nie powinna być mniejsza niż 82 dBA. W obiektach budowalnych, w których zainstalowano systemy sygnalizacji pożarowej z sygnalizatorami akustycznymi, określone wartości minimalne natężenia sygnałów akustycznych wynoszą 65 dBA w odległości 1 metra (PN-EN 54-3+A1:2019-06) [2]. Kierując się wymaganiami PKN-CEN/TS 54-14:2020-09 [3] w obiektach, w których zainstalowano system sygnalizacji pożarowej, należy zapewnić równomierność pokrycia dźwiękiem pochodzącym z sygnalizatorów akustycznych na poziomie nie mniejszym niż 65 dBA w miejscu odbioru oraz co najmniej 75 dBA w miejscach przewidzianych do spania. Czujki dymu rekomendowane do zastosowania w obiektach mieszkalnych mają wyznaczone wyższe kryteria certyfikacyjne dla minimalnego poziomu dźwięku, natomiast nie określono w stosunku do nich wymagań instalacyjnych wskazujących minimalny poziom dźwięku wymagany w miejscu odbioru sygnału dźwiękowego. Producenci czujek oferują poza alarmowaniem akustycznym również funkcje różnych komunikatów dźwiękowych (w zależności od producenta i modelu czujki) mających za zadanie informowanie użytkownika o stanie naładowania baterii zasilających detektor oraz prawidłowym lub nieprawidłowym stanie technicznym czujki. Funkcjonalności te są istotne dla prawidłowej eksploatacji i konserwacji urządzeń, co wpływa na okres przydatności i niezawodności czujek. Bardzo istotnym elementem z perspektywy użyteczności czujek jest źródło zasilania detektorów, którym najczęściej jest wewnętrznie wbudowana, wymienialna bateria. Wszystkie modele certyfikowanych czujek zostały również wyposażone w systemy kontrolujące napięcie baterii. Wewnętrzne źródło zasilania autonomicznej czujki

the need to replace the battery for at least thirty days before it is fully discharged. At the time of signaling a fault (low battery), the detector must be able to emit an alarm signal for at least four minutes. A very important issue for the proper operation and maintenance of the detector is the users complying with the recommendations of the manufacturer, who in the enclosed technical and operational documentation of the device specifies the recommended battery types, the recommended frequency of their replacement, and how to replace the batteries in a trouble-free manner. Complying with the manufacturer's recommendations guarantees reliable operation of the detector for the period specified in the manual. Depending on the model, there are detectors on the market that, with proper use and maintenance, can last up to ten years. The currently offered detector models, apart from the brand and certification, also differ in terms of additional functionalities. With reference to the harmonized standard EN 14604, which applies to this product group, detector manufacturers may also offer additional detector functionalities. The catalog of additional functions (not regulated and not required by EN 14604) is very wide and allows users to choose a detector model that will take into account various specific characteristics of users or objects. Examples of types of additional functions:

- enabling the connection of many detectors in a network (useful in case of buildings with a large surveillance area),
- providing notification of alarm activation via SMS (useful especially in case of the protection of dependent persons; option used their guardians, temporarily outside the supervised facility),
- self-testing of the detector (important from the point of view of proper operation, maintenance and, consequently, the service life of a properly functioning detector),
- additional emergency lighting (useful especially in a situation of supervising facilities in which there are people with hearing impairments, for whom alarming with only an audio signal may prove insufficient),
- integrated indicator of detector activation by means of additional diode indications (light signaling informing not only about the detector's power supply status, but also separately about the detector switching from the quiescent state to the alarm state),
- remote transmission enabling connection of other detectors installed in the protected facility to the network by means of dedicated software.

In the context of the last of the additional functions mentioned above, it is worth mentioning that some of the certified products have the ability to connect, for example, to a mobile phone equipped with appropriate software and verify the detector status from this level, as well as to reset the alarm state from a mobile phone or other remote device. However, the requirement set out by EN 14604:2005, requires the user to appear at the detector installation site and to verify whether it is a dangerous state or a false alarm, resulting e.g. from too close installation of the detector in relation to a potential heat source, e.g. household appliances. On the other hand, it is

dymu powinno gwarantować zachowanie prawidłowego działania czujki przez minimum rok bez konieczności wymiany baterii, a także alarmować użytkowników o konieczności wymiany akumulatora przez co najmniej trzydzieści dni przed całkowitym rozładowaniem. W momencie sygnalizacji uszkodzenia (rozładowania baterii) wymagana jest zdolność czujki do emisji sygnału alarmu przez co najmniej cztery minuty. Bardzo istotną sprawą dla prawidłowej eksploatacji i konserwacji czujki jest stosowanie się przez użytkowników do zaleceń producenta, który w załączonej dokumentacji techniczno-użytkowej urządzenia określa rekomendowane typy akumulatorów, zalecaną częstotliwość ich wymiany, a także jak w bezawaryjny sposób należy przeprowadzać wymianę baterii. Stosowanie się do zaleceń producenta gwarantuje niezawodne działanie czujki przez okres wskazany w instrukcji. W zależności od modelu na rynku dostępne są czujki, których okres przydatności może wynosić przy właściwym użytkowaniu i konserwacji nawet dziesięć lat. Oferowane obecnie modele detektorów, poza marką i posiadaną certyfikacją, różnią się również dodatkowymi funkcjonalnościami. W odniesieniu do normy zharmonizowanej EN 14604, która dotyczy tej grupy wyrobów, producenci czujek mogą oferować również dodatkowe funkcjonalności czujek. Katalog dodatkowych funkcji (nieuregulowanych i niewymaganych w normie EN 14604) jest bardzo szeroki i pozwala użytkownikom na wybór takiego modelu detektora, który będzie uwzględniał różne specyficzne cechy użytkowników lub obiektów. Przykładowe rodzaje dodatkowych funkcji:

- umożliwiająca połączenie w sieci wielu detektorów (przydatna w przypadku obiektów charakteryzujących się znaczną powierzchnią dozorowania),
- powiadamiania o aktywacji alarmu za pomocą wiadomości SMS (przydatna szczególnie w przypadku ochrony osób niesamodzielnych, z której korzystają ich opiekunowie, przebywający chwilowo poza dozorowanym obiektem),
- samoczynnego testowania detektora (istotna z punktu widzenia właściwej eksploatacji, konserwacji, a w rezultacie okresu użytkowania prawidłowo działającej czujki),
- dodatkowego oświetlenia awaryjnego (przydatna szczególnie w sytuacji dozorowania obiektów, w których przebywają osoby posiadające dysfunkcję słuchu, dla których alarmowanie wyłącznie za pomocą sygnału akustycznego może okazać się niewystarczające),
- zintegrowanego wskaźnika zadziałania detektora za pomocą wskazań dodatkowej diody (sygnalizacja świetlna informująca nie tylko o stanie zasilania detektora, ale oddzielnie również o przejściu czujki ze stanu dozorowania w stan alarmowania),
- zdalnej transmisji umożliwiającej przyłączenie za pomocą dedykowanego oprogramowania do sieci innych detektorów zainstalowanych w chronionym obiekcie.

W kontekście ostatniej z wymienianych powyżej dodatkowych funkcji warto nadmienić, że część certyfikowanych wyrobów posiada możliwość połączenia, np. z telefonem komórkowym wyposażonym w odpowiednie oprogramowanie i weryfikację stanu czujki z tego poziomu, jak również umożliwia kasowanie stanu alarmu z poziomu telefonu komórkowego lub innego urządzenia zdalnego. Wymaganie postawione przez normę EN 14604:2005 wymusza jednak pojawienie się użytkownika w miejscu zainstalowania czujki

not recommended to use external applications to reset alarm states from smoke detectors.

The location of the detector, i.e. the place of its installation, affects both the level of security guaranteed by a properly operating device and the risk of possible false alarms. When deciding to install a smoke detector, it is recommended to locate it in passageways, staircases, corridors or passages. In case of multi-storey buildings, it is worth ensuring that a detector or detectors are installed on each storey, depending on the area. As for the other rooms recommended for the location of detectors, they certainly include bedrooms and rooms where dependent people are staying (children, bedridden people or the elderly). Each detector model has its own performance characteristics, which include the optimal location of the device specified by the manufacturer. It is usually recommended that the detector be installed on ceilings at a distance of not less than 10–20 cm from walls, and also away from ventilation, air conditioning and appliances such as stoves or lighting lamps, which may emit gases when heated significantly. It is also recommended to avoid locating the detectors in areas where there may be significant dust or water vapor. Due to practical reasons, the detectors should not be installed in hard-to-reach places. This may have a negative impact on the operation and maintenance conditions of the detector, including periodic tests of its efficiency, which should be carried out manually with a frequency of not less than once a month. In the event of repeated, unjustified alarms, it is recommended to revise the original location of the detector and, if necessary, change it. In the event of persistent false alarms, the user should contact the point of sale or the authorized service center directly as quickly as possible.

Figures 2 and 3 show possible variants of protection levels depending on the number of sensors installed, i.e. minimum and optimal protection.

i weryfikację, czy mamy do czynienia ze stanem niebezpiecznym, czy może jest to alarm fałszywy wynikający np. ze zbyt bliskiego zainstalowania czujki w stosunku do potencjalnego źródła ciepła np. urządzeń AGD. Nie zaleca się jednak wykorzystywania zewnętrznych aplikacji do kasowania stanów alarmowych z czujek dymu.

Lokalizacja czujki, czyli miejsce jej zainstalowania, ma wpływ zarówno na poziom bezpieczeństwa gwarantowany przez prawidłowo działające urządzenie, jak i na ryzyko ewentualnych fałszywych alarmów. Podejmując decyzję o instalacji czujki dymu, zaleca się jej lokalizację w ciągach komunikacyjnych, na klatkach schodowych, w korytarzach lub przejściach. W przypadku obiektów wielokondygnacyjnych warto zadbać o to, aby na każdej kondygnacji była zainstalowana czujka lub czujki w zależności od powierzchni. Jeśli chodzi o pozostałe pomieszczenia zalecane do lokalizacji czujek z pewnością należą do nich sypialnie oraz pomieszczenia, w których przebywają osoby niesamodzielne (dzieci, osoby obłożnie chore czy też osoby w podeszłym wieku). Każdy model czujki posiada swoje właściwości użytkowe, do których należy określona przez producenta optymalna lokalizacja urządzenia. Zazwyczaj zaleca się, aby detektor był instalowany na stropach w odległości nie mniejszej niż 10–20 cm od ścian, a także z dala od urządzeń wentylacyjnych, klimatyzacyjnych oraz urządzeń typu kuchenki lub lampy oświetleniowe, które mogą emitować gazy w wyniku znacznego nagrzania. Zaleca się także, aby unikać lokalizacji detektorów w miejscach, w których może występować znaczne zapylenie lub para wodna. Z powodów praktycznych nie należy montować detektorów w miejscach trudno dostępnych. Może to bowiem mieć niekorzystny wpływ na warunki eksploatacji i konserwacji czujki, w tym okresowe testy jej sprawności, które powinno się przeprowadzać ręcznie z częstotliwością nie mniejszą niż raz na miesiąc. W sytuacji powtarzających się dosyć często nieuzasadnionych alarmów zaleca się rewizję pierwotnej lokalizacji czujki i jej ewentualną zmianę. W przypadku nieustania fałszywych alarmów, należy w miarę szybko skontaktować się z punktem sprzedaży lub bezpośrednio z autoryzowanym punktem serwisowym.

Na rycinie 2 i 3 zostały przestawione możliwe warianty poziomów ochrony w zależności od liczby zainstalowanych czujników, tj. minimalnej i optymalnej ochrony.

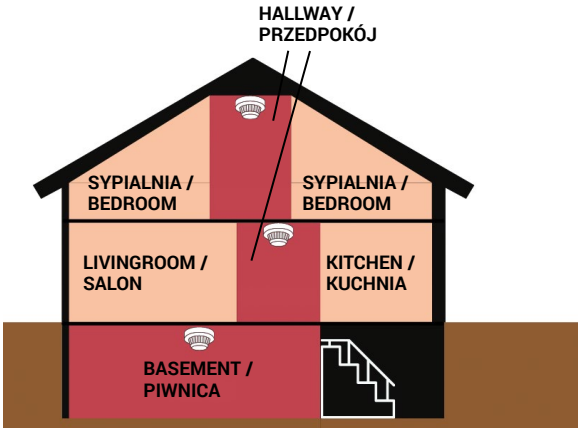


Figure 2. Arrangement of the smoke detector – minimal protection
Rycina 2. Rozmieszczenie czujki dymu – ochrona minimalna

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

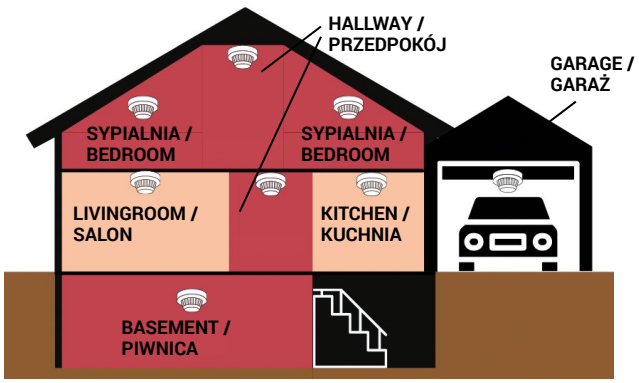


Figure 3. Arrangement of the smoke detector – optimal protection
Rycina 3. Rozmieszczenie czujki dymu – ochrona optymalna

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Particular attention should be paid to installing a smoke detector in rooms located in basements, where most often heating sources are also installed (e.g. in single-family houses). In such cases, apart from installing a smoke detector, it is reasonable to install an additional carbon monoxide detector. Figure 4 shows the optimal location of the detectors in an example one-story house.

Należy zwrócić szczególną uwagę na instalację czujki dymu w pomieszczeniach ulokowanych w piwnicach i podpiwniczeniach, gdzie najczęściej instaluje się również źródła ogrzewania (np. w domach jednorodzinnych). W takich przypadkach, poza instalacją czujki dymu, uzasadniony jest montaż dodatkowego detektora tlenku węgla. Na rycinie 4 przedstawiono optymalną lokalizację czujek w przykładowym jednokondygnacyjnym gospodarstwie domowym.

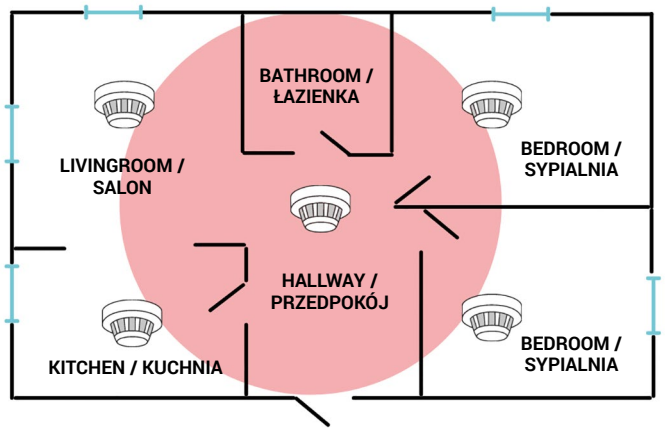


Figure 4. Preferred placement of smoke detectors
Rycina 4. Preferowane rozmieszczenie czujek dymu

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

Carbon monoxide detector is another type of detector that is designed to detect the presence of an odorless and colorless, highly poisonous substance, which is carbon monoxide. The design of the carbon monoxide detector is also similar to the detectors commonly used as elements of fire alarm systems. Depending on the model and brand, the measurement of the concentration of carbon monoxide can be carried out using a biometric sensor, in which a special gel is placed that changes color depending on the specified amount of carbon monoxide. Currently, the market offer includes semiconductor or electrochemical detectors.

As in the case of smoke detectors, carbon monoxide detectors must be equipped with an audio signaling device that will signal at a level of at least 85 dBA (measured at a distance of 3 meters) after 1 minute from activation and at a level of 82 dBA after 4 minutes of alarming (PN-EN 50291-1:2018) the exceeding amount of a given carbon monoxide threshold [4]. Another signaling element, which is the function of the carbon monoxide detector, is optical signaling, which informs the user that the detector is properly powered by means of a diode emitting a green light. By means of a red diode, the detector should communicate the detector's transition from the quiescent state to the alarm state. For detectors powered by an internally built-in battery, a function is required to alert the user of a low battery level. This function is to allow the user to replace the battery at a critical moment, ensuring continuity of protection and proper

Autonomiczna czujka tlenku węgla stanowi kolejny rodzaj detektora, który jest przeznaczony do wykrywania obecności bezwonnej i bezbarwnej, silnie trującej substancji, jaką jest tlenek węgla, potocznie zwany czadem. Autonomiczna czujka tlenku węgla w swojej konstrukcji również jest zbliżona do czujek powszechnie wykorzystywanych jako elementy systemów sygnalizacji pożarowej. W zależności od modelu oraz marki pomiar stężenia tlenku węgla może być realizowany za pomocą sensora biometrycznego, w którym umieszczony jest specjalny żel zmieniający kolor w zależności od określonej ilość tlenku węgla. Obecnie na rynku dostępne są czujki półprzewodnikowe lub elektrochemiczne. Podobnie jak w przypadku autonomicznych czujek dymu, czujki tlenku węgla muszą być wyposażone w sygnalizator akustyczny, który zasygnalizuje przekroczenie danego progu tlenku węgla na poziomie co najmniej 85 dBA (mierzone w odległości 3 metrów) po 1 minucie od zadziałania i na poziomie 82 dBA po 4 minutach alarmowania (PN-EN 50291-1:2018) [4]. Kolejny element sygnalizacji, który stanowi funkcję czujki tlenku węgla to sygnalizacja optyczna, która ma za zadanie informowanie użytkownika o prawidłowym zasilaniu detektora za pomocą diody emitującej światło koloru zielonego. Za pomocą diody o barwie czerwonej detektor powinien komunikować o przejściu detektora ze stanu dozorowania w stan alarmowania. W przypadku czujek zasilanych za pomocą wewnętrznie wbudowanej baterii wymaga się funkcji umożliwiającej alarmowanie użytkownika o niskim poziomie naładowania baterii. Funkcja ta ma pozwolić użytkownikowi

operation of the detector. Similarly to the recommendations regarding smoke detectors, the batteries in the carbon monoxide detectors should be replaced each time in accordance with the manufacturer's instructions. The models of carbon monoxide detectors currently offered on the market are equipped with liquid crystal panels, due to which the user of the device can monitor the concentration of the carbon monoxide (CO) on an ongoing basis. The models equipped with the panel also allow reading of the CO concentration during the last alarm activation. This is possible due to the internal memory. Due to the function of archiving measurements, the user can control the operation of the device when not in the facility where the sensor is installed. As a result, even in such a situation, each activated alarm will be noticed, which is important for the user, as well as confirms the legitimacy of monitoring the room for life-threatening and health-threatening CO concentrations in this facility or a specific room.

The most technologically advanced detectors are those included in the so-called internet of things (IoT). When properly configured, these detectors enable remote transmission of messages to the mobile phone, informing the user, during the absence in the facility where the detector is installed, that the detector has been triggered and alarms or alarmed about a threat. Optionally, detectors with a built-in light source can also, for example, illuminate the path to the nearest exit (most often found in two-sensor detectors – detecting smoke in addition to CO). Regardless of the additional functions of the device, it should be remembered that the detector's primary task is to monitor the concentration of carbon monoxide in the rooms where it has been installed. So where to install carbon monoxide detectors? As a minimum, the installation should apply to communication routes (near the rooms), and in the optimal variant, close to places where potential carbon monoxide emissions may occur. The detector should always be installed in accordance with the recommendations of its manufacturer. A general recommendation is to install the detector on the walls at eye level. However, it is essential to remember not to install carbon monoxide detectors near windows, vents, or air conditioners.

Polish legislation

Smoke detector

In Poland, the introduction to the market of both smoke detectors and carbon monoxide detectors is regulated by the Act on construction products [7]. The placing on the market or making available on the national market of construction products – in this case a smoke detector – is described in Chapter 2 of the Act of 24 August 1991 on fire protection [5]. Pursuant to Art. 5 sec. 1 "a construction product covered by a harmonized standard or compliant with the European Technical Assessment issued for it may be placed on the market or made available on the national market only in accordance with Regulation No. 305/2011". This article applies to smoke detectors for which a harmonized standard EN 14604: 2005+AC:2008 Smoke alarm

wymianę akumulatora w momencie krytycznym, zapewniając ciągłość ochrony i poprawne działanie czujki. Analogicznie do zaleceń w zakresie czujek dymu wymiana baterii w czujkach tlenku węgla powinna być dokonywana każdorazowo zgodnie z instrukcją producenta. Oferowane obecnie na rynku modele czujek tlenku węgla są wyposażone w panele ciekłokrystaliczne, za pomocą których użytkownik urządzenia ma możliwość bieżącego kontrolowania stężenia tlenku węgla (CO). Modele wyposażone w panel umożliwiają również odczyt stężenia CO podczas ostatniej aktywacji alarmu. Jest to możliwe dzięki wbudowanej wewnętrznie pamięci. Dzięki funkcji archiwizowania pomiarów użytkownik ma możliwość kontroli pracy urządzenia podczas nieobecności w obiekcie, w którym zainstalowano czujnik. W rezultacie, nawet w takiej sytuacji, każdy aktywowany wówczas alarm zostanie zauważony, co stanowi ważną informację dla użytkownika, jak również potwierdza zasadność dozorowania pomieszczenia pod kątem zagrażających życiu i zdrowiu stężeń CO w tym obiekcie czy konkretnym pomieszczeniu. Do najbardziej zaawansowanych pod względem technologicznym detektorów należą te zaliczane do tzw. internetu rzeczy (ang. *internet of things* – IoT). Detektory te po właściwej konfiguracji umożliwiają zdalną transmisję wiadomości na telefon komórkowy, informując użytkownika podczas nieobecności w obiekcie, w którym zainstalowano czujkę, że detektor został wzbudzony i alarmuje bądź alarmował o zagrożeniu. Opcjonalnie, czujki z wbudowanym źródłem światła mogą również np. podświetlać drogę do najbliższego wyjścia (spotykane najczęściej w czujkach dwudetektorowych – wykrywających oprócz CO również dym). Niezależnie od dodatkowych funkcji urządzenia należy pamiętać, że podstawowym zadaniem czujki jest monitorowanie stężenia tlenku węgla w pomieszczeniach, w których została ona zainstalowana. Gdzie zatem instalować czujki tlenku węgla? W wariancie minimalnym instalacja powinna dotyczyć ciągów komunikacyjnych (w pobliżu pokoi), a w wariancie optymalnym w pobliżu miejsc, gdzie może dojść do potencjalnej emisji tlenku węgla. Czujka zawsze powinna być zainstalowana zgodnie z zaleceniami jej producenta. Ogólne zalecenie to zainstalowanie czujki na ścianach na wysokości wzroku. Należy jednak pamiętać, aby nie instalować czujek tlenku węgla w pobliżu okien, wyciągów wentylacyjnych lub klimatyzatorów.

Prawo polskie

Autonomiczna czujka dymu

W Polsce wprowadzenie do obrotu zarówno autonomicznych czujek dymu, jak i autonomicznych czujek tlenku węgla jest regulowane przez ustawę o wyrobach budowlanych [7].Wprowadzenie do obrotu lub udostępnianie na rynku krajowym wyrobów budowlanych – w tym wypadku autonomicznej czujki dymu – zostało opisane w rozdz. 2 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej [5]. Zgodnie z art. 5, ust. 1 „wyrób budowlany objęty normą zharmonizowaną lub zgodny z wydaną dla niego europejską oceną techniczną, może być wprowadzony do obrotu lub udostępniany na rynku krajowym wyłącznie zgodnie z rozporządzeniem nr 305/2011." Artykuł ten stosuje się do autonomicznych czujek dymu, dla których opracowano normę

devices has been developed, the equivalent of which, published by the Polish Committee for Standardization, is a Polish Standard PN-EN 14604:2006 [1]. The Regulation 305/2011 [6] referred to in the Act establishes harmonized conditions for the marketing of construction products throughout the European Union. Pursuant to Art. 4 of this regulation, "when a construction product is covered by a harmonised standard or conforms to a European Technical Assessment which has been issued for it, the manufacturer shall draw up a declaration of performance when such a product is placed on the market". By drawing up the declaration of performance (DoP), the manufacturer assumes sole responsibility for the compliance of the product with the performance properties declared in the DoP. Unless there are objective indications to the contrary, Member States shall presume that the manufacturer's declaration of performance is accurate and reliable. However, issuing such a declaration must be preceded by the process of assessment and verification of constancy of performance. System 1 is used for smoke detectors. In this system, the declaration of performance of the essential characteristics of the construction product is made by the manufacturer on the basis of the following data (in accordance with Annex V to Regulation 305/2011):

1. The manufacturer shall carry out:
   - factory production control,
   - further testing of samples taken at the factory by the manufacturer in accordance with the prescribed test plan.
2. The notified product certification body shall issue the certificate of constancy of performance of the product on the basis of:
   - determination of the product type on the basis of type testing (including sampling), type calculation, tabulated values or descriptive documentation of the product,
   - initial inspection of the manufacturing plant and of factory production control,
   - continuous surveillance, assessment and evaluation of factory production control.

Therefore, it is an extremely restrictive system, which thus ensures that all detectors in the European Union meet the same minimum requirements, which include not only tests related to durability and operational reliability, but also tests of nominal commissioning conditions and operational reliability (the harmonized standard lists as many as 42 tests in individual groups, which should be subjected to product samples). Apart from the legal provisions described above, there are no other regulations in Poland regarding the application or, for example, the obligation to install smoke detectors in the selected facilities.

Carbon monoxide detector

As mentioned above, in Poland, the placing on the market of carbon monoxide detectors is regulated by the Act on construction products [7]. Placing on the market or making available on the national market carbon monoxide detectors is regulated by Art. 5 sec. 2 of the same act, according to which "a construction product not covered by a harmonized standard, for which the

zharmonizowaną EN 14604:2005+AC:2008 Autonomiczne czujki dymu, której odpowiednikiem opublikowanym przez Polski Komitet Normalizacyjny jest Polska Norma PN-EN 14604:2006 [1]. Przywołane w ustawie rozporządzenie 305/2011 [6] ustanawia zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych w całej Unii Europejskiej. Zgodnie z art. 4 tego rozporządzenia „jeżeli wyrób budowlany objęty jest normą zharmonizowaną lub jest zgodny z wydaną dla niego europejską oceną techniczną, producent sporządza deklarację właściwości użytkowych (DWU) przy wprowadzeniu takiego wyrobu do obrotu". Sporządzając deklarację właściwości użytkowych producent przyjmuje na siebie wyłączną odpowiedzialność za zgodność wyrobu z zadeklarowanymi w DWU właściwościami użytkowymi. Jeżeli nie istnieją obiektywne przesłanki, że jest inaczej, państwa członkowskie przyjmują, że deklaracja właściwości użytkowych sporządzona przez producenta jest dokładna i wiarygodna. Wystawienie jednak takiej deklaracji musi zostać poprzedzone procesem oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych. Dla autonomicznych czujek dymu stosuje się system 1. W tym systemie deklaracja właściwości użytkowych zasadniczych charakterystyk wyrobu budowlanego dokonywana jest przez producenta na podstawie następujących danych (zgodnie z załącznikiem V do rozporządzenia 305/2011):

1. Producent przeprowadza:
   - zakładową kontrolę produkcji,
   - dalsze badania próbek pobranych w zakładzie przez producenta zgodnie z ustalonym planem badań.
2. Notyfikowana jednostka certyfikująca wyrób wydaje certyfikat stałości właściwości użytkowych wyrobu na podstawie:
   - ustalenia typu wyrobu w oparciu o badania (w tym pobieranie próbek), obliczenia, tabelaryczne wartości lub opisową dokumentację wyrobu,
   - wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji,
   - stałego nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji.

Jest to zatem system niezwykle restrykcyjny, który tym samym zapewnia, że wszystkie czujki na terenie Unii Europejskiej spełniają te same minimalne wymagania, wśród których znajdują się nie tylko badania związane z trwałością i niezawodnością działania, ale również badania nominalnych warunków uruchomienia czy niezawodności eksploatacyjnej (norma zharmonizowana wymienia w poszczególnych grupach aż 42 badania, którym należy poddać próbki wyrobu). Poza przepisami prawa, które opisano powyżej, w zakresie stosowania czy np. obowiązku instalacji w wybranych obiektach autonomicznych czujek dymu nie istnieją w Polsce inne regulacje.

Autonomiczna czujka tlenku węgla

Jak wspomniano powyżej, w Polsce wprowadzenie do obrotu autonomicznych czujek tlenku węgla regulowane jest przez ustawę o wyrobach budowlanych [7]. Wprowadzenie do obrotu lub udostępnianie na rynku krajowym autonomicznych czujek tlenku węgla regulowane jest przez art. 5, ust. 2 tejże ustawy, zgodnie z którym „wyrób budowlany nieobjęty normą zharmonizowaną, dla której zakończył

period of coexistence referred to in Art. 17 sec. 5 of Regulation No. 305/2011, and for which the European Technical Assessment has not been issued, may be placed on the market or made available on the national market, if it has been marked with a construction mark, the specimen of which is set out in Annex 1 to the Act".

The application of paragraph 2 of Art. 5 mentioned above for a group of products used in a very similar scope, i.e. the safety of facility users, results from the fact that despite the development of a European standard EN 50291-1:2018 Gas detectors – Electrical apparatus for the detection of carbon monoxide in domestic premises – Part 1: Test methods and performance requirements (the Polish equivalent is the Polish Standard PN-EN 50291-1:2018-06+AC:2021-03E) [4], the standard in question has not been published in the Official Journal of the European Union, therefore it does not have the status of a harmonized standard, which is essential for European certification. Therefore, in order to legally place a product such as a carbon monoxide detector on the market, it must be marked with a construction mark. It is a process similar in form to the European process described above, which is regulated in the Polish regulation, which is the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark [8]. It should be emphasized here that, in accordance with the content of the subsequent amendments to the discussed provision, the obligation to label carbon monoxide detectors with the construction mark B was not created until 1 January 2021. From that date, the manufacturers must also issue national declarations of performance, which are the equivalent of (European) declarations of performance. In the national system of assessment and verification of constancy of performance, the manufacturer's activities include, respectively, determining the type of construction product and carrying out:

- factory production control,
- testing of samples taken at the factory by the manufacturer in accordance with the prescribed test plan.

On the other hand, the activities of the Accredited Certification Body related to assessment and verification, include:

- assessment of the performance of a construction product on the basis of testing samples taken by the certification body, calculations, tabular values or descriptive documentation of this product,
- initial inspection of the manufacturing plant and of factory production control,
- issuing a national certificate of constancy of performance,
- continuous surveillance, assessment and evaluation of factory production control.

As can be seen from the above comparison, Polish law does not significantly differ from the provisions adopted in the European Union related to the marketing of products in the event that it is impossible to perform the so-called European certification. Unfortunately, as in the case of smoke detectors, in Poland these are the only regulations related to these products and there are no other national regulations that would require the use of carbon monoxide detectors in areas where there is a risk it can appear.

się okres koegzystencji, o którym mowa w art. 17 ust. 5 rozporządzenia nr 305/2011, i dla którego nie została wydana europejska ocena techniczna, może być wprowadzony do obrotu lub udostępniany na rynku krajowym, jeżeli został oznakowany znakiem budowlanym, którego wzór określa załącznik nr 1 do ustawy".

Stosowanie ustępu 2 wymienionego powyżej art. 5 dla grupy wyrobów znajdujących zastosowanie w bardzo zbliżonym zakresie tj. bezpieczeństwo użytkowników obiektów wynika z faktu, że pomimo opracowania normy europejskiej EN 50291-1:2018 Wykrywacze gazu – Urządzenia elektryczne do wykrywania tlenku węgla w pomieszczeniach domowych – Część 1: Metody badań i wymagania eksploatacyjne (polskim odpowiednikiem jest Polska Norma PN-EN 50291-1:2018-06+AC:2021-03E) [4], to przedmiotowa norma nie została opublikowana w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej, w związku z czym nie posiada ona, kluczowego dla certyfikacji europejskiej, statusu normy zharmonizowanej. Zatem, aby wprowadzić legalnie wyrób, jakim jest autonomiczna czujka tlenku węgla, należy oznakować go znakiem budowlanym. Jest to proces w swojej formie podobny do opisanego powyżej procesu europejskiego, który uregulowano w polskim przepisie, jakim jest rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym [8]. Podkreślenia w tym miejscu wymaga fakt, że zgodnie z treścią kolejnych nowelizacji omawianego przepisu obowiązek znakowania autonomicznych czujek tlenku węgla znakiem budowlanym B powstał dopiero 1 stycznia 2021 roku. Od tego dnia producenci muszą również wystawiać krajowe deklaracje właściwości użytkowych, które są odpowiednikiem (europejskich) deklaracji właściwości użytkowych. W krajowym systemie oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych działania producenta obejmują odpowiednio określenie typu wyrobu budowlanego oraz prowadzenie:

- zakładowej kontroli produkcji,
- badań próbek pobranych przez producenta w zakładzie produkcyjnym zgodnie z ustalonym przez niego planem badań.

Działania Akredytowanej Jednostki Certyfikującej związane z oceną i weryfikacją obejmują natomiast:

- ocenę właściwości użytkowych wyrobu budowlanego na podstawie badań próbek pobranych przez jednostkę certyfikującą, obliczeń, tabelarycznych wartości lub opisowej dokumentacji tego wyrobu,
- przeprowadzenie wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji,
- wydanie krajowego certyfikatu stałości właściwości użytkowych,
- kontynuację nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji.

Jak wynika z powyższego porównania prawo polskie nie odbiega w sposób znaczący od przyjętych w Unii Europejskiej przepisów związanych z wprowadzaniem do obrotu wyrobów w przypadku, gdy brak jest możliwości dokonania tzw. certyfikacji europejskiej. Niestety, analogicznie jak w przypadku autonomicznych czujek dymu, w Polsce są to jedyne przepisy związane z tymi wyrobami i nie istnieją inne regulacje krajowe, które nakazywałyby stosowanie autonomicznych czujek tlenku węgla w przestrzeniach zagrożonych jego powstawaniem.

European legislation

As already mentioned, when describing this scope of European regulations, in the area related to the placing on the market of smoke detectors, Regulation 305/2011 [6] applies. In Germany and France, the introduction of smoke detectors to the market must be preceded by the same process as the one that is also in force in Poland. However, the issue related to the obligation to install this type of detectors looks completely different. In Germany, the obligation to detect smoke is regulated by the building regulations of the individual federal states, which are left with the decision to introduce an obligation to detect smoke. In 15 out of 16 federal states, the obligation to detect smoke applies to both new and existing buildings. Saxony is the only federal state that did not require smoke detectors to be installed in existing buildings (in terms of existing buildings on 1 January 2016). From 1 January 2016, all newly constructed buildings, also in Saxony, are equipped with smoke detectors. In all federal states, the cost of installing and maintaining the detector is borne by the owner or tenant. On the website of one of the manufacturers of smoke detectors, regulations in this area, which have been presented in a way that is more understandable to end-users can be found [9]. One can search for a specific federal state on the website and by answering further questions can see how many smoke detectors are required. Simple questions are presented below, on the basis of which the website generates the required number of detectors, with a clear reservation that, for example, in the case of rooms larger than 60 m^2 or corridors over 15 m long, the number of detectors must be greater.

1. How many bedrooms and guest rooms do you have?
2. How many children's rooms (children's and teenagers' rooms) do you have?
3. How many hallways, stairways and passages are used as escape routes?

In France, since 8 March 2015, houses and apartments have been required to be equipped with at least one smoke detector and, in accordance with EN 14604, it is the property of the owner of the facility. The tenant, on the other hand, takes responsibility for maintenance and possible repairs. If the owner of the apartment does not meet this requirement, the insurer may add an additional fee to the policy or refuse to cover the cost of damage in the event of a fire.

Another country in Europe that has legally regulated smoke detector installations is Great Britain – specifically England. The regulations of this country go a step further than the previously discussed regulations in force in Germany and France. From 1 October 2015, the installation of smoke detectors and carbon monoxide detectors is mandatory if there is a potential source of carbon monoxide in the room, e.g. a coal or wood-fired stove/fireplace. If the local housing authority finds that the law has been violated, it has the right to impose a fine that can be up to £ 5,000. Considering average earnings are around £ 32,000 a year, which translates to £ 2,600 a month, the penalty for not following the law to install and then maintain detectors in good condition appears to be economically painful.

Prawo europejskie

Tak jak już wspomniano, opisując ten zakres europejskich regulacji, w obszarze związanym z wprowadzeniem do obrotu autonomicznych czujek dymu ma zastosowanie rozporządzenie 305/2011 [6]. W Niemczech i we Francji wprowadzenie do obrotu czujek dymu musi być poprzedzone takim samym procesem, jak ten który obowiązuje również w Polsce. Zupełnie inaczej wygląda natomiast kwestia związana z obowiązkiem instalacji tego typu detektorów. W Niemczech obowiązek wykrywania dymu jest uregulowany w przepisach budowlanych poszczególnych krajów związkowych, którym pozostawiono decyzję odnośnie wprowadzenia obowiązku wykrywania dymu. W 15 z 16 krajów związkowych obowiązek wykrywania dymu dotyczy zarówno nowych, jak i istniejących budynków. Saksonia jest jedynym krajem związkowym, który nie wymagał instalowania czujników dymu w istniejących budynkach (w rozumieniu budynków istniejących na dzień 1 stycznia 2016 roku). Od dnia 1 stycznia 2016 roku wszystkie nowo powstałe budynki, również w Saksonii, są wyposażane w czujki dymu. We wszystkich krajach związkowych koszt związany z instalacją i konserwacją czujki ponosi właściciel obiektu lub jego dzierżawca. Na stronie internetowej jednego z producentów czujek dymu można zapoznać się z przepisami w tym zakresie, które zostały przedstawione w sposób bardziej zrozumiały dla użytkowników końcowych [9]. Można tam wyszukać dany kraj związkowy i odpowiadając na kolejne pytania sprawdzić, ile czujek dymu jest wymaganych. Poniżej przedstawiono proste pytania, na podstawie których strona generuje wymaganą liczbę czujek, z wyraźnym zastrzeżeniem, że np. w przypadku pokoi większych niż 60 m^2 czy korytarzy o długości ponad 15 m liczba czujek musi być większa.

1. Ile masz sypialni i pokoi gościnnych?
2. Ile masz pokoi dziecięcych (pokoje dzieci i nastolatków)?
3. Ile korytarzy, klatek schodowych i przejść jest wykorzystywanych jako drogi ewakuacyjne?

We Francji od 8 marca 2015 r. istnieje obowiązek wyposażania domów i mieszkań w co najmniej jeden detektor dymu i zgodnie z normą EN 14604 należy on do właściciela obiektu. Najemca natomiast bierze odpowiedzialność za konserwację i ewentualne naprawy. Jeżeli właściciel obiektu mieszkalnego nie spełni tego wymagania, ubezpieczyciel może doliczyć dodatkową opłatę do polisy lub odmówić pokrycia kosztów szkody w przypadku pożaru.

Kolejnym krajem w Europie, w którym uregulowano prawnie instalacje czujek dymu, jest Wielka Brytania – konkretnie Anglia. Przepisy tego kraju idą o krok dalej niż omawiane wcześniej obowiązujące w Niemczech i we Francji. Od 1 października 2015 roku instalowanie czujek dymu oraz czujek tlenku węgla jest obowiązkowe, jeśli w pomieszczeniu znajduje się potencjalne jego źródło np. piec/kominek opalany węglem lub drewnem. Jeżeli lokalny urząd mieszkaniowy (ang. *local housing authority*) dowiedzie, że przepisy zostały naruszone, wówczas ma on prawo nałożyć karę pieniężną, która może wynieść do pięciu tysięcy funtów. Mając na uwadze, że średnia zarobków wynosi około 32 tysiące funtów rocznie, co przekłada się na 2600 funtów miesięcznie, to kara za nieprzestrzeganie prawa związanego z obowiązkiem instalacji, a następnie utrzymywania czujek w poprawnym stanie, wydaje się być ekonomicznie dotkliwa.

Detectors and the Integrated Qualification System in fire protection

An equally important area of national regulations as the regulations on placing products on the market should be the aspect of the quality of services provided in fire protection, i.e. the area of standardization of services such as installation and maintenance of alarm detectors. This is an area that guarantees that services in this area are provided by people whose knowledge, competences and practical skills are at an appropriate level. The national regulations in this respect come down to insufficiently specified provisions of the Act on fire protection [5], in which in Art. 4 paragraph 2 it is stipulated that "activities in the field of fire protection may be performed by persons with appropriate qualifications". Unfortunately, this provision and other fire or technical and construction regulations do not specify the qualifications of persons who design, install and maintain (service) fire protection, including alarm detectors in buildings.

As shown in practice, including the processes of certification of fire protection installations or assessment and verification of fire safety of buildings, conducted by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute; CNBOP-PIB), no sufficiently specified, formal requirements and regulations regarding the qualifications for installation and fire protection maintenance adversely affects the quality of the provided services, which in fact directly translates into the level of fire safety of buildings. In order to face this unfavorable situation, in 2017 at CNBOP-PIB a work group was established in cooperation with experts from Instytut Badań Edukacyjnych (Educational Research Institute), whose aim was to use the tools offered by the Integrated Qualifications System (ZSK), i.e. developing new market qualifications related to fire safety. As a result of the cooperation, requirements were developed for the following market qualifications:

1. Installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas.
2. Designing fire protection – voice alarm systems (DSO).
3. Designing fire protection – fire alarm systems (SSP) and control of fire protection devices.
4. Designing fire protection – fixed gas extinguishing systems (SUG-G).
5. Installation and maintenance of fire protection – voice alarm systems (DSO).
6. Installation and maintenance of fire protection – fire alarm systems (SSP) and control of fire protection devices.
7. Installation and maintenance of fire protection – fixed gas extinguishing systems (SUG-G).

The breakthrough moment for the undertaken work was May 2019, when the announcement of the Minister of the Interior and Administration of 7 May 2019 was published in Monitor Polski on the inclusion of market qualifications for the installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas and design, installation and maintenance of fire protection (SSP, DSO, SUG-G) to the Integrated Qualification System [10].

Czujki a Zintegrowany System Kwalifikacji w ochronie przeciwpożarowej

Równie istotnym obszarem regulacji krajowych jak regulacje dotyczące wprowadzenia wyrobów do obrotu, powinien być aspekt dotyczący jakości usług świadczonych w ochronie przeciwpożarowej, czyli obszar standaryzacji takich usług jak montaż i konserwacja autonomicznych czujek. Jest to obszar gwarantujący, że usługi w tym zakresie świadczą osoby, których wiedza, kompetencje oraz umiejętności praktyczne są na właściwym poziomie. Krajowe przepisy w tym względzie sprowadzają się do niedostatecznie sprecyzowanych zapisów ustawy o ochronie przeciwpożarowej [5], w której w art. 4. ust. 2. określa się, że „czynności z zakresu ochrony przeciwpożarowej mogą wykonywać osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje". Niestety ten przepis oraz inne przepisy przeciwpożarowe czy techniczno-budowlane nie precyzują już, jakie kwalifikacje powinny posiadać osoby, które projektują, instalują i konserwują (serwisują) zabezpieczenia przeciwpożarowe w tym autonomiczne czujki w obiektach budowlanych.

Jak pokazuje praktyka stosowania, w tym prowadzone przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) procesy certyfikacji instalacji przeciwpożarowych czy oceny i weryfikacji bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych, brak dostatecznie sprecyzowanych, formalnych wymagań i regulacji dotyczących kwalifikacji do montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych wpływa niekorzystnie na jakość świadczonych usług, co w rzeczywistości bezpośrednio przekłada się na poziom bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych. Chcąc wyjść naprzeciw tej niekorzystnej sytuacji w CNBOP-PIB w 2017 roku został powołany zespół zadaniowy we współpracy z ekspertami z Instytutu Badań Edukacyjnych, którego celem stało się wykorzystanie narzędzi, jakie oferuje Zintegrowany System Kwalifikacji (ZSK), tj. opracowanie nowych kwalifikacji rynkowych związanych z bezpieczeństwem pożarowym. W wyniku prac zespołu zostały opracowane wymagania dla następujących kwalifikacji rynkowych:

1. Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu.
2. Projektowanie zabezpieczeń przeciwpożarowych – dźwiękowe systemy ostrzegawcze (DSO).
3. Projektowanie zabezpieczeń przeciwpożarowych – systemy sygnalizacji pożarowej (SSP) i sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi.
4. Projektowanie zabezpieczeń przeciwpożarowych – stałe urządzenia gaśnicze gazowe (SUG-G).
5. Montaż i konserwacja zabezpieczeń przeciwpożarowych – dźwiękowe systemy ostrzegawcze (DSO).
6. Montaż i konserwacja zabezpieczeń przeciwpożarowych – systemy sygnalizacji pożarowej (SSP) i sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi.
7. Montaż i konserwacja zabezpieczeń przeciwpożarowych – stałe urządzenia gaśnicze gazowe (SUG-G).

Przełomowym momentem dla podjętych prac okazał się maj 2019 roku, kiedy to w Monitorze Polskim opublikowano obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia

In July of the same year, CNBOP-PIB, by the decision of the Minister of Internal Affairs and Administration, obtained the status of a Certifying Authority (IC) for new market qualifications included in the ZSK system [11].

For the announced market qualifications for the installation and maintenance of carbon monoxide, smoke, heat and gas alarm detectors, the levels of the Polish Qualification Framework (PRK) and the European Qualification Framework have been assigned, i.e. installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas – 2nd level of PRK, symbol PRK2.

The process, currently implemented at the Institute, of validating the market qualifications for the design, installation and maintenance of fire protection, on the basis of the decision of the Minister of the Ministry of Interior and Administration of 9 July 2019 [11], will be conducted by CNBOP-PIB in accordance with the diagram in Figure 5.

The validation process carried out by CNBOP-PIB Certifying Authority is distinguished by the following stages:

- identifying and informing,
- registration,
- verification of learning outcomes.

Identifying and informing is a stage in the validation process in which the candidate, based on the information provided on the website, independently diagnoses his competence in the installation and maintenance of alarm detectors. The provided information includes: regulations, content of declarations, information about a given PRK2 level, validation scheme, contact details, application form, link to the announcement and an extract of learning outcomes from the description of the qualification, information about the previously required qualifications, information about potential validation dates, information on fees, etc. This stage should end with the registration of the candidate for the appropriate date of verification of the learning outcomes of set 1 or 2 of the qualifications or the development of a further learning plan: self-education or during a dedicated training.

Registration is a stage in the validation process in which the candidate, already in the registration system available on the website after registration, selects the date of validation of learning outcomes, respectively, from set 1 and 2 for the market qualification "Installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas". Validation of the learning outcomes from set 2 is only possible after passing the learning outcomes from set 1 of the market qualification.

Verification of learning outcomes is a validation stage in which the candidate checks and confirms the learning outcomes required for a qualification. The verification of learning outcomes includes a theoretical part and a practical part. To verify the learning outcomes for the market qualification for the installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas, only the following verification method is allowed – theoretical knowledge test for set 1, i.e. "Preparation for installation and maintenance of fire safety monitoring devices". As part of this set, the person taking the exam defines issues related to fire hazards, flammable gases and carbon monoxide, as well as the current legal status regarding the installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas. The

7 maja 2019 r. w sprawie włączenia kwalifikacji rynkowych dotyczących montażu i konserwacji autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu oraz projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych (SSP, DSO, SUG-G) do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji [10]. W lipcu tego samego roku CNBOP-PIB na mocy decyzji Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji otrzymało status Instytucji Certyfikującej (IC) dla nowych, włączonych do sytemu ZSK kwalifikacji rynkowych [11].

Dla ogłoszonych kwalifikacji rynkowych dotyczących montażu i konserwacji autonomicznych czujek tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu zostały przypisane poziomy Polskiej Ramy Kwalifikacji i Europejskich Ram Kwalifikacji tj. montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu – 2 poziom PRK, ozn. PRK2.

Wdrażany obecnie w Instytucie proces walidacji kwalifikacji rynkowych dotyczących projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych na podstawie decyzji Ministra MSWiA z dnia 9 lipca 2019 r. [11] będzie prowadzony przez CNBOP-PIB zgodnie ze schematem zamieszczonym na rycinie 5.

Sam proces walidacji realizowany przez Instytucję Certyfikującą CNBOP-PIB wyróżnia się następującymi etapami:

- identyfikowanie i informowanie,
- rejestracja,
- weryfikacja efektów uczenia się.

Identyfikowanie i informowanie to etap w procesie walidacji, w którym kandydat samodzielnie na podstawie informacji zamieszczonych na stronie internetowej diagnozuje swoje kompetencje dotyczące montażu i konserwacji autonomicznych czujek. Udostępniane informacje to między innymi: regulamin, treść oświadczeń, informacja dotycząca danego poziomu PRK2, schemat walidacji, dane kontaktowe, dane formularza zgłoszeniowego, link do obwieszczenia i wyciąg efektów uczenia się z opisu kwalifikacji, informacja o wymaganych wcześniej uzyskanych kwalifikacjach, informacja o potencjalnych terminach przeprowadzenia walidacji, informacja o opłatach, itd. Etap ten powinien zakończyć się rejestracją kandydata na odpowiedni termin weryfikacji efektów uczenia się zestawu 1, 2 kwalifikacji lub opracowaniem planu dalszego uczenia się: samodzielnie lub na dedykowanym szkoleniu. Etap identyfikowania i informowania może być wspierany przez doradcę walidacyjnego.

Rejestracja to etap w procesie walidacji, w którym kandydat już w systemie rejestracyjnym udostępnionym na stronie internetowej po zarejestrowaniu się wybiera termin walidacji efektów uczenia się odpowiednio z zestawu 1 i 2 dla kwalifikacji rynkowej „Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu". Walidacja efektów uczenia się z zestawu 2 jest możliwa tylko po zaliczeniu efektów uczenia się z zestawu 1 kwalifikacji rynkowej.

Weryfikacja efektów uczenia się to etap walidacji, w którym kandydat sprawdza i potwierdza wymagane dla kwalifikacji efekty uczenia się. Weryfikacja efektów uczenia się obejmuje część teoretyczną i część praktyczną. Do weryfikacji efektów uczenia się dla kwalifikacji rynkowej dotyczącej montażu i konserwacji autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu dopuszcza się zastosowanie wyłącznie następującej metody weryfikacji – teoretyczny test wiedzy dla zestawu 1 tj. „Przygotowanie do montażu i konserwacji urządzeń monitorujących bezpieczeństwo pożarowe". W ramach tego zestawu osoba przystępująca do egzaminu charakteryzuje zagadnienia związane z zagrożeniami pożarowymi, gazami palnymi oraz

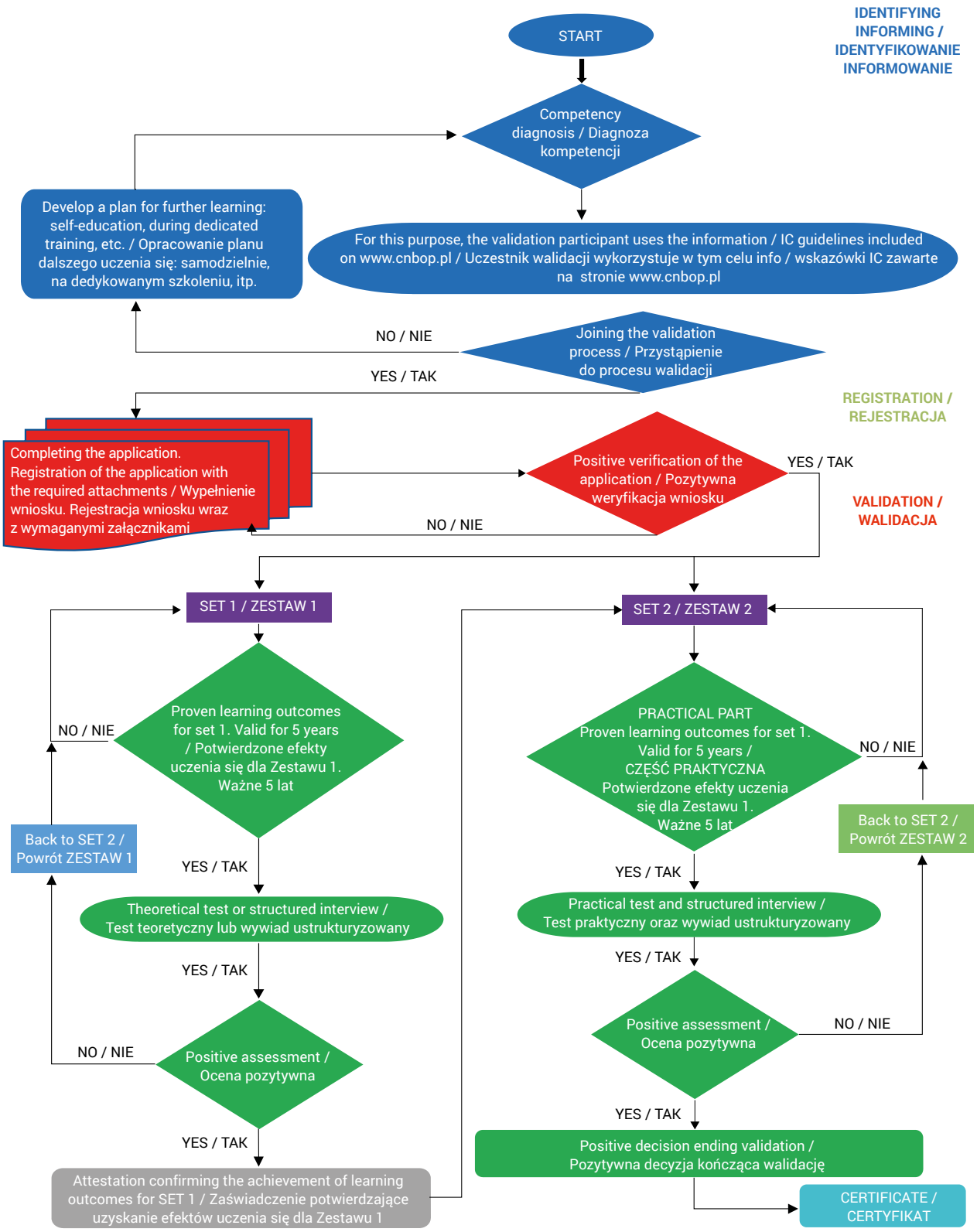


Figure 5. Validation scheme for the market qualification "Installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas"
Rycina 5. Schemat walidacji dla kwalifikacji rynkowej „Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu"

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

verification criteria for the listed learning outcomes for set 1 are the following skills of the participant:

- discusses fire hazards in homes, recreational vehicles and similar objects, including recreational boats,
- discusses the risks associated with the occurrence of flammable gases: natural gas, LPG and carbon monoxide,
- discusses the principles of reacting in the event of a fire,
- discusses the types and applications of portable fire fighting equipment,
- characterizes the types of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas,
- discusses the principles of self-evacuation from endangered rooms,
- describes additional options for alarming about a threat (communication between alarm detectors, communication within the alarm system, communication via local wi-fi or bluetooth),
- discusses the current legal regulations regarding the principles of health and safety, environmental protection regarding the installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas,
- discusses the labeling of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas,
- discusses the rules of handling used electrical and electronic equipment, including alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas.

The test of practical skills is the verification method for the second set of required learning outcomes. As part of set 2 "Installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas', the examiner confirms that he or she has the following skills: installs and maintains an alarm detector: carbon monoxide, gas, smoke and heat. The accepted criteria for the verification of these skills are the following skills of the participant:

- checks the correctness of the order during an on-site inspection in terms of the possible sources of threats,
- determines the location of the installation of a detector ,
- prepares the detector for operation, including the detector test,
- installs the detector,
- instructs the user to proceed in the event of an alarm triggered by a detector: extinguishing all fire sources, turning off gas devices, not turning on or off all electrical devices, including batteries, closing the gas valve, opening doors and windows, evacuation, calling for help, calling service to check the device, causing the alarm,
- describes possible disturbances in the operation of the detector, including mains power failure,
- instructs the user on the principles of proper use, including checking the detector's readiness and its maintenance,
- describes the activities necessary for proper maintenance of the detector.

The document confirming the granting of the qualifications "Installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas" is a state certificate, which is valid indefinitely.

tlenkiem węgla, a także charakteryzuje aktualny stan prawny dotyczący montażu i konserwacji autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu. Kryteriami weryfikacji wymienionych efektów uczenia dla zestawu 1 stanowią poniższe umiejętności uczestnika:

- omawia zagrożenia pożarowe występujące w pomieszczeniach domowych, pojazdach rekreacyjnych i podobnych obiektach w tym łodziach rekreacyjnych,
- omawia zagrożenia związane z wystąpieniem gazów palnych: gazu ziemnego, LPG oraz tlenku węgla,
- omawia zasady reagowania w przypadku powstania pożaru,
- omawia rodzaje i zastosowanie podręcznego sprzętu gaśniczego,
- charakteryzuje rodzaje autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu,
- omawia zasady samoewakuacji z zagrożonych pomieszczeń,
- opisuje dodatkowe możliwości alarmowania o zagrożeniu (komunikacja pomiędzy czujkami autonomicznymi, komunikacja w ramach systemu alarmowego, komunikacja poprzez lokalną sieć wi-fi lub bluetooth),
- omawia aktualne przepisy prawa regulujące zasady BHP, ochrony środowiska dotyczące montażu oraz konserwacji autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu,
- omawia sposób oznakowania autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu,
- omawia zasady postępowania ze zużytym sprzętem elektrycznym i elektronicznym, w tym autonomicznymi czujnikami: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu.

Metodą weryfikacji dla drugiego zestawu wymaganych efektów uczenia się jest test umiejętności praktycznych. W ramach zestawu 2 „Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu" osoba egzaminowana potwierdza posiadanie następujących umiejętności: montuje i konserwuje autonomiczną czujkę tlenku węgla, gazu, dymu i ciepła. Przyjętymi kryteriami weryfikacji tych umiejętności są wymienione poniżej umiejętności uczestnika:

- sprawdza prawidłowość zamówienia w czasie wizji lokalnej pod względem występujących źródeł zagrożeń,
- ustala lokalizację montażu czujek,
- przygotowuje czujkę do pracy, w tym przeprowadza test czujki,
- montuje czujkę,
- instruuje użytkownika o postępowaniu w sytuacji alarmu wywołanego przez czujkę: zgaszenie wszystkich źródeł ognia, wyłączenie urządzeń gazowych, niewłączanie lub wyłączenie wszystkich urządzeń elektrycznych w tym na baterie, zamknięcie zaworu gazu, otwarcie drzwi i okien, ewakuacja, wezwanie pomocy, wezwanie serwisu do urządzenia, będącego przyczyną alarmu,
- opisuje możliwe zakłócenia pracy czujki, w tym brak zasilania sieciowego,
- instruuje użytkownika o zasadach prawidłowej eksploatacji, w tym sprawdzenia gotowości i konserwacji czujki,
- omawia czynności niezbędne dla prawidłowej konserwacji czujki.

Dokumentem potwierdzającym nadanie kwalifikacji „Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu" jest państwowy certyfikat, który jest ważny bezterminowo.

Summary

The qualifications and competences of personnel performing activities for the fire safety of buildings, including the installation and maintenance of alarm detectors, are extremely important and require their proper management and formal confirmation. The basic requirement is a sufficiently high level of qualifications and competences of the people offering their services in this area, the lack of which in the national legislation was one of the reasons for insufficiently equipping households in Poland with alarm detectors. On the basis of studies commissioned by the Ministry of the Interior and Administration in 2016 [12], it was found that only 18% of households, according to the declarations of the respondents, are equipped with an alarm detector. At the same time, on the basis of the same studies, it was discovered that nearly half of the respondents declared that they were able to sensually recognize carbon monoxide, which in fact is an odorless and colorless substance, i.e. physically unidentifiable by human senses. The selected conclusions from the conducted studies, which were the motivation to start a project at CNBOP-PIB in the direction of defining the quality standards of services provided in fire protection, missing in the applicable provisions of law, are presented in the table below.

Podsumowanie

Kwalifikacje i kompetencje personelu wykonującego czynności na rzecz bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych, w tym montaż i konserwacja czujek autonomicznych, są niezwykle ważne i wymagają właściwego zarządzania nimi oraz ich formalnego potwierdzania. Podstawowym wymogiem jest dostatecznie wysoki poziom kwalifikacji i kompetencji przez osoby oferujące swoje usługi w tym zakresie, których uprzedni brak w krajowym ustawodawstwie stanowił jedną z przyczyn niedostatecznego wyposażenia gospodarstw domowych w Polsce w autonomiczne czujki. Na podstawie badań przeprowadzonych na zlecenie Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w 2016 r. [12] stwierdzono, że zaledwie 18% gospodarstw domowych według deklaracji respondentów jest wyposażonych w autonomiczną czujkę. Jednocześnie na podstawie tych samych badań stwierdzono, że blisko połowa badanych deklarowała, iż jest w stanie zmysłowo rozpoznać tlenek węgla, który w istocie jest substancją bezwonną i bezbarwną, czyli fizycznie nieidentyfikowalną za pomocą ludzkich zmysłów. Wybrane wnioski z przeprowadzonych badań, które stanowiły motywację do podjęcia prac w CNBOP-PIB w kierunku określenia brakujących w obowiązujących przepisach prawa standardów jakości świadczonych usług w ochronie przeciwpożarowej, przedstawiono w poniższej tabeli.

Table 1. Summary of research results regarding fire hazard, carbon monoxide poisoning and smoke
Tabela 1. Podsumowanie wyników badania dotyczących zagrożenia pożarowego oraz zatruć tlenkiem węgla i dymem

Cause of fires / Przyczyny pożarów	Presence of carbon monoxide / Obecność tlenku węgla (czadu)	Fire prevention / Zapobieganie pożarom	Equipped with detectors / Wyposażenie w czujniki
51% of the respondents mention a short circuit or other failure of the electrical system as the most common cause of fires, and every third (36%) also mention unintentional starting of a fire / 51% respondentów wymienia zwarcie lub inną awarię instalacji elektrycznej jako najczęstszą przyczynę pożarów, a co trzeci (36%) wskazuje również nieumyślne zaprószenie ognia	41% of the respondents declared the ability to recognize carbon monoxide, and such a declaration was made much more often by inhabitants of rural areas than large cities (26% of inhabitants of large cities and 48% of rural residents) / 41% respondentów zadeklarowało umiejętność rozpoznania czadu, przy czym deklaracja taka zdecydowanie częściej składana była przez mieszkańców wsi niż dużych miast (26% mieszkańców dużych miast i 48% mieszkańców wsi)	45% of the respondents appreciate the role of smoke and carbon monoxide detectors in fire prevention / 45% respondentów docenia rolę czujników dymu i czadu w zapobieganiu pożarom	18% and 17% of the respondents have smoke and carbon monoxide detectors, respectively / Czujniki dymu i czadu posiada odpowiednio 18% i 17% badanych
Every tenth respondent indicates a failure of the gas installation as the cause of a fire / Co dziesiąty respondent jako przyczynę pożaru wskazuje awarię instalacji gazowej	Every second respondent declaring the ability to recognize carbon monoxide (53%) indicates that it can be recognized by smell (this is 22% of all the respondents) / Co drugi respondent deklarujący umiejętność rozpoznania czadu (53%) wskazuje, iż można go rozpoznać po zapachu (stanowi to 22% ogółu badanych)	28% of the respondents declare that in order to prevent a fire it is enough to be careful (this approach is more common in people with lower education) / 28% respondentów deklaruje, iż aby zapobiec pożarowi wystarczy być uważnym (podejście takie występuje częściej u osób z niższym wykształceniem)	A lower percentage of those with detectors live in centrally located voivodships / Niższy odsetek posiadających czujniki zamieszkuje centralnie położone województwa
5% of those asked indicated the behavior of children as the cause of the fires / 5% pytanych jako przyczynę pożarów wskazało zachowanie dzieci	Every fifth respondent indicates the possibility of detecting carbon monoxide using special detectors / Co piąty pytany wskazuje możliwość wykrycia czadu za pomocą specjalnych czujników	Every tenth respondent thinks that one should have a fire extinguisher (or other extinguisher device) at home / Co dziesiąty pytany uważa, że należałoby mieć w domu gaśnicę (lub inne urządzenie gaśnicze)	The inhabitants of the following voivodships have the greatest number of detectors: dolnośląskie, opolskie, małopolskie, zachodnio-pomorskie and warmińsko-mazurskie / Najwięcej czujników posiadają mieszkańcy województw: dolnośląskiego, opolskiego, małopolskiego, zachodnio-pomorskiego i warmińsko-mazurskiego

Source: Own elaboration based on [12].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12].

A person with a market qualification certificate "Installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas" is prepared for independent installation and maintenance of fire safety monitoring devices and uses typical terminology related to the activities performed within the qualification. In his/her work, he/she applies health and safety rules and procedures relating to the performed tasks. During installation, instructing the user and providing maintenance of the detectors, he/she uses basic documents describing the operation and functioning of the installed devices. He/she can search, compare and evaluate the information needed to install and maintain alarm detectors in accordance with the art. In addition, he/she solves common installation problems and gives instructions to the user on how to proceed in the event of an alarm triggered by the detector. In other words, he/she has the necessary minimum knowledge, competences and practical skills, guaranteeing an acceptable level of quality of installing the detector and providing maintenance services. Formal confirmation of previously proven skills constitutes a completely new standard in Poland, which may contribute to an increase in the number of households that will be equipped with these basic, but also strategic devices ensuring the safety of users and their property.

Conclusions

The key issue seems to be providing the assistance of qualified fitters and maintenance technicians of alarm detectors for dependent people with various dysfunctions, due to which they will not be able to purchase an appropriate detector on their own and then properly install it. These include people moving with the help of assistive equipment (crutches, walking sticks, walkers, prostheses, wheelchairs), with hearing and sight impairment, with manual and cognitive difficulties (e.g. after a stroke, with dementia), pregnant women, people who are physically weaker and have difficulty moving. The activity and independence of people with disabilities is difficult for various reasons. The development of new technologies and products in the field of compensation technologies allow for equal opportunities, but often the barrier is high prices of detectors or the inability to use them due to dysfunctions possessed by the users. Therefore, it is important not only to compensate for the effects of disability at an individual level, but above all to create conditions for building an environment that will be friendly and built on universal principles. This also applies to access to high-quality services in the field of fire protection. The new market qualification proposed by CNBOP-PIB called "Installation and maintenance of alarm detectors: carbon monoxide, smoke, heat and gas" can be used to educate staff that will be able to help out such a large group of citizens who, due to their dysfunctions, will never be able to independently purchase and install an alarm detector. At the same time, in an emergency, the same people will in most cases not be able to evacuate on their own, so more important is the need to provide them with information about a threat early enough to

Osoba posiadająca certyfikat kwalifikacji rynkowej „Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu" jest przygotowana do samodzielnego montażu i konserwacji urządzeń monitorujących bezpieczeństwo pożarowe oraz posługuje się typowym nazewnictwem związanym z wykonywanymi działaniami w ramach kwalifikacji. W swojej pracy stosuje zasady i procedury BHP odnoszące się do wykonywanych zadań. W czasie montażu, instruowania użytkownika oraz w czasie konserwacji czujek korzysta z podstawowych dokumentów opisujących działanie i funkcjonowanie montowanych urządzeń. Potrafi wyszukiwać, porównywać i oceniać informacje potrzebne do montażu i konserwacji autonomicznych czujek zgodnie ze sztuką. Ponadto rozwiązuje typowe problemy pojawiające się podczas montażu oraz udziela instrukcji użytkownikowi o postępowaniu w sytuacji alarmu wywołanego przez czujkę. Jednym słowem, posiada niezbędne minimum wiedzy, kompetencji oraz umiejętności praktycznych, gwarantujące akceptowalny poziom jakości świadczonych usług montażu i konserwacji detektorów. Formalne potwierdzenie sprawdzonych uprzednio umiejętności stanowi zupełnie nowy standard w Polsce, który może przyczynić się do zwiększenia liczby gospodarstw domowych, które będą wyposażone w te podstawowe, ale jednocześnie strategiczne urządzenia zapewniające bezpieczeństwo użytkownikom oraz ich mieniu.

Wnioski

Kluczową sprawą wydaje się zapewnienie pomocy wykwalifikowanych monterów i konserwatorów autonomicznych czujek osobom niesamodzielnym, posiadającym różnego rodzaju dysfunkcje, z powodu których nie będą w stanie samodzielnie dokonać zakupu odpowiedniej czujki, a następnie prawidłowo jej zamontować. Należą do nich ludzie poruszający się przy pomocy sprzętu wspomagającego (kul, lasek, balkoników, protez, wózków inwalidzkich), z uszkodzonym narządem słuchu, wzroku, z trudnościami manualnymi i poznawczymi (na przykład po udarze, z chorobami otępiennymi), kobiety w ciąży, osoby słabsze fizycznie i mające trudności w poruszaniu się. Aktywność i samodzielność osób z niepełnosprawnościami jest z różnych powodów utrudniona. Rozwój nowych technologii oraz produktów z obszaru technologii kompensacyjnych pozwalają na wyrównywanie szans, ale często barierą pozostają wysokie ceny czujek lub brak możliwości ich zastosowania z powodu posiadanych przez użytkowników dysfunkcji. Dlatego ważne jest, aby nie tylko kompensować skutki niepełnosprawności na poziomie indywidualnym, ale przede wszystkim stwarzać warunki do budowy otoczenia, które będzie przyjazne i zbudowane na zasadach uniwersalnych. Dotyczy to również dostępu do odpowiednich jakościowo usług z obszaru ochrony przeciwpożarowej. Zaproponowana przez CNBOP-PIB nowa kwalifikacja rynkowa pt. „Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu" może posłużyć wykształceniu kadr, które będą mogły wyręczyć tak liczną grupę obywateli, którzy z powodu posiadanych dysfunkcji, nigdy nie będą w stanie samodzielnie dokonać zakupu oraz montażu autonomicznej czujki. Jednocześnie w sytuacji zagrożenia, te same osoby nie będą w większości przypadków zdolne do samodzielnej ewakuacji, więc tym

enable the appropriate services to be called. For this reason, equipping the residential buildings of people from this group with the detectors in question seems to be a key issue in order to maintain an appropriate level of safety.

The ability to confirm qualifications regarding the design, installation and maintenance of fire protection at CNBOP-PIB is the first important step towards a comprehensive solution offered by the Integrated Qualification System in fire protection. Details in this regard will be published successively on CNBOP-PIB website at https://www.cnbop.pl/pl/uslugi/jednostka-certyfikujaca-uslugi/certyfikacja-personelu.

ZSK, having its formal foundations in the rank of statutory provisions and executive acts, is a well-described system of formal organization and classification of competences in comparable qualifications frameworks in Poland and the EU. However, the system is flexible and takes into account the principle of lifelong learning in different ways. It is an open system – in case of market qualifications, their confirmation takes place on the basis of validation, but it does not matter how the knowledge was obtained by the person who participated in it. Thus, education itself, participation in training, and practical acquisition of knowledge and skills are possible. The idea and offer of ZSK in fire protection in Poland, presented in a synthetic way, against the background of systemic solutions adopted in developed countries in Europe, indicates the need to introduce similar solutions in Poland, thus offering the society (including particularly vulnerable people) services at the highest possible quality level. This is essential for the effectiveness of the technological and organizational solutions offered in the field of fire protection in the 21st century.

Based on the analysis of the conducted research, a significant lack of adequate public awareness of fire hazards, their identification and the possibility of preventing them was discovered. Regardless of the activities related to the introduction of market qualifications, activities aimed at increasing public awareness of fire safety are identified as highly justified and extremely important. Informing the public about the dangers and methods of preventing and dealing with them, as well as the impact of equipping households with appropriate detectors and their correct installation and operation on safety, is an extremely important aspect of improving fire safety of residential buildings.

bardziej większego znaczenia nabiera konieczność odpowiednio wczesnego przekazania im informacji o zagrożeniu tak, aby umożliwić wezwanie odpowiednich służb. Z tego powodu wyposażenie obiektów mieszkalnych osób z tej grupy w omawiane czujniki, wydaje się kluczową sprawą w celu zachowania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa.

Możliwość potwierdzenia kwalifikacji dotyczących projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych w CNBOP-PIB to pierwszy ważny krok w stronę kompleksowego rozwiązania, jakie oferuje Zintegrowany System Kwalifikacji w ochronie przeciwpożarowej. Szczegóły w tym zakresie będą ogłaszane sukcesywnie na stronie internetowej CNBOP-PIB https://www.cnbop.pl/pl/uslugi/jednostka-certyfikujaca-uslugi/certyfikacja-personelu.

ZSK, posiadając swoje podstawy formalne w randze przepisów ustawowych i aktów wykonawczych, jest dobrze opisanym systemem formalnego uporządkowania i klasyfikacji kompetencji w porównywalnych ramach kwalifikacji w Polsce i UE. Jednakże system ten jest elastyczny i uwzględnia zasadę nauki przez całe życie w różny sposób. Jest on systemem otwartym – w przypadku kwalifikacji rynkowych ich potwierdzenie odbywa się na zasadzie walidacji, przy czym nie ma znaczenia, w jaki sposób wiedza ta została pozyskana przez osobę, która się jej poddaje. Możliwa jest zatem sama edukacja, udział w szkoleniach, praktyczne zdobywanie wiedzy i umiejętności. Przedstawiona w sposób syntetyczny idea i oferta ZSK w ochronie przeciwpożarowej w Polsce na tle systemowych rozwiązań przyjętych w państwach rozwiniętych Europy, wskazuje potrzebę wprowadzenia podobnych rozwiązań w Polsce, oferując tym samym społeczeństwu (w tym osobom szczególnie zagrożonym) usługi na możliwie najwyższym poziomie jakościowym. Ma to kluczowe znaczenie dla skuteczności oferowanych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych w ochronie przeciwpożarowej w XXI wieku.

Na podstawie analizy przeprowadzonych badań stwierdzono znaczący brak odpowiedniej świadomości społecznej na temat zagrożeń pożarowych, ich identyfikacji i możliwości zapobiegania im. Niezależnie od działań związanych z wprowadzeniem kwalifikacji rynkowych, jako wysoce zasadne i niezwykle istotne identyfikuje się działania zmierzające do podniesienia świadomości społecznej w zakresie bezpieczeństwa pożarowego. Informowanie społeczeństwa zarówno o zagrożeniach i sposobach zapobiegania i postępowania w razie ich wystąpienia, jak również o wpływie wyposażenia gospodarstw domowych w odpowiednie czujki oraz o ich prawidłowym montażu i eksploatacji na bezpieczeństwo, stanowi niezwykle istotny aspekt poprawy bezpieczeństwa pożarowego obiektów mieszkalnych.

Literature / Literatura

[1] Norma PN-EN 14604:2006 Autonomiczne czujki dymu.

[2] Norma PN-EN 54-3+A1:2019-06 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 3: Pożarowe urządzenia alarmowe – Sygnalizatory akustyczne.

[3] PKN-CEN/TS 54-14:2020-09 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 14: Wytyczne planowania, projektowania, instalowania, odbioru, eksploatacji i konserwacji.

[4] Norma PN-EN 50291-1:2018 Wykrywacze gazu – Urządzenia elektryczne do wykrywania tlenku węgla w pomieszczeniach domowych – Część 1: Metody badań i wymagania eksploatacyjne.

[5] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 1372; zm.: Dz. U. z 2019 r. poz. 1518).

[6] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr

305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. U. L 88/5 z 4.4.2011).
[7] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. nr 92 poz. 881 z późn. zm.).
[8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966 z późn. zm.).
[9] Czujniki dymu są obowiązkowe – kampania Ei Electronics, https://www.eielectronics.de/rauchmelder-sind-pflicht [dostęp: 8.06.2021].
[10] Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 maja 2019 r. w sprawie włączenia kwalifikacji rynkowych dotyczących projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz montażu i konserwacji autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (Monitor Polski z dnia 21 maja 2019 r. poz. 446).
[11] Decyzja Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 lipca 2019 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowemu Instytutowi Badawczemu uprawnienia do certyfikowania kwalifikacji rynkowych (Monitor Polski z dnia 21 maja 2019 r. poz. 446).
[12] Ipsos, Badania dot. zagrożenia pożarowego oraz zatruć tlenkiem węgla i dymem, https://slideplayer.pl/slide/11730879/ [dostęp: 8.06.2021].
[13] Garlińska U., Iwańska M., Śliwiński R., *Najnowsze prawodawstwo krajów europejskich i jego porównanie ze stanem obowiązującym w Polsce w zakresie autonomicznych czujek dymu*, „Ochrona Mienia i Informacji" 2016, 4, 42–45.
[14] Garlińska U., Iwańska M., Śliwiński R., *Autonomiczna czujka dymu – opis działania i funkcjonalność wyrobu*, „Ochrona Mienia i Informacji" 2016, 5, 44–46.
[15] Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz. U. z 2018 poz. 2153 z późn. zm.).
[16] Zboina J., Gancarczyk P. (red.), *Certyfikacja usług w ochronie przeciwpożarowej w ujęciu praktycznym i teoretycznym*, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2016, https://doi.org/10/17381/2016.1.
[17] Sławiński S., *Mała encyklopedia Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji*, Wydawnictwo Instytutu Badań Edukacyjnych, Warszawa 2018.
[18] Sławiński S., *Słownik Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji*, Wydawnictwo Instytutu Badań Edukacyjnych, Warszawa 2018.
[19] Sławiński S., Królik K., Stęchły W., *Włączanie kwalifikacji do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji*, Wydawnictwo Instytutu Badań Edukacyjnych, Warszawa 2018.
[20] Gmaj I., Grzeszczak J., Leyk A. i in., *Walidacja – nowe możliwości zdobywania kwalifikacji*, Wydawnictwo Instytutu Badań Edukacyjnych, Warszawa 2018.
[21] The Smoke and Carbon Monoxide Alarm (England) Regulations 2015, https://www.legislation.gov.uk/uksi/2015/1693/contents/made [dostęp: 8.06.2021].
[22] Median annual earnings for full-time employees in the United Kingdom from 1999 to 2020 (in GBP), https://www.statista.com/statistics/1002964/average-full-time-annual-earnings-in-the-uk [dostęp: 8.06.2021].

PAWEŁ FLOREK, BE – a graduate of the Faculty of Law at the SWPS University of Social Sciences and Humanities in Warsaw, where he graduated from the Faculty of Internal Security. Specialist in the Support and Audit Department at Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy in Józefów. Fire protection inspector, member of a team of authors of 7 new qualifications in the field of design, installation and maintenance of fire protection at CNBOP-PIB included in ZSK, as well as the originator of the qualification for the installation and maintenance of alarm detectors.

URSZULA GARLIŃSKA, M.SC. ENG. – a graduate of the Faculty of Civil Safety Engineering and the Faculty of Fire Safety Engineering of the Main School of Fire Service in Warsaw and post-graduate student of the Warsaw University of Technology and the University of Information Technology and Management in Rzeszów. Research and technical employee of Fire Alarm Systems and Fire Automation Laboratory in Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) in Józefów.

LIC. PAWEŁ FLOREK – absolwent Wydziału Prawa SWPS Uniwersytetu Humanistycznospołecznego w Warszawie, gdzie ukończył studia na kierunku Bezpieczeństwo Wewnętrzne. Specjalista w Dziale Wsparcia i Audytów w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie. Inspektor ochrony przeciwpożarowej, członek zespołu autorów 7 nowych kwalifikacji z zakresu projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych w CNBOP-PIB włączonych do ZSK, a także pomysłodawca kwalifikacji dotyczącej montażu i konserwacji autonomicznych czujek.

MGR INŻ. URSZULA GARLIŃSKA – absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego i Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz studiów podyplomowych na Politechnice Warszawskiej i Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie. Pracownik badawczo-techniczny w Zespole Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie.

MARTA IWAŃSKA, M.SC. – a graduate of Collegium Civitas in Warsaw at the Faculty of Sociology, with a major in management of non-governmental organizations. For over eight years she has been working in CNBOP-PIB Certification Department as a specialist in quality management systems. She is a co-author of a number of publications related to fire protection.

ROBERT ŚLIWIŃSKI, M.SC. ENG. – a graduate of the Faculty of Civil Safety Engineering at the Main School of Fire Service in Warsaw and the SGH Warsaw School of Economics. From the beginning of his professional career, he was associated with Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) in Józefów. As a specialist of the Certification Department, he was the coordinator of a substantive area regarding devices included in the fire alarm systems. From 2019, deputy manager of CNBOP-PIB Technical Assessment Department.

MGR MARTA IWAŃSKA – absolwentka Collegium Civitas w Warszawie na wydziale socjologii, kierunek zarządzanie organizacjami pozarządowymi. Od ponad ośmiu lat pracownik Jednostki Certyfikującej w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie jako specjalista ds. systemów zarządzania jakością. Współautorka szeregu publikacji związanych z ochroną przeciwpożarową.

MGR INŻ. ROBERT ŚLIWIŃSKI – absolwent Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz Szkoły Głównej Handlowej. Od początku kariery zawodowej związany z Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytutem Badawczym w Józefowie. Jako specjalista Jednostki Certyfikującej pełnił rolę koordynatora obszaru merytorycznego dot. urządzeń wchodzących w skład systemów sygnalizacji pożarowej. Od 2019 roku Zastępca Kierownika Zakładu Ocen Technicznych CNBOP-PIB.

SFT VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 134–144

Paweł Florek[a)*], Tomasz Kołodziejczyk[a)]

[a)] *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: pflorek@cnbop.pl*

Supporting Evacuation of Disabled People – Organizational and Technological Challenges

Wsparcie ewakuacji osób niepełnosprawnych – wyzwania organizacyjne i technologiczne

ABSTRACT

Aim: The aim of this publication is to present the most important aspects concerning the conditions for evacuation of people with various types of disabilities – from mobility problems, to reduced perception in the event of a threat, and to indicate the most important challenges both in terms of legal regulations, as well as organizational and technological conditions for ensuring effective evacuation of disabled people.

Introduction: People with disabilities are a group that requires special consideration when planning evacuation from public utility facilities, because many of these people – depending on the type and degree of their dysfunction – will not be able to evacuate from the danger zone on their own. The inspection carried out in 2019 by the Delegation of the Supreme Audit Office in Poznań confirmed the need to adapt the applicable legal regulations in this regard (in practice, fire safety instructions, evacuation plans, staff training and equipping facilities with adequate equipment supporting the evacuation of people with disabilities) [1]. In addition to legal and technological aspects, a very important factor in the effective evacuation of disabled people are organizational solutions adopted in a given facility, which should take into account the individual specificity (cubature) and functions of a given facility.

Methodology: As part of the research process, theoretical research was used, such as: analysis of literature and legal documents, synthesis, generalization, inference, comparison and analogy. During the research, national and foreign sources (from the United States and Great Britain) were analyzed. The selection of individual countries was guided by the level of development of the solutions adopted in these countries dedicated to supporting the evacuation of disabled people in a situation of threat to their life or health, as well as the availability of data sources.

Conclusions: The presented analysis of the conditions for the evacuation of people with disabilities from public utility buildings shows the challenges that both the legislator and managers of facilities in the country face in this area, as well as the emergency services. The latter – similarly to people with disabilities – are the systemic beneficiaries of the desired changes in the area of law and tactics of rescue operations, from the moment of alerting about an event in the facility where there are people who are unable to evacuate themselves. Introducing good practices, verified in other countries, into common application, should significantly improve rescue operations. The expected effect will be to shorten the time of providing help to all people unable to evacuate themselves in an emergency – regardless of their number, as well as the type and specificity of the public facility in which the life or health threatening situation occurred.

Keywords: evacuation of disabled people, public utility buildings, intelligent construction, modelling and computer simulations, individual evacuation plan
Type of article: review article

Received: 29.06.2021; Reviewed: 09.07.2021; Accepted: 12.07.2021;
Authors' ORCID IDs: Paweł Florek – 0000-0002-9690-3989; Tomasz Kołodziejczyk – 0000-0002-1234-2548
The authors contributed the equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 134–144, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.9;
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 niniejszej publikacji jest przedstawienie najważniejszych aspektów dotyczących warunków ewakuacji osób z różnymi rodzajami niepełnosprawności – począwszy od problemów z poruszaniem się, na ograniczeniu percepcji w sytuacji wystąpienia zagrożenia skończywszy – oraz wskazanie najważniejszych wyzwań zarówno na płaszczyźnie regulacji prawnych, jak i warunków organizacyjnych oraz technologicznych dla zapewnienia skutecznej ewakuacji osób niepełnosprawnych.

Wprowadzenie: Osoby niepełnosprawne to grupa wymagająca szczególnego uwzględnienia w przypadku planowania ewakuacji z obiektów użyteczności publicznej, ponieważ wiele z tych osób – w zależności od rodzaju i stopnia posiadanej dysfunkcji – nie będzie w stanie samodzielnie ewakuować się

ze strefy zagrożenia. Przeprowadzona w 2019 roku kontrola Delegatury Najwyższej Izby Kontroli w Poznaniu potwierdziła konieczność dostosowania obowiązujących regulacji prawnych w tym zakresie (w praktyce instrukcji bezpieczeństwa pożarowego, planów ewakuacji, przeszkolenia personelu oraz wyposażenia obiektów w adekwatny sprzęt wspomagający ewakuację osób z niepełnosprawnością) [1]. Poza aspektami prawnymi i technologicznymi, bardzo istotny czynnik skutecznej ewakuacji osób niepełnosprawnych stanowią przyjęte w danym obiekcie rozwiązania organizacyjne, które powinny uwzględniać indywidualną specyfikę (kubatura) oraz funkcje danego obiektu.

Metodologia: W ramach procesu badawczego wykorzystano badania teoretyczne, takie jak: analiza literatury i dokumentów prawnych, synteza, uogólnianie, wnioskowanie, porównanie oraz analogia. Podczas badań dokonano analizy źródeł krajowych oraz zagranicznych (ze Stanów Zjednoczonych Ameryki i Wielkiej Brytanii). Przy doborze poszczególnych państw kierowano się poziomem rozwoju przyjętych w tych państwach rozwiązań dedykowanych wsparciu ewakuacji osób niepełnosprawnych w sytuacji zagrożenia dla ich życia lub zdrowia, a także dostępnością źródeł danych.

Wnioski: Zaprezentowana analiza warunków ewakuacji osób z niepełnosprawnością z obiektów użyteczności publicznej pokazuje wyzwania, jakie w tym obszarze stoją zarówno przed legislatorem, jak i zarządcami obiektów w kraju, a także przed służbami ratowniczymi. Te ostatnie – podobnie jak osoby niepełnosprawne – są systemowym beneficjentem pożądanych zmian w obszarze przepisów prawa oraz taktyki prowadzonych działań ratowniczych, już od momentu alarmowania o zdarzeniu w obiekcie, w którym przebywają osoby niezdolne do samodzielnej ewakuacji. Wprowadzenie do powszechnego zastosowania dobrych praktyk, sprawdzonych w innych państwach, powinno w wyraźny sposób usprawnić działania ratownicze. Spodziewanym efektem będzie skrócenie czasu dotarcia z pomocą do wszystkich osób niezdolnych do samodzielnej ewakuacji w sytuacji zagrożenia – bez względu zarówno na ich liczbę, jak i na rodzaj i specyfikę obiektu użyteczności publicznej, w którym doszło do sytuacji zagrażającej życiu lub zdrowiu.

Słowa kluczowe: ewakuacja osób niepełnosprawnych, obiekty użyteczności publicznej, inteligentne budownictwo, modelownie i symulacje komputerowe, indywidualny plan ewakuacji

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 29.06.2021; Zrecenzowany: 09.07.2021; Zaakceptowany: 12.07.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: Paweł Florek – 0000-0002-9690-3989; Tomasz Kołodziejczyk – 0000-0002-1234-2548;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 134–144, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.9;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

Currently, the regulations in Poland do not precisely regulate how to evacuate disabled people. This is confirmed by the results of the inspection carried out by the Delegation of the Supreme Audit Office in Poznań in 2019 [1]. They point to five critical areas related to the safe evacuation of people with disabilities. These are:

- no practical verification of the conditions and organization of evacuation of people with disabilities (50% of facilities),
- no employee training in the area of evacuation of people with disabilities (37.5%),
- no specialized equipment for the evacuation of people with disabilities (100%),
- no knowledge about the efficiency of the users of the facility (37.5%),
- no evacuation procedures for people with disabilities (62.5%).

When analysing the specific needs of people with disabilities, it is necessary to indicate the need to use dedicated for individual groups of people in the evacuation scheme. The obligation to guarantee the safety of building users and to enable the evacuation of disabled people – in accordance with applicable law in Poland – rests with the managers of public buildings. This is regulated by relevant laws and regulations referred to in the following sections of the article. In the public perception, a peculiar novelty among the provisions of the law may be the Act of 19 July 2019 on providing accessibility

Wprowadzenie

Obecnie w Polsce przepisy nie regulują precyzyjnie, w jaki sposób należy przeprowadzić ewakuację osób niepełnosprawnych. Potwierdzają to wyniki kontroli przeprowadzonej przez Delegaturę Najwyższej Izby Kontroli w Poznaniu w 2019 r. [1]. Wskazują one na pięć krytycznych obszarów związanych z bezpieczną ewakuacją osób z niepełnosprawnościami. Są to:

- brak praktycznego sprawdzenia warunków i organizacji ewakuacji osób z niepełnosprawnością (50% obiektów),
- brak szkoleń pracowników w obszarze ewakuacji osób z niepełnosprawnością (37,5%),
- brak specjalistycznego wyposażenia do ewakuacji osób z niepełnosprawnością (100%),
- brak wiedzy o stanie sprawności użytkowników obiektu (37,5%),
- brak procedur ewakuacji osób z niepełnosprawnością (62,5%).

Analizując specyficzne potrzeby osób z niepełnosprawnością, należy wskazać na potrzebę dedykowanego poszczególnym grupom osób schematu ewakuacji. Obowiązek zagwarantowania bezpieczeństwa użytkowników budynku oraz umożliwienia ewakuacji osób niepełnosprawnych – zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa w Polsce – spoczywa na zarządcach obiektów użyteczności publicznej. Regulują to odpowiednie ustawy i rozporządzenia, które przywołano w kolejnych podrozdziałach artykułu. W odbiorze społecznym swoistą nowością wśród przepisów prawa może być ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze

to people with special needs [2], which explicitly points to the need to ensure the possibility of evacuating or saving people with disabilities. The government program Accessibility Plus [3], which is relatively new in the public awareness, is also complementary to the aforementioned Act. In fact, this program is the first and comprehensive approach to accessibility in Poland. Its aim is to ensure free access to goods, services and the possibility of participation in social and public life for people with special needs and to adapt public space, architecture, transport and products to the requirements of all citizens. As part of the European funds, as well as funds from the budgets of local government units and public and private national funds, directions and specific projects with a total value of PLN 23 billion (for 2018–2025) have been planned in the Accessibility Plus program. Taking into account the complexity and wealth of this program, it is worth emphasizing that among the areas indicated as priority in terms of improving accessibility, there are conditions for the evacuation of people with special needs, including people with disabilities. The resources of the State Fund for Rehabilitation of Disabled People (PFRON) – a public administration body dedicated to supporting rehabilitation and employment of disabled people play a significant role in the implementation of the Accessibility Plus program. The analyses carried out under the Accessibility Plus program show that in Poland there may be as many as 7 million dependent people with special needs. A characteristic feature of each person in this social group will also be special protective needs, including the need for direct support in an emergency that requires evacuation. According to the estimates, such a large social group of people with special needs will systematically grow, mainly due to unfavourable demographic trends. Therefore, an essential challenge requiring planning and intervention in a systematic and long-term manner in emergency situations is adapting public space to the specific needs of this group. The possibility of adapting the best practices in this area from other developed countries in the world (such as the United States of America or the United Kingdom) may result in significant progress and acceleration of saturation of public infrastructure with solutions that will guarantee support for effective help for dependent people in emergencies that threaten their lives or health. Therefore, the issues discussed in the article constitute a very important and certainly up-to-date security context. It seems that defining the standards of conduct in the event of threats in public utility facilities for people with special protective needs in a situation requiring their evacuation is not only a necessity resulting from a systematic increase in infrastructure or unfavourable demographic trends that feed such a sensitive social group, but also a standard in a sense defining the level of civilization development of countries aspiring to be called developed. These are countries available to all citizens regardless of their dysfunctions and in the taken context – safe, or at least systematically trying, due to dedicated legal, technological and organizational solutions, to prevent threats and protect those who will not be able to take care of themselves on their own in an emergency.

szczególnymi potrzebami [2], w której wskazuje się wprost na konieczność zapewnienia możliwości ewakuacji lub uratowania osób niepełnosprawnych. Komplementarnym do wspomnianej ustawy jest również relatywnie nowy w świadomości społecznej rządowy program Dostępność Plus [3]. Program ten w istocie stanowi pierwsze i kompleksowe ujęcie tematyki dostępności w Polsce. Jego celem jest zapewnienie swobodnego dostępu do dóbr, usług oraz możliwości udziału w życiu społecznym i publicznym osób o szczególnych potrzebach oraz dostosowanie przestrzeni publicznej, architektury, transportu i produktów do wymagań wszystkich obywateli. W ramach funduszy europejskich, a także środków pochodzących z budżetów jednostek samorządu terytorialnego oraz publicznych i prywatnych środków krajowych, zaplanowano w programie Dostępność Plus kierunki i konkretne przedsięwzięcia o łącznej wartości 23 miliardów złotych (na lata 2018–2025). Biorąc pod uwagę kompleksowość oraz zasobność tego programu, na podkreślenie zasługuje fakt, że wśród obszarów wskazanych jako priorytetowe, jeśli chodzi o poprawę ich dostępności, znalazły się właśnie warunki ewakuacji osób o szczególnych potrzebach, w tym osób z niepełnosprawnością. Znaczący udział w realizacji programu Dostępność Plus odgrywają zasoby Państwowego Funduszu Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych (PFRON) – organu administracji publicznej dedykowanego do wsparcia rehabilitacji oraz zatrudnienia osób niepełnosprawnych. Z przeprowadzonych w ramach programu Dostępność Plus analiz wynika, że w Polsce może być nawet 7 mln osób niesamodzielnych, o szczególnych potrzebach. Cechą charakterystyczną dla każdej osoby w tej grupie społecznej będą również szczególne potrzeby ochronne, w tym potrzeba bezpośredniego wsparcia w sytuacji zagrożenia, powodującej konieczność ewakuacji. Tak liczna grupa społeczna osób o szczególnych potrzebach będzie według szacunków systematycznie się powiększać, głównie z powodu niekorzystnych trendów demograficznych. Dlatego niezbędnym wyzwaniem wymagającym planowania i interwencji w sposób systematyczny i długofalowy jest dostosowanie przestrzeni publicznej do szczególnych potrzeb w tej grupie w sytuacjach zagrożenia. Możliwość adaptacji najlepszych praktyk w tym obszarze z innych państw rozwiniętych na świecie (jak chociażby Stany Zjednoczone Ameryki czy Wielka Brytania) może zaowocować znaczącym progresem i przyspieszeniem nasycenia infrastruktury publicznej rozwiązaniami, które będą gwarantować wsparcie dla skutecznej pomocy osobom niesamodzielnym w nagłych sytuacjach zagrażających ich życiu lub zdrowiu. Zagadnienia podejmowane w artykule stanowią zatem bardzo istotny i z pewnością aktualny kontekst bezpieczeństwa. Wydaje się, że określenie standardów postępowania na wypadek zagrożeń w obiektach użyteczności publicznej dla osób o szczególnych potrzebach ochronnych w sytuacji wymagającej ich ewakuacji to nie tylko konieczność wynikająca z systematycznego przyrostu infrastruktury, czy też niekorzystnych trendów demograficznych, które zasilają tak newralgiczną grupę społeczną, ale też standard określający w pewnym sensie poziom rozwoju cywilizacyjnego państw aspirujących do miana rozwiniętych. Mowa tu o krajach dostępnych dla wszystkich obywateli bez względu na posiadane dysfunkcje oraz w podejmowanym kontekście – bezpiecznych, a przynajmniej starających się systemowo za sprawą

Good practices on the example of Great Britain and the United States of America

An extremely interesting, good practice in Great Britain is, among others, planning for one year in advance the organization of evacuation trials, including financial compensation for posted or recruited workers to be responsible for providing emergency first aid and evacuation to people with special needs. Moreover, an individualized approach to the issue of evacuation, commonly used in Great Britain, seems worth following, taking into account both the specificity of each facility and the types of dysfunction of potential users with special needs. In practice, this approach works in the form of individual evacuation plans, which as a standard contain a list of fire-fighting devices existing in the facility, applicable procedures in the event of a fire, delineated evacuation routes dedicated to the movement of people with disabilities, as well as a list of all improvements made in the facility for people with disabilities. It is also good practice to distinguish – already at the design stage – evacuation plans for individual facilities, the specificity of each type of disability, including hearing, vision, motor dysfunction, and perception (cognitive). Individual UK Evacuation Plans are developed both for staff permanently resident in a building (employees) and for those using services offered in a given public facility. In case of employees, plans are prepared by the departments of human resources together with the interested parties, while in case of outsiders visiting the building, most often the obligation to prepare the plans rests with the facility manager. There is a widespread belief in the United Kingdom, which is confirmed in practice, that the key to an effective evacuation is constructive cooperation in the development of evacuation plans for as many parties as possible, which can add value to the creation of such an important procedure that, in an emergency, is aimed at minimizing (as much as possible) the risk of losses to people (life and health), as well as to property. The issue of prioritizing the special needs of people with disabilities is a clear standard of the British society and of the Royal Administration at all levels. This is also confirmed by the applicable regulations, according to which insufficient coordination of design activities in the field of evacuation plans by the facility manager or managers may be interpreted not only as non-compliance with fire protection requirements, but also as a manifestation of discrimination against people with special protective needs. Some of the Anglo-Saxon solutions – in particular an individual approach aimed at the fullest possible adaptation of the protective solutions adopted in the facilities – are also present in the United States. The best example of this is a guide [4] serving as guidelines for the development of evacuation schemes for people with disabilities along with evacuation schemes adequate to five specific types of disability

dedykowanych rozwiązań prawnych, technologicznych i organizacyjnych zapobiegać zagrożeniom i chronić tych, którzy samodzielnie nie będą zdolni do zatroszczenia się o siebie w sytuacji zagrożenia.

Dobre praktyki na przykładzie Wielkiej Brytanii i Stanów Zjednoczonych Ameryki

Niezwykle interesującą, dobrą praktyką stosowaną w Wielkiej Brytanii jest m.in. planowanie z rocznym wyprzedzeniem organizacji próbnych ewakuacji, uwzględniających finansową gratyfikację dla pracowników delegowanych lub zrekrutowanych w celu odpowiedzialności za udzielanie pierwszej pomocy osobom o szczególnych potrzebach w sytuacji zagrożenia i ewakuacji. Ponadto, godnym naśladowania wydaje się, stosowane powszechnie w Wielkiej Brytanii, zindywidualizowane podejście do zagadnienia ewakuacji, uwzględniające zarówno specyfikę każdego z obiektów, jak i rodzajów dysfunkcji potencjalnych użytkowników o szczególnych potrzebach. Takie podejście w praktyce funkcjonuje w postaci indywidualnych planów ewakuacji, które standardowo zawierają wykaz istniejących w obiekcie urządzeń przeciwpożarowych, obowiązujących procedur postępowania na wypadek pożaru, wytyczonych dróg ewakuacji dedykowanych osobom z niepełnosprawnością, a także wykaz wszelkich usprawnień powstałych w obiekcie z myślą o osobach niepełnosprawnych. Dobrą praktyką jest również rozróżnianie – już na etapie projektowania – planów ewakuacji dla poszczególnych obiektów, specyfiki poszczególnych rodzajów niepełnosprawności, w tym deficytów narządu słuchu, wzroku, dysfunkcji ruchowej, a także percepcji (poznawczej). Indywidualne Plany Ewakuacji w Wielkiej Brytanii opracowuje się zarówno dla personelu na stałe przebywającego w obiekcie (pracownicy), jak i dla osób korzystających z usług oferowanych w danym obiekcie użyteczności publicznej. W przypadku pracowników plany są opracowywane przez działy kadr wspólnie z zainteresowanymi, natomiast w odniesieniu do osób postronnych, odwiedzających budynek najczęściej zobowiązanie przygotowania planów spoczywa na zarządcy obiektu. W Wielkiej Brytanii panuje powszechne przeświadczenie, które potwierdza się w praktyce, że kluczem do skutecznej ewakuacji jest konstruktywna współpraca na etapie opracowania planów ewakuacji możliwie wszystkich stron, mogących wnieść wartość dodaną do stworzenia tak istotnej procedury, która w sytuacji zagrożenia ma na celu w jak największym zakresie zminimalizować ryzyko strat w ludziach (życie i zdrowie), a także w mieniu. Kwestia priorytetowego podejścia do szczególnych potrzeb osób niepełnosprawnych jest oczywistym standardem brytyjskiego społeczeństwa oraz organów administracji królewskiej na każdym poziomie. Znajduje to potwierdzenie również w obowiązujących przepisach, zgodnie z którymi niedostateczne skoordynowanie działań projektowych w zakresie planów ewakuacji przez zarządcę lub zarządców obiektu może zostać odczytane jako nie tylko niezgodność z wymaganiami w zakresie ochrony przeciwpożarowej, ale również jako przejaw dyskryminacji osób o szczególnych potrzebach ochronnych. Niektóre z rozwiązań anglosaskich – w szczególności indywidualne podejście mające na celu możliwie pełne dostosowanie przyjętych w obiektach rozwiązań

(motor, sight, hearing, speech and perception dysfunctions). It is a standard used in fire protection in the United States of America, which – in addition to the indications on how to plan an evacuation adapted to the five types of dysfunctions – defines four stages of evacuation, i.e. alarming, marking evacuation routes, self-evacuation and evacuation with assistance (support of a second person). This American standard is designed to accommodate individual adaptation of an evacuation plan to the characteristics of each disabled person on site by offering a personal checklist for designers, facility managers and end users (i.e. disabled people) that can be used to optimize evacuation plans. This list contains information about a given disabled person in the form of a declaration regarding the most precisely defined target location in the facility where the disabled person intends to stay and synthetic data on the type of dysfunctions, the use of a guide dog, as well as contact and personal details. Very important information, included as obligatorily in the personal checklist, is data on whether a specific person will actually require support in an emergency and the need to evacuate, as well as any details of persons or animals assisting a disabled person (including information on the assistant's training level). Other very important information contained in the list is that concerning the solutions adopted in the facility to enable the effective evacuation of disabled people. The data relates to the adequacy of the solutions adopted in a facility to the specific needs of a disabled person, including verification of the degree of understanding of the used markings of the evacuation route, methods of alerting in the situations of a fire, flood, terrorist attack, storm and seismic shocks. The checklist in question also includes questions that ultimately verify the level of understanding of the adopted evacuation procedures as well as the availability and readability of passageways, access routes and marked escape routes. The adopted standard in the form of a dedicated guide and personal checklists enables the identification of disabled people each time.

Polish conditions

The regulation of the Minister of Infrastructure of 12 April 2002 on the technical conditions to be met by buildings and their location (i.e. Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2015 r. poz. 1422) [5] and the regulation of the Minister of Internal Affairs and Administration of 2 December 2015 on agreeing a construction design in terms of fire protection (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2015 r. poz. 2117) [6] directly impose the obligation to guarantee the safety of building users and enable the evacuation of people. The new formal and legal regulation dedicated to people with disabilities

ochronnych – występują również w Stanach Zjednoczonych Ameryki. Najlepszym tego przykładem jest przewodnik [4] służący jako wytyczne do opracowywania schematów ewakuacji osób z niepełnosprawnością wraz ze schematami ewakuacji adekwatnymi do pięciu określonych rodzajów niepełnosprawności (dysfunkcji ruchowej, wzroku, słuchu, mowy oraz percepcji). Jest to standard stosowany w ochronie przeciwpożarowej w Stanach Zjednoczonych Ameryki, który – poza wskazaniami, w jaki sposób planować ewakuację dostosowaną do wymienionych pięciu rodzajów dysfunkcji – określa cztery etapy ewakuacji, tj.: alarmowanie, oznaczenie dróg ewakuacyjnych, samoewakuację oraz ewakuację z asystą (wsparciem drugiej osoby). Ten amerykański standard z założenia uwzględnia możliwość indywidualnego dostosowania planu ewakuacji do cech każdej osoby niepełnosprawnej przebywającej na terenie obiektu, oferując opracowaną dla projektantów, zarządców obiektów oraz użytkowników końcowych (tj. osób niepełnosprawnych) personalną listę kontrolną, za pomocą której można zoptymalizować plany ewakuacji. Lista ta zawiera informacje na temat danej osoby niepełnosprawnej w postaci deklaracji dotyczącej możliwie jak najbardziej precyzyjnie określonej lokalizacji docelowej w obiekcie, w której osoba niepełnosprawna ma zamiar przebywać oraz syntetyczne dane o rodzaju posiadanych dysfunkcji, korzystania z asysty psa przewodnika, a także dane kontaktowe i personalne. Bardzo ważną informacją zawartą obligatoryjnie w personalnej liście kontrolnej są dane odnośnie tego, czy konkretna osoba faktycznie będzie wymagała wsparcia w sytuacji zagrożenia i konieczności ewakuacji, a także ewentualne dane szczegółowe dotyczące osób lub zwierząt asystujących osobie niepełnosprawnej (w tym informacje o poziomie wyszkolenia asystenta). Innymi spośród bardzo ważnych informacji, które zawiera lista, są te dotyczące przyjętych w obiekcie rozwiązań mających za zadanie umożliwić skuteczną ewakuację osób niepełnosprawnych. Dane te dotyczą adekwatności przyjętych w obiekcie rozwiązań do szczególnych potrzeb osoby niepełnosprawnej, w tym weryfikację stopnia zrozumienia zastosowanych oznaczeń dróg ewakuacyjnych, sposobów alarmowania w sytuacjach pożaru, powodzi, ataku terrorystycznego, nawałnicy oraz wstrząsów sejsmicznych. Lista kontrolna, o której mowa, zawiera również pytania ostatecznie weryfikujące poziom zrozumienia przyjętych procedur ewakuacji oraz dostępność i czytelność przejść, dojść i wytyczonych ścieżek ewakuacji. Przyjęty standard w postaci dedykowanego przewodnika i personalnych list kontrolnych umożliwia każdorazową identyfikację osób niepełnosprawnych.

Polskie uwarunkowania

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. Dz. U. z 2015 r. poz. 1422) [5] oraz rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015 r. poz. 2117) [6] wprost nakładają obowiązek zagwarantowania bezpieczeństwa użytkowników budynków oraz umożliwienia ewakuacji osób. Nowym

in emergency situations is the Act of 19 July 2019 on ensuring accessibility to people with special needs [2]. This act, in Art. 6, specifies the minimum requirements to ensure accessibility to people with special needs, including the necessity to provide evacuation. According to the regulation of the Minister of Interior and Administration of 7 June 2010 on fire protection of buildings, other structures and areas (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2010 r. Nr 109, poz. 719) [7] appropriate evacuation conditions should be provided to enable quick and safe exit from the danger zone, including the fire zone from anywhere in the building public utility, which is intended for the presence of people. Evacuation conditions should be adapted to the number and fitness level of people in the building and its function, structure and dimensions, because life and health of people in the danger zones depends on the efficiency of evacuation. According to the provisions of the aforementioned regulation (§ 17 (1, 2)), in addition in some facilities, at least once a year or two years, the organization and conditions of evacuation from the entire facility should be practically verified. Managing people's behaviour in a hazardous situation is possible thanks to the assumption of the most optimal scenario for the operation of devices and the principles of cooperation, which indicate to the people in the building a safe evacuation route from the hazardous area.

Disability – a social issue and a challenge in rescue

According to data from the World Health Organization (WHO), there are almost one billion people with disabilities in the world [8]. In Poland, according to the information contained in the aforementioned government program Accessibility Plus for 2018 –2025, 30% of the society may have permanent or temporary limitations in mobility or perception [1]. Depending on the adopted definition of disability, this group in Poland may have from 4.9 million to even 7.7 million people, although there are no precise statistics. It is not known exactly what percentage of that number are people with motor disabilities. It is assumed that they constitute about 10% of the total number. About 1.8 million people with visual disabilities live in Poland, including about 5,000 people who are completely blind (according to the estimates of non-governmental organizations). Currently, the regulations in Poland do not precisely regulate how to evacuate disabled people. This is confirmed by the results of the already mentioned audit of the NIK Delegation in Poznań [1].

When analysing the specific needs of disabled people, it is necessary to point out the need to create tool support and an evacuation scheme dedicated to individual groups of people. In case of people with hearing impairment and deaf people, support in the form of text messages, visual alarm system, vibration function and an application navigating inside a facility should be used. The function of locating a person in any part of a facility in real time is very important in order to shorten the arrival time of the rescuers or law enforcement services, and ultimately bystanders

uregulowaniem formalno-prawnym, dedykowanym dla osób niepełnosprawnych w sytuacjach zagrożenia jest ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami [2]. Ustawa ta w art. 6 określa minimalne wymagania służące zapewnieniu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami, wśród nich konieczność zapewnienia możliwości ewakuacji. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. Nr 109, poz. 719) [7] z każdego miejsca w budynku użyteczności publicznej, które jest przeznaczone obecności ludzi, powinny być zapewnione odpowiednie warunki ewakuacji umożliwiające szybkie i bezpieczne opuszczanie strefy zagrożonej, w tym objętej pożarem. Warunki ewakuacji powinny być dostosowane do liczby i stanu sprawności osób przebywających w budynku oraz do jego funkcji, konstrukcji i wymiarów, gdyż od sprawności ewakuacji zależy życie i zdrowie osób znajdujących się w strefach zagrożenia. Według zapisów przywołanego rozporządzenia (§ 17 ust. 1, 2) dodatkowo w niektórych obiektach, co najmniej raz na rok lub dwa lata, powinno się praktycznie zweryfikować organizację oraz warunki ewakuacji z całego obiektu. Zapanowanie nad zachowaniem ludzi w sytuacji zagrożenia jest możliwe dzięki założeniu najbardziej optymalnego scenariusza działania urządzeń oraz zasad współdziałania, które wskazują osobom przebywającym w budynku bezpieczną drogę ewakuacji z miejsca zagrożenia.

Niepełnosprawność – kwestia społeczna i wyzwanie w ratownictwie

Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) na świecie jest prawie miliard osób z niepełnosprawnością [8]. W Polsce, zgodnie z informacjami zawartymi we wspomnianym już rządowym programie Dostępność Plus na lata 2018–2025, 30% społeczeństwa może mieć trwałe lub czasowe ograniczenia w mobilności czy percepcji [1]. W zależności od przyjętej definicji niepełnosprawności ta grupa może liczyć w Polsce od 4,9 mln do nawet 7,7 mln osób, choć brakuje dokładnej statystyki. Nie wiadomo dokładnie, jaki procent stanowią osoby z niepełnosprawnością ruchową. Przyjmuje się, że stanowią one około 10% ogólnej liczby. W Polsce żyje około 1,8 mln osób z niepełnosprawnością wzroku, w tym jak szacują organizacje pozarządowe – ok. 5 tysięcy osób całkowicie niewidomych. Obecnie w Polsce przepisy nie regulują precyzyjnie, w jaki sposób należy przeprowadzić ewakuację osób niepełnosprawnych. Potwierdzają to wyniki przywoływanej już kontroli Delegatury NIK w Poznaniu [1].

Biorąc pod uwagę szczególne potrzeby osób niepełnosprawnych należy skupić się przede wszystkim na wsparciu tych osób w zakresie skutecznej ewakuacji w sytuacji zagrożenia. W przypadku osób niedosłyszących i głuchych należy zastosować wsparcie w formie wiadomości tekstowych, sytemu alarmującego w postaci wizualnej, funkcji wibracji oraz aplikacji nawigującej wewnątrz obiektu. Bardzo istotną jest funkcja umożliwiająca lokalizowanie osoby w dowolnej części obiektu w czasie rzeczywistym, w celu skrócenia czasu dotarcia ratowników lub służb

who are able to provide support (assistance) during evacuation. This is confirmed by research of the National Fire Protection Association (NFPA) conducted in the United States in 2005–2007 [9], according to which audio (not voice) alarm signals were associated, for example, by the respondents with a cell phone ringing. In case of visually impaired and blind people, additional solutions should be applied based on the functions of sound alarming, including navigation with the use of audio messages, as well as messages and markings in the facility with an appropriate colour contrast. The device worn on or the application should cooperate with the infrastructure environment, in which intense colour marking should be provided for such elements as handrails, stairs, floor texturing on communication and escape routes. In case of people with cognitive disabilities, there may be significant disturbances in fully conscious perception of the circumstances of the threatening situation. In particular people in this group should be identified before they enter a facility, as their limitations do not have to be recognizable. There may be problems with the punctuation of text messages. It is reasonable to support them with dedicated audio messages. Also due to unconscious limitations, people in this group may move much slower during evacuation than others. Hence the need for an alternative and safe escape route. For each of the groups mentioned above, the function of identifying and locating a person with cognitive limitations in real time in any part of a facility and adjacent to the facility is particularly important. The above action will shorten the time of arrival of the rescuers or law enforcement services (and ultimately bystanders who are able to provide support during an evacuation) and will create conditions for determining an optimal, alternative evacuation route.

Effective evacuation in intelligent construction

Unfortunately, it is difficult to find reliable data showing the number of existing and currently emerging intelligent buildings. Based on the observation of microeconomic data, one can try to make an assumption that at least 90% of the newly constructed buildings in Poland are either fully or largely intelligent buildings [10]. Additionally, as the awareness of the benefits of intelligent construction grows, existing facilities are modernized. What is an intelligent building? It is nothing more than a term for a technologically advanced building equipped with intelligent, automatically controlled technologies. In order to be able to call a building intelligent, it must have a system of sensors and detectors as well as one, integrated management system for all its installations. The field of operation of the integrated Building Management Systems (BMS) is the integration, control, monitoring, optimization and reporting of such elements as, for example, ICT network, lighting, heating, ventilation and air conditioning control, alarm and monitoring systems, fire protection or smoke exhaust control system, control

porządkowych, a ostatecznie osób postronnych, będących w stanie udzielić wsparcia (asysta) w czasie ewakuacji. Potwierdzają to badania Narodowego Związku Ochrony Przeciwpożarowej (ang. National Fire Protection Association – NFPA) prowadzone w Stanach Zjednoczonych w latach 2005–2007 [9], wg których sygnały alarmowe dźwiękowe (nie głosowe) były kojarzone przez badane osoby np. z dzwonkiem telefonu komórkowego. W przypadku osób niedowidzących i niewidomych należy zastosować dodatkowe rozwiązania oparte na funkcjach alarmowania dźwiękiem, w tym nawigowania za pomocą komunikatów audio, a także komunikatów oraz oznaczeń w obiekcie o odpowiednim kontraście kolorystycznym. Urządzenie nasobne lub aplikacja powinny współpracować z otoczeniem infrastrukturalnym, w którym należy przewidzieć oznaczenie intensywną barwą, takich elementów jak poręcze, schody, teksturowanie podłóg na ciągach komunikacyjnych i drogach ewakuacyjnych. W przypadku osób z niepełnosprawnością poznawczą mogą wystąpić istotne zakłócenia w pełni świadomym postrzeganiu okoliczności sytuacji zagrażającej. Osoby w tej grupie należy w szczególności identyfikować zanim znajdą się na terenie obiektu, gdyż ich ograniczenia nie muszą być rozpoznawalne. Mogą wystąpić problemy z interpunkcją komunikatów tekstowych. Zasadnym jest wsparcie za pomocą dedykowanych komunikatów audio. Osoby w tej grupie – z powodu również nieuświadomionych ograniczeń – mogą w czasie ewakuacji przemieszczać się znacznie wolniej od pozostałych. Stąd potrzeba umożliwienia alternatywnej i bezpiecznej ścieżki ewakuacji. Dla każdej z wymienionych wyżej grup szczególnie istotną jest funkcja umożliwiająca identyfikację i lokalizowanie osoby z ograniczeniami poznawczymi w czasie rzeczywistym w dowolnej części obiektu oraz na terenie przyległym do obiektu. Powyższe działanie skróci czas dotarcia ratowników lub służb porządkowych (a ostatecznie osób postronnych, będących w stanie udzielić wsparcia w czasie ewakuacji) oraz stworzy warunki do wytyczenia optymalnej, alternatywnej drogi ewakuacji.

Skuteczna ewakuacja w inteligentnym budownictwie

Niestety trudno znaleźć wiarygodne dane pokazujące liczbę istniejących i powstających aktualnie inteligentnych budynków. Na podstawie obserwacji danych mikroekonomicznych, można spróbować postawić tezę, że co najmniej 90% nowo powstających budynków w Polsce to albo w pełni, albo w znakomitej większości budynki inteligentne [10]. Dodatkowo, wraz ze wzrostem świadomości dotyczącej korzyści wynikających z inteligentnego budownictwa, istniejące obiekty są modernizowane. Czym jest inteligentny budynek? To nic innego jak określenie wysoko zaawansowanego technicznie i wyposażonego w inteligentne, automatycznie sterowane technologie budynku. Aby móc nazwać budynek inteligentnym, musi on posiadać system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w nim instalacjami. Polem działania zintegrowanego systemu zarządzania budynkiem (ang. *Building Management Systems* – BMS) jest integracja, kontrola, monitorowanie, optymalizacja i raportowanie, takich elementów jak np. sieć teleinformatyczna,

and monitoring of fire dampers. From the above it can be concluded that computer-aided tools that automate decision-making regarding the functioning of an intelligent building are now an integral part of the planning and management process in the event of threats, but so far they have not been used in Poland in the field of automation of the evacuation of people with disabilities. This system could constitute an additional, unique solution, enriching the typical scope of data already existing in BMS systems in intelligent buildings [10].

The use of evacuation support and automation systems would enable unambiguous identification of disabled people in the facilities. Creating compatible organizational solutions – in the form of evacuation scenarios appropriate for the type of disability developed under the Fire Safety Instructions – should, in the first place, increase the effectiveness of evacuation in an emergency. Additionally, collecting and intelligent analysis of information about the location of disabled people in a facility, combined with unambiguous identification of the type of their disability, would also shorten the time of their evacuation. The evacuation support and automation system in the form of an integrated IT solution connected with wearable devices would ensure the location and identification of people with disabilities in almost real time and would enable the transfer of this key information to the rescuers in an emergency. This, in turn, would allow to acquire knowledge about the exact location of the people at risk, as early as the stage of alerting, and even to simultaneously communicate the procedure until the emergency services arrive. Thanks to the use of algorithms using machine learning, the rescuers at an emergency site, even while traveling, could use mobile devices (such as tablets or smartphones) to receive the optimal path mapped out by the system to reach people requiring assistance in evacuation or assistance due to injuries. Taking the shortest possible path is a condition for shortening the evacuation time in general. In an emergency, it is often the time of the rescuer to reach the injured that is a critical condition for determining the final effectiveness of the undertaken rescue actions.

Conclusions

In public utility facilities, providing such technological solutions and organizational solutions compatible with them, which take into account the specificity of individual types of disabilities of people who have the right to stay in these facilities seems of key importance. This requirement should – following the intended use of the provisions in force in the field of fire protection [11] and regulations concerning the accessibility of public utility facilities [2] – constitute a specific standard and an obligatory requirement of application. This will require prior

sterowanie oświetleniem, ogrzewaniem, wentylacją i klimatyzacją, system alarmowy i monitoringu, przeciwpożarowy czy system sterowania oddymianiem pożarowym, sterowanie i monitorowanie klap przeciwpożarowych. Z powyższego wynika, że wspomagane komputerowo narzędzia automatyzujące podejmowanie decyzji dot. funkcjonowania inteligentnego budynku są dziś nieodłączną częścią procesu planowania i zarządzania na wypadek zagrożeń, jednak do tej pory nie były one w Polsce wykorzystywane w zakresie automatyzacji ewakuacji osób niepełnosprawnych. System ten mógłby stanowić dodatkowe, unikalne rozwiązanie, wzbogacające typowy zakres danych, istniejących już w systemach BMS w inteligentnych budynkach [10].

Zastosowanie systemów wsparcia i automatyzacji ewakuacji umożliwiłoby jednoznaczną identyfikację osób niepełnosprawnych w obiektach. Stworzenie kompatybilnych rozwiązań organizacyjnych – w postaci opracowanych w ramach Instrukcji Bezpieczeństwa Pożarowego odpowiednich dla rodzaju niepełnosprawności scenariuszy ewakuacji – powinno, w pierwszej kolejności, podnieść efektywność ewakuacji w sytuacji zagrożenia. Dodatkowo, gromadzenie i inteligentna analiza informacji o lokalizacji osób niepełnosprawnych w obiekcie, w połączeniu z jednoznaczną identyfikacją rodzaju ich niepełnosprawności pozwoliłoby także na skrócenie czasu ich ewakuacji. System wsparcia i automatyzacji ewakuacji w postaci zintegrowanego rozwiązania informatycznego połączonego z urządzeniami nasobnymi zapewniałby lokalizację i identyfikację osób niepełnosprawnych w czasie niemal rzeczywistym oraz umożliwiałoby transfer tych kluczowych w sytuacji zagrożenia informacji do ratowników. To zaś pozwalałoby właściwie już na etapie alarmowania na pozyskanie wiedzy o dokładnym miejscu przebywania zagrożonych osób, a nawet na jednoczesną komunikację ze wskazaniem, dotyczącym postępowania do momentu dotarcia służb ratowniczych. Dzięki zastosowaniu algorytmów wykorzystujących uczenie maszynowe ratownicy dysponowani na miejsce zagrożenia, nawet już w czasie dojazdu, mogliby za pomocą urządzeń mobilnych (typu tablet lub smartfon) otrzymywać wytyczoną przez system optymalną ścieżkę dotarcia do osób wymagających asysty w ewakuacji lub pomocy na skutek odniesionych obrażeń. Obranie możliwie najkrótszej ścieżki dotarcia to warunek skrócenia czasu ewakuacji w ogóle. W sytuacji zagrożenia niejednokrotnie to właśnie czas dotarcia ratownika do osób poszkodowanych stanowi warunek krytyczny do określenia ostatecznej skuteczności podejmowanych działań ratowniczych.

Wnioski

W obiektach użyteczności publicznej kluczowym wydaje się zapewnienie takich rozwiązań technologicznych oraz kompatybilnych z nimi rozwiązań organizacyjnych, które będą uwzględniały specyfikę poszczególnych rodzajów niepełnosprawności osób mających prawo do przebywania na terenie tych obiektów. Wymóg ten powinien – w ślad za przeznaczeniem dotychczas obowiązujących przepisów w zakresie ochrony przeciwpożarowej [11] oraz regulacji dotyczących dostępności obiektów użyteczności publicznej [2] – stanowić swoisty standard i obligatoryjny wymóg

determination of such a standard – as a point of reference for designers of facilities, security systems, facility managers and rescue services. The current availability of technology means that the optimization of rescue operations (thanks to the identification of disabled people in a facility as soon as they appear on the premises as users of this space, their precise location, and the possibility of sharing data on the number of people potentially requiring support during evacuation from a facility in an emergency) remains within the reach of modern designers and facility managers. Using intelligent technologies to support the evacuation seems – as never before – not only possible to be applied in practice, but even necessary, taking into account both the growth of the newly emerging, intelligent utility infrastructure, the participation of people with special needs in the general public, and the emergence of more and more numerous types of threats occurring in facilities, both those caused by natural forces as a result of rapid climate changes, and, unfortunately, due to bad will of people, posing a threat to society. Despite the variety of causes of threats that can occur in public facilities, the effective evacuation of people with motor or perception dysfunctions, regardless of the type of threat, will pose the same challenge. It will mainly come down to when the rescuers will have access to information on the number of people requiring support during the evacuation, the degree and type of dysfunctions they have, and their precise location. Another key element seems to be taking into account (at the design stage and later when equipping facilities with installations) systems and organizational solutions, assuming the possibility of evacuation of people with various types of dysfunctions and therefore taking into account (in evacuation plans and fire safety instructions adequate to the specificity of the dysfunction) evacuation scenarios which can be supported by available, intelligent and commonly used technologies. This approach seems even more justified when one takes into account the multitude of variables that should be taken into account when designing solutions dedicated to people with disabilities. One of them is – often difficult to be understood by people without disabilities who are responsible for developing evacuation scenarios and compatible instructions – the effort that a disabled person must put into evacuation. Often times, it is an effort that is disproportionate to the physical loads that are commonly known to us, which a person is subjected to in the phase of alerting about a threat. In Anglo-Saxon countries, in line with this awareness, efforts are made not to involve people with disabilities in carrying out evacuation trials. At the same time, attempts are made to simulate probable scenarios involving people with various types of dysfunctions as faithfully as possible, using currently available technologies. On this basis, optimal evacuation paths are determined, clear and legible procedures are selected, personnel responsible for assisting the evacuation of disabled people are trained, and the facility is equipped with supporting devices in accordance with the conclusions of an unlimited number of simulations. Numerical modelling is an available method that enables the simulation and assessment of evacuation times. It seems to be much more credible than the exercises carried out with the participation of disabled people. It enables the comparison of two key variables, i.e. the available safe evacuation time with the

stosowania. Wymagać to będzie uprzedniego określenia takowego standardu – jako punktu odniesienia dla projektantów obiektów, systemów zabezpieczeń oraz zarządców obiektów i służb ratowniczych. Obecna dostępność technologii sprawia, że optymalizacja działań ratowniczych (dzięki identyfikacji w obiekcie osób niepełnosprawnych już w momencie, w którym pojawiają się one na terenie obiektu jako użytkownicy tej przestrzeni, ich precyzyjnej lokalizacji, a także dzięki możliwości udostępniania danych dotyczących liczby osób potencjalnie wymagających wsparcia w ewakuacji z obiektu w sytuacji zagrożenia) pozostaje jak najbardziej w zasięgu współczesnych projektantów i zarządców obiektów. Wykorzystanie do wsparcia ewakuacji inteligentnych technologii wydaje się – jak nigdy wcześniej – nie tylko możliwym do zastosowania w praktyce, ale wręcz koniecznym, biorąc pod uwagę zarówno przyrost nowo powstającej, inteligentnej infrastruktury użytkowej, udział w ogóle społeczeństwa osób o szczególnych potrzebach, jak i pojawianie się coraz liczniejszych i częściej występujących na obiektach rodzajów zagrożeń zarówno tych powodowanych siłami natury na skutek gwałtownych zmian klimatu, jak i niestety z powodów złej woli ludzi, stanowiących zagrożenie dla społeczeństwa. Mimo różnorodności przyczyn zagrożeń, możliwych do wystąpienia w obiektach użyteczności publicznej, skuteczna ewakuacja osób posiadających dysfunkcje ruchowe lub percepcji, bez względu na rodzaj zagrożenia, będzie stanowiła takie samo wyzwanie. W głównej mierze będzie ono sprowadzało się do tego, kiedy ratownicy będą mieć dostęp do informacji o liczbie osób wymagających wsparcia w ewakuacji, stopniu i rodzaju posiadanych przezeń dysfunkcji oraz ich precyzyjnej lokalizacji. Kolejnym, kluczowym elementem wydaje się uwzględnienie na etapie projektowania i późniejszego wyposażania obiektów w instalacje, systemów oraz rozwiązań organizacyjnych, zakładających ewentualność ewakuacji osób posiadających poszczególne rodzaje dysfunkcji i w związku z tym uwzględniających (w planach ewakuacji oraz instrukcjach bezpieczeństwa pożarowego adekwatnych do specyfiki dysfunkcji) scenariuszy ewakuacji, które mogą być wspierane z poziomu dostępnych, inteligentnych i powszechnie wykorzystywanych technologii. Takie podejście wydaje się tym bardziej zasadne, gdy uwzględni się wielość zmiennych, które należy brać po uwagę projektując rozwiązania dedykowane osobom niepełnosprawnym. Jedną z nich jest – nierzadko trudny do uświadomienia przez osoby pełnosprawne, które odpowiadają za opracowanie scenariuszy ewakuacji oraz kompatybilnych instrukcji – wysiłek, jaki osoba niepełnosprawna musi włożyć w ewakuację. Częstokroć jest to wysiłek niewspółmierny do powszechnie znanych nam obciążeń fizycznych, jakim człowiek jest poddawany w fazie alarmowania o zagrożeniu. W państwach anglosaskich, zgodnie z tą świadomością, podejmuje się staranie, aby nie angażować osób niepełnosprawnych do realizacji próbnych ewakuacji. Jednocześnie próbuje się, aby możliwie jak najwierniej przy wykorzystaniu dostępnych obecnie technologii symulować prawdopodobne scenariusze z udziałem osób posiadających różnego rodzaju dysfunkcje. Na tej głównie podstawie określa się optymalne ścieżki ewakuacji, dobiera zrozumiałe i czytelne procedury, szkoli się personel odpowiedzialny za asystę podczas ewakuacji osób niepełnosprawnych oraz wyposaża obiekt w urządzenia wspomagające zgodnie z wnioskami

required safe evacuation time. It offers an infinite number of repetitions to optimize the entire process. Assumptions regarding evacuation plans preceded by a simulation based on numerical modelling should be considered as a more precise method than the inference currently in force in Poland based only on statistical data or on declared values such as the area or number of people, beds in a facility. The presented approach has one more advantage, because it allows for the continuous improvement of the adopted procedures and solutions without the need to strain people with dysfunctions. It also does not disturb the day-to-day operation of a given facility and thus does not generate losses and costs. Considering the above, it seems reasonable to conclude that also in Poland, it is useful (from a practical point of view, but also in the light of the Supreme Audit Office's post-inspection recommendations) to develop a specific guide that constitutes a standard in the design and improvement of solutions aimed at supporting the evacuation of people with disabilities from public facilities. In addition, it would be advisable for each fire safety instruction to include a mandatory part of the organizational and technological solutions dedicated to disabled people adopted in a facility, which in its final form should result from the analyses based on the guide mentioned above.

z nieograniczonej liczby symulacji. Modelowanie numeryczne to dostępna metoda pozwalająca na symulację i ocenę czasów ewakuacji. Wydaje się ona o wiele bardziej wiarygodna niż realizowane ćwiczenia z udziałem osób niepełnosprawnych. Umożliwia ona porównanie dwóch kluczowych zmiennych, tj. dostępnego czasu bezpiecznej ewakuacji z wymaganym czasem bezpiecznej ewakuacji. Oferuje przy tym nieskończoną liczbę powtórzeń, celem optymalizacji całego procesu. Założenia co do planów ewakuacji poprzedzone symulacją w oparciu o modelowanie numeryczne powinno być rozważane jako metoda bardziej precyzyjna niż obowiązujące obecnie w Polsce wnioskowanie na podstawie jedynie danych statystycznych czy też deklarowanych wartości, takich jak powierzchnia czy liczba osób, łóżek występujących w obiekcie. Prezentowane podejście ma jeszcze jedną zaletę, otóż pozwala na ciągłe doskonalenie przyjętych procedur i rozwiązań bez konieczności nadwyrężania osób posiadających dysfunkcje. Nie powoduje ono także zakłóceń w bieżącym funkcjonowaniu danego obiektu i tym samym nie generuje strat i kosztów. Biorąc powyższe pod uwagę, zasadnym wydaje się wniosek, że również w Polsce przydatnym (z praktycznego punktu widzenia, ale również w świetle zaleceń pokontrolnych NIK) jest opracowanie swoistego przewodnika stanowiącego standard w zakresie projektowania i doskonalenia rozwiązań mających na celu wsparcie ewakuacji osób niepełnosprawnych z obiektów użyteczności publicznej. Ponadto, wskazane byłoby, aby w każdej instrukcji bezpieczeństwa pożarowego znalazła się obowiązkowa część przyjętych w obiekcie rozwiązań organizacyjnych i technologicznych dedykowanych osobom niepełnosprawnym, która w swoim ostatecznym kształcie powinna wynikać z analiz opartych na wspomnianym wyżej przewodniku.

Literature / Literatura

[1] Przygotowanie jednostek publicznych województwa wielkopolskiego do ewakuacji osób niepełnosprawnych, Delegatura NIK w Poznaniu, https://www.nik.gov.pl/kontrole/I/18/001/LPO/ [dostęp: 29.06.2021].

[2] Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami (Dz. U. 2019 poz. 1696).

[3] https://www.funduszeeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/fundusze-europejskie-bez-barier/dostepnosc-plus/o-programie/ [dostęp: 29.06.2021].

[4] Emergency Evacuation Planning Guide for People with Disabilities, National Fire Protection Association, https://www.nfpa.org/-/media/Files/Public-Education/By--topic/Disabilities/EvacuationGuidePDF.ashx?la=en [dostęp: 29.06.2021].

[5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015 r. poz. 1422).

[6] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015 r. poz. 2117).

[7] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. Nr 109, poz. 719).

[8] Miśkiewicz P., *Światowy Raport o Niepełnosprawności, Biuro WHO w Polsce*, https://www.pfron.org.pl/fileadmin/files/p/4955_Paulina_Mi_kiewicz.pdf [dostęp: 29.06.2021].

[9] O'Neil Ch., *Time to Evacuate: Fire Alarms Systems Are Failing to Address Their Intended Purpose*, http://ceas.uc.edu/content/dam/aero/docs/fire/Papers/Evacuate.pdf [dostęp: 29.06.2021].

[10] https://www.prnews.pl/popularne-sa-inteligentne-domy-polsce-raport-442374 [dostęp: 29.06.2021].

[11] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 1372; zm. Dz. U. z 2019 r. poz. 1518.).
[12] Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2018 poz. 2153 z późn. zm.).
[13] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. nr 92 poz. 881 z późn. zm.).
[14] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966 z późn. zm.).
[15] Promoting Safe Egress and Evacuation for People with Disabilities, National Disability Authority, https://www.ac-cessibletourism.org/resources/accessible-egress-report.pdf [dostęp: 29.06.2021].
[16] Tuśnio N., Wolny P., *Ewakuacja osób z niepełnosprawnościami*, „Przegląd Pożarniczy" 2020, 1, 10–13.
[17] Tuśnio N., Wolny P., *Ewakuacja – propozycja zmian*, „Przegląd Pożarniczy" 2020, 6, 21–23.

PAWEŁ FLOREK, BE – a graduate of the Faculty of Law at the SWPS University of Social Sciences and Humanities in Warsaw, where he graduated from the Faculty of Internal Security. Specialist in the Support and Audit Department at Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy in Józefów. Fire protection inspector, member of a team of authors of 7 new qualifications in the field of design, installation and maintenance of fire protection at CNBOP-PIB included in ZSK, as well as the originator of the qualification for the installation and maintenance of alarm detectors.

BRIG. TOMASZ KOŁODZIEJCZYK, M.SC. ENG. – employee of Project and Research Service Department at CNBOP-PIB. A graduate of full-time uniform studies at the Main School of Fire Service, as well as post-graduate studies in Fire Engineering of Buildings at the Faculty of Civil and Environmental Engineering at the Poznań University of Technology and the Faculty of Fire Safety Engineering at SGSP. A co-author of a study entitled *Selected functional and safety issues in photovoltaic installations*. He has many years of experience in the field of civil protection and humanitarian aid in the national and international dimension.

LIC. PAWEŁ FLOREK – absolwent Wydziału Prawa SWPS Uniwersytetu Humanistycznospołecznego w Warszawie, gdzie ukończył studia na kierunku Bezpieczeństwo Wewnętrzne. Specjalista w Dziale Wsparcia i Audytów w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie. Inspektor ochrony przeciwpożarowej, członek zespołu autorów 7 nowych kwalifikacji z zakresu projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych w CNBOP-PIB włączonych do ZSK, a także pomysłodawca kwalifikacji dotyczącej montażu i konserwacji autonomicznych czujek.

BRYG. MGR INŻ. TOMASZ KOŁODZIEJCZYK – pracownik Działu Projektów i Obsługi Badań w CNBOP-PIB. Absolwent studiów dziennych mundurowych Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, a także studiów podyplomowych z zakresu Inżynierii Pożarowej Budynków Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej i Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego SGSP. Współautor opracowania pt. *Wybrane zagadnienia użytkowe i bezpieczeństwa w instalacjach fotowoltaicznych*. Posiada wieloletnie doświadczenie w zakresie problematyki ochrony ludności i pomocy humanitarnej w wymiarze krajowym oraz międzynarodowym.

CNBOP-PIB

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, emergancy management, civil protection and civil defense.

Our service

- Admittance of fire protection products
- European and national certification of constuction products
- Voluntary certification of fire protection products
- Certification of entities offering fire protection services
- European and national techical opinions
- Technical opinions and expertise
- Testing of innovative products
- **Test of**:
  - equipment of fire protection units
  - fixed firefighting systems
  - chemicals and fires
  - combustion and exposion 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

SFT VOL. 57 ISSUE 1, 2021, PP. 146–158

Katarzyna Jankowska[a)*], Agnieszka Kowalczyk[a)], Marta Iwańska[a)]

[a)] *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: kjankowska@cnbop.pl*

Changes in the Requirements for Placing Construction Products for Fire Protection Marked with a Construction Mark on the Market or Making Them Available on the National Market – Update

Zmiany w zakresie wymagań wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym – aktualizacja

ABSTRACT

Aim: The requirements for placing construction products for fire protection marked with a construction mark on the market or making them available on the national market result from the applicable legal acts. The article aims to present the current requirements and to analyze the changes introduced over the last two years. It contains a valid list of construction products for fire protection, for which it is necessary to carry out national assessment and verification of constancy of performance, as well as a summary of information related to the update of the definitions.

Introduction: In 2017, the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark entered into force. It also concerned products used in fire protection [1]. The previous legal act that was in force in this area was the 2018 regulation [2]. In the article published in the fourth issue of "BITP. Safety and Fire Technique" from 2018 [8], the authors discussed the changes introduced then. More than 2 years have passed since the previous article was written, and the 2017 regulation has four amending acts, which - according to the authors - also deserve clarification. The changes to these regulations included updating the list of construction products for which national assessment and verification of constancy of performance is carried out, amendment of the definitions and extension of the transition periods.

Methodology: In order to present changes in the scope of the requirements for placing construction products for fire protection marked with a construction mark on the market or making them available on the national market, an analysis was carried out of the acts amending the regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking their construction mark. On the basis of the analysis, the scope of changes was presented along with an indication of their impact on national assessment and verification of constancy of performance.

Conclusions: This article presents changes over the last 2 years in the requirements for placing construction products for fire protection marked with a construction mark on the market or making them available on the domestic market.

Keywords: construction product, marking with a construction mark, national assessment of constancy of performance

Type of article: review article

Received: 18.05.2021; Reviewed: 06.06.2021; Accepted: 28.06.2021;
Authors` ORCID IDs: K. Jankowska – 0000-0001-9678-2542; A. Kowalczyk – 0000-0002-5815-2037; M. Iwańska – 0000-0003-4815-7296.
The authors contributed the equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 146–158, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.10;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAKT

Cel: Wymagania w zakresie wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym wynikają z obowiązujących aktów prawnych. Artykuł ma na celu przedstawienie aktualnych wymagań oraz analizę wprowadzonych zmian na przestrzeni ostatnich dwóch lat. Zawiera on obowiązującą listę wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej, dla których niezbędne jest przeprowadzenie krajowej oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych, a także podsumowanie informacji związanych z aktualizacją definicji.

Wprowadzenie: W 2017 roku weszło w życie rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym dotyczące także wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej [1]. Poprzednim aktem prawnym, który obowiązywał w tym zakresie było rozporządzenie z roku 2018 [2]. W tamtym czasie autorzy omówili wprowadzone zmiany w artykule opublikowanym w czwartym numerze „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" z 2018 roku [8]. Od momentu powstania poprzedniego artykułu minęły ponad 2 lata, a rozporządzenie z 2017 r. doczekało się czterech aktów zmieniających, które – zdaniem autorów – także zasługują na wyjaśnienie. Zmiany w tych przepisach obejmowały aktualizację wykazu wyrobów budowlanych, dla których dokonuje się krajowej oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych, nowelizację definicji oraz wydłużenie okresów przejściowych.
Metodologia: W celu przedstawienia zmian w zakresie wymagań wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym dokonano analizy aktów zmieniających rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym. Na podstawie wykonanej analizy zaprezentowano zakres zmian wraz ze wskazaniem ich wpływu na przeprowadzanie krajowej oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych.
Wnioski: Niniejszy artykuł przedstawia zmiany w wymaganiach dotyczących wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym na przestrzeni ostatnich 2 lat.
Słowa kluczowe: wyrób budowlany, znakowanie znakiem budowlanym, krajowa ocena stałości właściwości użytkowych
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 18.05.2021; Zrecenzowany: 06.06.2021; Zaakceptowany: 28.06.2021;
Identyfikatory ORCID autorów: K. Jankowska – 0000-0001-9678-2542; A. Kowalczyk – 0000-0002-5815-2037; M. Iwańska – 0000-0003-4815-7296.
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 146–158, https://doi.org/10.12845/sft.57.1.2021.10;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Introduction

Legal provisions are constantly changing, which results in the need to apply the latest legislation, including requirements and definitions, maintaining a transitional period for their entry into force. Construction products used on their own, in fire systems or installations, must meet the requirements related to the confirmation of their constancy of performance. The above is regulated by the applicable legal acts which have changed four times over the last five years.

The article presents an update of the content discussed in the work entitled *Changes in the requirements for placing construction products for fire protection marked with a construction mark on the market* or making them available on the national market published in "BITP. Safety and Fire Technique" Vol. 52 Issue 4, 2018 [8]. It aims to present the scope of changes in the acts amending the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 [1] on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark in the area of construction products for fire protection marked with a construction mark.

The scope of changes in the acts amending the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016

The Regulation of the Minister of Investment and Development of 13 June 2018 [2] amending the regulation on the method of declaring the performance of construction products and the

Wprowadzenie

Przepisy prawne zmieniają się nieustająco, co skutkuje koniecznością stosowania najnowszego prawodawstwa w tym wymagań i definicji z zachowaniem okresu przejściowego ich wejścia w życie. Wyroby budowlane stosowane samodzielnie, w systemach lub instalacjach pożarowych muszą spełniać wymagania związane z potwierdzeniem ich stałości właściwości użytkowych. Powyższe regulowane jest mającymi zastosowanie aktami prawnymi, które na przestrzeni ostatnich pięciu lat zmieniały się czterokrotnie.

Artykuł przedstawia aktualizację treści omówionych w pracy *Zmiany w zakresie wymagań wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym* opublikowanej w „BITP. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" Vol. 52 Issue 4, 2018 [8]. Ma on na celu przybliżenie zakresu zmian w aktach zmieniających rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. [1] w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym w zakresie wyrobów budowlanych służących ochronie przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym.

Zakres zmian w aktach zmieniających rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r.

Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. [2] zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów

method of marking them with a construction mark introduced a change in the form of extending the transitional period related to marking and issuing national declarations for construction products, which was not included in the previous regulation. Annex 1 to the Regulation [1] was also updated, to include groups of construction products covered by the obligation to draw up a national declaration of performance and the national systems of assessment and verification of constancy of performance required for these groups.

The Regulations of the Minister of Investment and Development of 19 June 2019 [9] additionally extended the transitional period for marking and issuing national declarations for construction products not included in the previous legal act.

The regulation of the Minister of Finance, Investment and Development of 21 October 2019 [10] introduced the following changes:

1. In paragraph 1, the definition of the Polish Standard was changed, the information indicating that the Polish Standard is not a standard having the status of "withdrawn" has been removed. Therefore, it was possible to declare performance and mark construction products with a construction mark in accordance with the Polish Standards, which have been withdrawn. The objection to the above is indicated in paragraph 2, which specifies the documents on the basis of which assessment and verification of constancy of performance are performed. These documents are:
   - Polish Standard that does not have the status of a withdrawn standard,
   - Polish Standard with the status of a withdrawn standard (but not longer than one year from the date of its withdrawal or until the date indicated in the foreword of the superseding standard, as the date of withdrawal of national standards inconsistent with a given standard, if this period is longer than one year or national technical assessments).
2. Paragraph 3 changes the scope of assessment and verification carried out by a certification body in system 1+, 1, 2+ from "assessment of performance of a construction product on the basis of testing samples taken by the certification body, calculations, tabular values or descriptive documentation of this product" to "assessment of performance of a construction product on the basis of sample testing, including sampling, calculations, tabular values or descriptive documentation of this product". Therefore, this amendment removed the need for a sample to be taken by the certification body. The current provision indicates that the certification body assesses and verifies the sampling, and is not directly responsible for it.
3. Paragraph 4 updated the legal act indicated in § 5, which referred to the definition of a microentrepreneur.

The regulation of the Minister of Development, Labour and Technology of 4 December 2020 [4] updated the provisions in the table in Annex 1 to the regulation, which covers the groups

budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym wprowadziło zmianę w postaci wydłużenia okresu przejściowego związanego ze znakowaniem i wydawaniem krajowych deklaracji dla wyrobów budowlanych nieujętych w poprzednim rozporządzeniu.

Zaktualizowany został również załącznik 1 do rozporządzenia [1] obejmujący grupy wyrobów budowlanych objętych obowiązkiem sporządzania krajowej deklaracji właściwości użytkowych oraz wymaganych dla tych grup krajowych systemów oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych.

Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 19 czerwca 2019 r. [9] dodatkowo wydłużyło okres przejściowy dotyczący znakowania i wydawania krajowych deklaracji dla nieujętych w poprzednim rozporządzeniu wyrobów budowlanych.

Rozporządzenie Ministra Finansów, Inwestycji i Rozwoju z dnia 21 października 2019 r. [10] wprowadziło poniższe zmiany:

1. W ustępie 1 zmieniono definicję Polskiej Normy, usunięto informację, która wskazywała, że Polską Normą nie jest norma mająca status „wycofanej". W związku z tym umożliwiono deklarowanie właściwości użytkowych oraz znakowanie znakiem budowlanym wyrobów budowlanych zgodnie z Polskimi Normami, które zostały wycofane. Zastrzeżenie do powyższego wskazano w ustępie 2, doprecyzowującym dokumenty, w oparciu o które wykonuje się ocenę i weryfikację stałości właściwości użytkowych. Tymi dokumentami są:
   - Polska Norma niemająca statusu normy wycofanej,
   - Polska Norma mająca status normy wycofanej (nie dłużej jednak niż przez rok od daty jej wycofania albo do daty wskazanej w przedmowie normy zastępującej, jako daty wycofania krajowych norm sprzecznych z daną normą, jeśli okres ten jest dłuższy niż rok albo krajowych ocen technicznych).
2. Ustęp 3 zmienia zakres oceny i weryfikacji przeprowadzanej przez jednostkę certyfikującą w systemie 1+, 1, 2+ z „oceny właściwości użytkowych wyrobu budowlanego na podstawie badań próbek pobranych przez jednostkę certyfikującą, obliczeń, tabelarycznych wartości lub opisowej dokumentacji tego wyrobu" na „ocenę właściwości użytkowych wyrobu budowlanego na podstawie badań próbek, w tym ich pobierania, obliczeń, tabelarycznych wartości lub opisowej dokumentacji tego wyrobu". Niniejsza zmiana usunęła tym samym konieczność pobierania próbki przez jednostkę certyfikującą. Obecny zapis wskazuje, iż jednostka certyfikująca dokonuje oceny i weryfikacji poboru próbki, a nie jest za nią bezpośrednio odpowiedzialna.
3. Ustęp 4 zaktualizował akt prawny wskazany w treści § 5, powołujący definicję mikroprzedsiębiorcy.

Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 4 grudnia 2020 r. [4] wprowadziło aktualizację zapisów znajdujących się w tabeli w załączniku 1 do rozporządzenia,

of construction products covered by the obligation to prepare a national declaration of performance and the national assessment systems required for these groups and verification of constancy of performance. The changes are indicated in the next chapter in the form of a table.

Construction products used in fire protection

This article applies to construction products for which no harmonized standard has been developed or where at least one of the essential characteristics of the product is outside the scope of a harmonized standard or a European Technical Assessment. The list of construction products is presented in the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of November 17, 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2016 r. poz. 1966; amended by: Dz. U. z 2018 r. poz. 1233, z 2019 r. poz. 1176 i poz. 2164 and z 2020 r. poz. 2297) and was updated by two amending acts.

According to the annex to the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2016 r. poz. 1966), all the products listed below are covered by one national system of assessment and verification of constancy of performance. Information on the tasks of the manufacturer and the accredited body in relation to the applied system of assessment and verification of constancy of performance is presented in an article published in "Safety & Fire Technique" in 2018 [8].

The compilation below is presented in Table 1. It covers construction products used in fire protection, which are subject to the obligation to declare performance and mark them with a construction mark with the division into the above-mentioned regulations, as well as products that were previously subject to the obligation to declare conformity and mark them with a construction mark.

The last amendment detailed in the table below involves the removal of two groups of construction products "Explosion protection systems – kits" and "Explosion protection systems – components", removal of individual products and further specification of product names.

który obejmuje grupy wyrobów budowlanych objętych obowiązkiem sporządzania krajowej deklaracji właściwości użytkowych oraz wymaganych dla tych grup krajowych systemów oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych. Zmiany wskazano w kolejnym rozdziale w postaci tabeli.

Wyroby budowlane stosowane w ochronie przeciwpożarowej

Niniejszy artykuł dotyczy wyrobów budowlanych, dla których nie opracowano normy zharmonizowanej lub gdy chociaż jedna z zasadniczych charakterystyk wyrobu wykracza poza zakres normy zharmonizowanej lub europejskiej oceny technicznej. Wykaz wyrobów budowlanych został przedstawiony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966; zm.: Dz. U. z 2018 r. poz. 1233, z 2019 r. poz. 1176 i poz. 2164 oraz z 2020 r. poz. 2297) i był aktualizowany w dwóch aktach zmieniających.

Zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966) wszystkie niżej wymienione wyroby objęte są jednym krajowym systemem oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych. Informacje dotyczące zadań producenta i akredytowanej jednostki w odniesieniu do zastosowanego systemu oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych zostały przestawione w artykule opublikowanym w BiTP w 2018 r. [8].

Poniższe zestawienie zostało przestawione w tabeli 1. Obejmuje ono wyroby budowlane stosowane w ochronie przeciwpożarowej, które podlegają obowiązkowi deklarowania właściwości użytkowych oraz znakowania ich znakiem budowlanym z podziałem na ww. rozporządzenia, a także wyroby, które wcześniej podlegały obowiązkowi deklarowania zgodności i znakowania ich znakiem budowlanym.

Ostatnia zmiana wyszczególniona w poniższej tabeli obejmuje usunięcie dwóch grup wyrobów budowlanych „Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – zestawy" oraz „Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – elementy składowe", usunięcie pojedynczych wyrobów oraz doszczegółowienie nazw wyrobów.

Table 1. Comparison of changes in the legislation in question introduced in 2017–2021
Tabela 1. Porównanie zmian w przedmiotowym ustawodawstwie wprowadzonych w latach 2017-2021

I	II
Annex 1 to the Regulation of the Minister of Infrastructure of 11 August 2004 on the methods of declaring the conformity of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2004 nr 198 poz. 2041 as amended) / Załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2004 nr 198 poz. 2041 z późn.zm.)	**Annex 1 to the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2016 poz. 1966) / Załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2016 poz. 1966)**
96/577/EC Commission Decision of 24 June 1996 on the procedure for attesting the conformity of construction products pursuant to Art. 120 sec. 2 of Directive 89/106/EEC concerning fixed firefighting appliances / 96/577/WE Decyzja Komisji z dnia 24 czerwca 1996 r. w sprawie procedury atestowania zgodności wyrobów budowlanych zgodnie z art. 120 ust. 2 dyrektywy 89/106/EWG dotyczącym stałych urządzeń gaśniczych	Group 10: Fixed firefighting equipment (products for fire detection and alarming, products for heat and smoke control and explosion suppression, evacuation systems) / Grupa 10: Stałe urządzenia przeciwpożarowe (wyroby do wykrywania i sygnalizacji pożaru, wyroby do kontroli rozprzestrzeniania ciepła i dymu oraz tłumienia wybuchu, systemy ewakuacyjne)
Fire alarm systems – kits: signaling and alarm kits, fire alarm kits, alarm systems, warning and evacuation systems / **Systemy sygnalizacji pożarowej – zestawy:** zestawy sygnalizacyjno-alarmowe, zestawy sygnalizacji pożarowej, systemy alarmowe, systemy ostrzegania i ewakuacji	**Fire alarm systems – kits:** signaling and alarm kits, fire alarm kits, alarm systems, fire alarm transmission systems / **Systemy sygnalizacji pożarowej – zestawy:** zestawy sygnalizacyjno-alarmowe, zestawy sygnalizacji pożarowej, systemy alarmowe, systemy transmisji alarmów pożarowych
Fire alarm systems – components: fire detectors, control and signaling devices, alarm transmission devices, short circuit insulators, alarm devices, power sources, input/output devices, manual call points, voice alarm systems / **Systemy sygnalizacji pożarowej – elementy składowe:** czujki pożarowe, urządzenia sterujące i sygnalizujące, urządzenia transmisji alarmów, izolatory zwarć, urządzenia alarmowe, urządzenia wejścia/wyjścia, ręczne ostrzegacze pożarowe, dźwiękowe systemy ostrzegawcze	**Fire alarm systems – components:** fire detectors, control and signaling devices, alarm transmission devices, short circuit insulators, alarm devices, power sources, input/output devices, manual call points, control panels for fire brigades, devices for remote signaling and service, mounting sockets for linear elements, alarm displays, standalone fire detectors, standalone carbon monoxide detectors, power sources / **Systemy sygnalizacji pożarowej – elementy składowe:** czujki pożarowe, urządzenia sterujące i sygnalizujące, urządzenia transmisji alarmów, izolatory zwarć, urządzenia alarmowe, źródła zasilania, urządzenia wejścia/wyjścia, ręczne ostrzegacze pożarowe, panele obsługi dla straży pożarnej, urządzenia zdalnej sygnalizacji i obsługi, gniazda montażowe elementów liniowych, wskaźniki zadziałania, autonomiczne czujki pożarowe, autonomiczne czujki tlenku węgla, źródła zasilania
Fire suppression and extinguishing systems – kits: dry and wet hydrant systems, sprinkler, water spray and water mist systems – kits, foam extinguishing kits, dry powder extinguishing kits, gas extinguishing kits (including CO_2 extinguishing systems) / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – zestawy:** systemy instalacji hydrantowych suchych i nawodnionych, zestawy instalacji tryskaczowych, zraszaczowych i mgły wodnej, zestawy gaśnicze pianowe, zestawy gaśnicze proszkowe, zestawy gaśnicze gazowe (w tym systemy gaśnicze z CO_2)	**Fire suppression and extinguishing systems – kits:** hose reels, dry and wet hydrant systems, sprinkler, water spray and water mist systems – kits, foam extinguishing kits, dry powder extinguishing kits, gas extinguishing kits (including CO_2 extinguishing systems), aerosol extinguishing kits, spark extinguishing kits, kits for reducing the concentration of oxygen / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – zestawy:** hydranty wewnętrzne, instalacje hydrantowe suche i nawodnione, zestawy instalacji tryskaczowych, zraszaczowych i mgły wodnej, zestawy gaśnicze pianowe, zestawy gaśnicze proszkowe, zestawy gaśnicze gazowe (w tym systemy gaśnicze z CO_2), zestawy gaśnicze aerozolowe, zestawy do gaszenia iskier, zestawy do redukcji stężenia tlenu

III	IV
Annex to the Regulation of the Minister of Investment and Development of 13 June 2018 amending the Regulation on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2018 poz. 1233) / Załącznik do rozporządzenia Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2018 poz. 1233)	**Regulation of the Minister of Development, Labor and Technology of 4 December 2020 amending the Regulation on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2020 poz. 2297) / Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 4 grudnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym**
Group 10: Fixed firefighting equipment (products for fire detection and alarming, products for heat and smoke control and explosion suppression, evacuation systems) / Grupa 10: Stałe urządzenia przeciwpożarowe (wyroby do wykrywania i sygnalizacji pożaru, wyroby do kontroli rozprzestrzeniania ciepła i dymu oraz tłumienia wybuchu, systemy ewakuacyjne)	Group 10: Fixed firefighting equipment (products for fire detection and alarming, products for heat and smoke control and explosion suppression, evacuation systems) / Grupa 10: Stałe urządzenia przeciwpożarowe (wyroby do wykrywania i sygnalizacji pożaru, wyroby do kontroli rozprzestrzeniania ciepła i dymu oraz tłumienia wybuchu, systemy ewakuacyjne)
Fire alarm systems – kits: signaling and alarm kits, fire alarm kits, alarm systems, fire alarm transmission systems / **Systemy sygnalizacji pożarowej – zestawy:** zestawy sygnalizacyjno-alarmowe, zestawy sygnalizacji pożarowej, systemy alarmowe, systemy transmisji alarmów pożarowych	**Fire alarm systems – kits:** signaling and alarm kits, fire alarm kits, alarm systems, fire alarm transmission systems / **Systemy sygnalizacji pożarowej – zestawy:** zestawy sygnalizacyjno-alarmowe, zestawy sygnalizacji pożarowej, systemy alarmowe, systemy transmisji alarmów pożarowych
Fire alarm systems – components: fire detectors, control and signaling devices, alarm transmission devices, short circuit insulators, alarm devices, power sources, input/output devices, manual call points, control panels for fire brigades, devices for remote signaling and service, mounting sockets for lintors, power sources / **Systemy sygnalizacji pożarowej – elementy składowe:** czujki pożarowe, urządzenia sterujące i sygnalizujące, urządzenia transmisji alarmów, izolatory zwarć, urządzenia alarmowe, źródła zasilania, urządzenia wejścia/wyjścia, ręczne ostrzegacze pożarowe, panele obsługi dla straży pożarnej, urządzenia zdalnej sygnalizacji i obsługi, gniazda montażowe elementów liniowych, wskaźniki zadziałania, autonomiczne czujki pożarowe, autonomiczne czujki tlenku węgla, źródła zasilania	**Fire alarm systems – components:** fire detectors, control and signaling devices, alarm transmission devices, short circuit insulators, alarm devices, power sources, input/output devices, manual call points, control panels for fire brigades, devices for remote signaling and service, external alarm displays, standalone fire detectors, standalone carbon monoxide detectors / **Systemy sygnalizacji pożarowej – elementy składowe:** czujki pożarowe, urządzenia sterujące i sygnalizujące, urządzenia transmisji alarmów, izolatory zwarć, urządzenia alarmowe, źródła zasilania, urządzenia wejścia/ wyjścia, ręczne ostrzegacze pożarowe, panele obsługi dla straży pożarnej, urządzenia zdalnej sygnalizacji i obsługi, wyniesione wskaźniki zadziałania, autonomiczne czujki pożarowe, autonomiczne czujki tlenku węgla
Fire suppression and extinguishing systems – kits: hose reels, dry and wet hydrant systems, sprinkler, water spray and water miear elements, alarm displays, standalone fire detectors, standalone carbon monoxide detection systems - kits, foam extinguishing kits, dry powder extinguishing kits, gas extinguishing kits (including CO_2 extinguishing systems), aerosol extinguishing kits, spark extinguishing kits, kits for reducing the concentration of oxygen / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – zestawy:** hydranty wewnętrzne, instalacje hydrantowe suche i nawodnione, zestawy instalacji tryskaczowych, zraszaczowych i mgły wodnej, zestawy gaśnicze pianowe, zestawy gaśnicze proszkowe, zestawy gaśnicze gazowe (w tym systemy gaśnicze z CO_2), zestawy gaśnicze aerozolowe, zestawy do gaszenia iskier, zestawy do redukcji stężenia tlenu	**Fire suppression and extinguishing systems – kits:** hose reels, dry and wet hydrant systems, sprinkler, water spray and water mist systems – kits,foam extinguishing kits, dry powder extinguishing kits, gas extinguishing kits (including CO_2 extinguishing systems), aerosol extinguishing kits, spark extinguishing kits, kits for reducing the concentration of oxygen / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – zestawy:** hydranty wewnętrzne, instalacje hydrantowe suche i nawodnione, zestawy instalacji tryskaczowych, zraszaczowych i mgły wodnej, zestawy gaśnicze pianowe, zestawy gaśnicze proszkowe, zestawy gaśnicze gazowe (w tym systemy gaśnicze z CO_2), zestawy gaśnicze aerozolowe, zestawy do gaszenia iskier, zestawy do redukcji stężenia tlenu

I	II
Annex 1 to the Regulation of the Minister of Infrastructure of 11 August 2004 on the methods of declaring the conformity of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2004 nr 198 poz. 2041 as amended) / Załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2004 nr 198 poz. 2041 z późn.zm.)	**Annex 1 to the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2016 poz. 1966) / Załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2016 poz. 1966)**
Fire suppression and extinguishing systems – components: hose reels, water flow sensors/switches, pressure sensors/switches, fire valves, couplings, fire pumps and fire pump assemblies, nozzles, sprinklers/outlet fittings / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – elementy składowe:** hydranty wewnętrzne, czujniki/przełączniki przepływu wody, czujniki/ przełączniki ciśnienia, zawory pożarowe, nasady, pompy przeciwpożarowe i zespoły pomp przeciwpożarowych, dysze, tryskacze/łączniki wylotowe	**Fire suppression and extinguishing systems – components:** external hydrants, water flow sensors/switches, pressure sensors/switches, hydrant fire valves, connections for fire brigades, fire pumps and fire pump assemblies, nozzles/sprinklers/water sprays/outlet fittings, water control and alarm valve assemblies, air control and alarm valve assemblies, excitation valve assemblies, multiple controls, pressure vessel valve assemblies and their actuators, selector valves and their actuators, non-electric locking devices, flexible couplings, pressure gauges and pressure switches, mechanical weighing devices, check and non-return valves, control and signaling devices, power sources, foam concentrate dispensers, foam nozzles, pumps for fire-fighting water systems, flexible hose couplings, groove couplings for pipes, groove fittings for pipes, plastic piping systems, inlet valves and gate valves, pipe hangers and sets of hangers, pressure limiting and regulating valves, extinguishing agent tanks, inlet manifolds and triple head distributors, filters, control panels for fire brigades / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – elementy składowe:** hydranty zewnętrzne, czujniki/przełączniki przepływu wody, czujniki/ przełączniki ciśnienia, zawory pożarowe hydrantowe, przyłącza dla straży pożarnej, pompy pożarowe i zespoły pomp pożarowych, dysze/tryskacze/zraszacze/ elementy wylotowe, zespoły zaworów kontrolno-alarmowych wodnych, zespoły zaworów kontrolno-alarmowych powietrznych, zespoły zaworów wzbudzających, pobudzacze, zespoły zaworów zbiorników ciśnieniowych i ich urządzenia wyzwalające, zawory kierunkowe i ich urządzenia wyzwalające, nieelektryczne urządzenia blokujące, łączniki elastyczne, ciśnieniomierze i łączniki ciśnienia, mechaniczne urządzenia wagowe, zawory zwrotne i jednokierunkowe, urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, dozowniki środka pianotwórczego, prądownice pianowe, pompy instalacji wodociągowych przeciwpożarowych, łączniki elastyczne wężowe, złącza rowkowe do rur, kształtki rowkowe do rur, systemy rurowe z tworzyw sztucznych, zawory i zasuwy wlotowe, uchwyty i zestawy mocowania przewodów rurowych, zawory ograniczania i regulacji ciśnienia, zbiorniki środków gaśniczych, kolektory wlotowe i rozdzielcze, filtry, panele obsługi dla straży pożarnej
Explosion protection systems – kits / Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – zestawy	Explosion protection systems – kits / Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – zestawy
Explosion protection systems – components: detectors, suppression devices, explosion detectors, explosion-proof products / **Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – elementy składowe:** czujki, tłumiki, czujniki wybuchu, wyroby przeciwwybuchowe	**Explosion protection systems – components:** detectors, suppression devices, explosion detectors, relief products, control and signaling devices, power sources, control panels for fire brigades / **Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – elementy składowe:** czujki, urządzenia tłumiące, czujniki wybuchu, wyroby odciążające, urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, panele obsługi dla straży pożarnej
Smoke and heat control systems – kits: smoke and heat extraction kits, pressure differential kits / **Instalacje kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – zestawy:** zestawy do odprowadzania dymu i ciepła, zestawy do różnicowania ciśnienia,	**Smoke and heat control systems – kits:** smoke and heat extraction kits, pressure differential kits, fire cut-off control kits / **Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – zestawy:** zestawy do odprowadzania dymu i ciepła, zestawy do różnicowania ciśnienia, zestawy do sterowania odcięciami przeciwpożarowymi

III	IV
Annex to the Regulation of the Minister of Investment and Development of 13 June 2018 amending the Regulation on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2018 poz. 1233) / Załącznik do rozporządzenia Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2018 poz. 1233)	**Regulation of the Minister of Development, Labor and Technology of 4 December 2020 amending the Regulation on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2020 poz. 2297) / Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 4 grudnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym**
Fire suppression and extinguishing systems – components: external hydrants, water flow sensors/switches, pressure sensors/switches, hydrant fire valves, connections for fire brigades, fire pumps and fire pump assemblies, nozzles/sprinklers/water sprays/outlet fittings, water control and alarm valve systems, air control and alarm valve assemblies, excitation valve assemblies, multiple controls, pressure vessel valve assemblies and their actuators, selector valves and their actuators, non-electric locking devices, flexible couplings, pressure gauges and pressure switches, mechanical weighing devices, check and non-return valves, control and signaling devices, power sources, foam concentrate dispensers, foam nozzles, pumps for fire-fighting water systems, fasteners, fittings, control and shut-off fittings, pipe systems, pipe hangers and sets of hangers, extinguishing agent tanks, control panels for fire brigades / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – elementy składowe:** hydranty zewnętrzne, czujniki/przełączniki przepływu wody, czujniki/ przełączniki ciśnienia, zawory pożarowe hydrantowe, przyłącza dla straży pożarnej, pompy pożarowe i zespoły pomp pożarowych, dysze/tryskacze/ zraszacze/elementy wylotowe, zespoły zaworów kontrolno-alarmowych wodnych, zespoły zaworów kontrolno-alarmowych powietrznych, zespoły zaworów wzbudzających, pobudzacze, zespoły zaworów zbiorników ciśnieniowych i ich urządzenia wyzwalające, zawory kierunkowe i ich urządzenia wyzwalające, nieelektryczne urządzenia blokujące, łączniki elastyczne, ciśnieniomierze i łączniki ciśnienia, mechaniczne urządzenia wagowe, zawory zwrotne i jednokierunkowe, urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, dozowniki środka pianotwórczego, prądownice pianowe, pompy do instalacji wodociągowych przeciwpożarowych, elementy złączne, kształtki, armatura regulacyjna i odcinająca, systemy rurowe, uchwyty i zestawy mocowania przewodów rurowych, zbiorniki środków gaśniczych, panele obsługi dla straży pożarnej	**Fire suppression and extinguishing systems – components:** external hydrants, water flow sensors/switches, pressure sensors/switches, hydrant fire valves, connections for fire brigades, fire pumps and fire pump assemblies, nozzles/sprinklers/water sprays/outlet fittings, water control and alarm valve systems, air control and alarm valve assemblies, excitation valve assemblies, multiple controls, pressure vessel valve assemblies and their actuators, selector valves and their actuators, non-electric locking devices, flexible couplings, pressure gauges and pressure switches, mechanical weighing devices, check and non-return valves, control and signaling devices, power sources, foam concentrate dispensers, foam nozzles, pumps and pump assemblies for fire-fighting water systems, fasteners, fittings, control and shut-off fittings, plastic piping systems and metal clamped piping systems, extinguishing agent tanks, control panels for fire brigades / **Systemy tłumienia i gaszenia pożaru – elementy składowe:** hydranty zewnętrzne, czujniki/ przełączniki przepływu wody, czujniki/przełączniki ciśnienia, zawory pożarowe hydrantowe, przyłącza dla straży pożarnej, pompy pożarowe i zespoły pomp pożarowych, dysze/tryskacze/zraszacze/ elementy wylotowe, zespoły zaworów kontrolno-alarmowych wodnych, zespoły zaworów kontrolno-alarmowych powietrznych, zespoły zaworów wzbudzających, pobudzacze, zespoły zaworów zbiorników ciśnieniowych i ich urządzenia wyzwalające, zawory kierunkowe i ich urządzenia wyzwalające, nieelektryczne urządzenia blokujące, łączniki elastyczne, ciśnieniomierze i łączniki ciśnienia, mechaniczne urządzenia wagowe, zawory zwrotne i jednokierunkowe, urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, dozowniki środka pianotwórczego, prądownice pianowe, pompy i zespoły pomp do instalacji wodociągowych przeciwpożarowych, elementy złączne, kształtki, armatura regulacyjna i odcinająca, systemy rurowe z tworzyw sztucznych oraz systemy rurowe metalowe zaciskane, zbiorniki środków gaśniczych, panele obsługi dla straży pożarnej
Explosion protection systems – kits / Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – zestawy	Removed / Usunięto
Explosion protection systems – components: detectors, suppression devices, explosion detectors, relief products, control and signaling devices, power sources, control panels for fire brigades / **Systemy zabezpieczenia przed wybuchem – elementy składowe:** czujki, urządzenia tłumiące, czujniki wybuchu, wyroby odciążające, urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, panele obsługi dla straży pożarnej	Removed / Usunięto
Smoke and heat control systems – kits: smoke and heat extraction kits, pressure differential kits, fire cut-off control kits / **Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – zestawy:** zestawy do odprowadzania dymu i ciepła, zestawy do różnicowania ciśnienia, zestawy do sterowania odcięciami przeciwpożarowymi	**Smoke and heat control systems – kits:** smoke and heat extraction kits, pressure differential kits, fire cut-off control kits / **Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – zestawy:** zestawy do odprowadzania dymu i ciepła, zestawy do różnicowania ciśnienia, zestawy do sterowania odcięciami przeciwpożarowymi

I	II
Annex 1 to the Regulation of the Minister of Infrastructure of 11 August 2004 on the methods of declaring the conformity of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2004 nr 198 poz. 2041 as amended) / Załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2004 nr 198 poz. 2041 z późn.zm.)	**Annex 1 to the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2016 poz. 1966) / Załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2016 poz. 1966)**
Smoke and heat control systems – components: smoke curtains, fire dampers, wires, mechanical fans, smoke dampers, control panels for fire brigades, manual smoke exhaust switches, power sources / **Instalacje kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – elementy składowe:** kurtyny dymowe, klapy przeciwpożarowe, przewody, wentylatory mechaniczne, klapy dymowe, panele obsługi dla straży pożarnej, ręczne przyciski oddymiania, źródła zasilania	**Smoke and heat control systems – components:** smoke curtains, fire dampers, wires, mechanical fans, smoke dampers, relief dampers, control command devices, control panels for fire brigades, manual smoke exhaust switches, power sources, linear actuators, rotary actuators, dampers for the inflow of compensating air, pressure detectors / **Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – elementy składowe:** kurtyny dymowe, klapy przeciwpożarowe, przewody, wentylatory mechaniczne, klapy dymowe, klapy odciążające, sterownicze urządzenia sterujące, panele obsługi dla straży pożarnej, ręczne przyciski oddymiania, źródła zasilania, siłowniki liniowe, siłowniki obrotowe, przepustnice do napływu powietrza kompensacyjnego, czujniki ciśnienia
-	**Evacuation systems – kits:** emergency evacuation lighting systems, systems for managing the opening of exits on escape routes, evacuation kits / **Systemy ewakuacyjne – zestawy:** systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego, systemy zarządzania otwarciem wyjść na drogach ewakuacyjnych, zestawy do ewakuacji
-	**Evacuation systems – components:** control and signaling devices, power sources, actuators, controlled interfaces, luminaires for emergency lighting, control panels for fire brigades, rescue sleeves / **Systemy ewakuacyjne – elementy składowe:** urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, urządzenia wykonawcze, interfejsy przejść kontrolowanych, oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego, panele obsługi dla straży pożarnej, rękawy ratownicze
-	-
-	Fire protection power switches – kits / Przeciwpożarowe wyłączniki prądu – zestawy
-	**Fire protection power switches – components:** actuators, signaling devices, operating devices / **Przeciwpożarowe wyłączniki prądu – elementy składowe:** urządzenia uruchamiające, urządzenia sygnalizujące, urządzenia wykonawcze

III	IV
Annex to the Regulation of the Minister of Investment and Development of 13 June 2018 amending the Regulation on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2018 poz. 1233) / Załącznik do rozporządzenia Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. 2018 poz. 1233)	**Regulation of the Minister of Development, Labor and Technology of 4 December 2020 amending the Regulation on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. 2020 poz. 2297) / Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 4 grudnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym**
Smoke and heat control systems – components: smoke curtains, fire dampers, wires, mechanical fans, smoke dampers, relief dampers, control and signaling devices, control panels for fire brigades, manual smoke exhaust switches, power sources, linear actuators, rotary actuators, dampers for the inflow of compensating air, pressure detectors / **Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – elementy składowe:** kurtyny dymowe, klapy przeciwpożarowe, przewody, wentylatory mechaniczne, klapy dymowe, klapy odciążające (upustowe), urządzenia sterujące i sygnalizujące, panele obsługi dla straży pożarnej, ręczne przyciski oddymiania, źródła zasilania, siłowniki liniowe, siłowniki obrotowe, przepustnice do napływu powietrza kompensacyjnego, czujniki ciśnienia	**Smoke and heat control systems – components:** smoke curtains, fire dampers, wires, devices for mechanical smoke and heat extraction (fans), smoke dampers, relief dampers, control and signaling devices, control panels for fire brigades, manual smoke exhaust switches, power sources, linear actuators, rotary actuators, dampers for the inflow of compensating air, pressure detectors / **Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – elementy składowe:** kurtyny dymowe, klapy przeciwpożarowe, przewody, urządzenia do mechanicznego odprowadzania dymu i ciepła (wentylatory), klapy dymowe, klapy odciążające (upustowe), urządzenia sterujące i sygnalizujące, panele obsługi dla straży pożarnej, ręczne przyciski oddymiania, źródła zasilania, siłowniki liniowe, siłowniki obrotowe, przepustnice do napływu powietrza kompensacyjnego, czujniki ciśnienia
Evacuation systems – kits: emergency evacuation lighting systems, systems for managing the opening of exits on escape routes, evacuation kits / **Systemy ewakuacyjne – zestawy:** systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego, systemy zarządzania otwarciem wyjść na drogach ewakuacyjnych, zestawy do ewakuacji	**Evacuation systems – kits:** emergency evacuation lighting systems, systems for managing the opening of exits on escape routes, evacuation kits / **Systemy ewakuacyjne – zestawy:** systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego, systemy zarządzania otwarciem wyjść na drogach ewakuacyjnych, zestawy do ewakuacji
Evacuation systems – components: control and signaling devices, power sources, actuators, controlled interfaces, luminaires for dynamic emergency lighting, control panels for fire brigades, rescue sleeves / **Systemy ewakuacyjne – elementy składowe:** urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, urządzenia wykonawcze, interfejsy przejść kontrolowanych, oprawy oświetleniowe do dynamicznego oświetlenia ewakuacyjnego, panele obsługi dla straży pożarnej, rękawy ratownicze	**Evacuation systems – components:** control and signaling devices, power sources, actuators, controlled interfaces, luminaires for dynamic emergency lighting, control panels for fire brigades, rescue sleeves / **Systemy ewakuacyjne – elementy składowe:** urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, urządzenia wykonawcze, interfejsy przejść kontrolowanych, oprawy oświetleniowe do dynamicznego oświetlenia ewakuacyjnego, panele obsługi dla straży pożarnej, rękawy ratownicze
Systems integrating fire protection devices – kits: visualization and/or control systems / **Systemy integrujące urządzenia przeciwpożarowe – zestawy:** systemy do wizualizacji i/lub sterowania	**Systems integrating fire protection devices – kits:** visualization and control systems / **Systemy integrujące urządzenia przeciwpożarowe – zestawy:** systemy do wizualizacji i sterowania
Fire protection power switches – kits / Przeciwpożarowe wyłączniki prądu – zestawy	Fire protection power switches – kits / Przeciwpożarowe wyłączniki prądu – zestawy
Fire protection power switches – components: actuators, signaling devices, urządzenia wykonawcze / **Przeciwpożarowe wyłączniki prądu – elementy składowe:** urządzenia uruchamiające, urządzenia sygnalizujące, urządzenia wykonawcze	**Fire protection power switches – components:** actuators, signaling devices, urządzenia wykonawcze / **Przeciwpożarowe wyłączniki prądu – elementy składowe:** urządzenia uruchamiające, urządzenia sygnalizujące, urządzenia wykonawcze

Comments:
Purple, red, orange mark the changes introduced in Annex 1 to the regulations listed in columns I and II, III
Orange, green, blue and navy blue mark the changes introduced in Annex 1 to the regulations listed in columns II III and IV /
Uwagi:
Kolorem fioletowym, czerwonym, pomarańczowym oznaczono zmiany wprowadzone w załączniku nr 1 w rozporządzeniach podanych w kolumnach I i II, III
Kolorem pomarańczowym, zielonym , niebieskim i granatowym oznaczono zmiany wprowadzone w załączniku nr 1 w rozporządzeniach podanych w kolumnach II III i IV

Source: Own elaboration based on the regulation [1–4].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozporządzenia [1–4].

Marking and accompanying documents during placing construction products on the market or making them available on the national market

None of the amending acts introduced changes regarding the marking of a construction product with a construction mark, the information that must accompany the marking has not changed either. These requirements are presented in § 10, 12 and 13 of the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 [1].

There were also no changes to the formula and content of the national declaration of performance – they are in line with Annex 1 to the above regulation [1]. The method of making the national declaration available has also remained unchanged and complies with § 9 of this regulation.

Transitional period

The Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark indicated two transition periods for the preparation of national declarations of performance. The first one referred to the national declarations issued for products for which there was no obligation to issue a declaration before, while the second one provided information related to the procedure in case of declarations that were prepared before 31 December 2018. The above document specifies construction products for which, before 31 December 2018, there was no obligation to mark them with a construction mark (marked in red in Table 1)„ as a result of which a national declaration of performance was not prepared for them when placing on the market or making them available on the national market until 30 June 2018. The Regulation of the Minister of Investment and Development of June 13, 2018 [2] extended the transition period until 30 June 2019.

It is worth noting that the Regulation of the Minister of Development, Labor and Technology of 4 December 2020 [4] indicates that for pump sets for fire-fighting water systems, the manufacturer of the construction product is not obliged to draw up a national declaration of performance when placing on the market or making available on the national market of such a construction product until 31 December 2021.

Manufacturers of construction products who prepared a national declaration of performance and marked them with a construction mark before 31 December 2016 (pursuant to Article 5 (2) of the Act of 25 June 2015 amending the Act on construction products, the Construction Law Act and of the Act on amending the Act on construction products and the Act on the conformity assessment system Polish Journal of Laws: Dz. U. 2015 poz. 1165), could use the method of marking a construction product with a construction mark and the scope of information accompanying this product as specified in that Regulations until 30 June 2017. In this case, no amending act extended this transitional period.

Znakowanie oraz dokumenty towarzyszące podczas wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych

Żaden z aktów zmieniających nie wprowadził zmian dotyczących znakowania wyrobu budowlanego znakiem budowlanym, informacje jakie muszą towarzyszyć znakowaniu także nie uległy zmianie. Niniejsze wymagania przedstawiono w § 10, 12 i 13 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. [1].

Nie wprowadzono zmian także we wzorze i treści krajowej deklaracji właściwości użytkowych – są one zgodne z załącznikiem 1 do powyższego rozporządzenia [1]. Sposób udostępniania krajowej deklaracji również pozostał bez zmian i jest zgodny z § 9 tego rozporządzenia.

Okres przejściowy

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym wskazało dwa okresy przejściowe dotyczące sporządzania krajowych deklaracji właściwości użytkowych. Pierwszy z nich odnosił się do krajowych deklaracji wystawianych dla wyrobów, dla których wcześniej nie istniał obowiązek wystawiania deklaracji, natomiast drugi zawierał informację związaną z postępowaniem w przypadku deklaracji, jakie sporządzono przed 31 grudnia 2018 r. Powyższy dokument określa wyroby budowlane, dla których przed 31 grudnia 2018 r. nie istniał obowiązek znakowania znakiem budowlanym, (wyróżnione kolorem czerwonym w tabeli 1), w konsekwencji czego nie sporządzano dla nich krajowej deklaracji właściwości użytkowych przy wprowadzaniu do obrotu lub udostępnianiu na rynku krajowym do dnia 30 czerwca 2018 r. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. [2] wydłużyło okres przejściowy do 30 czerwca 2019 r.

Na uwagę zasługuje fakt, iż rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 4 grudnia 2020 r. [4] wskazuje, że dla zespołów pomp do instalacji wodociągowych przeciwpożarowych producent wyrobu budowlanego nie jest zobowiązany sporządzać krajowej deklaracji właściwości użytkowych przy wprowadzaniu do obrotu lub udostępnianiu na rynku krajowym takiego wyrobu budowlanego do 31 grudnia 2021 r.

Producenci wyrobów budowlanych, którzy sporządzili krajową deklarację właściwości użytkowych oraz znakowali je znakiem budowlanym przed 31 grudniem 2016 r. (na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 25 czerwca 2015 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych, ustawy – Prawo budowlane oraz ustawy o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych oraz ustawy o systemie oceny zgodności Dz. U. 2015 poz. 1165), mogli stosować określony w tymże rozporządzeniu sposób znakowania wyrobu budowlanego znakiem budowlanym oraz zakres informacji towarzyszących temu wyrobowi do dnia 30 czerwca 2017 r. W tym przypadku żaden akt zmieniający nie wydłużył tego okresu przejściowego.

Therefore, from 31 December 2020, for all construction products covered by the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 on the method of declaring the performance of construction products and the method of marking them with a construction mark (Polish Journal of Laws: Dz. U. z 2016 r. poz. 1966; zm.: Dz. U. z 2018 r. poz. 1233, z 2019 r. poz. 1176 i poz. 2164 oraz z 2020 r. poz. 2297) – except for pump sets for fire-fighting water systems, for which the transitional period has been extended until 31 December 2021 – the manufacturer is required to mark the product in accordance with § 11 of the Regulation [1] and prepare a national declaration of performance in accordance with Annex 2 to this Regulation.

Conclusion

This article presents the scope of changes that were introduced in other legal acts prior to the Regulation of the Minister of Infrastructure and Construction of 17 November 2016 [1]. The introduced changes were discussed and their impact on the national assessment and verification of the constancy of performance of construction products was analyzed. In addition, the current list of construction products for fire protection has been presented, for which the manufacturer is obliged to issue a national declaration of performance and mark them with a construction mark.

W związku z powyższym od 31 grudnia 2020 r. dla wszystkich wyrobów budowlanych objętych rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966; zm.: Dz. U. z 2018 r. poz. 1233, z 2019 r. poz. 1176 i poz. 2164 oraz z 2020 r. poz. 2297) – poza zespołami pomp do instalacji wodociągowych przeciwpożarowych, dla których okres przejściowy został przedłużony do 31 grudnia 2021 r. – producent ma obowiązek znakować wyrób zgodnie z § 11 rozporządzenia [1] oraz sporządzać krajową deklarację właściwości użytkowych zgodną z załącznikiem 2 do tego rozporządzenia.

Podsumowanie

Niniejszy artykuł przedstawia zakres zmian, które zostały wprowadzone w innych aktach prawnych przed rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. [1]. Omówiono wprowadzone zmiany oraz przeanalizowano ich wpływ na prowadzenie krajowej oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów budowlanych. Ponadto przedstawiono aktualną listę wyrobów budowanych służących ochronie przeciwpożarowej, dla których producent zobowiązany jest wystawić krajową deklarację właściwości użytkowych oraz znakować je znakiem budowlanym.

Literature / Literatura

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2016 r. poz. 1966).

[2] Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2018 r. poz. 1233).

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2004 r. Nr 198 poz. 2041 z późn.zm.).

[4] Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 4 grudnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2020 poz. 2297).

[5] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2004 r. Nr 92, poz. 881 z późn.zm.).

[6] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (tj. Dz. U. 2010 r. Nr 138, poz. 935 z późn. zm.).

[7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych (Dz. U. 2016 r. poz. 1968).

[8] Iwańska M., Jankowska K., Kowalczyk A., *Zmiany w zakresie wymagań wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych służących ochronie*

przeciwpożarowej znakowanych znakiem budowlanym, BITP Vol. 52 Issue 4, 2018, pp. 168–183, https://www.doi.org/10.12845/bitp.52.4.2018.10.

[9] Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 19 czerwca 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. poz. 1176).

[10] Rozporządzenie Ministra Finansów, Inwestycji i Rozwoju z dnia 21 października 2019 r. (Dz. U. poz. 2164) zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym.

KATARZYNA JANKOWSKA, M.SC. ENG. – a graduate of full-time 1st and 2nd degree studies at the Faculty of Fire Safety Engineering at the Main School of Fire Service. Since 2016, an employee of CNBOP-PIB Certification Department in the area of fire suppression and extinguishing systems, smoke and heat control systems as well as cables and wires for general use.

AGNIESZKA KOWALCZYK, M.SC. – a graduate of the Lazarski University in Warsaw at the Faculty of Law and Administration, with a major in administration. For over 23 years she has been working at CNBOP-PIB, and for 15 years – in the Certification Department as a specialist in quality management systems. She is also a management systems auditor with many years of experience both in Poland and abroad.

MARTA IWAŃSKA, M.SC. – a graduate of Collegium Civitas in Warsaw at the Faculty of Sociology, with a major in management of non-governmental organizations. For over eight years she has been working in CNBOP-PIB Certification Department as a specialist in quality management systems. She is a co-author of a number of publications related to fire protection.

MGR INŻ.. KATARZYNA JANKOWSKA – absolwentka dziennych studiów I i II stopnia na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Od 2016 roku pracownik Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB w obszarze systemów tłumienia i gaszenia pożaru, systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła oraz kabli i przewodów zastosowania ogólnego.

MGR AGNIESZKA KOWALCZYK – absolwentka Uczelni Łazarskiego w Warszawie na wydziale prawa i administracji, kierunek administracja. Od ponad 23 lat pracuje w CNBOP-PIB, a od 15 lat pracuje w Jednostce Certyfikującej jako specjalista ds. zarządzania systemami jakości. Jest również auditorem systemów zarządzania z wieloletnim doświadczeniem zarówno w Polsce, jak i zagranicą.

MGR MARTA IWAŃSKA – absolwentka Collegium Civitas w Warszawie na wydziale socjologii, kierunek zarządzanie organizacjami pozarządowymi. Od ponad ośmiu lat pracuje w Jednostce Certyfikującej w CNBOP-PIB jako specjalista ds. systemów zarządzania jakością. Jest współautorką szeregu publikacji związanych z ochroną przeciwpożarową.

sft.cnbop.pl