

Szymon Perga^{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. Perga – 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/EEG oraz dodatkowo na terenie Rzeczypospolitej 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 uwagą 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. Pergała – 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 m²,
 - multi-storey, containing a fire zone classified as hazardous to people ZL I with an area above 5,000 m².
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. Budynek handlowe lub wystawowe:
 - jednokondygnacyjne, zawierające strefę pożarową zakwalifikowaną do kategorii zagrożenia ludzi ZL I o powierzchni powyżej 8000 m²,
 - wielokondygnacyjne, zawierające strefę pożarową zakwalifikowaną do kategorii zagrożenia ludzi ZL I o powierzchni powyżej 5000 m².
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. Budynek użyteczności publicznej wysokie i wysokościowe.
6. Budynek 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 (MliB) 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 (MliB) 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 (MliB) 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 (MliB) 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	 
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	 
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	 
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	 
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	 
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	

Source: Own elaboration based on T. Popielarczyk, *Evakuacja ludzi z wykorzystaniem dźwiękowych systemów ostrzegawczych*, CNBOP-PIB, Józefów 2018 [7].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie T. Popielarczyk, *Evakuacja 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).

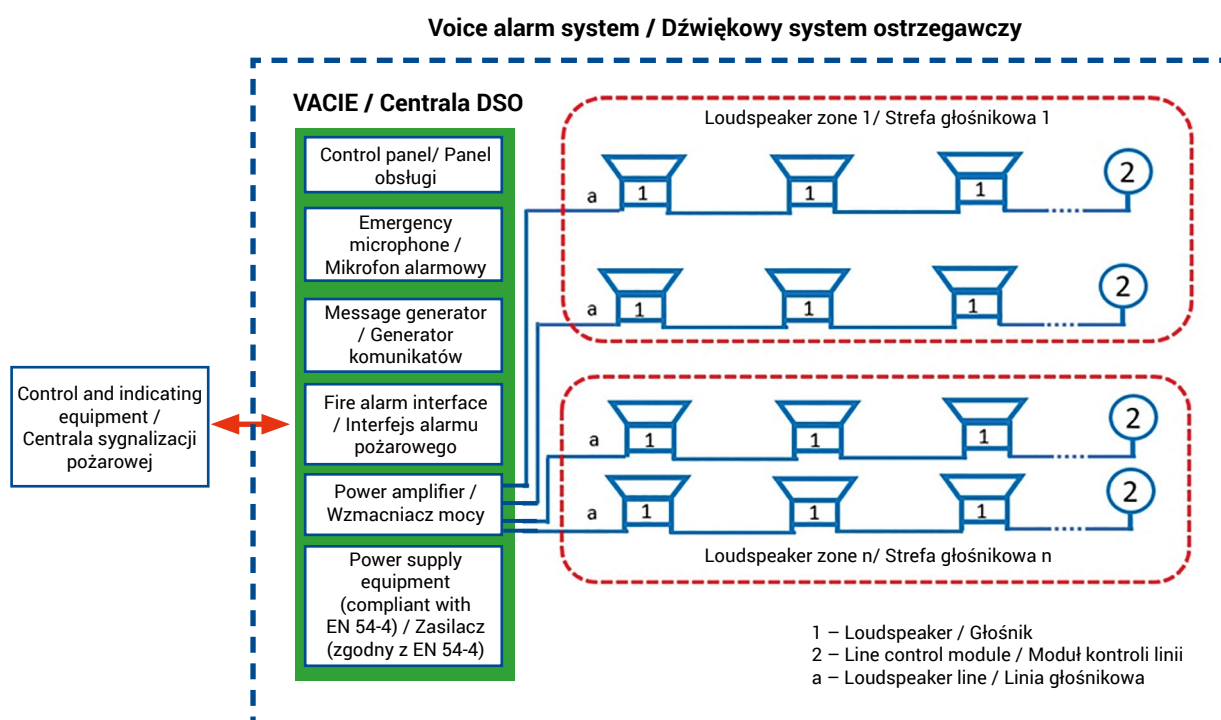


Figure 1. Example of basic VAS configuration
Rycina 1. Przykładowa podstawowa konfiguracja DSO

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 zwieszane 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) / Udry (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 umiejscowiona 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 dozoru	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 wyciszenie 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,
- niepalnione,
- bezhalogenowe,
- do zastosowań specjalnych.

Kable ognioodporne wraz z systemami zamocowań oraz kable niepalnione 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 niepalnione oznacza się małą literą „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 be 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 część 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 działanie 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 Intelligibility 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).

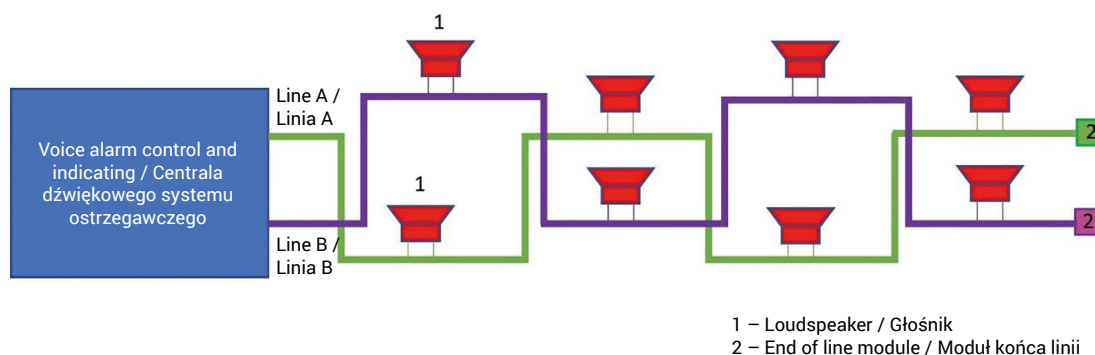


Figure 2. Example of open loudspeaker line
Rycina 2. Przykładowa linia głośnikowa otwarta

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

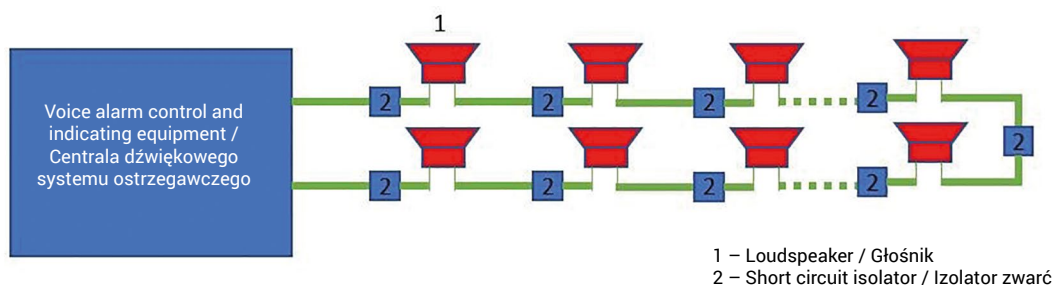


Figure 3. Example of loop loudspeaker line
Rycina 3. Przykładowa linia głośnikowa pętlowa

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., Młodzik K., Stencel M., Skiepmo 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/rozwiązania-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 Ostrzegawczych*, 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.