

mgr inż. Łukasz Pastuszka^{a)*}, mł. bryg. Marcin Płotica^{b)}

^{a)}Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy / Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute

^{b)}Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej w Łodzi / District Headquarters of the State Fire Service in Łódź

*Autor korespondencyjny / Corresponding author: lpastuszka@cnbop.pl

Zasady bezpiecznego prowadzenia działań ratowniczych podczas katastrofy budowlanej

Safety Principles for Conducting Rescue Operations in the Case of Structural Failure

Принципы безопасного ведения спасательных работ во время строительной катастрофы

ABSTRAKT

Cel: W artykule omówiono podstawowe zasady bezpieczeństwa działań ratowniczych podczas katastrof budowlanych. Dotyczą one bezpośrednich działań poszukiwawczo-ratowniczych na gruzowiskach i w pobliżu niestabilnych konstrukcji budowlanych. W treści pracy znalazły się opisy zarówno technicznych, jak i proceduralnych rozwiązań wpływających na bezpieczeństwo ratowników podczas pracy na gruzowisku. Zadaniem artykułu jest także przypomnienie o podstawowych elementach bezpieczeństwa, takich jak środki ochrony osobistej. Praca uwzględnia również zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa misji międzynarodowych USAR POLAND, lecz jedynie w aspekcie pracy na gruzowisku.

Wprowadzenie: W wielu publikacjach dotyczących taktyki działań gaśniczych i ratowniczych podkreśla się rolę bezpieczeństwa ratowników – czynnika istotnego dla wszystkich uczestników działań. Ze względu na konieczność połączenia wielu specjalizacji, umiejętności inżynierskich oraz znajomości szczególnych technik ratowniczych działania podczas katastrof budowlanych są dla ratowników szczególnie wymagające. Specjalistyczne grupy poszukiwawczo-ratownicze od wielu lat wprowadzają i rozwijają metody zabezpieczenia działań podczas pracy na gruzowiskach. Niektóre z tych metod są łatwo dostępne i nieskomplikowane, natomiast inne wymagają specjalistycznego sprzętu, wiedzy oraz doświadczenia. Bezpieczeństwo działań podczas katastrof budowlanych jest stale rozwijane, wraz z postępem wiedzy, doświadczenia oraz technologii.

Wnioski: Rozpoznanie jest pierwszą i najważniejszą fazą akcji. Sama katastrofa budowlana niesie ryzyko wtórnych zagrożeń dla osób poszkodowanych oraz dla ratowników. Może także powodować narażenie na czynniki szkodliwe i uciążliwe. Aspekty, na jakie należy zwrócić uwagę, to:

- niestabilne elementy konstrukcji budowlanych,
- możliwość całkowitego zawalenia się budynku,
- zagrożenia powodowane przez media (gaz ziemny, wodę, napięcie elektryczne),
- zagrożenia powodowane przez zbiorniki z gazem pod ciśnieniem (np. butle LPG),
- zagrożenia pożarowe,
- zagrożenia biologiczne,
- hałas, temperatura, wilgotność,
- oświetlenie miejsca działań.

W związku z powyższym rozpoznanie zagrożeń podczas katastrofy budowlanej nie jest etapem akcji, lecz czynnością ciągłą, trwającą aż do zakończenia działań lub eliminacji możliwości powstania tych zagrożeń.

Znaczenie dla praktyki: Prowadzenie działań podczas katastrof budowlanych wiąże się ze szczególnymi zagrożeniami. System szkolenia w tej dziedzinie jest stosunkowo młody. W artykule wskazano elementy determinujące bezpieczeństwo ratowników oraz omówiono system bezpieczeństwa pracy.

Słowa kluczowe: katastrofa budowlana, zasady bezpieczeństwa działań, grupa poszukiwawczo-ratownicza

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 20.11.2018; Zrecenzowany: 10.12.2018; Opublikowany: 20.12.2018;

Identyfikatory ORCID autorów: Ł. Pastuszka – 0000-0001-8382-2584; M. Płotica – 0000-0003-3011-0529;

Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu;

Proszę cytować: BiTP Vol. 52 Issue 4, 2018, pp. 202–212, <https://dx.doi.org/10.12845/bitp.52.4.2018.12>;

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

ABSTRACT

Aim: The article indicates the basic principles for conducting rescue operations in the case of structural collapse. The focus of the article includes operations on rubble sites and nearby unstable constructions. It describes technical safety solutions and procedural approaches which have a significant

influence on rescuer safety. It also looks at basic safety elements, such as personal protective equipment. The article discusses the international missions of Urban Search And Rescue Poland, but only in relation to its work on rubble sites.

Introduction: Many publications covering operational tactics and techniques emphasise the role of rescuer safety as a factor of fundamental importance for all operation participants. Due to the necessity of having many areas of expertise and engineering skills, rescuers deployed to structural failures are required to have extensive knowledge and use specialised rescue techniques. For many years, search and rescue teams have introduced and developed methods of providing safe structural collapse response operations. Some of those methods are easily accessible and uncomplicated, while other require specialised equipment, knowledge and experience. The safety of operations during structural failures is constantly improved as knowledge and technology develop.

Conclusions: Reconnaissance is known as the first and the most important stage of the operation. Structural collapse creates the risk of exposure to secondary threats, and also to harmful and burdensome factors. The aspects which should be considered include:

- unstable elements of construction,
- possibility of total collapse,
- threats caused by utilities (gas, water, electricity),
- threats caused by pressurised gas containers (e.g. LPG containers),
- risk of fire,
- biological hazards,
- noise, temperature, humidity,
- lighting

Due to the above, recognising threats during a structural failure is not a stage of the operation but a continuous activity until threats are eliminated or the operation is completed.

Relevance in practice: Structural collapse response operations involve specific threats. A structured training system in this field is something relatively new. The article indicates the basic elements determining the safety of rescuers and discusses the work safety system.

Keywords: structural failure, operational safety principles, search and rescue team.

Type of article: review article

Received: 20.11.2018; Reviewed: 10.12.2018; Accepted: 20.12.2018;

Authors' ORCID IDs: Ł. Pastuszka – 0000-0001-8382-2584; M. Plotka – 0000-0003-3011-0529;

The authors contributed equally to this article;

Please cite as: BITP Vol. 52 Issue 4, 2018, pp. 202–212, <https://dx.doi.org/10.12845/bitp.52.4.2018.12>;

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

АННОТАЦИЯ

Цель: В статье рассматриваются основные принципы обеспечения безопасности проведения спасательных работ во время строительных катастроф. Они касаются прямых поисково-спасательных работ на обломках и вблизи неустойчивых строительных конструкций. В содержание работы включены описания как технических, так и процедурных решений, влияющих на безопасность спасателей при работе на обломках. Задачей статьи также является напоминание об основных элементах безопасности, таких как средства индивидуальной защиты. Работа также включает вопросы, связанные с безопасностью миссии международной Городской поисково-спасательной службы (USAR POLAND), но в аспекте проведения работ на развалинах.

Введение: Во многих публикациях, касающихся тактики противопожарной и спасательной деятельности, подчеркивается роль фактора безопасности спасателей, касающегося всех участников, спасательной операции. В связи с необходимостью использования представителей многих специальностей и применения различных инженерных навыков, строительные катастрофы требуют от спасателей особых спасательных навыков и методов. Специализированные поисково-спасательные группы уже много лет внедряют и разрабатывают методы обеспечения безопасности во время проведения работ на обломках. Некоторые из этих методов легко доступны и просты, в то время как другие требуют специального оборудования, знаний и опыта. Система безопасности действий во время строительных катастроф постоянно развивается, наряду с развитием знаний, опыта и технологий.

Выводы: распознавание является первым и наиболее важным этапом проведения мероприятий. Сама строительная катастрофа несет риск вторичных угроз пострадавшим и спасателям. Она может также вызвать воздействие вредных и обременительных факторов. Следует обратить внимание на следующие аспекты:

- нестабильные элементы строительных конструкций,
- возможность полного обрушения здания,
- опасности, вызванные средой (природный газ, вода, электрическое напряжение),
- опасности, вызванные газовыми баллонами под давлением (например, баллоны со сжиженным газом),
- пожароопасность,
- биологические опасности,
- шум, температура, влажность,
- освещение места действия.

В связи с вышеизложенным, распознавание опасностей во время строительной катастрофы является не стадией действия, а непрерывной деятельностью, продолжающейся до конца ведения работ или устранения возможности возникновения этих угроз.

Значение для практики: действия, применяемые во время устранения строительных катастроф сопряжены с особыми рисками. Система обучения в этой области относительно молода. В статье указаны элементы, определяющие безопасность спасателей, а также рассмотрена система безопасности труда.

Ключевые слова: строительная катастрофа, правила безопасности, поисково-спасательная группа

Вид статьи: обзорная статья

Принята: 20.11.2018; Рецензирована: 10.12.2018; Одобрена: 20.12.2018;

Идентификаторы ORCID авторов: Ł. Pastuszka – 0000-0001-8382-2584; M. Płotica – 0000-0003-3011-0529;

Авторы внесли одинаковый вклад в создание этой статьи;

Просим ссылаться на статью следующим образом: BiTP Vol. 52 Issue 4, 2018, pp. 202–212, <https://dx.doi.org/10.12845/bitp.52.4.2018.12>;

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

Wprowadzenie

Akcje poszukiwawczo-ratownicze to jedne z najtrudniejszych oraz najbardziej niebezpiecznych działań prowadzonych przez Państwową Straż Pożarną oraz podmioty współdziałające w ramach Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego. Wymagają one połączenia wielu dziedzin ratownictwa oraz wykorzystania technik znanych wąskiej grupie wyspecjalizowanych ratowników. Bezpieczeństwo ratowników jest zależne nie tylko od ich wykwalifikowania, ale także, w znacznej mierze, od zaistniałej sytuacji, która w trakcie działań zmienia się dynamicznie i często nieprzewidywalnie.

Zagrożenia, z jakimi można się spotkać podczas działań poszukiwawczo-ratowniczych, dotyczą głównie:

- zniszczenia budynków lub ich części,
- upadku niestabilnych części budynków lub elementów konstrukcyjnych,
- eksplozji,
- braku możliwości dokładnego zbadania struktury budynku,
- narażenia na materiały niebezpieczne chemicznie lub biologicznie,
- porażenia prądem elektrycznym,
- upadku bądź urazu podczas poruszania się po gruzach,
- narażenia na dym, kurz,
- narażenia na nadmierny hałas,
- prowadzenia działań w ciasnych przestrzeniach,
- deficytu tlenu w atmosferze,
- wstrząsów wtórnych.

Dlatego też działania takie wymagają szczegółowego planowania i przygotowania, zarówno ratowników, sprzętu, jak i rozwiązań proceduralnych. Ogólne bezpieczeństwo działań jest skodyfikowane w Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych Administracji z dnia 16 września 2008 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwowej Straży Pożarnej (Dz. U. 2008 Nr 180, poz. 1115). W rozporządzeniu tym uregulowane zostały kwestie związane z działaniami podczas katastrof budowlanych, dotyczące:

- wyszkolenia i uprawnienia strażaków do prowadzenia działań i obsługi specjalistycznego sprzętu ratowniczego,
- środków ochrony osobistej,
- zasad bezpiecznego postępowania,
- stanu wyższej konieczności.

Komendant Główny PSP wydał Zasady Działania Poszukiwawczo-Ratowniczych w Krajowym Systemie Ratowniczo-Gaśniczym. Wyszczególnione są tam działania w zakresie podstawowym oraz specjalistycznym, w tym na terenie Polski oraz poza jej granicami. Wszystkie zagadnienia, począwszy

Introduction

Search and rescue operations are among the most difficult and dangerous operations carried out by the State Fire Service and its supporting entities which are members of the National Firefighting and Rescue System (KSRG). They require the combination of knowledge from multiple rescue service fields and the use of techniques known to a limited group of specialised rescuers. The safety of rescuers depends not only on their qualifications but also, to a considerable extent, on the particular situation, which often changes dynamically and unpredictably as the operations proceed.

The threats which may appear during search and rescue operations include mainly:

- destruction of buildings or their parts,
- collapse of unstable parts or structural elements of the building,
- explosions,
- the impossibility of carefully inspecting the building's structure,
- exposure to chemical or biological hazardous materials,
- electrocution,
- fall or injury sustained while moving around the rubble site,
- exposure to smoke and dust,
- exposure to excessive noise,
- performing operations in confined spaces,
- deficit of oxygen in the atmosphere,
- aftershocks.

Therefore, these operations require careful planning and preparation of rescuers, equipment and procedural solutions. The general safety of operations is codified in the Regulation of the Minister of the Interior and Administration of 16 September 2008 on the detailed health and safety conditions for the State Fire Service (Journal of Laws of 2008, No. 180, item 1115). The Regulation governs such issues related to operations during structural failures as:

- training and authorising firefighters to carry out rescue operations and to operate specialised rescue equipment,
- personal protection equipment,
- safe behaviour rules,
- state of higher necessity.

The Chief Commandant of the State Fire Service issued "The organisation rules of search and rescue operations in the National Firefighting and Rescue System". The rules govern primary and specialised operations in Poland and abroad. All issues, starting from the equipment of units to authorisations of rescuers, tactics, group composition and the organisation of

od wyposażenia jednostek przez uprawnienia ratowników, taktykę działań, skład grupy aż po organizację bazy operacji USAR POLAND, dotyczą bezpośrednio lub pośrednio bezpieczeństwa działań. Dodatkowo uregulowania dotyczące działań podczas międzynarodowych misji ratowniczych są zawarte w przewodniku INSARAG. Ogólne zasady bezpieczeństwa zostały zebrane w części 3 w dziale 7 (Safety and security).

Istnieje także bardzo wiele publikacji dotyczących działań poszukiwawczo-ratowniczych, w których wyszczególnione są zasady bezpieczeństwa obowiązujące w innych krajach. Na szczególną uwagę zasługują opracowania anglosaskie, które w sposób całościowy obejmują wszystkie aspekty działań podczas katastrof budowlanych (*Field Operations Guide Ics 420-. FEMA, U.S. Fire Administration/National Fire Academy, 2016* oraz *Field Operations Guide, U.S. Army Corps of Engineers Urban Search & Rescue, Edition 8.1, 2016*).

Podział miejsca prowadzenia działań na strefy

Jak każdy obszar prowadzenia działań ratowniczych również teren katastrofy budowlanej należy zabezpieczyć przed dostępem osób postronnych. Jednakże ze względu na możliwość powstania zagrożeń wtórnych, należy także wyznaczyć strefę bądź strefy zasięgu bezpośredniego zagrożenia. Zagrożenie to w większości przypadków spowodowane będzie możliwością osunięcia się elementów budowlanych lub całkowitego zawalenia się budowli oraz eksplozji (np. butli z gazem LPG). Przyjmuje się, że strefę bezpośredniego zagrożenia należy wyznaczyć w odległości równej 150% maksymalnej odległości, na jaką osuną się niestabilne elementy konstrukcyjne.

Przykład: Jeżeli uszkodzeniu uległa kamienica o wysokości 8 m, a jej ściany zewnętrzne pozostały w pozycji pionowej i są niestabilne, to strefę bezpośredniego zagrożenia wyznacza się w odległości 12 m od obrysu budynku ($8 \text{ m} \times 150\% = 12 \text{ m}$).

Zgodnie z obecnie obowiązującymi zasadami organizacji działań poszukiwawczo-ratowniczych w KSRG z 2016 roku, strefy należy oznakować za pomocą biało-czerwonej taśmy. Oznakowanie należy wykonać na jeden z dwóch sposobów, w zależności od rodzaju strefy (ryc. 1).

the USAR POLAND operation base, are all directly or indirectly linked to the safety of operations. In addition, regulations referring to operations during international rescue missions are included in the INSARAG guidelines. General safety rules are compiled in Volume 3 Section 7 (Safety and security).

There are also numerous publications concerning search and rescue operations which specify safety rules applied in other countries. Special attention should be paid to Anglo-Saxon publications which cover all the aspects of operations during structural failures (*Field Operations Guide Ics 420-. FEMA, U.S. Fire Administration/National Fire Academy, 2016* and *Field Operations Guide, U.S. Army Corps of Engineers Urban Search & Rescue, Edition 8.1, 2016*).

Division of the operation site into zones

As in the case of every location of rescue operations, the structural failure area should be protected from bystander access. However, due to the possibility of secondary threats, it is also important to establish the immediate danger zone(s). In most cases, the threat is associated with the possibility of subsiding of structural elements or a complete collapse of the structure, or explosion (e.g. from an LPG container). It is assumed that the immediate danger zone should be set up at a distance equal to 150% of the maximum distance to which structural elements may subside.

Example: If a tenement house with a height of 8 m was damaged, its external walls remained in the vertical position but are unstable, the immediate danger zone is set up at 12 m from the building's outline ($8 \text{ m} \times 150\% = 12 \text{ m}$).

In line with the currently valid rules of organising search and rescue operations within KSRG of 2016, the zones should be marked with a white and red tape. The marking should be made using one of two methods, depending on the type of the zone (Fig. 1).



Strefa działań operacyjnych ograniczonego dostępu dla osób postronnych / Operational zone with limited bystander access



Strefa niebezpieczna (zakaz wstępu) / Danger zone (no entry)

Rycina 1. Oznakowanie stref: ograniczonego dostępu dla osób postronnych oraz bezpośredniego zagrożenia

Figure 1. Marking of the zone with limited bystander access and of the immediate danger zone

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Monitoring stabilności konstrukcji. Oficer bezpieczeństwa budowli

Podczas pracy na gruzowisku największym zagrożeniem dla ratowników są spadające niestabilne części budynku bądź elementy konstrukcji budowlanych. Dlatego też podczas działań należy prowadzić ciągle monitoring stabilności elementów konstrukcyjnych. Podczas planowania działania nie można przewidzieć zniszczeń oraz tego, jakie elementy konstrukcyjne będzie trzeba monitorować. Każdorazowo musi to zastać określone przez wykwalifikowanych ratowników na miejscu katastrofy. Dokładnej analizy statyki naruszonych konstrukcji budowlanych może dokonać oficer ds. bezpieczeństwa budowli (którego kwalifikacje zostały określone w Zasadach Organizacji Działań Poszukiwawczo-Ratowniczych w KSRG) lub powiatowy inspektor budowlany.

Istnieją dwa sposoby zapobiegania skutkom osuwania się lub zawalenia się elementów konstrukcji budowlanych. Pierwszym jest unikanie narażenia, zaś drugim ochrona konstrukcji przed zawaleniem. Unikanie narażenia nie polega jedynie na zakazie prowadzenia działań w strefach bezpośredniego zagrożenia. Przyjmuje się, że w określonych warunkach można dopuścić ratowników do działań, a w celu uniknięcia zagrożenia ewakuować ich do strefy bezpiecznej. Należy jednak przyjąć przynajmniej jedno założenie: bezpieczna ewakuacja musi nastąpić przed utratą stabilności któregośkolwiek z elementów konstrukcji. Metoda ta wymaga wytypowania elementów, których stabilność należy monitorować. W zależności od sytuacji monitoring może objąć całe ściany budynków lub poszczególne elementy konstrukcyjne. Zależy to od rodzaju i konstrukcji budynku, a także od rodzaju i stopnia zniszczeń.

Monitorowanie może być realizowane przez obserwację bez użycia przyrządów, obserwację za pomocą optycznych urzą-

Structure stability monitoring. Building safety officer

During work on the rubble site, the greatest threat to rescuers is caused by falling unstable parts of the building or elements of building structures. Therefore, during operations it is important to continuously monitor the stability of structural elements. During the planning of operations, it is impossible to predict the size of damage, or which structural elements will need to be monitored. This must be specified by qualified rescuers on site. A detailed analysis of the stability of building structures may be performed by building safety officers (whose qualifications are specified in the Organisation rules of search and rescue operations in the National Firefighting and Rescue System) or the district building inspector.

There are two ways of preventing the effects of structural element subsiding or collapse. The first is to avoid exposure and the other – to prevent the collapse of the structure. Avoiding exposure involves not only operations in the immediate danger zones. It is assumed that in specific conditions rescuers may be allowed to perform operations in order to avoid the hazard or to evacuate them to a safe zone. However, at least one rule should be followed: safe evacuation must be completed before any of the structural elements lose their stability. This method requires the identification of elements whose stability should be monitored. Depending on the situation, the monitoring may cover entire building walls or specific structural elements. This depends on the type and structure of the building and the kind and degree of damage.

Such monitoring may take the form of observation without equipment, observation with optical and land surveying equipment (such as a theodolite) or the use of advanced measurement equipment. Building safety officers are appointed as members



Rycina 2. Przykładowy system do badania statyki konstrukcji, oparty na teodolicie oraz oprogramowaniu geodezyjnym

Figure 2. An example of the system for analysing structure stability based on a theodolite and land surveying software

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

dzeń geodezyjnych (takich jak np. teodolit) lub przez użycie zaawansowanych urządzeń pomiarowych. Obecnie w strukturach specjalistycznych grup poszukiwawczo-ratowniczych poziomu gotowości „C” są wyznaczeni oficerowie bezpieczeństwa budowli. Odpowiedzialni są oni za ocenę zniszczeń, stałe monitorowanie statyki konstrukcji oraz wyznaczenie elementów wymagających stabilizacji.

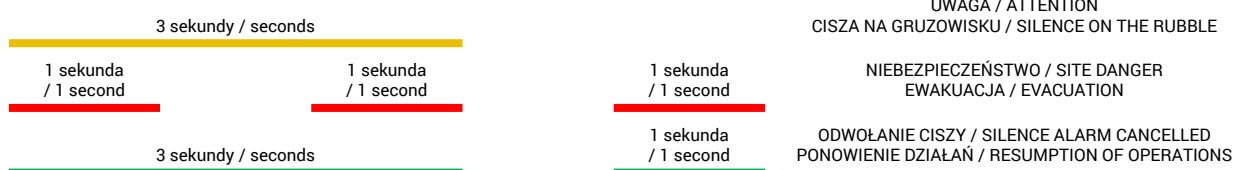
Stabilizacja części budynków lub elementów ich konstrukcji stanowi kolejną metodę zapobiegania zagrożeniom pochodzącym z możliwości ich osunięcia się lub przewrócenia.

Ewakuacja ze strefy zagrożenia

Poza strefą bezpośredniego zagrożenia wyznacza się miejsce bezpieczne na wypadek ewakuacji ratowników z gruzowiska oraz ustala się bezpieczne drogi ewakuacji. Ratownicy wchodzący do strefy bezpośredniego zagrożenia muszą zostać poinformowani o drodze ewakuacji oraz bezpiecznym miejscu po ewakuacji.

W przypadku poruszania się po niestabilnym podłożu, dobrą praktyką jest wykonanie poręczowania za pomocą liny, wzdłuż bezpiecznej drogi ewakuacji. Należy zwrócić uwagę, że najkrótsza droga nie zawsze jest tą najbezpieczniejszą. Sytuacja na miejscu działań jest dynamiczna, dlatego warunki bezpieczeństwa (w tym bezpieczne miejsca oraz bezpieczne drogi ewakuacji) należy cyklicznie aktualizować. Po każdorazowej aktualizacji każdy ratownik przebywający w strefie bezpośredniego zagrożenia, musi zostać o tym fakcie poinformowany.

Pomiędzy ratownikami należy ustalić system komunikacji. Najczęściej na czas działań nadawany jest oddzielny kanał ratowniczo-gaśniczy, a wszyscy ratownicy wchodzący na gruzy powinni być wyposażeni w radiostacje przenośne. Dodatkowo ustalone są specjalne sygnały dźwiękowe (zob. ryc. 3).



Rycina 3. Znaczenie sygnałów dźwiękowych

Figure 3. Meaning of sound alarms

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Sygnały te muszą być nadawane za pomocą sprzętu słyszalnego na całym miejscu akcji (np. sygnalizatora akustycznego), nagłośnienie montowane na pojeździe pożarniczym, megafon czy gwizdek. W niektórych sytuacjach można zastosować dwa radia ustawione naprzeciw siebie i pracujące na tym samym kanale radiowym, w taki sposób, aby podczas nadawania dochodziło do sprzężenia. Uruchomienie jednego z nich powoduje wtedy emisję głośnego dźwięku w innych odbiornikach pracujących na tym samym kanale.

of specialised search and rescue groups with preparedness level C. They are responsible for assessing damage, continuous monitoring of the structure's stability and identifying elements which need to be stabilised.

Stabilising parts of buildings or their structural elements is another method of preventing threats related to the possibility of their subsiding or collapse.

Evacuation from the danger zone

In addition to the immediate danger zone, a safe spot is set up for the eventuality of evacuation of rescuers from the rubble site, and safe evacuation routes are specified. Rescuers entering the immediate danger zone must be informed of the evacuation route and the safe spot for evacuation.

When moving on unstable ground, a good practice is to make safety netting with a rope along the safe evacuation route. It should be pointed out that the shortest path is not always the safest. The situation on the operation site is dynamic, which is why safety conditions (including safe spots and evacuation routes) should be regularly updated. After each update, each rescuer staying in the immediate danger zone should be notified of it.

A communication system between the rescuers should be established. Most often, a separate rescue and firefighting channel is created for the duration of operations, and all rescuers working on the rubble site should be equipped with mobile radio transmitters. In addition, special sound signals are established (see Fig. 3).

These signals must be emitted with equipment that is audible on the operation site (e.g. an acoustic signaller), a sound system installed on a firefighting vehicle, a megaphone or a whistle. In some situations, two radio transmitters can be placed opposite each other and used with the same radio channel set so as to create audio feedback. When one of them is turned on, this results in the emission of a loud sound in the other transmitters operating on the same channel.

Oficer bezpieczeństwa działań. Kontrola wejścia i wyjścia

Ze względu na szeroki zakres występujących zagrożeń podczas akcji poszukiwawczo-ratowniczych należy wyznaczyć oficera bezpieczeństwa działań odpowiedzialnego za nadzór nad bezpiecznym prowadzeniem czynności ratowniczych na wskazanym obszarze. Osoba ta jest odpowiedzialna za identyfikację zagrożeń oraz zapobieganie ich skutkom. Czynniki, na jakie ma reagować to zarówno niebezpieczne warunki działań, jak i niebezpieczne zachowania ratowników. W zakres działań oficera bezpieczeństwa wchodzi także kontrola liczby oraz położenia ratowników przebywających w strefie bezpośredniego zagrożenia.

Oficer bezpieczeństwa działań jest niezależnym obserwatorem, niezaangażowanym bezpośrednio w działania ratownicze. W pierwszej fazie akcji, przy małej ilości sił, funkcję oficera bezpieczeństwa działań obejmuje KDR lub dowódca odcinka bojowego. Często funkcję oficera bezpieczeństwa działań łączy się z funkcją oficera bezpieczeństwa budowli. Przy rozległych działaniach wyznacza się więcej niż jednego oficera bezpieczeństwa działań (do każdego odcinka bojowego oddzielnie). Należy podkreślić jednak, że sygnały bezpieczeństwa nadawane przez któregokolwiek z ratowników obowiązują wszystkich uczestników akcji przebywających w strefie bezpośredniego zagrożenia.

Operational safety officer. Entry and exit control

Since there are various types of threats during search and rescue operations, an operational safety officer should be appointed to oversee the safe performance of rescue operations in a specific area. The officer is responsible for identifying threats and preventing their consequences. The factors to which the officer is expected to respond include hazardous operational conditions and dangerous rescuer behaviour. The operational safety officer is also responsible for controlling the number of rescuers in the immediate danger zone.

The officer is an independent observer who is not directly involved in rescue operations. In the first phase of any operation, when human resources are limited, the function of the operational safety officer is assumed by the Commander of Rescue Operations or the Commander of the Section. The function of the operational safety officer is frequently combined with the role of building safety officer. For extensive operations, more than one operational safety officer is appointed (one for each section). It should be emphasised, however, that safety signals issued by any of the rescuers apply to all operation participants present in the immediate danger zone.



Rycina 4. Przykład organizacji pracy na gruzowisku

Figure 4. An example of work organisation on the rubble site

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own elaboration.

Środki ochrony osobistej

Ze względu na charakter zagrożeń oraz w celu zminimalizowania ich skutków ratownicy mają obowiązek stosowania środków ochrony osobistej, do których należą:

- obuwie ochronne,
- ubranie ochronne,
- kask,
- rękawice ochronne,
- środki ochrony oczu i twarzy (np. okulary ochronne, gogle, przyłbice),
- środki ochrony słuchu,
- maseczka przeciwpływowa,
- czujnik bezruchu,

Personal protective equipment

Considering the nature of threats, and with a view to minimising their consequences, it is obligatory for the rescuers to use personal protective equipment, including:

- protective footwear,
- protective clothing,
- helmets,
- protective gloves,
- eye and face protection (e.g. protective glasses, goggles, visors),
- ear protection,
- dust masks,
- inertial sensors,

- linka ratownicza,
- nakolanniki,
- latarka.

Wyposażenie to dobiera się w zależności od zagrożeń, jakie występują na miejscu akcji. Można je poszerzyć o inne elementy np.:

- półmaskę z filtropochłaniaczem,
- ubranie chemoodporne,
- sprzęt ochrony dróg oddechowych.

Należy zwrócić uwagę na kurz mogący dostać się do oczu. Może on doprowadzić do urazu wymagającego hospitalizacji. Soczewki kontaktowe są bardzo wrażliwe na uszkodzenie, więc osoby, które ich używają powinny mieć ze sobą dodatkową parę okularów.

Niezmiernie ważna jest ochrona dróg oddechowych. Nawet pył powstały w procesie kruszenia betonu oddziałuje drażniąco na pęcherzyki płucne. Wtedy naturalnym mechanizmem obronnym człowieka jest wydzielanie płynów, które mają ochronić powłoki pęcherzyków. W wyniku podrażnienia może dojść do zapalenia płuc. Udowodniono, że włókna azbestu inhalowane do płuc, oprócz działania drażniącego, mają także właściwości rakotwórcze.

Oficer bezpieczeństwa działań każdorazowo wskazuje zagrożenia, na jakie należy zwrócić uwagę, oraz wymagane w zaistniałej sytuacji elementy ochrony osobistej. Może on wprowadzić także:

- system pracy dwójkowej,
- dodatkową rotę zabezpieczającą (np. podczas pracy w zamkniętych przestrzeniach),
- częste podmiiany ratowników,
- zmianową organizację pracy.

Zagrożenia biologiczne i chemiczne

Wyróżnia się dwa rodzaje ekspozycji na czynniki chemiczne i biologiczne podczas działań na gruzowisku: bezpośrednie i pośrednie. Bezpośrednie występuje wtedy, gdy ratownicy mają kontakt z substancją niebezpieczną, zaś pośrednie, gdy substancja niebezpieczna jest przenoszona przez inny czynnik (np. wodę, chmurę pyłu lub oparów). Należy pamiętać, że substancje niebezpieczne (chemicznie i biologicznie) mogą występować m.in. w budynkach takich jak: szpitale, uczelnie, szkoły, laboratoria, magazyny czy zakłady produkcyjne. Zagrożenie biologiczne może być następstwem udzielania kwalifikowanej pierwszej pomocy, a także pozostawiania w strukturze gruzów ciał osób poszkodowanych lub zwierząt.

Po narażeniu na kontakt z materiałami niebezpiecznymi chemicznie lub biologicznie należy poddać ludzi, ubrania oraz sprzęt dekontaminacji. Konieczne jest także aby dekontaminacji poddać psy ratownicze. Są one narażone o wiele bardziej niż ratownicy, gdyż nie są zabezpieczone elementami ochrony indywidualnej oraz penetrują gruzy w większym stopniu.

Praca w małych, zamkniętych przestrzeniach wymaga od ratowników zwrócenia uwagi na ryzyko wystąpienia:

- czynników niebezpiecznych chemicznie i biologicznie,
- zmniejszonej zawartości tlenu w powietrzu,

- rescue ropes,
- knee pads,
- torches.

The exact choice of equipment depends on the threats occurring on a given action site. The following elements can also be added:

- half masks with combination filters,
- chemoresistant clothing,
- respiratory protective equipment.

Attention should be paid to dust particles that may penetrate rescuers' eyes, as they are likely to cause injuries requiring hospitalisation. Users of contact lenses, which are extremely sensitive to damage, should also wear glasses.

Respiratory protection is of utmost importance, as even the dust resulting from concrete crumbling may have an irritating effect on lung alveoli. In such situations, the natural defensive mechanism used by human body is to secrete fluids that are aimed at protecting the alveoli. Alveoli irritation may cause pneumonia. It has been proven that the asbestos fibres entering human lungs, along with their irritating effect, also show carcinogenic properties.

The operational safety officer each time identifies threats which require particular attention, along with personal protective equipment required in a given situation. The officer may also introduce:

- a two-person operational system,
- a 2-in-2-out model (e.g. for operations performed within enclosed spaces),
- frequent rescuer substitutions,
- shift work organisation.

Biological and chemical threats

There are generally two types of exposure to chemical and biological factors during rubble work, i.e. direct and indirect exposure. Direct exposure occurs when rescuers come into contact with hazardous substances, and indirect exposure refers to cases where hazardous substances are transmitted by other factors (e.g. water, an ash cloud or fumes). It is worth noting that hazardous substances (both chemical and biological) may occur, inter alia, in such buildings as hospitals, universities, schools, laboratories, warehouses and production plants. Biological threats may result from providing qualified first aid, or from corpses or carcasses being left within the rubble structure.

Once exposed to chemically or biologically hazardous materials, people, clothing and equipment must undergo decontamination. It is worth noting that the decontamination procedure must also include rescue dogs which run a much higher risk than human rescuers, as they have no protective equipment and penetrate rubble to a greater extent.

When operating within small and enclosed spaces, rescuers need to pay attention to the occurrence of:

- chemical or biological risks,
- the risk of a lower oxygen content in the air,

C PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

- dymu i spalin pochodzących od urządzeń spaliniowych (w tym w szczególności tlenku węgla).

Podczas pracy w zamkniętych przestrzeniach, stężenie tlenu oraz czynników szkodliwych, takich jak tlenek węgla, może się zmieniać. W związku z tym należy ciągle monitorować ich zawartość w powietrzu, wykorzystując przy tym urządzenia pomiarowe. Dodatkowo przestrzenie zamknięte należy wentylować. Jeżeli nie ma takiej możliwości, ratownicy powinni być zabezpieczeni za pomocą sprzętu ODO. Co więcej, każdy ratownik przebywający w zamkniętej przestrzeni musi być asekurowany z zewnątrz.

Podsumowanie

System zabezpieczenia działań LCES został wprowadzony w krajach anglosaskich. LCES jest akronimem od angielskich słów:

- *Lookouts* (obserwatorzy, systemy obserwacyjne),
- *Communication* (system łączności i powiadamiania o zagrożeniu),
- *Escape routes* (bezpieczne drogi ewakuacji),
- *Safety zones* (strefy bezpieczne).

W przypadku grup poszukiwawczo-ratowniczych, *lookouts* (obserwatorzy) oznacza zarówno oficera bezpieczeństwa działań, oficera bezpieczeństwa budowlanej, dowódcę działań (odcinka bojowego), jak i elektroniczne czy optyczne systemy kontroli stabilności naruszonych konstrukcji. Osoby pełniące rolę obserwatorów powinny mieć duże doświadczenie w dziedzinie stabilności konstrukcji budowlanych oraz posiadać informacje o wszystkich ratownikach przebywających w strefie bezpośredniego zagrożenia. Należy także zwrócić uwagę, że system komunikacji musi być niezawodny i najlepiej podwojony, a same sygnały alarmowe zrozumiałe przez wszystkich ratowników. W przypadku działań na gruzowiskach najczęściej stosuje się radiotelefony przenośne oraz system sygnalizacji akustycznej opisany wcześniej w artykule.

Na gruzach powinni przebywać jedynie ratownicy niezbędni do prowadzenia działań. Wszyscy powinni znać wyznaczone drogi bezpiecznej ewakuacji. Drogi takie można dodatkowo wyposażać w liny poręczowe pomagające ratownikom utrzymać równowagę, a w sytuacji ekstremalnej odnaleźć kierunek ewakuacji do strefy bezpiecznej. Przy planowaniu działań warto także przewidzieć alternatywne drogi bezpiecznej ewakuacji. *Lookouts* wraz z *Communication* stanowią system ostrzegania o zagrożeniach. *Escape routes* oraz *Safety zones* wprowadzają procedury reagowania na zagrożenie.

Wnioski

1. Każdy ratownik jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo własne oraz osób, z którymi współpracuje. Musi upewnić się, że jest wyposażony w odpowiednie środki ochrony osobistej i łączności.
2. Pierwszego rozpoznania sytuacji dokonują jednostki, które jako pierwsze znajdują się na miejscu działań. Zazwyczaj są

- the risk of smoke and fumes (including CO) generated by internal combustion devices.

Operations performed within enclosed spaces entail the risk of variable concentrations of oxygen and harmful elements, such as carbon monoxide. Therefore, their content in the air should be monitored on an ongoing basis, using measuring devices. In addition, enclosed spaces require proper ventilation. If this proves impossible, rescuers should use respiratory protective equipment. Moreover, every rescuer staying within an enclosed space must be protected from the outside.

Summary

The LCES system for operational safety has been introduced in Anglo-Saxon countries. LCES stands for:

- *Lookouts* (observers and observation systems),
- *Communication* (a communications and threat notification system),
- *Escape routes*,
- *Safety zones*.

As regards search and rescue teams, *Lookouts* refer to both operational safety officers, building safety officers and operations commanders (the tactical section), and the electronic or optical systems of stability control of the affected structures. Observers should have substantial experience in the field of building structure stability. They should also be provided with information on all the rescuers staying within the immediate danger zone. Attention should also be paid to ensuring that the communications system is reliable and, most preferably, doubled, and that alert signals are clear to all the rescuers. In the case of rubble site operations, mobile radio-telephones are most frequently used, along with the acoustic signalling system described earlier in the article.

Only the rescuers that are indispensable for the operation should stay within the rubble, and they should all be familiar with escape routes. Such routes may be additionally equipped with fixed ropes helping rescuers maintain the balance or, under extreme circumstances, identify the escape route to the safety zone. In the operations planning process, alternative escape routes are also worth identifying. *Lookouts* and *Communication* jointly form a threat warning system. *Escape routes* and *Safety zones* provide the basis for developing threat response procedures.

Conclusions

1. All rescuers are responsible for their own safety and for the safety of their colleagues. They must ensure that they are provided with the adequate communications and personal protective equipment.
2. The initial evaluation of the situation should be performed by the units that are the first to arrive at the operation site.

- to jednostki przygotowane do działań w zakresie podstawowym. Jest zatem niezmiernie istotne, aby dowódcy byli świadomi zagrożeń oraz zapoznani z zasadami bezpieczeństwa podczas katastrof budowlanych.
3. Powinno stać się zasadą, aby nie narażać ratowników – nie wchodzić do strefy bezpośredniego zagrożenia bez wyraźnej potrzeby oraz odpowiedniego zabezpieczenia.
 4. Sytuacja na miejscu działań jest dynamiczna – ciągle zmienia się w zależności od oddziaływania zarówno sił zewnętrznych, jak i działań podejmowanych przez ratowników.
 5. W strefie bezpośredniego zagrożenia powinno znajdować się jak najmniej ratowników (jedynie liczba niezbędna do bezpiecznego prowadzenia działań).
 6. Ciągła analiza bezpieczeństwa podczas działań poszukiwawczo-ratowniczych obejmuje cztery elementy:
 - monitoring sytuacji,
 - komunikację,
 - bezpieczne drogi ewakuacji,
 - strefy bezpieczne.
 7. Ze względu na prawdopodobieństwo upadku po gruzach należy poruszać się bardzo ostrożnie. Utrata równowagi i upadek najczęściej są spowodowane:
 - niestabilnością podłoża,
 - zahaczeniem o elementy konstrukcyjne,
 - zahaczeniem o elementy wyposażenia (np. instalację elektryczną, wodociągową, gazową),
 - wpadnięciem w otwory lub przestrzenie.
 8. Przenoszenie ciężkiego sprzętu oraz osób poszkodowanych po gruzowisku jest zakazane. Transport ciężkiego sprzętu oraz osób poszkodowanych powinien być realizowany poprzez przekazywanie ciężaru przez ratowników rozstawionych wzdłuż trasy.
 9. Stabilizacja wykonywana przez grupy poszukiwawczo-ratownicze polega na tymczasowym podparciu jedynie tych części budynku lub elementów jego konstrukcji, które są niezbędne do bezpiecznego prowadzenia działań poszukiwawczych i ratowniczych.
 10. W trakcie działań poszukiwawczo-ratowniczych podczas katastrof budowlanych należy zwrócić uwagę na:
 - oznakowanie miejsca działań (strefy działań, strefy bezpośredniego zagrożenia),
 - identyfikację, oznaczenie i monitoring materiałów niebezpiecznych chemicznie i biologicznie,
 - rozpoznanie zagrożeń pożarowych, wtórnych przemieszczeń elementów konstrukcji budynku,
 - rozpoznanie wyposażenia w media (gaz, prąd, woda i inne),
 - rozpoznanie konieczności pracy na wysokości i w przestrzeniach zamkniętych,
 - wyznaczenie oficera bezpieczeństwa działań, oficera bezpieczeństwa budowlanego,
 - upewnienie się, że wszystkie zidentyfikowane zagrożenia są odpowiednio rozpoznane,
 - eliminację zagrożeń pochodzących od wyposażenia budynku i mediów,
 - kierunek wiatru (ze względu na dym, gazy, pyły),
 - zapewnienie środków ochrony osobistej,
- These are usually units prepared for undertaking basic measures. It is, therefore, extremely important that their commanders are aware of the occurring threats and familiar with the safety rules applicable to structural failures.
3. It should be the rule of thumb not to put rescuers at risk, i.e. not to enter the immediate danger zone if not necessary, and to ensure adequate protection.
 4. The situation at the operation site is dynamic and constantly changes, depending on external factors as well as measures taken by rescuers.
 5. As few rescuers as possible (and as required for the operations to be conducted safely) should stay within the immediate danger zone.
 6. The ongoing safety analysis during search and rescue operations includes four elements:
 - monitoring of the situation,
 - communication,
 - escape routes,
 - safety zones.
 7. Considering the likelihood of falling down, exceptional caution should be exercised when moving around the rubble. Loss of balance and falls are usually caused by:
 - surface instability,
 - catching on construction elements,
 - catching on infrastructure elements (e.g. electrical, water supply or gas supply system elements),
 - falling into holes or spaces.
 8. It is prohibited to move any heavy equipment or casualties around the rubble. The transport of heavy equipment or casualties should be arranged by the load's being passed on by rescuers deployed along the route.
 9. The stabilisation measures taken by search and rescue teams involve temporarily supporting only those building parts or construction elements that are indispensable for the safe performance of search and rescue operations.
 10. During any search and rescue operations performed in connection with structural failures, attention should be paid to:
 - properly marking the operation site (the operation zone and the immediate danger zone),
 - identifying, marking and monitoring any chemically or biologically hazardous materials,
 - recognising fire threats and secondary displacements of building structure elements,
 - recognising the types of infrastructure (gas, electricity, water and other),
 - recognising the need to perform work at heights and within enclosed spaces,
 - appointing the operational safety officer and the building safety officer,
 - making sure that all the identified threats have been properly recognised,
 - eliminating the risks posed by building equipment and infrastructure,
 - identifying the wind direction (in view of the smoke, gases and dusts),
 - providing personal protective equipment,

BEST PRACTICE IN ACTION

- zapewnienie bezpiecznego systemu pracy (podmiany, system zmianowy),
 - zapewnienie bezpiecznej drogi ewakuacji oraz bezpiecznego miejsca po ewakuacji.
11. W przypadku działań poszukiwawczo-ratowniczych po katastrofach budowlanych LCES nie jest nową koncepcją. Grupy poszukiwawczo-ratownicze od dawna wyznaczają osoby odpowiedzialne za obserwację sytuacji oraz kontrolę wejścia i wyjścia. Wprowadzone są kanały komunikacji oraz jednoznaczne sygnały alarmowe. Koncepcja LCES jedynie systematyzuje zasady działań już od dawna stosowanych przez grupy poszukiwawczo-ratownicze oraz wskazuje i wskazuje elementy, na które należy zwrócić uwagę.
11. As regards search and rescue operations performed in connection with structural failures, LCES is not a novel concept. In fact, search and rescue teams have had long experience in appointing persons in charge of the situation monitoring, and entry-exit inspections. Communication channels and clear alert signals are used. The LCES concept has only systematised the operational rules which have been observed by search and rescue teams for a long time, indicating elements that deserve special attention.

Literatura / Literature

- [1] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 września 2008 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2008 Nr 180, poz. 1115).
- [2] Zasady organizacji działań poszukiwawczo-ratowniczych w KSRG, KG PSP, Warszawa 2016.
- [3] INSARAG Guidelines, United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA) 2015.
- [4] Merchant D.F., Ashford S.D., USAR Operations ProGuide Series, UK 2008.
- [5] Morris B., *Holmatro's emergency shoring & lifting techniques*, Holmatro Rescue Equipment B.V., The Netherlands 2008.
- [6] *Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques. BIPS 08*, Homeland Security. Science and Technology, 2011, [dok. Elektr.] https://www.wbdg.org/FFC/DHS/bips_08.pdf.
- [7] Rescue field operations guide, FEMA National Urban Search & Rescue Response System, 2006.
- [8] *Urban search and rescue. Capability Guidelines for Structural Collapse Response*, Emergency Management Australia, 2002.
- [9] Field Operations Guide ICS 420-1. FEMA, U.S. Fire Administration/National Fire Academy, 2016.
- [10] Field Operations Guide, U.S. Army Corps of Engineers Urban Search & Rescue, Edition 8.1 2016.

MGR INŻ. ŁUKASZ PASTUSZKA – absolwent Wydziału Transportu Politechniki Radomskiej. Pracownik Zespołu Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Jednostek Ochrony Przeciwożarowej CNBOP – Państwowego Instytutu Badawczego. Specjalista z zakresu pojazdów pożarniczych, układów wodnopianowych i pomp pożarniczych. Kierownik i wykonawca projektów badawczo-rozwojowych związanych z techniką pożarniczą. Autor i współautor wielu publikacji naukowych oraz standardów CNBOP-PIB.

MŁ. BRYG. MARCIN PŁOTICA – absolwent SGSP, od 2000 roku członek Specjalistycznej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej „Łódź”. Początkowo pełnił funkcję przewodnika psa ratowniczego. W latach 2007–2012 był zastępcą dowódcy SGPR „Łódź” zaś od 2013 pełni rolę dowódcy. Pełni także funkcję koordynatora wojewódzkiego do spraw poszukiwania i ratownictwa w województwie łódzkim. Jest ekspertem Europejskiej obrony cywilnej do spraw rozpoznania i koordynacji międzynarodowych działań ratowniczych i humanitarnych

ŁUKASZ PASTUSZKA, M.SC. ENG. – a graduate of the Faculty of Transport at the Radom University of Technology. Works at the Laboratory of Technical Equipment of Fire Protection Units at the Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute (CNBOP-PIB). A specialist in the field of fire-fighting vehicles, foam water spray systems, and fire pumps. A manager and contractor in several research and development projects in the field of fire protection technology. An author and co-author of numerous scientific publications and CNBOP-PIB standards.

JUNIOR BRIGADIER MARCIN PŁOTICA – a graduate of the Main School of Fire Service. Since 2000, a member of the “Łódź” Specialised Search and Rescue Group. Initially, a search and rescue dog handler; between 2007 and 2012 a deputy commander, and since 2013 a commander of the “Łódź” Specialised Search and Rescue



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

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