

# Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

## Safety & Fire Technique

Kwartalnik CNBOP-PIB



---

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej  
*im. Józefa Tuliszkowskiego*  
Państwowego Instytutu Badawczego  
*<http://czytelnia.cnbop.pl>*  
Józefów 2013

**KOMITET REDAKCYJNY**

**Redaktor Naczelny:**

**mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

**dr inż. Eugeniusz W. Roguski** – Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego – Polskie Centrum Akredytacji

**dr inż. Eugeniusz W. Roguski**, redaktor działu Organizacja i Zarządzanie Strategiczne

**dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw.**, redaktor działu Badania i Rozwój – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

**dr inż. Stefan Wilczkowski**, redaktor działu Technika

i Technologia – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

**mł. bryg. mgr inż. Jacek Zboina**, redaktor działu Certyfikaty, Aprobaty i Rekomendacje – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

**bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup**, redaktor działu Rozdział Autorski – Współpraca Zagraniczna – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy

**nadbryg. Janusz Skulich**, redaktor działu Studium Przypadku – Analiza Akcji – Zastępca Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej

**nadbryg. w st. spocz. Maciej Schroeder**,

redaktor działu Z Praktyki dla Praktyki

**mgr Kamil Kralczyński**, sekretarz redakcji

**mgr Jan Stanisław Łopata**, redaktor językowy – język angielski

**inż. Yuliya Mazur**, redaktor językowy – język rosyjski

**mgr Julia Pinkiewicz**, redaktor językowy – język polski

**dr Tomasz Węsierski**, redaktor statystyczny

Przygotowanie do wydania:

**mgr Kamil Kralczyński**

Projekt okładki:

**Barbara Dominowska**

ISSN 1895-8443

© by Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego

Ochrony Przeciwożarowej

im. Józefa Tuliszkowskiego

Państwowego Instytutu Badawczego

Nakład 500 egzemplarzy

**Wersja papierowa jest wersją pierwotną.**

**RADA NAUKOWA**

**Przewodnicząca:**

**dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw.**,

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy (Scientific and Research Centre for Fire Protection – National Research Institute), Polska

**prof. Bogdan Z. Długogórski**,

Priority Research Centre for Energy, University of Newcastle (New South Wales), Australia

**prof. dr inż. Aleš Dudáček**,

Vysoká Škola Báňská – Technická Univerzita Ostrava (Technical University of Ostrava), Czechy

**prof. 范维澄 (Fan Weicheng)**,

中国科学技术大学 (State Key Laboratory of Fire Science - University of Science and Technology of China), Chiny

**gen. major dr Виктор Иванович Клишкин (Wiktor Iwanowicz Klimkin)**,

Федеральное государственное бюджетное учреждение.

Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (FGU VNIPO – Federal State Establishment The All-Russian Research Institute for Fire Protection), Rosja

**prof. dr inż. Rainer Koch**,

Universität Paderborn, Institut für Feuer- und Rettungstechnologie der Stadt Dortmund (the University of Paderborn, Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund), Niemcy

**prof. Jesús Ignacio Martínez Paricio**,

Universidad Complutense de Madrid (The Complutense University of Madrid), Hiszpania

**dr inż. Hauke Speth**,

Institut für Feuer- und Rettungstechnologie der Stadt Dortmund (Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund), Niemcy

**dr hab. inż. Lech Starczewski – prof. WITPiS**,

Wojskowy Instytut Techniki Panczernej i Samochodowej (Military Institute of Armoured and Automotive Technology), Polska

**Redakcja:**

ul. Nadwiślańska 213; 05-420 Józefów k/Otwocka

tel. 22 769 32 20

e-mail: [cnbop@cnbop.pl](mailto:cnbop@cnbop.pl)

<http://czytelnia.cnbop.pl/>

Publikacja przeznaczona dla kadry Państwowej Straży Pożarnej oraz specjalistów z zakresu ochrony przeciwpożarowej i bezpieczeństwa powszechnego.

Wszystkie zamieszczane artykuły dopuszczane są do druku decyzją Komitetu Redakcyjnego na podstawie recenzji naukowo-badawczych i inżynierijno-technicznych przygotowanych przez niezależnych recenzentów.

Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” indeksowany jest w bazach:



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

7 pkt

Na podstawie decyzji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Komunikat z dnia 17 września 2012 roku) za artykuły naukowe opublikowane na łamach czasopisma przyznawane jest 7 punktów do dorobku naukowego.

# SPIS TREŚCI

<b>Od Redakcji</b> . . . . .	5
------------------------------	---

## **I. ROZDZIAŁ AUTORSKI**

1. P. P. Bielicki	Wpływ nadzoru pedagogicznego na kształcenie w systemie edukacji pożarniczej w okresie tworzenia Państwowej Straży Pożarnej. . . . .	11
-------------------	--	----

## **II. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE**

1. R. Gałązkowski J. Zboina T. Węsierski	Działania ratownicze w przypadku zagrożenia chemicznego . . . . .	19
--	---	----

## **III. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA**

1. Z. Ciekankowski	Motywacja a system ocen okresowych . . . . .	29
--------------------	--	----

## **IV. PARTNERSTWO DLA INNOWACYJNOŚCI NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA**

1. Ковалишин В.В.	Актуальные проблемы пожарной безопасности и гражданской защиты в Украине. . . . .	35
2. Лущик А.П.	Научно-техническая и инновационная деятельность НИИ ПБІЧС МС Беларусі в сфере защиты от чрезвычайных ситуаций. Реализация приоритетных направлений . . . . .	43

## **V. BADANIA I ROZWÓJ**

1. M. Fliszkiewicz A. Krauze T. Maciak	Możliwości stosowania programów komputerowych w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. . . . .	47
2. J. Bertrandt A. Kłós W. Szymańska	Obciążenie energetyczne studentów III roku Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w trakcie szkolenia poligonowego . . . . .	61
3. Z. Bednarek P. Ogrodnik R. Kamocka-Bronisz S. Bronisz	Badanie wpływu temperatur występujących w czasie pożaru oraz szokowego chłodzenia na przyczepność stali B500SP i BSt500S do betonu . . . . .	67
4. S. Pratzler-Wanczura	Uzgodnienia zorientowane na cele jako instrument skutecznego i efektywnego zarządzania ryzykiem wynikającym ze zjawisk ekstremalnych . . . . .	75
5. A. Mizerski	Piany jako nośniki chemicznych środków neutralizacji skażeń. . . . .	87

## VI. TECHNIKA I TECHNOLOGIA

1. M. Mirończuk T. Maciak	Propozycja mieszanego przetwarzania półstrukturalnego modelu opisu zdarzeń z akcji ratowniczo-gaśniczych Państwowej Straży Pożarnej . . . . .	95
2. A. Zbrowski	Monitorowanie nanocząstek w procesach wytwarzania i użytkowania . . . . .	107
3. J. Koszela R. Wantoch-Rekowski	Zastosowania symulatorów do szkolenia w zakresie sytuacji kryzysowych . . . . .	113

## VII. Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

1. S. Kokot-Góra	Zabezpieczenie działań wewnętrznych i udzielania pomocy poszkodowanym strażakom . . . . .	121
2. M. Chomonicik	Ratownictwo medyczne w Krajowym Systemie Ratowniczo-Gaśniczym. Część I . . . . .	131
Wymagania dla autorów . . . . .		153
Recruitments for authors . . . . .		154

**Szanowni Czytelnicy,**

To już ósmy rok odkąd oddajemy w Wasze ręce kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”.

Bieżący numer oraz rok będzie szczególny z kilku powodów. Po pierwsze będzie pierwszym bez dotychczasowego Sekretarza Redakcji – pani Joanny Cybulskiej.

Chcielibyśmy w tym miejscu podziękować pani Joannie za włożoną pracę, profesjonalizm oraz zaangażowanie, dzięki któremu czasopismo uzyskało wysoką pozycję wśród czasopism naukowych, czego odzwierciedleniem jest przyznanie 7 punktów przez MNiSW na liście czasopism naukowych.

Po drugie dalsze konsekwentne umiędzynarodowienie kwartalnika oraz jego Rady Naukowej. W pierwszym kwartale 2013 roku zaproszenie do Rady Naukowej przyjęli profesor Jesús Ignacio Martínez Paricio z Uniwersytetu Complutense w Madrycie, profesor Bogdan Długogórski z Uniwersytetu Newcastle w Australii oraz profesor Fan Weicheng z University of Science & Technology of China.

Witamy serdecznie w szacownym gronie Rady Naukowej kwartalnika!

Tym samym, 78% członków Rady Naukowej kwartalnika to zagraniczni eksperci z dziedziny ochrony przeciwpożarowej oraz zarządzania kryzysowego.

Jednak chociaż kwartalnik ma coraz większą projekcję międzynarodową, to stale chce być blisko spraw, które nurtują nasze krajowe środowisko ochrony przeciwpożarowej i bezpieczeństwa powszechnego. Z tego powodu czasopismo objęło patronat medialny nad dwiema konferencjami, które odbędą się w najbliższych tygodniach w Polsce: Konferencją Naukowo-Szkoleniową na temat „Bezpieczeństwo pożarowe budynków” organizowaną przez Komendę Wojewódzką Państwowej Straży Pożarnej w Kielcach oraz Konferencją Naukowo-Szkoleniową na temat „Ratownictwa medycznego w jednostkach współpracujących z systemem Państwowego Ratownictwa Medycznego” organizowaną przez Szkołę Aspirantów i Komendę Wojewódzką Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie.

W bieżącym numerze publikujemy artykuł będący pierwszą z czterech części obszernego materiału dedykowanego Ratownictwu Medycznemu w Krajowym Systemie Ratowniczo-Gaśniczym.

Szczególnie polecamy Państwa uwadze artykuł, który został wybrany przez Komitet Redakcyjny jako najlepszy – „Piany jako nośniki chemicznych środków neutralizacji skażeń” autorstwa dr inż. hab. Andrzeja Mizerskiego, prof. SGSP.

Zachęcamy do lektury wszystkich artykułów.

**Komitet Redakcyjny**





## KLUB GENERALSKI

**Pan**

**mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski**

**Redaktor Naczelny Kwartalnika**

**„Bezpieczeństwo i Technika Pożarnictwa”**

*Szanowny Panie Redaktorze,*

Misją Centrum Naukowo Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego jest szeroko rozumiana działalność na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa wewnętrznego państwa.

Kwartalnik szerzy wiedzę dotyczącą różnych aspektów tego tematu ciesząc się coraz większym zainteresowaniem.

Stale wzmacniająca się pozycja naukowa, techniczna, ekspercka, wydawnicza i akredytacyjna Instytutu gwarantuje, że wszelkie działania są i będą ukierunkowane na człowieka i jego środowisko, a zwłaszcza na stosowaniu wyrobów zapewniających ratownikom bezpieczne i niezawodne działanie.

Jednym z warunków powodzenia tych działań jest odpowiednio zorganizowany transfer wiedzy. Przekazywanie tej wiedzy, poprzez m.in. wymianę doświadczeń, propagowanie nowych kierunków, rozwiązań technicznych i technologii, definiowanie potrzeb i oczekiwań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, połączenie teorii z szeroko rozumianą dobrą praktyką, podnoszenie poziomu edukacji społecznej to cel, jaki realizuje CNBOP - PIB za pośrednictwem kwartalnika "Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza".

Kwartalnik to czasopismo naukowo-techniczne, cenne źródło wiedzy nie tylko dla Państwowej Straży Pożarnej, służb włączonych do Krajowego Systemu Ratowniczo Gaśniczego, Ochotniczych Straży Pożarnych, ale także dla specjalistów, którym problematyka bezpieczeństwa powszechnego jest bliska. Każdy numer kwartalnika to kolejna prezentacja nowych kierunków rozwoju w zakresie technik ratowniczych i szeroko rozumianej profilaktyki i ochrony ludności.

Klub Generalski Państwowej Straży Pożarnej rekomenduje kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” tym wszystkim, którzy powinni lub chcą być z bezpieczeństwem i techniką na bieżąco.

*Z pozdrowieniami*

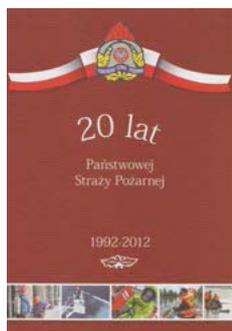
Nadbryg. w st. spocz. Roman Kaźmierczak  
Kancelarz

Warszawa, 15 grudnia 2012 r.

Drogi Czytelniku!

Rok 2012, dla naszej formacji to rok obfitujący w szczególne wydarzenia. Państwowa Straż Pożarna obchodziła jubileusz 20-lecia powołania, a dla naszego Instytutu to obchody 40-lecia naszej działalności w zakresie ochrony przeciwpożarowej, ochrony ludności i ratownictwa. Oba te wydarzenia zasługują na równie szczególne podkreślenie. Z wielką satysfakcją przyjmujemy fakt najwyższego uznania i zaufania dla polskich strażaków ze strony społeczeństwa, które postrzega nas jako autentycznych obrońców, na których można liczyć w każdej sytuacji. To wielkie wyzwanie dla nas, a jednocześnie zobowiązanie, z którego chcemy się wywiązać, spełniając oczekiwania społeczeństwa. Z tej okazji w uznaniu oraz podziękowaniu za działalność na rzecz ochrony przeciwpożarowej wręczane były odznaczenia państwowe, pamiątkowe medale, dyplomy uznania wyróżniającym się osobom oraz instytucjom współdziałającym z Państwową Strażą Pożarną. Odbywały się konferencje naukowe oraz wydano okolicznościowe publikacje z okazji tego ważnego wydarzenia.

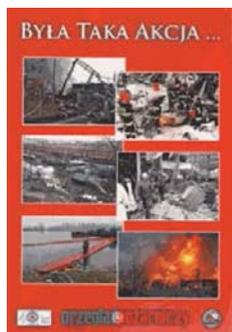
Do publikacji wydanych z okazji 20-lecia Państwowej Straży Pożarnej zaliczamy monografię „**20 lat Państwowej Straży Pożarnej 1992-2012**”. Jest to opracowanie zbiorowe pod redakcją st. bryg. w stanie spoczynku Stanisława Mazura. Monografia poświęcona jest środowisku pożarniczemu od momentu zmian systemowych w zawodowej straży pożarnej poparte wywiadem z gen. brygadierem w stanie spoczynku Feliksem Delą, poprzez bogaty materiał dotyczący rozwoju kadr w 20-leciu PSP, kształcenia, działalności ratowniczo-gaśniczej, rozpoznawania zagrożeń, techniki pożarniczej i wyposażenia jednostek PSP.



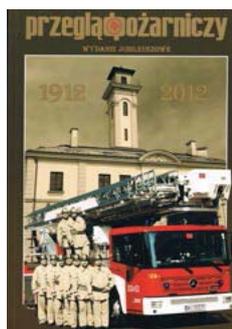
W monografii czytelnicy znajdą bogate prezentacje współpracy międzynarodowej PSP, Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej im. J. Tuliszkowskiego Państwowego Instytutu Badawczego, muzealnictwa pożarniczego, działalności duszpasterskiej, zespołów parlamentarnych strażaków, związków zawodowych i instytucji wspomagających PSP. Monografię kończy interesujący wywiad z gen. brygadierem Wiesławem Leśniakiewiczem aktualnym Komendantem Głównym Państwowej Straży Pożarnej.

Ratownictwo realizowane przez jednostki straży pożarnej to działalność podstawowa i obejmuje walkę z pożarami, klęskami żywiołowymi i innymi miejscowymi zagrożeniami.

„Była taka akcja” to książka pod redakcją nadbrygadiera w stanie spoczynku Macieja Schroedera zawiera kilkadziesiąt opisów akcji ratowniczych, które czasem tylko zasygnalizowane, niekiedy analizowane szerzej, powinny wywołać u czytelnika refleksje i uzmysłowić mu różnorodność podejmowanych działań. Każda akcja, zarówno ta spowodowana siłami przyrody, jak i związana z działalnością człowieka została zapisana w odpowiednich dokumentach statystycznych, każda kryje w podtekście ludzką tragedię, ale również ratowniczy trud i wysiłek organizatorsko-wykonawczy. Jest w nich najczęściej strach, cierpienie, łzy i wściekłość na los, który zgotował ofiarom swoiste piekło na ziemi. Nie brakuje w nich także satysfakcji z dobrze spełnionego obowiązku niesienia pomocy innym. Do niektórych akcji wraca się pamięcią częściej, stanowią materiał dydaktyczny, były i są na łamach mediów, obchodzi się ich rocznice lub wręcz uchodzą za sztandarowe. Opisy akcji pokazują, że wiele zagrażających życiu niebezpieczeństw jest częściowo lub całkowicie spowodowanych przez samych ludzi. Także wtedy, gdy ofiary w obliczu tragedii wyrastają ponad przeciętność. Każda odbyta akcja jest kolejną lekcją i wyższym stopniem do ratowniczej doskonałości. Wydawnictwo uświetniło przypadający w 2012 roku jubileusz stulecia „Przeglądu Pożarniczego”.



Z okazji jubileuszu stulecia „Przeglądu Pożarniczego” wydano album, w którym zaprezentowano wybrane artykuły ukazujące się od 1912 r. aż po czasy współczesne. Wydanie jubileuszowe „Przeglądu Pożarniczego” przygotował zespół: Jerzy Linder – koncepcja merytoryczna oraz Anna Łańduch, Elżbieta Przyłuska, Paweł Rochala, Bogdan Romanowski, Agnieszka Wójcik.



„Wyobraźcie sobie, że prawie sto lat temu pisali o współpracy z mediami, gaszeniu gazem, ratownictwie wodnym, technicznym, udziale kobiet w straży. Od pierwszego numeru „Przegląd” był na wskroś nowoczesny, aktualny, odważny i pełen żarliwych dyskusji. Zawsze bliski strażakowi, zawsze dla nich. Od początku też powstawał przy ich współudziale. Tak jest i dziś. Chcemy podziękować wielu pokoleniom wydawców i autorów, bo to dzięki nim możemy kontynuować dzieło i dumnie wkroczyć w kolejne stulecie” – podkreślił Zespół Autorów Wydania Jubileuszowego w liście do czytelników.

**„Generalowie polskiego pożarnictwa 1976-2012”** to monografia, która powstała w 10. rocznicę powstania Klubu Generalskiego PSP.

„Bohaterstwo strażackie jest (...) wyjątkowe – bo nigdy na pokaz” – podkreślił w skierowanym do generałów pożarnictwa okolicznościowym liście prezydent RP Bronisław Komorowski. – „Etos tej służby budują swoim poświęceniem strażacy różnych szarż i stopni. Cieszę się, że ta publikacja zwraca uwagę na ich dowódców. To oni odpowiadają przecież za wyszkolenie, bezpieczeństwo i warunki pełnienia służby. To oni wyznaczają kierunki i kolejne strefy zagrożeń, które Państwowa Straż Pożarna obejmuje troską i działaniem”.



Kim są więc ludzie, którzy z dumą noszą generalskie lampasy? Jaka była ich droga do miejsca, w którym dziś się znajdują? Które z etapów sami uznają za ważne i znaczące? Co pasjonuje ich poza służbą? To niezwykła okazja, by poznać ludzi, nie stopnie. Nominacje wyznaczają kamienie milowe w rozwoju polskiej służby pożarniczej – taką właśnie był zarówno pierwszy w historii stopień generała pożarnictwa nadany Zygmuntwi Jaroszowi w roku 1976 r., jak i stopień nadbrygadiera, a potem generała brygadiera dla twórcy Państwowej Straży Pożarnej Feliksa Deli. Stopień generała w polskim pożarnictwie pojawił się wraz z dekretem z 27 grudnia 1974 r. o służbie funkcjonariuszy pożarnictwa. Z nadania prezesa Rady Ministrów otrzymało go trzech

komendantów głównych straży pożarnych. Godnością generalską w ciągu 20 lat istnienia Państwowej Straży Pożarnej prezydenci Rzeczypospolitej Polskiej uhonorowali 36 oficerów. Na kartach albumu znaleźli się także i ci, którzy choć nominacji generalskiej nie otrzymali, swoimi osiągnięciami i postawą życiową pokazali doskonale, na czym polega wierność ideałom służby i patriotyzm współczesnych czasów – trzej honorowi członkowie Klubu Generalskiego PSP.



Z okazji jubileuszu 40-lecia działalności CNBOP-PIB przygotował specjalne wydawnictwo **„Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy – tradycja, doświadczenie, innowacyjność”** pod redakcją mł. bryg. mgr inż. Krzysztofa Biskupa. Album prezentuje 40-letnią historię Instytutu, jego dotychczasowe osiągnięcia, sylwetki byłych dyrektorów, najważniejsze przeobrażenia oraz kluczowe daty dla jego rozwoju.

Zachęcam do lektury nie tylko kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, ale także do lektury publikacji okolicznościowych wydanych z okazji jubileuszu PSP i CNBOP-PIB.

Liczę, że znajdą Państwo w publikacjach swoje nazwisko, swoją jednostkę, „swoją” akcję, a jeżeli tak się nie stanie, to na pewno poczują ratowniczy klimat byłego i obecnego okresu.

Gratuluje i dziękuję wszystkim, którzy przyczynili się do powstania tak cennych publikacji.

Redaktor Naczelny  
mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski



st. bryg. w st. spocz. **Piotr P. BIELICKI**

## **WPLYW NADZORU PEDAGOGICZNEGO NA KSZTAŁCENIE W SYSTEMIE EDUKACJI POŻARNICZEJ W OKRESIE TWORZENIA PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ<sup>1</sup>**

### **The influence of pedagogic supervision on training in the Fire Service educational system during the formative period of the Polish State Fire Service**

#### **Streszczenie**

W artykule krótko charakteryzujemy pojęcia nadzoru i doradztwa pedagogicznego, a także wskazujemy funkcje jakie pełnią w szkolnictwie. Zwracamy uwagę na początki ich pojawienia się w pożarnictwie. Mówimy o ich charakterystycznych formach kształtujących się od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Wspominamy o podejmowanych inicjatywach zmierzających do poprawienia sytuacji w tym obszarze, z których wiele doczekało się realizacji dopiero po powstaniu Państwowej Straży Pożarnej. W trudnym okresie transformacji służby i nałożenia na nią dodatkowych zadań z obszaru ratownictwa, utworzenie w Komendzie Głównej PSP Wydziału Nadzoru Pedagogicznego dobrze przyczyniło się sprawie poprawiania jakości szkolenia.

#### **Summary**

The article presents a short characterisation of the pedagogical supervision and counselling term, as well as indicates functions they play in education. It pays attention to their origination in fire services. The authors mention their characteristic forms gaining shape since the seventies of the 20<sup>th</sup> century. The thesis discusses initiatives undertaken to improve the situation within the above-mentioned scope, although many of them were realised only after established of the State Fire Service. Establishing Pedagogical Supervision Department in the Main NFS Headquarters during the difficult period of service transformation and during the time it was burdened with additional tasks associated with emergency improved the quality of education.

**Słowa kluczowe:** nadzór pedagogiczny, doradztwo metodyczne, szkoły pożarnicze, ośrodki szkolenia, Wydział Nadzoru Pedagogicznego KG PSP.

**Keywords:** pedagogical supervision, methodical counselling, fire schools, training centres, MHNFS Pedagogical Supervision Department.

Mam duszę badacza i każdą okazję wykorzystuję do zajęcia się historią ważnej części mojego życia, czyli ochrony przeciwpożarowej, a przynajmniej tego działu, jakim jest oświata strażacka. Do retrospektywnego spojrzenia upoważnia mnie też niejako założenie konferencji, na której mówiono o teraźniejszości i przyszłości, ale także o przeszłości tejże. Wydawać by się mogło, że nadzór, a szczególnie doradztwo pedagogiczne wiąże się li tylko z czasem istnienia Państwowej Straży Pożarnej, ale nic bardziej mylnego. Specyfiką szkolenia na jego podstawowym poziomie, jak żadnego innego obszaru służby, jest ciągle dreptanie w miejscu i zakreślanie kółek.

Określmy istotę rzeczy, oczywiście dokonując dużego uproszczenia. Jedna z definicji encyklopedycznych mówi, że nadzór pedagogiczny to sprawowanie opieki i kontroli przez przedstawicieli władz oświatowych (dyrektorów szkół i innych placówek oświatowo-wychowawczych, inspektorów, kuratorów, wizytatorów kuratorskich i ministerialnych itd.) nad działalnością pedagogiczną, organizacyjną i gospodarczą szkół oraz innych placówek wychowawczych. Opieka i kontrola obejmują wgląd w całokształt działalności tych zakładów i ich poszczególnych pracowników, opiniowanie pracowników oraz instruowanie ich i inspirowanie w miarę potrzeby. (np. Wincenty Okoń, *Słownik pedagogiczny*, PWN, Warszawa 1981, s. 189-190).

Z nadzorem łączymy doradztwo pedagogiczne, a w odniesieniu do nauki szkolnej (dydaktyki) powiemy o doradztwie metodycznym, czasem doda-

<sup>1</sup> Materiał z konferencji naukowej *Edukacja pożarnicza wczoraj, dziś i jutro*, zorganizowanej z okazji jubileuszu XX-lecia Państwowej Straży Pożarnej, 25-26.10.2012 r., Szkoła Aspirantów PSP w Krakowie.

my, że przedmiotowym. Doradzanie, czyli udzielanie porad, wskazywanie drogi postępowania. Pokazanie różnorodnych metod i środków dydaktycznych. Przygotowanie do oceny postępów szkolnych. Najkrócej powiemy, że jest to doskonalenie warsztatu pracy nauczycielskiej.

Ale my oba obszary działań musimy odnieść do pożarnictwa, które stawało się coraz potężniejszą i interdyscyplinarną nauką. Wymagało zatem stworzenia właściwej dla siebie struktury samego kształcenia, jak i jego ujęcia organizacyjnego. Ustawa o ochronie przeciwpożarowej i jej organizacji z 1950 r. powołała do życia komendy straży pożarnych. W komendzie głównej utworzono Wydział Szkolenia Zawodowego obejmujący swym zasięgiem zarówno organizację szkolenia, jak i nadzór nad szkołami oraz ośrodkami szkolenia pożarniczego. Cały system był wówczas scentralizowany, a placówki szkolące stanowiły samodzielne jednostki organizacyjne i budżetowe. Stąd też nadzór nad nimi sprawowała tylko komenda główna. W tym czasie funkcjonują dwa oficerskie technika pożarnicze, cztery szkoły oficerów pożarnictwa, jedenaście podoficerskich szkół pożarniczych i siedem ośrodków szkolenia pożarniczego – w sumie 24 placówki szkolące. Trzeba przyznać, że było co robić. Stąd też skupiano się na kontroli stanu organizacyjnego i realizacji budżetu. Jakkolwiek formą nadzoru był niekiedy udział w egzaminach końcowych pracowników komendy głównej, a także zapoznawanie się z dokumentacją kursu.

Pozostawiając na boku kwestie organizacji systemu edukacji strażackiej, powiemy tylko, że zmiany następowały dość szybko: w 1951 r. (wobec zmian dokonujących się w krajowym systemie szkolenia zawodowego), w 1953 (po przejęciu zagadnień ochrony przeciwpożarowej przez ministra gospodarki komunalnej) i w 1954 r. Liczba placówek szkolących nie uległa zmianie. Radykalne zmiany mają swój początek w 1956 r., wtedy też liczba szkół oficerskich zostaje zredukowana do jednej, a poszczególne komendy wojewódzkie tworzą własne ośrodki szkolenia. Cały system zostaje zdecentralizowany. Jednakże nadzór nad szkoleniem podoficerskim pozostaje w gestii Komendy Głównej, która tworzy dwie szkoły o tym profilu: w 1958 r. w Poznaniu i w 1960 r. w Nowej Hucie. Trzeba przyznać, że obie szkoły dobrze zapisały się w oświacie strażackiej.

Znamienny i znaczący jest początek lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. W 1971 r. w czerwcu powołano Wyższą Oficerską Szkołę Pożarniczą w Warszawie (od stycznia 1982 r., po burzy politycznej jest to Szkoła Główna Służby Pożarniczej), natomiast w latach 1971 i 1973 utworzono Szkoły Chorażych Pożarnictwa w Poznaniu i w Krakowie. Obie uczelnie przygotowujące techników pożarnictwa działały w siedzibach dotychczasowych szkół podoficerskich, które zostały rozwiązane.

W tej sytuacji ciężar kształcenia podoficerów spoczął na ośrodkach szkolenia pożarniczego dotychczas przygotowujących głównie szeregowców KTP i funkcyjnych OSP. Trzeba zgodzić się z tym, że ośrodki nie były przygotowane do przejęcia nowych zadań, ani od strony lokalowej, ani dydaktycznej i materiałowego zabezpieczenia zajęć, ani od strony obsady kadrowej (nielicznej, często słabo przygotowanej merytorycznie i pedagogicznie). Pozytywną stroną przyjętych rozwiązań było lepsze zaspokojenie potrzeb kadrowych jednostek ochrony przeciwpożarowej. Ilość nie szła jednak w parze z jakością, w wyniku czego podstawowa kadra dowódcza, czyli podoficerowie, bywała nie najlepiej przygotowana do pełnienia obowiązków zawodowych.

To jednak nie koniec nieszczęść w oświacie strażackiej na jej podstawowym szczeblu. W 1975 r. następuje nowy podział administracyjny kraju, w wyniku czego przesunięta zostaje podległość służbowa wielu ośrodków szkolenia, które teraz musiały przygotowywać kadry również dla ościennych województw. Rozbudzone zostają ambicje nowych komend wojewódzkich, które chciały usamodzielnić się też w zakresie szkolenia kadr. Kryzys pogłębia się, a wiele kursów nie dochodzi do skutku wobec nielicznej obsady. Tym bardziej że służba pożarnicza należała do najmniej atrakcyjnych placówek zawodowych, co powodowało nie tylko wycofywanie się z niego, ale także niechęć do podnoszenia kwalifikacji, wobec konieczności udania się na kurs skoszarowany i niemożności podjęcia w tym czasie dodatkowego zatrudnienia w celach zarobkowych. Bywało, że podczas egzaminów kwalifikujących na kurs oddawano czyste kartki. Chroniło to delegowanego przed konsekwencjami służbowymi. Z tego względu ponownie należało podjąć zabiegi pozwalające na poprawę sytuacji, co stawało się już pilną potrzebą.

Nowa koncepcja organizacji przygotowywania zawodowego szeregowców i podoficerów pożarnictwa, wdrażana od 1982 r. utrzymywała dwustopniowe kształcenie podoficerów. Zahamowana została tendencja do tworzenia kolejnych placówek dydaktycznych. Kształcenie młodszych podoficerów przejęły 23 ośrodki mające względnie dobre warunki lokalowe i zaplecze dydaktyczne. Szkolenie starszych podoficerów spoczęło tylko na czterech ośrodkach najlepiej przygotowanych do realizacji zadań dydaktyczno-wychowawczych. Szkolenie specjalistyczne realizowały trzy ośrodki.

Pod koniec lat osiemdziesiątych wprowadzono dalsze znaczne zaostżenia w kwalifikowaniu placówek do prowadzenia działalności szkoleniowej, w efekcie czego prawo prowadzenia kursów podoficerskich i dla kierowców ZSP posiadało już tylko 14 ośrodków.

Początkowo nadzór pedagogiczny nad pracą szkół i ośrodków szkolenia odbywał się w ramach rutynowych, okresowych kontroli placówek organi-

zacyjnych, a i to ze zwróceniem uwagi bardziej na sprawy finansowe i organizacyjne, niż na bieg zajęć dydaktycznych. Żywsze działania w tej mierze pojawiły się z początkiem lat siedemdziesiątych, a ich organizatorem była Służba Szkolenia Komendy Głównej Straży Pożarnej, kierowana od tamtych czasów przez pułkowników: Leszka Pierzchanowskiego, Stanisława Bielenia, Tadeusza Głowackiego. Stosunkowo duża była liczba placówek szkolących, o czym wspominałem celowo, by unaocznić problem. Tworzono nowe programy, ale brakowało podręczników, czy innych materiałów źródłowych. Ponadto nader często ośrodki szkolenia traktowano jako źródło taniej siły roboczej, często kosztem lekcji, a przypomnijmy, że idea czynów społecznych była wtedy dość żywa. Oczekiwaliśmy roztoczenia nad nami opieki i wyeliminowania złych praktyk.

Kwestia doradztwa pojawiła się też we wnioskach zespołu do opracowania charakterystyk zawodowych, powołanego przez Komendanta Głównego Straży Pożarnej w 1986 r. Proponowano wówczas podjęcie zabiegów mających na celu zapewnienie pomocy metodycznej kadrze dydaktycznej ośrodków oraz sprawowania właściwego nadzoru pedagogicznego, wprowadzenie stanowisk wizytatorów-metodyków. Zwracano też uwagę na konieczność centralnego zaprojektowania i wykonywania zestawów pomocy dydaktycznych dostosowanych do specyfiki nauczania zawodu. Mówiono o konieczności stworzenia opracowań metodycznych i podręczników oraz powołania ośrodka programowo-metodycznego, wzorem innych podmiotów zajmujących się szkoleniem kursowym.

Ale podejmowane wówczas przez KGSP zabiegi to głównie doradztwo pedagogiczne realizowane poprzez sympozja, stwarzające możliwość wymiany doświadczeń, poznania nowych technologii kształcenia, nowości w zakresie pomocy dydaktycznych czy, najogólniej mówiąc, wywołania refleksji pedagogicznej. Najczęściej gospodarzami spotkań były szkoły chorążych, a czasem ośrodki szkolenia. Osobiście korzystałem z tych form wsparcia i nawet je sobie ceniłem. Szczególnie cenna była wymiana doświadczeń z innymi i możliwość podejrzenia obudowy warsztatu pracy nauczyciela. Zważyć przecież trzeba, że nigdy i nikt nie podjął się produkcji środków dydaktycznych specyficznych dla szkolenia pożarniczego. Wszystko zależało od wyobraźni, chęci, uzdolnień nauczycieli i możliwości wykonawczych uczniów. Wysiłek ten kilkakrotnie niweczono w momentach przekształceń organizacyjnych ośrodków szkolenia.

Wielkim orędownikiem i zarazem chyba twórcą doradztwa pedagogicznego w ochronie przeciwpożarowej był ówczesny komendant ośrodka szkolenia z Wieliczki – ppłk Jan Kielin, sprawujący w 1986 r. społecznie funkcję przewodniczącego Komisji Szkolenia w Zarządzie Głównym Stowarzy-

szenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa (z czasem funkcję tę scedował na mnie), który w 1984 r., przedstawiając po raz pierwszy koncepcję powołania ośrodka programowo-metodycznego, zwracał uwagę, że *postępu pedagogicznego nie osiągnie się tylko działaniami reorganizacyjno – administracyjnymi, bowiem o postępie pedagogicznym decyduje każdy nauczyciel, który dąży do zmiany nauczania tradycyjnego, na nowoczesne aktywne i twórcze. W działaniach tych wykładowca (instruktor) nie może być pozostawiony sam sobie* [1]. Za jego to sprawą we wrześniu 1987 r. Komenda Główna powołuje już nie jeden, ale dwa ośrodki metodyczne, umiejscowione w szkołach chorążych. Dwa ośrodki i dwa profile: taktyki i techniki pożarniczej. Inne przedmioty pominięto. Rozwiązanie takie budziło wiele zastrzeżeń ze strony tych, którym placówki miały służyć, czyli kadry dydaktycznej ośrodków szkolenia. Zaniedbano i porzucono wiele inicjatyw takich, jak chociażby koncepcja wypracowana podczas konferencji pedagogicznej pod hasłem *Doskonalenie procesu dydaktyczno-wychowawczego na kursach podoficerskich* zorganizowanej przez Ośrodek Szkolenia Pożarniczego w Wieliczce w 1988 r. Osobiście w tym też czasie proponowałem przyjęcie jednego z trzech innych możliwych rozwiązań: utworzenia zakładu dydaktyki pożarniczej przy SGSP (co doczekało się z czasem realizacji w postaci Zakładu Technologii Kształcenia Pożarniczego), powołania ośrodka metodycznego przy CNBOP (baza hotelowa i dydaktyczna gwarantowała sprawną organizację spotkań) i trzecim rozwiązaniem była propozycja pełnienia funkcji ośrodka metodycznego przez Służbę Szkolenia KGSP. W tym przypadku rozwiązany zostałby problem nie tylko doradztwa, ale też nadzoru pedagogicznego, w związku z powołaniem rady inspektorów-metodyków. Kwestię, czy mieliby to być inspektorzy etatowi, czy społeczni, zostawialiśmy otwartą (doczekaliśmy się rozwiązania bliskiego tej propozycji) [2]. Efekty pracy obu ówczesnych ośrodków metodycznych, mimo poważnych planów nie były zadowalające. Ze względów organizacyjnych (powiedziałbym że także ambicjonalnych, jako że między szkołami w tamtych czasach brak było konstruktywnej współpracy), system ten nie zdał egzaminu i z czasem ośrodki zlikwidowano.

Utworzenie nowej formacji, jaką jest Państwowa Straż Pożarna, o wyraźnie rozszerzonym zakresie zadań, musiało skutkować także zmianami w systemie strażackiej oświaty. Za sprawy szkolenia w Komendzie Głównej PSP odpowiada teraz Biuro Kadr i Kształcenia Zawodowego. Będzie ono przechodziło przez szereg przeobrażeń (chyba jako jedna z niewielu służb). Początkowo występuje łącznie z kadrą, potem jako służba samoistna, następnie została ponownie połączona, by jakiś czas później ulec rozbięciu. Brakowało koncepcji na rozwiązanie za-

gadnienia szkolenia, o ich czasowym kształcie najprawdopodobniej decydowały nie względy merytoryczne, a polityczne. Istotą rzeczy jest wydzielenie po raz pierwszy w ramach Biura Wydziału Nadzoru Pedagogicznego, którym kierował początkowo kpt. Janusz Kręcioch, a po nim doskonały w tej roli kpt. Zdzisław Grzyb.

W tym momencie możemy się przekonać o tym, jak upór w dobrej sprawie jednego człowieka może przynieść owoce, jeżeli ten zostanie uzbrojony w stosowne kompetencje. Bowiem pierwszym dyrektorem Biura zostaje właśnie st. bryg. Jan Kielin.

Szkolenie oficerów nie uległo w tym czasie większym przeobrażeniom. Natomiast dotychczasowe Szkoły Chorażych Pożarnictwa przekształcono w Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej. Od roku 1995 wzmocnione zostają o nowo utworzoną w Częstochowie Centralną Szkołą PSP. Również na potrzeby kształcenia podoficerów powołano trzy szkoły podoficerskie PSP. W najgorszej sytuacji znalazły się ośrodki szkolenia, które zlikwidowano i stopniowo, mozolnie, ale już w mniejszej liczbie odtworzono, łącząc tym razem już w sposób formalny (bo przecież wcześniej też uczestniczyliśmy w działaniach ratowniczych) funkcje jednostek oświatowych z obowiązkami jednostek taktycznych.

Nadzór nad szkołami prowadzi już odpowiedni wydział Komendy Głównej PSP. Ośrodkami szkolenia zajmują się pospołu Wydział Nadzoru Pedagogicznego i szkoły podoficerskie. Ale obok nich funkcjonują także rejonowe ośrodki szkolenia ochotniczych straży pożarnych. Nadzór pedagogiczny nad nimi sprawują właściwe terenowo ośrodki wojewódzkie, a finansowane są z budżetu właściwej terenowo komendy wojewódzkiej PSP.

Wśród funkcji, jakie ma pełnić nadzór pedagogiczny, wymienić należy:

- funkcję doradczą, która realizowana jest poprzez konferencje, sympozja, konsultacje zespołowe i indywidualne realizowane w danej placówce oświatowej oraz prowadzenie lekcji pokazowych,
- funkcję motywacyjno-stymulacyjną, polegającą na inspirowaniu nauczycieli do doskonalenia własnej pracy i rozbudzania motywacji do pracy kreatywnej. Ciekawą formą, pobudzającą do pracy nad sobą jest konkurs „Najlepszy Wykładowca/Instruktor” – pierwsza edycja miała miejsce w 2007 r.
- funkcję informacyjno-organizatorską mającą na celu usprawnienie systemu oświaty pożarnej,
- wreszcie funkcję kontrolno-oceniającą, pozwalającą na sprawdzenie stopnia i jakości realizacji programów kształcenia poprzez odbywanie hospitacji i wizytacji, udział w pracach komisji kwalifikacyjnych i egzaminacyjnych, ocenę programów kształcenia i współudział w ich opracowywaniu oraz kontrolę realizacji zaleceń.

O skali trudności w realizacji kształcenia i nadzoru świadczy fakt, że szkoły, ośrodki szkolenia czy jednostki ratowniczo-gaśnicze PSP to instytucje specyficzne chociażby ze względu na wielorakie i różnorodne funkcje, jakie pełnią – są placówkami oświatowymi i zarazem wychowującymi oraz jednostkami operacyjnymi. Zachodzi niebezpieczeństwo wewnętrznych sprzeczności celów takich, jak np. rozwijanie samodzielności uczniów i nauczycieli a zarazem wyraźna hierarchizacja struktur (dodajmy do tego także skoszarowanie podczas służby lub odbywania nauki), i przy skąpym wyposażeniu cały czas pojawia się dylemat, co jest ważniejsze: zrealizowanie zadań dydaktycznych czy operacyjnych? itp.

Specyfika kształcenia w tego typu placówkach wynika też z faktu oddziaływania na ludzi już życiowo ukształtowanych, z własnymi celami, motywacjami, postawami, dodajmy także, że z problemami wiążącymi się z własną rodziną, rodzimą jednostką organizacyjną, a do tego dochodzą stresory w postaci pracowników szkół, ośrodków szkolenia czy jednostek taktycznych. Specyficznym jest już sam zespół pracowniczy, gdyż komendant ma do czynienia z ludźmi o wysokich kwalifikacjach i rozwiniętym poczuciu własnej wartości, przyzwyczajonych nie tyle do dowodzenia, co do przewodzenia. Jak widać nie łatwo zatem sprawować tutaj funkcję doradcy.

Cele nadzoru pedagogicznego realizowane są między innymi poprzez: wizytacje kompleksowe i problemowe oraz hospitacje zajęć lekcyjnych. Przygotowany został dokument sankcjonujący oraz ujmujący organizacyjnie i metodycznie kwestie nadzoru pedagogicznego sprawowanego nie tylko przez przedstawicieli jednostki centralnej, ale też przez komendantów i innych osób uprawnionych do tegoż nadzoru w poszczególnych jednostkach organizacyjnych ochrony przeciwpożarowej.

Uczestniczono też w kontrolach problemowych prowadzonych przez Biuro Organizacji i Nadzoru KG PSP, a wówczas zakres badań był znacznie poszerzony, obejmując efektywność działania komendantów wybranych placówek w zakresie organizacji, działalności operacyjnej i dydaktycznej ocenę nadzoru sprawowanego przez jednostki nadrzędne (komendy wojewódzkie oraz rejonowe) i właściwe terenowo szkoły podoficerskie.

Wizytacje prowadzone przez Wydział Nadzoru Pedagogicznego skupiały się wokół problemów efektywności nauczania przedmiotów wiodących takich, jak: taktyka działań gaśniczych i ratowniczych oraz wyposażenie techniczne, celem uzyskania ogólnej orientacji w poziomie realizacji tych zagadnień i określenia obszaru koniecznego doradztwa. Zwracano także uwagę na organizację egzaminów końcowych wybranych kursów.

Poniżej przedstawiono listę corocznych działań Wydziału Nadzoru Pedagogicznego:

- Wizytacje wszystkich szkół i ośrodków szkolenia PSP.
- Pomoc merytoryczno-metodyczna świadczona dla szkół i ośrodków szkolenia w zakresie: metodycznego przygotowania i realizacji zajęć, stosowania aktywizujących metod nauczania, sprawdzania i oceniania wyników nauczania, uczenia się oraz opracowywania narzędzi pomiaru dydaktycznego, wdrażania innowacji pedagogicznych.
- Koordynacja i obsługa merytoryczna warsztatów pedagogicznych organizowanych w szkołach PSP.
- Współpraca organizacyjna i aktywny udział merytoryczny (prezentacja określonego zagadnienia) w Ogólnopolskich Sympozjach Pedagogicznych przygotowywanych przez SGSP.
- Nadzór nad egzaminami wstępnymi w szkołach pożarniczych, a także koordynowanie i udział w egzaminach potwierdzających kwalifikacje zawodowe w zawodzie technik pożarnictwa,
- Utrzymywanie współpracy z Ministerstwem Edukacji Narodowej (doradztwo), Kuratoriami Oświaty (wizytacje), Wojewódzkimi Ośrodkami Metodycznymi (doradcy metodyczni), wydawnictwami.
- Pomoc w rozwiązywaniu bieżących problemów wynikających ze statutowej działalności placówek.
- Zapewnienie kierownictwu placówek informacji o aktualnych problemach kształcenia, szkolenia i doskonalenia zawodowego oraz obowiązujących przepisach prawa.
- Współdziałanie w opracowywaniu, opiniowaniu programów kształcenia, szkolenia i doskonalenia zawodowego.

Istotną rolę w doradztwie odgrywały sympozja, czyli zebrania specjalistów poświęcone omawianiu określonych zagadnień i wymianie myśli. Można powiedzieć, że ich organizacja przebiegała falami. Wszystko zaczęło się w 1975 roku. Działania kontynuowano przez cztery lata, a następnie je przerwano. Powrót do tej formy doradztwa nastąpił w połowie lat osiemdziesiątych, odbywały się także cztery spotkania. Dopiero od czasu powstania PSP jest to istotny segment doskonalenia zawodowego dla nauczycieli naszych placówek kształcenia (od 1993 r. do końca stulecia. Czyżby potem zabrakło siły napędowej? A może wygasły już potrzeby tego typu komunikowania się?). Oto niektóre z tematów sympozjów pedagogicznych organizowanych przez Komendę Główną (SP i PSP) wraz ze Szkołą Główną Służby Pożarniczej:

- Wykorzystanie technicznych środków i materiałów dydaktycznych w szkoleniu pożarniczym (I sympozjum, KGSP 1975).
- Zwiększenie efektywności szkolenia i doskonalenia pożarniczego przez zastosowanie technicz-

- nych środków dydaktycznych (II sympozjum, 1976).
- Kształtowanie umiejętności i nawyków pożarniczych w procesie nauczania praktycznego (V sympozjum, KGSP 1984).
- O dalszą efektywność kształcenia pożarniczego (VI i VII sympozjum, KGSP 1986 i 1987).
- Konstruowanie celów kształcenia w systemie szkolnictwa pożarniczego (IX sympozjum, KG PSP, SGSP, SA PSP Poznań, 1993).
- Dobór i strukturalizacja treści kształcenia w szkolnictwie pożarniczym (X sympozjum, KG PSP, SGSP, SA PSP Kraków 1994).
- Aktywizujące metody nauczania czynnikiem wzrostu efektywności kształcenia pożarniczego (XI sympozjum, KG PSP, SGSP, 1995).
- Rola wykładowcy i jego przygotowanie merytoryczne i pedagogiczne w kształceniu i szkoleniu strażaków PSP (XIII sympozjum, KG PSP, SGSP 1997).
- Samokształcenie – świadomą formą doskonalenia zawodowego i metodycznego strażaków Państwowej Straży Pożarnej (XIV sympozjum, KG PSP, SGSP, CS PSP Częstochowa, 1999).
- Doskonalenie systemu kształcenia pożarniczego w świetle reformy edukacji narodowej (XV sympozjum, KG PSP, SGSP, SP PSP Supraśl 1999).
- System ocen w kształceniu pożarniczym w świetle reformy edukacji narodowej (XVI sympozjum, KG PSP, SGSP, SA PSP Kraków 2000).

Celowo pomijam liczby odbytych wizytacji, spotkań, warsztatów, tym bardziej że olbrzymią pracę w tym zakresie wykonywały szkoły podoficerskie. Ten system powoli domykał się. Nadzór to głównie odpowiedni Wydział w KG, doradztwo to szkoły pożarnicze, a wszystko to zazębiające się i współdziałające mechanizmy.

W skromnym wymiarze sprawowana była kontrola nad podległymi terenowo placówkami dydaktycznymi (ośrodkami szkolenia, rejonowymi ośrodkami szkolenia) przez szkoły podoficerskie, prowadząca się głównie do kontrolowania osiąganych wyników, wyciągania wniosków co do przyszłej modyfikacji sposobów działania. Kontrole zmierzały także do oceny przydatności uczestników w aspekcie osiągnięcia celów przez instytucje. Znacznie lepiej działało się w obszarze doradztwa pedagogicznego realizowanego poprzez warsztaty metodyczne.

Mówiąc o celach nadzoru pedagogicznego sprawowanego przez komendy szkół, wymienić należy:

- a) diagnozowanie i ocenę poziomu pracy dydaktycznej i wychowawczej nauczycieli (kierownictwa, wykładowców, instruktorów, wychowawców),
- b) podnoszenie jakości kształcenia, wychowania i opieki w szkołach, ośrodkach szkolenia i innych jednostkach ochrony przeciwpożarowej realizujących zadania dydaktyczno-wychowawcze (także

np. obozy szkoleniowo-wypoczynkowe dla młodzieży) poprzez:

- ocenę pracy nauczyciela, gromadzenie informacji o nim w celu dokonania np. prawidłowej oceny kwalifikacyjnej,
- udzielenie nauczycielom pomocy merytorycznej i inspirowanie do pracy twórczej oraz innowacyjnej,
- organizację warsztatów metodycznych i tematycznych,
- umożliwienie wymiany doświadczeń między nauczycielami,
- wnioskowanie w sprawach doskonalenia zawodowego nauczycieli (skierowanie na kursy pedagogiczne, specjalizujące, praktyki zawodowe itp.),
- zapewnienie bieżącej informacji o aktualnych problemach oświatowych.

c) kontrolę realizacji programu nauczania i planu wychowawczego.

Główną formą nadzoru pedagogicznego jest hospitacja lekcji i wszelkiego typu zajęć prowadzonych przez nauczyciela. Polega ona na bezpośredniej obserwacji realizacji przez nauczycieli statutowych zadań szkoły lub placówki, a w szczególności zajęć prowadzonych z uczniami lub wychowankami, bądź czynności kierownictwa placówki w celu zdiagnozowania efektów pracy nauczyciela w zakresie wybranych elementów procesu dydaktycznego i wychowawczego, a w stosunku do kierownictwa również jakości sprawowanego nadzoru pedagogicznego.

Nie było łatwo, gdyż tak jak w całej oświacie, tak i u nas przyjęto zasadę, że każdy nauczyciel powinien być hospitowany przynajmniej jeden raz w roku. Nauczyciele o krótkim stażu pracy i mniejszym doświadczeniu pedagogicznym (do trzech lat pracy dydaktycznej) powinni być hospitowani co najmniej dwa razy w ciągu roku w zróżnicowanych formach pracy (np. wykład i ćwiczenia). W przypadku wystawiania ocen kwalifikacyjnych hospitacja mogła być prowadzona odpowiednio częściej. Częstotliwość hospitacji określali komendanci jednostki lub pracownicy nadzoru pedagogicznego KG, ci zaś prowadzili hospitacje przy każdej bytności w poszczególnych placówkach.

Ponieważ dokumentacja z hospitacji w poszczególnych placówkach była mocno zróżnicowana, Wydział podjął próby jej zunifikowania. Podobne próby podjęto też dla opracowywania konspektów lekcyjnych.

Aby zobaczyć skalę problemów w organizacji nadzoru jednostek szkolących przyjrzyjmy się sieci ośrodków szkolenia, które uległy likwidacji i stopniowo, już w mniejszej liczbie, zostały odtworzone. W 1994 r. szkolenie prowadzą 22 wojewódzkie ośrodki szkolenia pożarniczego, łączące działalność

dydaktyczną z ratowniczą. Ośrodki te w zakresie głównie doradztwa przypisano do poszczególnych szkół. Funkcjonują także rejonowe ośrodki szkolenia ochotniczych straży pożarnych [3]. Nadzór pedagogiczny nad nimi sprawują właściwe terenowo ośrodki wojewódzkie. Ośrodki finansowane są z budżetu właściwej terenowo komendy wojewódzkiej PSP.

Od 1997 r. znikają z mapy kolejne placówki szkoleniowe. Pozostałe przejmują także funkcje jednostek operacyjnych (prowadzą działania ratownicze). W nowej formule organizacyjnej pojawiają się wydziały liniowe w Szkolnych JRG i pozostaje ich w terenie 16. W przyjętym rozwiązaniu komórkami organizacyjnymi ośrodka są: Wydział Liniowy, Dział Nauczania, Dział Kwatermistrzowski. Rozróżnienie wydział a dział ma swoje uzasadnienie w odniesieniu do uposażenia funkcjonariuszy.

Po ponownej reorganizacji administracji kraju, likwidacji dwóch szkół podoficerskich i ośrodków szkolenia słabnie tempo pracy wydziału, przynajmniej w obszarze doradztwa. Odstąpienie od przygotowywania przez kadetów prac dyplomowych na rzecz egzaminów potwierdzających kwalifikacje zawodowe w zawodzie technik pożarnictwa, szczególnie wobec mizerności finansowej służby, zaczęło skutkować brakiem aktualnych pomocy naukowych. W efekcie podjęta zostaje próba utworzenia Wydziału Doskonalenia Pedagogicznego, będącego samodzielną komórką organizacyjną KG PSP, funkcjonującą obok Wydziału Nadzoru Pedagogicznego, i odciążającą go w zakresie doradztwa. Siedzibą Wydziału miała być Centralna Szkoła PSP w Częstochowie. Podstawowe cele działania nowego wydziału możemy sprowadzić do:

- doskonalenia zawodowego nauczycieli szkół i ośrodków szkolenia,
- przygotowanie instruktorów prowadzących doskonalenie zawodowe w JRG,
- przygotowanie instruktorów szkolenia kwalifikacyjnego, doskonalącego i uzupełniającego w strukturach Związku Ochotniczych Straży Pożarnych RP, o czym do dziś się milczy,
- prowadzenie doradztwa w zakresie metodyki kształcenia,
- prowadzenie informacji naukowo-technicznej, dziedziny zaniedbanej od czasu kilkakrotnego przenoszenia, a potem likwidacji Działowego Ośrodka Informacji Naukowo-Technicznej (funkcjonującego w latach 1962-1989),
- inicjowanie prac z zakresu opracowywania środków i pomocy dydaktycznych.

Niestety inicjatywa ta po pierwszych zabiegach organizacyjnych nie doczekała się finalizacji.

Wobec licznych problemów, z którymi borykały się placówki oświaty strażackiej, konieczności otoczenia ich opieką poprzez życzliwy, acz rzetel-

ny nadzór, konieczności stworzenia platformy wymiany doświadczeń i wzbogacania wyposażenia placówek w środki i pomoce dydaktyczne, stworzenie odpowiedniego wydziału w Komendzie Głównej znacznie przyczyniło się do podnoszenia jakości kształcenia. Nawet o podręczniki dla nowej służby, o znacznie poszerzonym zakresie zadań, zadbała nie odpowiednia komórka (a był nią przecież w KG PSP wydział wydawnictw), lecz kadra szkół i ośrodków szkolenia. Później inicjatywę przejęło Biuro Szkolenia KG PSP.

Wracając więc do tytułu artykułu, możemy stwierdzić, że obecność w Komendzie Głównej Państwowej Straży Pożarnej Wydziału Nadzoru Pedagogicznego (czy też jego odpowiednika) była i jest w pełni zasadna.

## Literatura

1. Kielin J., *Czy ośrodek programowo-metodyczny jest nam potrzebny*, „Przegląd Pożarniczy”, 4, 1984.
2. Bielicki P., *Model kształcenia szeregowców i podoficerów pożarnictwa w kontekście zmian dokonujących się w systemie ochrony przeciwpożarowej w kraju* [w] *Szkolnictwo pożarnicze, kierunki rozwoju, konferencja teoretyczna 24 maja 1991 r.*, SGSP Warszawa 1991, s. 43-63.
3. *Zarządzenie nr 6 Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej z dnia 28 czerwca 1994 r. zmieniające zarządzenie w sprawie kształcenia zawodowego strażaków Państwowej Straży Pożarnej oraz szkolenia pracowników jednostek ochrony przeciwpożarowej i członków ochotniczych straży pożarnych* (Dz. U. KG PSP z dn. 8 grudnia 1994, nr 3-4, poz. 7).



st. sekc. dr **Tomasz WĘSIERSKI**<sup>1</sup>  
dr **Robert GAŁĄZKOWSKI**<sup>2</sup>  
mł. bryg. mgr inż. **Jacek ZBOINA**<sup>3</sup>

## DZIAŁANIA RATOWNICZE W PRZYPADKU ZAGROŻENIA CHEMICZNEGO<sup>4</sup>

### Rescue operations in case of chemical hazards

#### Streszczenie

Organizacja działań ratowniczych zależy od przygotowania wszystkich podmiotów biorących udział w tych działaniach. Zdarzenia z udziałem niebezpiecznych substancji chemicznych wymagają specjalistycznego przygotowania i prowadzenia działań. Podstawowym elementem w tego typu akcjach ratowniczych w stosunku do osób poszkodowanych jest dekontaminacja, która jako procedura ratownicza wymaga ciągłego ulepszania, a także ciągłego szkolenia ratowników w zakresie jej realizacji.

#### Summary

The organization of rescue operations during the incidents, in which the risk factor is raised by the presence of chemical substances, categorizes itself among the most difficult rescue operations. Its course and the effectiveness depends on the preparation of all entities participating in the rescue operation. The basic element of this type of rescue is decontamination of victims, which as a rescue procedure requires continuous improvement, and most importantly, continuous training of rescue teams in its implementation.

**Słowa kluczowe:** akcja ratunkowa, koordynacja, dekontaminacja;

**Keywords:** rescue, coordination, decontamination;

#### Wprowadzenie

Działania ratownicze każdorazowo stanowią wyzwanie dla służb ratowniczych, szczególnie w przypadku zdarzeń, którym towarzyszy zagrożenie chemiczne. Specyfika tego rodzaju zagrożeń wymaga ciągłej różnorodnej pracy, w tym przede wszystkim naukowo-badawczej w celu uzyskania i wypracowania procedur postępowania, które pozwolą osiągnąć możliwie najwyższy poziom prowadzonych działań ratowniczych. Warunkiem koniecznym jest między innymi właściwe zintegrowanie w tych działaniach wszystkich służb i podmiotów ratowniczych, a także jednostek ochrony zdrowia i niejednokrotnie innych podmiotów wyspecjalizowanych w tego typu działaniach, w tym również administracji rządowej i samorządowej wszystkich szczebli.

#### Cel pracy

Celem pracy była analiza zagadnienia, jakim jest zagrożenie chemiczne w kontekście prowadzonych na miejscu zdarzenia działań ratowniczych. Jako priorytet potraktowano dekontaminację, która mimo trwającej od lat dyskusji o zasadach jej realizacji wymaga ciągłej aktualizacji i działań na rzecz ujednolicenia procedur jej stosowania. Tym samym autorzy, mając na uwadze potrzebę doskonalenia procedur dekontaminacji, podjęli próbę przedstawienia propozycji rozwiązań w tym zakresie.

#### Rozwinięcie tematu – działania ratownicze

Mówiąc o działaniach ratowniczych, należy przede wszystkim zwrócić uwagę na różnorodność zagrożeń i ich ciągłą zmienność, jako konsekwencję rozwoju cywilizacyjnego, technicznego i technologicznego. Jednym z istotnych aktualnie zagrożeń jest bez wątpienia zagrożenie chemiczne związane z niepożądanym kontaktem ludzi z niebezpiecznymi dla ich zdrowia i/lub życia substancjami chemicznymi. Występują one w naszych domach, obiektach użyteczności publicznej, transporcie, na ulicach, przede wszystkim jednak w przemyśle, w przypadku gro-

<sup>1</sup> Adiunkt w zakładzie Ratownictwa Chemicznego i Ekologicznego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

<sup>2</sup> Adiunkt w Zakładzie Ratownictwa Medycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

<sup>3</sup> Z-ca Dyrektora CNBOP-PIB ds. certyfikacji i dopuszczeń.

<sup>4</sup> Każdy ze współautorów wniósł równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu (po 33%).

madzenia i używania w procesach technologicznych tych substancji. Ilość uwalnianej substancji oraz zasięg oddziaływania na ludzi i zwierzęta decyduje o skali zagrożenia, potrzebie podjęcia działań ratowniczych i skutkach zdarzenia.

Niepożądane działanie substancji chemicznych stanowi poważne i trudne do standardowego opanowania zagrożenie dla życia i zdrowia człowieka, ponadto może mieć charakter mnogi lub nawet masowy. Dotyczy to, chociaż nie w takim samym stopniu, zarówno ratowanych, jak i ratowników.

W przypadku występowania zagrożeń chemicznych niezwykle ważne jest prowadzenie działań zgodnych z przyjętymi procedurami i standardami postępowania. Wprowadzenie, ćwiczenie, udoskonalanie procedur postępowania, poza podnoszeniem efektywności i skuteczności działań ratowniczych, ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa ratownikom. Trudność prowadzenia akcji ratowniczych w tego typu przypadkach wynika przede wszystkim z bezpośredniego zagrożenia zdrowia i życia ratowanych oraz ratowników, z trudnego do przewidzenia rozwoju zdarzeń, konieczności szybkiej i bezbłędnej identyfikacji substancji, możliwości powstania dodatkowych zagrożeń lub zagrożeń towarzyszących (jak np. zagrożenie wybuchem, pożarem) i wielu innych, wiąże się również z użyciem specjalistycznego sprzętu i wyposażenia. Podkreślić należy, iż prowadzenie działań ratowniczych w przypadku zagrożeń chemicznych wymaga szerokiej specjalistycznej wiedzy, właściwego wyposażenia, a także adekwatnie do sytuacji stosowania procedur postępowania, posiadania umiejętności i doświadczenia, a także konieczności skutecznego współdziałania zarówno służb, jak i podmiotów związanych (np. w przypadku awarii przemysłowej – personelu zakładu). Należy zwrócić uwagę również na to, iż często procedura postępowania nie obejmuje rzeczywistego rozwoju zdarzenia podczas prowadzenia działań. Dlatego z jednej strony należy kłaść właściwy nacisk na stosowanie wypracowanych procedur, z drugiej strony uwzględniając możliwość i zasadność ich zastosowania w praktyce. Poważnym problemem dla służb i podmiotów ratowniczych jest również właściwe informowanie osób poszkodowanych i zagrożonych o możliwym lub zaistniałym zagrożeniu, o jego skali, zalecanym postępowaniu, oraz zapobieganie wystąpieniu paniki: *Zagrożenia chemiczne i środowiskowe są specyficznym rodzajem zagrożeń. Realnych, ale trudnych do zidentyfikowania, bo niewidocznych. Z punktu widzenia psychologii, taka sytuacja jest wyjątkowo stresująca. Perspektywa istniejącego realnie źródła zagrożenia, którego często nie można dostrzec gołym okiem, czy zidentyfikować innymi kanałami, sprawia, że większość wysiłków podejmowanych przez zwykłych ludzi w celu ochrony przed zagrożeniem, wykonywana jest „na oślep”, bez możliwości wery-*

*fikacji skuteczności swojego działania. Zachowania te mogą być nieadekwatne, nadmiarowe, podłyktowane raczej pierwotnym lękiem niż racjonalną oceną zagrożenia. Niemożność oceny skuteczności działań zabezpieczających przed zagrożeniem sprawia, że stres jest trudny do opanowania. Utrzymuje się bowiem ciągle poczucie zagrożenia potęgowane niewiedzą o środkach ochrony przed nim [1].* Te wszystkie działania muszą mieć charakter zintegrowanych kroków wynikających z opracowanych, wyuczonych i zweryfikowanych procedur ratowniczych realizowanych na wielu obszarach jednocześnie.

Nie jest to zadanie łatwe z kilku powodów. W szczególności z uwagi na ograniczenia w liczbie wyspecjalizowanych ratowników i wyposażenia, którym dysponują służby, a także rozbieżność w przygotowaniu do prowadzenia działań, jak również z uwagi na konieczność współdziałania odpowiednio różnych podmiotów ratowniczych. Należy pamiętać o tym, iż każda akcja ratownicza jest inna, nie można wszystkiego zaplanować, wyćwiczyć czy przewidzieć, zawsze pozostaje pewien „margines” dla kreatywnego działania ratowników i konieczność podejmowania szybkich decyzji, oceny zagrożeń i realnych możliwości podjęcia działań.

Kluczowym elementem działań ratowniczych jest dotarcie do poszkodowanych i udzielenie im w jak najkrótszym czasie pomocy – w przypadku zagrożenia chemicznego ewakuacja ze strefy zagrożenia, a następnie skuteczne wdrożenie dalszych działań ratujących życie i zdrowie. Równie ważne jest szybkie i bezbłędne rozpoznanie substancji chemicznej, która stwarza zagrożenie. Należy także, na wstępnym etapie prowadzenia działań ratowniczych, zarządzić ewakuację osób i zwierząt z otoczenia, które nie było dotychczas narażone na działanie substancji chemicznej. Ta ostatnia procedura postępowania w przypadku skażenia chemicznego może budzić pewne wątpliwości, ponieważ w praktyce często zwycięża zasada ewakuacji poszkodowanych jedynie ze strefy zagrożenia. Warto zatem zwrócić uwagę na fakt, iż w przypadku zagrożeń chemicznych chodzi również o ograniczenie skutków zagrożenia. Dlatego właśnie zarządzenie ewakuacji ze stref jeszcze nieobjętych zagrożeniem (sąsiadujących ze strefą zagrożenia) wielokrotnie bywa decydujące w ograniczaniu skutków zagrożenia w ogólnym bilansie efektywności działań ratowniczych. Dla próby wypracowania polubownego wspólnego stanowiska warto pokusić się o następującą tezę: kierujący działaniami ratowniczymi, znając możliwości osobowe zgromadzonych służb ratowniczych i podmiotów współpracujących oraz możliwości sprzętowe, oceniając skalę rozprzestrzeniania się zagrożenia oraz znając stan osób poszkodowanych, powinien dążyć do prowadzenia działań ratowniczych tak, aby można było skutecznie prowadzić ewakuację ze strefy zagrożenia osób poszkodo-

wanych i jednocześnie prowadzić ewakuację osób, które potencjalnie mogą zostać objęte zagrożeniem w wyniku rozprzestrzenienia się substancji chemicznej poza strefę bezpośredniego zagrożenia. Umiejętności ratowników i skuteczność współdziałania są bez wątpienia decydujące dla skutecznego przebiegu działań ratowniczych, ale nie byłoby to możliwe bez właściwego sprzętu i specjalistycznego wyposażenia służb ratowniczych. Dlatego tego typu sprzęt powinien zapewniać właściwy poziom ochrony ratowników, dawać możliwość podejmowania działań w warunkach bezpośredniego zagrożenia, być niezawodny w działaniu, ergonomiczny, kompatybilny i gwarantować bezpieczne użytkowanie i spełniać wymagania techniczno-użytkowe. To właśnie te cechy stosowanych wyrobów i sprzętu ratowniczego decydują o życiu i zdrowiu ratowanych oraz ratowników, a w konsekwencji o możliwości i skuteczności prowadzonych działań. Dlatego dla wyrobów szczególnych tj. wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej i wykorzystywanych przez te jednostki do prowadzenia działań ratowniczych niezależnie od wymagań zasadniczych stawiane są dodatkowe wymagania i funkcjonuje system ich dopuszczeń do użytkowania [2]. System oceny zgodności wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego oraz ochronie zdrowia i życia oraz mienia jest niezwykle istotny i niezbędny, by skutecznie prowadzić działania ratownicze.

W przypadku uwolnienia substancji niebezpiecznych i skażenia działania ratownicze w Polsce realizowane są poprzez dekontaminację, jako podstawową metodę niesienia pomocy w tego typu zagrożeniach. W ujęciu systemowym dekontaminację wstępną jest w stanie wykonywać jedynie Państwowa Straż Pożarna (PSP). Problemem jest oczywiście skala zagrożenia. Sytuacja zagrożenia i zaistnienie potrzeby dekontaminacji kilkuset lub więcej osób rodzi oczywiście pytanie dotyczące faktycznych możliwości służb ratowniczych i ich adekwatności do zagrożeń. *W zakresie dekontaminacji, PSP przygotowuje się do działań o charakterze ratowniczym, głównie na wypadek skażeń chemicznych, wprowadzając rozwiązania mające na celu stworzenie na terenie całego kraju możliwości przeprowadzenia siłami Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego w trybie pilnym dekontaminacji wstępnej. (...) Konceptcja, o której mowa, polega na zasadniczym rozdzieleniu tego, co przy dekontaminacji poszkodowanych jest działaniem ratowniczym, od tego, co nim nie jest, w związku z czym w jego realizacji PSP nie powinna odgrywać roli wiodącej. Wzorem państw Europy Zachodniej, gdzie takie rozwiązania już istnieją, planowane jest wprowadzenie dwuetapowej dekontaminacji poszkodowanych, która w pierwszym etapie zwana jest dekontaminacją wstępną i jest realizowana na miejscu zdarzenia, zaś w drugim dekontaminacją ostateczną, która odbywa się w lub przed wyznaczonymi jednostkami ochrony*

*zdrowia (np. w przygotowanych ciągach dekontaminacyjnych zbudowanych na bazie kontenerów lub namiotów). Opierając się na wiedzy i praktyce oraz zaleceniach Unii Europejskiej, która prowadzi w tym zakresie zaawansowane badania (przykładem jest projekt ORCHIDIS mający na celu przyjęcie wspólnych założeń w ramach całej Wspólnoty), przyjęto doktrynę, zgodnie z którą już samo usunięcie odzieży z osoby poszkodowanej, bez przepłukiwania wodą i stosowania dodatkowych środków odkażających, likwiduje od 75 do 85% skażenia [3].*

Nie bez znaczenia przy różnorodnych działaniach pozostaje również kwestia kierowania ruchem poszkodowanych w czasie likwidacji skażeń [4]. Ciągłe prace koncepcyjne i badawcze zmierzające do osiągnięcia optymalnego poziomu działań ratowniczych w zagrożeniach chemicznych mają na celu minimalizację strat rozumianą jako obniżanie strat ludzkich i zdrowotnych.

Ogniwiem niezbędnym w działaniach ratowniczych na etapie segregacji ostatecznej jest przygotowany do tego typu działań personel medyczny, w tym lekarz kierujący działaniami prowadzonymi przez personel medyczny.



**Ryc. 1.** Poszkodowani po dekontaminacji wstępnej badani przez lekarza szpitalnego oddziału ratunkowego (fot. A. Janiczek)

**Fig. 1.** Victims after pre-decontamination examined by a doctor in hospital emergency department (photo A. Janiczek)



**Ryc. 2.** Poszkodowany przemieszczany do zestawu dekontaminacji całkowitej (fot. A. Janiczek)

**Fig. 2.** Victim moved a total decontamination kit (photo A. Janiczek)

W Ustawie z dnia 8 września 2006 roku o Państwowym Ratownictwie Medycznym regulującej organizację systemu w zakresie działań przedszpitalnych i szpitalnych nie uwzględniono obszaru działań personelu medycznego systemu w tym zakresie, co stanowi poważny problem w przypadku wystąpienia tego typu zagrożeń. Jedynie w rozporządzeniu dotyczącym zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego z lutego 2011 r. istnieją zapisy ułatwiające przyjęcie właściwych rozwiązań organizacyjnych na poziomie interwencyjnym i taktycznym. Kolejnym słabym punktem systemu Państwowego Ratownictwa Medycznego jest brak specjalnego wyposażenia sprzętowego personelu pracującego w ramach systemu. Braki te są najbardziej widoczne zarówno w ambulansach podstawowych, jak i specjalistycznych oraz w większości szpitali. Odpowiednio przygotowane do działań ratunkowych w omawianym obszarze powinny być przede wszystkim Szpitalne Oddziały Ratunkowe, które teoretycznie stanowią wysunięte ramię szpitala zdolne do przeprowadzenia segregacji medycznej i wdrożenia procedur diagnostyczno-medycznych mających na celu podtrzymanie i przywrócenie funkcji życiowych. Personel medyczny opiekujący się pacjentem skażonym poddanym dekontaminacji wstępnej i ostatecznej, a wymagającym dalszych zaawansowanych zabiegów ratujących życie, powinien być w pełni świadom zagrożeń, jakie występować mogą w sytuacji potrzeby podjęcia natychmiastowych działań w tym zakresie. Biorąc pod uwagę realia panujące w polskich szpitalach w zakresie przygotowania tych placówek do kontaktu z pacjentem skażonym, należy podjąć wszelkie działania organizacyjne i prawne, które doprowadzą do zdecydowanej poprawy aktualnej sytuacji. Rozwiązaniem jest tu odpowiednie wyposażenie jednostek przedszpitalnych i szpitalnych oraz stworzenie programu szkolenia personelu medycznego i realizacja tego szkolenia dla medyków, którzy do kontaktu z pacjentem skażonym powinni być najlepiej przygotowani. W kontekście prowadzonych rozważań należy przytoczyć niniejszy cytat: *Aby system działał w pełni efektywnie, konieczne jest zachowanie ciągłości procesu dekontaminacji. Oddziały szpitalne w tym personel medyczny, czyli SOR, Ośrodki Toksykologii Klinicznej i inne oddziały zachowawcze stanowią element leczenia stacjonarnego i jako takie nie uczestniczą w bezpośrednich działaniach ratowniczych, niemniej jednak muszą być one logistycznie przygotowane do przyjęcia wstępnie zdekontaminowanych pacjentów, ewentualnie mieć na uwadze konieczność przeprowadzenia etapu drugiego, czyli dekontaminacji ostatecznej. Zgodnie z definicją, dekontaminacja ostateczna to „szereg działań polegających na usunięciu skażenia z powierzchni całego ciała i eksponowanych błon śluzowych poprzez umycie i spłukiwanie osoby skażonej przy wykorzystaniu*

*wody z dodatkiem substancji myjących i dezaktywujących w specjalnie przygotowanych zestawach namiotów/kontenerów dekontaminacyjnych znajdujących się w szpitalnych oddziałach ratunkowych. Ze względu na złożoność samego procesu i konieczną wiedzę medyczną, zadania z zakresu dekontaminacji ostatecznej powinny być realizowane przez wykwalifikowany personel jednostek ochrony zdrowia pod nadzorem lekarza” [3].*

Wracając jednak do polskich realiów, podkreślenia wymaga fakt, że część placówek ochrony zdrowia ze wskazaniem na Szpitalne Oddziały Ratunkowe posiada zaplecze niezbędne do wykonania dekontaminacji, jednak na niewielką skalę. Taka sytuacja wywołuje potrzebę rozbudowy tego zaplecza o zestawy będące w dyspozycji Państwowej Straży Pożarnej. Jednak kluczem do poprawy, co należy ciągle podkreślać, musi być zrozumienie problemu przez administrację rządową i samorządową wszystkich szczebli oraz jeszcze większe zrozumienie potrzeby zmian ze strony personelu medycznego. Wydaje się, iż równie ważne jest postrzeganie tego zagadnienia kompleksowo tj. konieczność właściwego przygotowania i wyposażenia służb oraz podmiotów współdziałających. Przykład dekontaminacji pokazuje, iż w procesie biorą udział różne służby i podmioty, dlatego niezwykle istotne jest ich odpowiednie przygotowanie w celu właściwego reagowania w przypadku zagrożenia. Przy czym kompleksowość w postrzeganiu reagowania polega na tworzeniu skutecznego łańcucha powiązań i uzupełnień, a nie wzmacnianiu tylko niektórych ogniw.

Jak już wcześniej wielokrotnie wspomniano, jednym z ważniejszych zagadnień podczas prowadzenia działań ratowniczych jest bezpieczeństwo ratowników. Czy coś co z definicji jest niebezpieczne (praca ratowników) może być bezpieczne? – to dość powszechne pytanie w rozważaniach na temat ratownictwa. Na pewno nie da się wyeliminować ryzyka, z jakim wiąże się praca ratowników, ale bez wątpienia poprzez podejmowanie określonych działań oraz stosowanie określonych środków możliwe jest znaczące ograniczenie tego ryzyka. Zdarzenia tzw. *chemiczne to akcje, w których może wystąpić znaczna liczba poszkodowanych w trudnym do wytyczenia obszarze. Prawdopodobnie głównymi problemami będą zatrucia wziewne lub oparzenia górnych dróg oddechowych mogące skutkować stanem nieprzytomności poszkodowanych. Działania ratownicze w tego typu zdarzeniach są skomplikowane, a mogą też być jeszcze znacznie utrudnione ze względu na możliwość szybkiego rozprzestrzeniania się niebezpiecznego medium, jeśli będzie nim gaz lub aerozol. Efektem tego będzie niewątpliwym problem w określeniu strefy zagrożenia przy braku możliwości ograniczenia zagrożenia do przestrzeni zamkniętej. Obserwacje i analizy ćwiczeń oraz zdarzeń rzeczywistych wykazały, że w przypadku dużej liczby*

*poszkodowanych z powodu oddziaływania substancji chemicznych (Moskwa 2002 r. 130 ofiar śmiertelnych, Tokio 1995 r. 12 ofiar śmiertelnych, 3 tys. rannych) wielkie znaczenie ma sprawna i właściwa pod względem jakościowym przyjęta technika ewakuacji poszkodowanych ze strefy zagrożenia. Można postawić nietrudną do udowodnienia tezę, że nie tylko szybkość, ale i jakość zastosowanych technik ewakuacji, a także właściwe postępowanie medyczne jeszcze w strefie zagrożenia może mieć decydujące znaczenie dla stanu poszkodowanych w zdarzeniach chemicznych spowodowanych katastrofą naturalną czy awarią techniczną (w tym działalnością terrorystyczną). Podkreślić także należy fakt, że zawsze priorytetowe działania strażaków przybywających na miejsce zdarzenia skupiają się przede wszystkim wokół ratowania i ewakuacji ludzi ze strefy zagrożenia, a dopiero w następnej kolejności podejmowane są działania związane z zatrzymaniem emisji czy neutralizacją substancji i odkażaniem sprzętu [5].*

Segregację medyczną poszkodowanych w wyniku wystąpienia nagłych zdarzeń, których konsekwencją jest wystąpienie stanu nagłego zagrożenia zdrowotnego, należy rozumieć jako podjęcie decyzji o priorytetach leczniczo-transportowych. Segregacja medyczna powinna być wykonywana przez każdego ratownika, segregacja pierwotna należy do katalogu prawnie określonych zadań strażaka ratownika, który zdobył niezbędną wiedzę merytoryczną w ramach kursów kwalifikowanej pierwszej pomocy. Reguluje to *Ustawa z dnia 8 września 2006 roku o Państwowym Ratownictwie Medycznym*. W zdarzeniach z zagrożeniami o charakterze chemicznym, z uwagi na konieczność działania ratowników z użyciem środków ochrony dróg oddechowych i środków ochrony indywidualnej ciała, w strefie zagrożenia problem określenia priorytetów leczniczo-transportowych staje się szczególnie trudny. Ograniczona przez parametry techniczne ubiorów możliwość oceny stanu poszkodowanego, utrudnienia w komunikacji i badaniu, stres wynikający z działania w strefie zagrożenia, trudności techniczne w przemieszczaniu poszkodowanych niezdolnych do poruszania się o własnych siłach są dla ratowników dużym wyzwaniem. Przyjąć jednak należy, że ocena podstawowych funkcji życiowych poszkodowanego jest możliwa nawet w strefie zagrożenia, czyli spełnione zostają podstawowe przesłanki do nadania priorytetu. W tym miejscu należy stwierdzić, że z uwagi na konieczność natychmiastowej ewakuacji ze strefy zagrożenia chemicznego, które stanowi bezpośrednie zagrożenie życia – wszystkie osoby znajdujące się w strefie należą do grupy „czerwonej” – osób wymagających natychmiastowych, ratujących życie, działań ratowniczych. I oto pojawia się problem kolejności udzielania pomocy w danej grupie segregacyjnej. O ile w stanach pourazowych często można określić pierwszeństwo udzie-

lania pomocy w oparciu o kryteria medyczne, o tyle w przypadku konieczności ewakuacji osób ze strefy zagrożenia oddziaływaniem substancji chemicznej (np. w postaci gazu lub aerozolu) takich kryteriów nie można zastosować – stan zdrowia różnych poszkodowanych może być bardzo podobny. Różnice pomiędzy nimi mogą dotyczyć czasu dotarcia ratowników, zdolności do samodzielnego przemieszczania, ew. konieczności wykonania dostępu. Analiza ćwiczeń i zdarzeń rzeczywistych prowadzi do wniosku, że jednym z czynników decydujących o kolejności udzielania pomocy w strefie zagrożenia oddziaływaniem szkodliwej substancji chemicznej jest czas dotarcia ratowników do osoby poszkodowanej – czyli niezwłoczna ewakuacja pierwszych osób, do których dotarli ratownicy. Wdrażane niekiedy założenie, że priorytetem jest rozpoznanie całej strefy zagrożenia, a potem dopiero udzielanie pomocy – czyli głównie ewakuacja – wzorowane na zasadach segregacji pierwotnej poza strefą zagrożenia, jest w przypadku zagrożeń chemicznych niewłaściwe i nie powinno być przyjmowane. Procedury kwalifikowanej pierwszej pomocy przyjęte w KSRG rekomendują, w przypadku zagrożeń o charakterze chemicznym, niezwłoczną izolację dróg oddechowych poszkodowanego od atmosfery otaczającej. Zasada ta w pewnym stopniu koresponduje z technikami ochrony dróg oddechowych rekomendowanymi między innymi przez dostawców ochronnych „zestawów ucieczkowych”. Jest to działanie logiczne, gdyż przerwanie ekspozycji poszkodowanego na toksyczne składniki mieszaniny oddechowej zwiększa jego szanse przeżycia i uniknięcia kalectwa. W standardowych zestawach do udzielania kwalifikowanej pierwszej pomocy pozostających w dyspozycji PSP, zarówno samorozprężalne worki oddechowe, jak i respiratory transportowe, stwarzają możliwość całkowitej izolacji dróg oddechowych osoby poszkodowanej od atmosfery zewnętrznej, zapewniając możliwość samodzielnej wentylacji poszkodowanego 100-procentowym tlenem. Dostępne również zestawy do tlenoterapii biernej, przy wykorzystaniu maksymalnego (dostępnego w standardowej konfiguracji reduktora) przepływu tlenu 25 l/min, stwarzają szansę na znaczne zmniejszenie zawartości szkodliwych substancji chemicznych w mieszaninie oddechowej poszkodowanego. Wspomnieć należy, że z uwagi na fizjologiczne uwarunkowania czasu wdechu i wydechu (stosunek 1:2) jeden zestaw do tlenoterapii można zastosować u dwóch poszkodowanych jednocześnie. Wymaga to jednak właściwego wyszkolenia ratowników oraz znakomitej organizacji działań, w tym zdyscyplinowania poszkodowanych. Powyższe rozważania odnoszą się do poszkodowanych, którzy z różnych przyczyn (obrażenia układu ruchu, brak dostępu) nie są w stanie samodzielnie się poruszać lub są ewakuowani pod bezpośrednią opieką ratowników. Pozo-

stali poszkodowani poruszający się o własnych siłach mogą nierzadko samodzielnie opuścić strefę zagrożenia – pod warunkiem wskazania im najbezpieczniejszej drogi ewakuacji – dla tego celu nieocznione są, będące na wyposażeniu PSP, mierniki stężenia substancji szkodliwych i tlenu w atmosferze otaczającej – zwłaszcza że szereg substancji szkodliwych nie ma zapachu lub, w zależności od stężeń, ich zapach jest przez ludzi niewyczuwalny. Techniki przemieszczania poszkodowanych z wykorzystaniem chwytów ratowniczych i różnego rodzaju noszy są przedmiotem opracowań specjalistycznych, wszyscy powinni jednak pamiętać, że skuteczność działań ratowniczych zależy nie tylko od dostępności sprzętu, ale również od umiejętności jego wykorzystywania, zwłaszcza w trudnych warunkach. Jedyną metodą osiągnięcia odpowiedniego poziomu wyszkolenia jest prowadzenie regularnych ćwiczeń i szkoleń w warunkach maksymalnie zbliżonych do rzeczywistej scenarii zdarzenia z zagrożeniem chemicznym. Perfekcyjne wyszkolenie musi obowiązywać nie tylko ratowników działających w strefie zagrożenia, ale również dowódców. Całkowicie odrębnym zagadnieniem jest odpowiednie szkolenie i przygotowanie personelu w zakładach o dużym oraz zwiększonym ryzyku, a także wdrożenie procedur postępowania, tworzenie oraz aktualizowanie planów i zasad w przypadku zagrożeń. Niezwykle trudne warunki działania ratowników w strefie zagrożenia nakładają na dowódców, odpowiedzialnych za bezpieczeństwo na terenie akcji, szczególne obowiązki w zakresie nadzoru nad sposobem realizacji zaleceń dotyczących bezpieczeństwa, w tym stanem psychofizycznym ratowników. Praca w ubraniu gazoszczelnym, w stresie, związana wielokrotnie z dużym wysiłkiem fizycznym, nierzadko w wysokiej temperaturze otoczenia to czynniki predysponujące do zaburzeń postrzegania, odwodnienia czy udaru cieplnego. Niestety nie zawsze ratownicy i dowódca są świadomi tych zagrożeń, gdzie rzeczywistym priorytetem jest szybkość działania, a nie bezpieczeństwo. W wielu przedsiębiorstwach funkcjonują zakładowe komórki ratownicze, często nowoczesnie wyposażone, dobrze wyszkolone i co najważniejsze, składające się z ludzi znających proces technologiczny, miejscowe warunki i zagrożenia. Dlatego konieczna jest właściwa współpraca pomiędzy ratownikami, a innymi podmiotami, w tym specjalistami i ekspertami, posiadającymi w danej sytuacji wiedzę o procesie technologicznym, lokalizacji substancji, ich rodzaju, zaistniałych i mogących zaistnieć zagrożeniach itd. Oczywiście prawdopodobnie bez wcześniejszych „przygotowań” takich, jak np. szkolenia, tworzenie planów, wspólne ćwiczenia i ustalenia, taka współpraca nie będzie efektywna. Dlatego warto w trakcie analizy zagrożeń, tworzenia planów ratowniczych i ustaleń zadbać o weryfikację zgodności przyjętych zasad i procedur oraz wyposażenia dla optymalnego

wykorzystania dostępnych zasobów miejscowych. Niestety zakładowe komórki ratownicze, o ile nie są jednostkami KSRG, nie mają obowiązku realizacji procedur z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy, ani posiadania standardowego sprzętu do tych działań – może to mieć niekorzystny wpływ na skuteczność ratowania poszkodowanych.

Ewakuacja osoby poszkodowanej ze strefy zagrożenia szkodliwą substancją chemiczną nie zawsze przerywa ekspozycję poszkodowanego na zagrożenie. W wielu przypadkach substancja szkodliwa – zwłaszcza w postaci cieczy, pozostaje na powierzchni skóry lub ubrania, nadal stwarzając ryzyko niekorzystnego oddziaływania: na powierzchnię skóry i błon śluzowych, na organy i narządy wewnętrzne – w przypadku substancji wchłaniających się przez skórę i błony śluzowe lub przez układ oddechowy. Zachodzi wtedy konieczność niezwłocznego przerwania ekspozycji poprzez przeprowadzenie dekontaminacji wstępnej osób poszkodowanych.

Dekontaminacja wstępna, zgodnie z wiedzą medyczną i dobrą praktyką ratowniczą, ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa poszkodowanych w wyniku skażenia, realizowana powinna być w trybie pilnym na miejscu zdarzenia, a polega ona na zmyciu, przetarciu odsłoniętych części ciała przy użyciu rękawic, ręczników lub gąbek nasączonych roztworem myjącym, dezaktywującym lub wodą oraz usunięciu odzieży i przebraniu poszkodowanych w odpowiednio skonfigurowany ubiór zastępczy zapewniający komfort oczekiwania na dekontaminację ostateczną. W wielu przypadkach dekontaminacja wstępna wymaga zapewnienia intymności i komfortu rozbierania oddzielnie dla mężczyzn i kobiet wraz z dziećmi, stąd istnieje konieczność przygotowania odpowiednich warunków działania, np. namiotów służących jako przebieralnie. W przypadku niemożliwego do wykluczenia zdarzenia o charakterze terrorystycznym z zastosowaniem bojowych środków trujących dekontaminacja wstępna powinna opierać się na wykorzystaniu specjalnych substancji dezaktywujących, dostępnych praktycznie jedynie w zasobach wojskowych. Kwalifikacja miejsc narażonych na uwolnienie bojowych środków trujących oraz ocena ryzyka takich zdarzeń to podstawowe przesłanki, by wyposażyc wyznaczone podmioty przewidziane do realizacji zadań z zakresu dekontaminacji wstępnej w odpowiednie zestawy dezaktywujące. Sprawa jest szczególnie ważna ze względu na to, że w takich przypadkach użycie wody nie jest zalecane. Z uwagi na szybkość wchłaniania się tych substancji dekontaminacyjne działania ratownicze powinny być podjęte niezwłocznie. Przerwanie lub znaczne ograniczenie ekspozycji na chemiczną substancję szkodliwą w procesie dekontaminacji wstępnej nie likwiduje zagrożenia całkowicie. Jakkolwiek w wyniku prowadzonych poprawnie działań ratowniczych – po dekontaminacji wstępnej można oczekiwać usunię-

cia do 90% skażeń, to jednak dla całkowitej likwidacji zagrożenia konieczne jest przeprowadzenie dekontaminacji ostatecznej.



**Ryc. 3.** Poszkodowany leżący przygotowywany do dekontaminacji całkowitej przez personel ochrony zdrowia (fot. A. Janiczek)

**Fig. 3.** The victim lying and prepared for total decontamination by health care personnel (photo A. Janiczek)



**Ryc. 4.** Poszkodowany chodzący przed wejściem do kabiny dekontaminacyjnej (fot. A. Janiczek)

**Fig. 4.** The victim walking in front of the entrance to the decontamination cabin (Photo by A. Janiczek)



**Ryc. 5.** Poszkodowany chodzący po dekontaminacji całkowitej, w ubiorze zastępczym, pod opieką personelu medycznego (fot. A. Janiczek)

**Fig. 5.** The victim walking after the total decontamination in the second clothing, under the care of medical staff (photo A. Janiczek)

Do wykonania tego zadania niezbędne jest specjalne wyposażenie – namiotowe lub kontenerowe zestawy dekontaminacyjne, zaopatrzenie: woda, detergenty, energia elektryczna, personel wyszkolony w obsłudze urządzeń oraz personel ochrony zdrowia odpowiednio wyposażony i przeszkolony do prowadzenia dekontaminacji ostatecznej. Przygotowanie zestawów do dekontaminacji ostatecznej, ich umiejscowienie, obsługa, utrzymanie w gotowości i finansowanie ich działalności to problemy dotychczas w naszym kraju kompleksowo nierozwiązane. Przykładem mogą być mistrzostwa EURO 2012, które stały się bodźcem do stworzenia przez MSW zespołu mającego przygotować koncepcję i rekomendację w zakresie postępowania w zagrożeniach CBRN. Powstały szczegółowe ustalenia zespołu:

1. Dekontaminacja ostateczna nie jest działaniem ratowniczym i jako taka nie musi być realizowana w trybie natychmiastowym.
2. Przygotowanie do działania zestawu do dekontaminacji ostatecznej musi trwać kilkadziesiąt minut i wymaga zaangażowania kilkunastu osób.
3. Poszkodowane osoby po przeprowadzeniu w sposób właściwy dekontaminacji wstępnej nie stanowią zagrożenia dla personelu medycznego stosującego lekkie ubiory ochronne.
4. Osoby po dekontaminacji wstępnej, po urazach lub w złym stanie zdrowia z innych przyczyn, zaopatrzone przez ratowników działających na poziomie kwalifikowanej pierwszej pomocy mogą wymagać realizacji medycznych czynności ratunkowych przez personel zespołów ratownictwa medycznego.
5. Próby organizacji dekontaminacji ostatecznej w okolicy miejsca zdarzenia wymagają:
  - a) organizacji i realizacji transportu zestawu do miejsca zdarzenia – minimum kilkadziesiąt minut – do kilku godzin,
  - b) przygotowania zestawu do działania – minimum kilkadziesiąt minut,
  - c) zabezpieczenia personelu medycznego do przeprowadzenia dekontaminacji – nie zawsze możliwe (udział personelu zespołów ratownictwa medycznego w procesie dekontaminacji ostatecznej jest niezasadny, gdyż nie są to działania ratownicze i jako takie nie wchodzą w zakres obowiązków ZRM – mogłoby to spowodować niezasadne obniżenie poziomu gotowości operacyjnej systemu PRM),
  - d) zabezpieczenia zaopatrzenia wodnego – w wielu miejscach zdarzenia może to być poważny problem logistyczny rozwiązywany przez jednostki KSRG bardzo dużym nakładem sił i środków,
  - e) zabezpieczenia ładu i porządku,
  - f) zabezpieczenia sanitarnego i socjalnego.

Próby organizacji dekontaminacji ostatecznej niejednokrotnie dowiodły, że ma to sens jedynie w miejscach przewidywanych zdarzeń z zagrożeniami o charakterze chemicznym, np. na lotniskach. Wobec skuteczności właściwie przeprowadzonej dekontaminacji wstępnej oraz nieproporcjonalnych do ewentualnych korzyści trudności w organizacji dekontaminacji ostatecznej na miejscu zdarzenia jedynym racjonalnym rozwiązaniem wydaje się organizacja dekontaminacji ostatecznej dla skażeń o charakterze chemicznym dużej liczby osób poszkodowanych przed wyznaczonym Szpitalnym Oddziałem Ratunkowym. Takie rozwiązanie jest zgodne z prawnym wymogiem dla Szpitalnego Oddziału Ratunkowego w zakresie organizacji dekontaminacji i pozwala na optymalne wykorzystanie kwalifikacji personelu medycznego. Przygotowanie mobilnego zestawu do dekontaminacji ostatecznej przekracza aktualne możliwości personelu szpitala – w tym zakresie należy wypracować formułę współpracy z jednostkami Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego. Przeprowadzone w różnych miejscach kraju ćwiczenia wykazały, że strażacy są w stanie przygotować przed szpitalem zestaw do dekontaminacji ostatecznej w ciągu kilkudziesięciu minut – stworzenie możliwości zasilania zestawu w wodę i energię elektryczną z instalacji szpitala może ten czas skrócić o kilkanaście minut. Po przeprowadzeniu przez personel szpitala działający w lekkich ubiorach ochronnych dekontaminacji ostatecznej zgodnie z zasadami medycznego mycia chorych i z zachowaniem intymności działań poszkodowani w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego są kierowani do SOR, a poszkodowani bez wskazań do hospitalizacji pod opiekę osób wyznaczonych przez wojewodę i struktury zarządzania kryzysowego do realizacji zabezpieczenia socjalnego.

Modelowe rozwiązanie problemu dekontaminacji w zdarzeniach z zagrożeniami o charakterze chemicznym opierać się więc powinno na następujących zasadach:

1. Przybycie do miejsca zdarzenia – podmioty KSRG.
2. Identyfikacja zagrożenia i wyznaczenie strefy zagrożenia – podmioty KSRG.
3. Dotarcie do poszkodowanych, ew. wykonanie dostępu – podmioty KSRG.
4. Udzielenie kwalifikowanej pierwszej pomocy, w tym ewakuacja ze strefy zagrożenia – podmioty KSRG.
5. Dekontaminacja wstępna poszkodowanych – podmioty KSRG.
6. Wspomaganie medyczne podmiotów KSRG i medyczne czynności ratunkowe wobec osób po dekontaminacji wstępnej – zespoły ratownictwa medycznego z wykorzystaniem ubiorów ochronnych.

7. Transport poszkodowanych do wyznaczonego szpitala (ZRM) dla poszkodowanych tego wymagających, pozostali – środkami transportu zabezpieczonymi przez struktury zarządzania kryzysowego lub będącymi w dyspozycji KSRG.
8. Przygotowanie zestawu do dekontaminacji ostatecznej przed szpitalem – PSP, przy wsparciu przez personel szpitala.
9. Prowadzenie dekontaminacji ostatecznej – personel szpitala z wykorzystaniem ubiorów ochronnych.
10. Zabezpieczenie sanitarne działań i opieka nad poszkodowanymi bez wskazań do hospitalizacji – struktury zarządzania kryzysowego.

Realizacja kompleksowego zabezpieczenia poszkodowanych w zdarzeniach z zagrożeniami chemicznymi wymaga wdrożenia spójnej doktryny oraz stosownych rekomendacji, wprowadzenia standardów postępowania oraz wyposażenia na wszystkich poziomach kompetencji i organizacji, wypracowania i doskonalenia procedur działania, doskonalenia zawodowego personelu i systemowych ćwiczeń.

## Podsumowanie

- Prowadzenie działań ratowniczych na wypadek zagrożeń chemicznych jest coraz częstsze i wymaga właściwych nakładów na organizację, przygotowanie i wyposażenie służb ratowniczych. Niemniej ważne są formalne i praktyczne możliwości współpracy służb ratowniczych i innych podmiotów.
- Konieczne jest systematyczne analizowanie zagrożeń i adekwatne przygotowanie do działań na wypadek zagrożeń chemicznych.
- Uregulowania prawne wymagają stałego „doskonalenia” w celu poprawy możliwości efektywnego prowadzenia działań ratowniczych i eliminowania wskazanych w artykule problemów.

## Wnioski

Działania ratownicze prowadzone na miejscu zdarzenia, którym towarzyszy zagrożenie chemiczne, stanowią zagrożenie zarówno dla osób poszkodowanych, jak i ratowników. Doskonalenie procedur działań ratowniczych z uwzględnieniem dekontaminacji stanowi element bezwzględny do podniesienia poziomu skuteczności i bezpieczeństwa prowadzonych działań ratowniczych. Przedstawione w niniejszej pracy rozważania powinny stanowić zachętę dla decydentów do uregulowania omawianego obszaru w przepisach prawa, który stanowiłyby o obowiązku zaangażowania wszystkich podmiotów i służb ratowniczych w proces szkoleń, ćwiczeń, wyposażania w niezbędny sprzęt ratowniczy. Powyższa analiza pozwala wysnuć wniosek, że to właśnie jasne uregulowania prawne są w stanie skutkować większym zaangażowaniem wszystkich niezbędnych w tego

typu działaniach ratowniczych podmiotów i służb ratowniczych. Praca ta powinna stanowić poprzez zawarte w jej treści diagnozy, przemyślenia i propozycje, zachętę do dalszych rozważań naukowych i merytorycznej dyskusji.

## Literatura

1. Konieczny J., Wawrzynowicz H., Romańczukiewicz J., *Katastrofa chemiczna – niewidzialne zagrożenie*, Inowrocław – Poznań – Warszawa 2008.
2. Zboina J., *Istotne zmiany w systemie oceny zgodności wyrobów*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, 3-4, 2007, 1-2, 2008.
3. Langner M., *Koncepcja prowadzenia dekontaminacji uszkodzonych przez jednostki ratowniczo-gaśnicze Państwowej Straży Pożarnej*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, 1, 2011.
4. Maciejewski P., Pich R., Wrzesiński J. A., *Organizacja ruchu uszkodzonych w czasie likwidacji skażeń (dekontaminacji)*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, 3, 2011.
5. Krasowski T., *Techniki ewakuacji uszkodzonych nieprzytomnych w zdarzeniach chemicznych*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, 2, 2010.
6. Maciejewski P., Pich R., Wrzesiński J., *Specjalistyczne grupy ratownictwa chemiczno-ekologicznego Państwowej Straży Pożarnej – zadania i wyposażenie. Cz. 1.*, „Zeszyty Naukowe WSOWL”, 1, 2010.
7. Polska Norma: Środki i urządzenia do likwidacji skażeń – Terminologia PN-V-01009:1999.
8. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16 października 2006 r. w sprawie systemów wykrywania skażeń i właściwości organów w tych sprawach.*
9. *Ustawa z dnia 8 września 2006 roku o Państwowym Ratownictwie Medycznym.*

**st. sekc. dr Tomasz Węsierski**, adiunkt w zakładzie Ratownictwa Chemicznego i Ekologicznego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W służbie PSP od 2008 r. W latach 2010-2011 z-ca dyrektora ds. naukowo-badawczych CNBOP-PIB.

**dr Robert Gałązkowski**, adiunkt w Zakładzie Ratownictwa Medycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

**mł. bryg. mgr inż. Jacek Zboina**, absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (SGSP) w zakresie Inżynierii Bezpieczeństwa (studia inżynierskie ukończone w 1999 rok, magisterskie w 2001 rok) – funkcjonariusz, oficer Państwowej Straży Pożarnej. Ukończone studia podyplomowe Menedżer Innowacji w Szkole Głównej Handlowej (SGH) 2011 roku. Aktualnie Z-ca Dyrektora CNBOP PIB ds. certyfikacji i dopuszczeń.



dr inż. **Zbigniew CIEKANOWSKI**<sup>1</sup>

## MOTYWACJA A SYSTEM OCEN OKRESOWYCH

### Motivation and system of periodic assessment

#### Streszczenie

Niniejsze opracowanie przedstawia istotę i znaczenie motywacji oraz system ocen okresowych w działalności organizacji, obejmuje przede wszystkim charakterystykę wybranych metod oraz wpływ tych czynników na skuteczność, jakość i wyniki osiągane przez ich zastosowanie. W działalności człowieka ogromne znaczenie odgrywają czynniki uczuciowe, poznawcze, decyzyjne oraz silnie powiązane z nimi czynniki motywacyjne. Problematyka motywacji jest bardzo złożona i ściśle związana ze stanem ciągłego pobudzenia pracowników, a także ich przełożonych. Połączona jest ona ze sposobami działania, precyzyjnością, wytrwałością i umiejętnością przyswajania wiedzy, stylem kierowania oraz sposobami komunikacji interpersonalnej. Poziom zmotywowania ma wpływ na ostateczny efekt w postaci osiągnięcia założonego celu, w każdej firmie powinien istnieć system motywacji najlepiej dopasowany pod względem specyfiki danego przedsiębiorstwa. Tradycyjne systemy w krajowych firmach oparte były głównie na płacy, która jest mocno motywująca, o ile istnieje związek pomiędzy wysiłkiem i efektami a wysokością płacy. Dlatego w organizacjach wprowadzono system okresowych ocen pracowników, który spełnia swoje zadanie jako jeden z motywatorów. Należy podkreślić, że okresowa ocena osiągnięć pracowników jest postrzegana w praktyce jako istotny element zarządzania zasobami ludzkimi, a jej kształt, jak również sposoby wykorzystywania wyników, w dużej mierze zależą od strategii zarządzania, kultury i tradycji obowiązującej w organizacji. System ocen okresowych to narzędzie w rękach przełożonych, które dzięki swej specyfice i celom, pozwala na uzyskanie wielu cennych dla organizacji informacji z zakresu controllingu personalnego, niezbędnych dla efektywnej realizacji procesu motywowania.

#### Summary

This paper presents the essence and importance of motivation and system of periodic assessment of the organization, is primarily the characteristics of the selected methods and the impact of these factors on the effectiveness, quality and performance of their applications. The human activities play a very important emotional factors, cognitive, decision-making and strongly related motivational factors. The issue of motivation is very complex and closely linked with the state of continuous arousal employees and their superiors. It is connected with the methods of operation, accuracy, perseverance and the ability to acquire knowledge, management style and methods of interpersonal communication. The level of motivation has an effect on the final result as the objectives pursued, in any company should be a motivation system best suited in terms of company characteristics. Traditional national companies were based mainly on wages, which is highly motivating if there is a connection between effort and outcomes and the level of wages. Therefore, the organization introduced a system of periodic evaluations of staff that does the job as one of the motivators. It should be noted that the periodic evaluation of staff performance in practice is seen as an important element of human resource management, and its shape, as well as how to use the results to a large extent depend on the strategy management culture and traditions existing in the organization. System of periodic assessment is a tool in the hands of their superiors, because of its specificity and objectives, allows for a lot of valuable information for organizations in the field of controlling personnel necessary for the effective implementation of the process of motivating.

**Słowa kluczowe:** motywacja, ocena okresowa, zarządzanie zasobami ludzkimi;

**Keywords:** motivation, periodic assessment, human resources management;

#### Wprowadzenie

Osiąganie istotnych rezultatów pracy i działalności zależy w dużej mierze od motywacji działania.

Motywowanie wraz z planowaniem, organizowaniem i kontrolowaniem są podstawowymi funkcjami zarządzania. Dlatego też, przed przystąpi-

niem do charakterystyki motywatorów pracy, ważne jest poznanie definicji i istoty motywacji.

W literaturze przedmiotu funkcjonuje wiele definicji motywacji. Jedna z nich charakteryzuje motywację jako ogół motywów, które wpływają na decyzję człowieka o zachowaniu: podjęciu zachowania, jego podtrzymaniu lub kierunku [1]. Inna mówi, iż motywacja to dokładanie wszelkich starań, aby wywoływać, kierunkować i podtrzymywać zachowa-

<sup>1</sup> Adiunkt Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie.

nia ludzi dla osiągnięcia zamierzonych celów [2] lub wewnętrzny stan (potrzeba), który aktywuje ludzkie zachowania i nadaje im kierunek [3].

Motywacja rozumiana jest także zarówno jako pewien stan psychiczny, jak i cecha osobowości. W pierwszym znaczeniu motywację utożsamia się ze stanem wewnętrznego napięcia, które wywołuje zachowania zmierzające do jego redukcji. W drugim motywacja to pewna względnie stała właściwość, która nadaje jednostkowym zachowaniom cechę względnie stałego ukierunkowania i wyrazistości [4].

Motywowanie przedstawiane bywa również jako proces oddziaływania przez rozmaite formy i środki na pracowników tak, aby ich zachowania były zgodne z wolą kierującego, aby zmierzały do zrealizowania postawionych przed nimi zadań [5].

W teorii kierowania zespołami ludzkimi formuluje się tezę, że przydatność zawodowa pracownika, mierzona tym, co wnosi on w rozwój organizacji, jest funkcją jego kwalifikacji i motywacji. Wielu stawia sobie pytanie, co właściwie motywuje pracowników do działania, jakie czynniki wpływają na motywację ludzi i wreszcie, czym jest motywacja pracowników.

## 1. Istota motywacji

Motywacja to ogół motywów, a motyw to przyczyna, dla której człowiek zachowuje się w określony sposób. Motywacja pracownika to chęć dołożenia wszelkich starań dla osiągnięcia zamierzonych celów lub inaczej – motywacja to siła, która wywołuje, kierkuje i podtrzymuje zachowania ludzi [2].

Niejednokrotnie motywacja rozumiana jest jako zespół czynników uruchamiających celowe działanie, jako proces pośredniczący lub wewnętrzny stan organizmu, pobudzający lub dający napęd do działania. Takie rozumienie pozwala sądzić, że ludzie, którzy mają motywację, wkładają większy wysiłek w osiąganie czegoś, niż ci, którym jej brakuje. Zatem można stwierdzić, że motywacja jest to chęć zrobienia czegoś [6].

Motywacja związana jest z postawą pracownika. Pracownik, który ma silną motywację, w swoim działaniu będzie się kierował również określonym systemem wartości i tym, co chciałby osiągnąć – zdefiniuje cel, do którego zamierza dążyć. A więc proces motywacji rozpoczyna się z chwilą uświadomienia sobie poczucia niespełnienia. Motywację można pobudzać poprzez tworzenie warunków umożliwiających urzeczywistnienie celów pracownika lub zagrażając temu, co człowiek osiągnął.

Wyróżniamy dwa rodzaje motywacji [7]:

- motywację negatywną – opiera się na obawie (lęku), która pobudza do pracy przez stwarzanie poczucia zagrożenia takiego, jak np. groźba utraty części zarobków w razie gorszego wykonania zadań, zagrożenie naganą, obniżeniem uznania,

przesunięciem do pracy mniej płatnej czy o mniejszym prestiżu;

- motywacja pozytywna natomiast polega na stwarzaniu pracownikowi perspektyw coraz lepszego urzeczywistnienia jego celów w miarę spełniania oczekiwań pracodawcy, jak np. osiągnięcie wyższych zarobków, stanowiska, większej samodzielności, wyjazd do pracy za granicę itp.

Celem oddziaływania motywacyjnego jest nie tylko zachęcanie pracowników do podejmowania właściwych zachowań oraz unikania zachowań niekorzystnych dla organizacji, ale i wyzwalanie twórczego potencjału pracowników. Celu tego nie da się osiągnąć, oddziałując na ludzi za pomocą poleceń, limitów. Oddziaływanie poprzez stwarzanie zagrożenia (kary, groźba zwolnienia) lub poprzez proste bodźce ekonomiczne (np. jednokwotowa podwyżka stawek płac) na pewno będzie nieskuteczne.

Istotą systemu motywacyjnego jest inspirowanie pracowników do osiągnięć w przeciwieństwie do tradycyjnie pojmowanego motywowania, jako pobudzania pracowników do efektywnego wykonywania zadań [8]. A motywowanie jest procesem świadomego i celowego oddziaływania na motywy postępowania ludzi, przez stwarzanie odpowiednich środków oraz możliwości realizacji ich systemów i oczekiwań dla osiągnięcia celów motywacyjnych.

## 2. Instrumenty kształtujące motywację

Menadżerowie dysponują licznymi środkami wpływania na zaangażowanie pracownika, czyli pobudzania i utrwalania indywidualnych motywacji. Ogólnie można je podzielić na trzy grupy [9]:

- środki przymusu;
- środki zachęty;
- środki perswazji.

Motywację kształtuje wiele czynników, które rozdzielono na czynniki zewnętrzne i wewnętrzne.

Czynniki zewnętrzne takie, jak np. podwyżka płac, czy awans, poczucie bezpieczeństwa, mogą wywierać natychmiastowy wpływ na zachowanie pracownika, jednak nie muszą być długotrwałe. Natomiast czynniki wewnętrzne, np. zwiększona samodzielność, możliwość rozwoju, uznanie, są bardziej długotrwałe.

Czynnikom pobudzającym i utrwalającym motywację w toku pracy odpowiadają różnorodne instrumenty motywacyjne. Instrumenty te możemy podzielić na trzy grupy. Są to [10]:

- wynagrodzenia (np. premie, nagrody, zasady podwyżek, udział w zysku);
- benefisy (np. dodatkowe świadczenia medyczne, ubezpieczenia, samochody służbowe);
- motywatory pozafinansowe (np. treść pracy, system kierowania karierą, oceny okresowe, system

komunikacji wewnętrznej, styl kierowania, pochwały i krytyka).

Celowo stworzony w formie układ, będący kompozycją różnych instrumentów, tworzy właśnie system motywacyjny. Tworząc system motywacyjny, nie można pominąć charakterystycznego dla pracy oddziaływania – wtedy, gdy stwarza ona pracownikowi możliwość osobistych osiągnięć, zdobycia uznania i prestiżu, gdy dostarcza się mu możliwość rozwoju.

### 3. Motywacja jako element funkcji personalnej

Funkcja personalna obejmuje całokształt spraw dotyczących ludzi w organizacji np. ich pozyskiwania, gospodarowania nimi, ich rozwoju zawodowego [11]. W ramach funkcji personalnej występują czynności o charakterze wykonawczym i regulacyjnym. Czynności regulacyjne określa się mianem zarządzania personelem lub kadrami.

Ludzie są cennym kapitałem organizacji i spełniają istotną rolę w procesie funkcjonowania organizacji. Ich rola we współczesnej organizacji jest ogromna. Ludzie, wchodząc do organizacji, wnoszą do niej swoje zdolności, umiejętności, sprawności i możliwości rozwoju. Sukcesy organizacji zależą od konstruktywnego wykorzystania kwalifikacji, umiejętności i motywacji ludzi do lepszej pracy, zmian i postępu.

Posiadanie przez pracowników odpowiednich kompetencji, czyli: wiedzy, umiejętności, motywacji, jest rękojmą osiągania dobrych efektów w różnych zmiennych sytuacjach. Należy podkreślić, że kompetencje pracowników są najcenniejszym kapitałem organizacji, a zadaniem procesów personalnych jest nie tylko pozyskiwanie, ocena i planowanie rozwoju pracowników, ale przede wszystkim dostosowanie posiadanych przez nich kompetencji do potrzeb organizacji oraz wykorzystanie ich zgodnie z tymi potrzebami [12].

Systemy oceny pracowników i motywowanie są jednymi z wielu elementów funkcji personalnej.

Proces motywowania pracowników, aby był skuteczny, nie może ograniczać się wyłącznie do sfery płac i bodźców finansowych. Powinien on obejmować cały kompleks starannie przemyślanych zachęt, dostosowanych do oczekiwań i systemu wartości członków danej organizacji. Wymaga więc systemowego podejścia, stworzenia w organizacji zespołu spójnych i wzajemnie się wspomagających środków [13].

Nowocześnie zaprojektowany system motywacyjny, wspierający efektywne zarządzanie personelem w organizacji, powinien zawierać między innymi następujące elementy:

- rozpoznanie kwalifikacji, zainteresowań, potrzeb i aspiracji pracowników, aby lepiej dobrać i do-

stosować charakter wykonywanej przez nich pracy do ich predyspozycji oraz stworzyć im ścieżkę rozwoju kariery;

- skuteczny, wszechstronny przepływ informacji oraz organizowanie pracy tak, aby zapewnić zatrudnionym możliwość świadomego i zaangażowanego uczestnictwa w przedsięwzięciach firmy, dzięki rozumieniu współzależności efektów ich pracy np. z pracą kolegów czy wymaganiami klientów;
- wyznaczanie zadań i ustalenie sposobu oceny efektywności ich wykonania tak, aby umożliwić pracownikom zarówno samokontrolę osiąganych postępów, jak i rzetelne uwzględnianie ich jednostkowego wkładu pracy przy naliczaniu wynagrodzeń;
- ustalanie podstawowej płacy oraz ruchomych jej elementów, uzależnionych od konkretnych wyników, dodatkowego wysiłku lub inwencji wykazanej przez pracownika;
- korzystanie z bogatej gamy bodźców pozapłacowych, zwłaszcza związanych z możliwością awansu, poszerzania kompetencji, a także kształtowaniem korzystnych stosunków międzyludzkich i pogłębianiem więzi emocjonalnej pracowników z organizacją;
- oceny okresowe pracowników, służące ich rozwojowi, określaniu potrzeb szkoleniowych oraz efektywnemu wykorzystaniu kompetencji i zainteresowań zatrudnionych osób dla dobra organizacji.

Biorąc pod uwagę powyższe elementy, możemy uznać, że ich realizacja w największym stopniu będzie możliwa w organizacji dzięki wdrożeniu „skrojonego na miarę”, czyli zaprojektowanego specjalnie dla konkretnej organizacji i tworzących ją ludzi, nowoczesnego Systemu Ocen Okresowych Pracowników. Narzędzie to, dzięki swej specyfice i celom, pozwala na uzyskanie wielu cennych dla organizacji informacji z zakresu controllingu personalnego, niezbędnych dla efektywnej realizacji procesu motywowania. Ocenianie jest związane z funkcjonowaniem człowieka w zespole. Ocena ta może mieć charakter sformalizowany (SOOP – System Ocen Okresowych Pracowników) i/lub nieformalny, wynikający z określonych relacji międzyludzkich w organizacji.

Nawet jeśli w organizacji brakuje formalnego systemu ocen, to i tak każdy pracownik podlega nieformalnym, intuicyjnym ocenom przełożonych, podwładnych, współpracowników oraz własnej samoocenie. Nowoczesne systemy ocen okresowych pracowników (SOOP) coraz częściej są stosowane w organizacjach jako ujednoczone i sformalizowane procedury, które służą zwiększeniu obiektywności opinii wyrażanych na temat efektywności i postaw ocenianych osób. Procedury te sprawiają, że

sprawiedliwa ocena okresowa, odnosząca się do konkretnych kryteriów, staje się rzeczywiście użytecznym sposobem motywowania ludzi do lepszej pracy, mobilizowania ich do rzetelnego wykonywania obowiązków, rozwijania własnego potencjału i pokonywania pojawiających się w pracy trudności, a jednocześnie nie krzywdzi niesprawiedliwymi i nieuprawnionymi osądami. Wiadomym jest, że pracownicy nie lubią być oceniani, ponieważ niesie to za sobą napięcie i stres. Jednakże z oceny pracownika płyną niewątpliwie korzyści dla ocenianego, które nie zawsze mają miejsce w codziennej pracy. Mogą to być:

- otrzymanie informacji zwrotnej o efektach pracy, oczekiwaniach przełożonego oraz o własnych mocnych i słabych stronach;
- zdobycie informacji o możliwościach i sposobach doskonalenia efektów pracy, możliwość wymiany poglądów i opinii na temat pracy;
- szansa na rozwiązanie trudności zawodowych;
- uzgodnienie własnych potrzeb związanych z pracą (np. szkolenia, warunki pracy), zmiana (poprawa) relacji z przełożonym.

Ocena pracowników może być pomocna w bardzo wielu sytuacjach. Wyniki analizy jakości pracy wykonywanej przez ludzi są nieocenione podczas ustalania wartości wynagrodzeń lub wyznaczania pracowników, którzy zasłużyli na awans. A to są czynniki motywujące.

Uzyskane oceny wpływają na wizerunek pracownika wykreowany przez dłuższy czas. Ich wyniki są swego rodzaju argumentami do sięgnięcia po środki motywujące. Mogą to być środki związane nie tylko z nagrodami. Uzyskanie oceny negatywnej powoduje z jednej strony karę, a z drugiej strony jest to środek motywujący pracownika do poprawy w następnym okresie, by uzyskać on lepsze wyniki pracy w przyszłości. W takiej sytuacji niezwykle istotna jest postawa kierownika, jego umiejętności przekonania pracownika o możliwościach i konieczności stopniowego wyeliminowania niedociągnięć. Kierownik powinien inspirować i wesprzeć rozwój pracownika, wytworzyć w nim zaufanie i wiarę we własne siły, ale co najważniejsze – spowodować poznanie jego słabych stron [14].

Połączenie systemu ocen okresowych z systemem motywacyjnym postrzegany jest jako „system naczyń połączonych”, gdzie ocena wyników pracy jest jedną z najbardziej zaawansowanych funkcji zarządzania zasobami ludzkimi, łączącą zagadnienia wynagrodzenia, szkolenia i rozwoju pracowników, a więc czynników motywacyjnych.

Dokonywanie ocen okresowych wpływa pozytywnie na kształtowanie relacji przełożony – pracownik, gdyż stwarza możliwość porównania i konfrontacji oczekiwań obu stron. W wyniku oceny pracownik uzyskuje informację, co, z punktu widzenia

potrzeb organizacji, jest jego mocną stroną, a co słabą i wymagającą poprawy. Powinno to motywować ocenianego do dalszego rozwoju zawodowego, gdyż stwarza możliwość identyfikacji potrzeb szkoleniowych, a w dłuższym horyzoncie czasowym zaplanowania kariery zawodowej [15].

Podstawą racjonalnie prowadzonej polityki personalnej organizacji jest dokładna wiedza o stanie zasobów ludzkich, czyli posiadanie informacji o wiedzy, umiejętnościach, możliwościach i wynikach pracy własnych pracowników. Znajomość efektów pracy i potencjału tkwiącego w zasobach ludzkich organizacji jest możliwa przede wszystkim dzięki efektywnie przeprowadzonym ocenom okresowym, których wyniki są pomocne w zarządzaniu zasobami, zgodnie z możliwościami pracowników i stosownie do potrzeb organizacji [15].

Reasumując, należy stwierdzić, iż ocena okresowa pracowników i motywacja pozostają w połączeniu jako elementy funkcji personalnej. Okresowa ocena osiągnięć pracowników jest postrzegana w praktyce jako istotny element zarządzania zasobami ludzkimi, a jej kształt, jak również sposoby wykorzystywania wyników, w dużej mierze zależą od strategii zarządzania, kultury i tradycji obowiązującej w organizacji. Profesjonalna, zobiektywizowana ocena wyników pracy jest skomplikowanym, czasem konfliktogennym procesem. Dlatego wymaga dobrego przygotowania i dużej odpowiedzialności ze strony kierownictwa. Powstaje zatem pytanie, jak dokonywać oceny, aby stała się ona trwałym elementem kultury organizacji, uznanym i akceptowanym przez pracowników, jako istotna pomoc w ich rozwoju zawodowym oraz mechanizm wspomagający efektywność i jakość pracy [16].

Oceny pracownicze mają decydujące znaczenie dla racjonalnej polityki personalnej, bowiem każda decyzja personalna, dotycząca konkretnego pracownika, w zależności od potrzeb organizacji, powinna być poprzedzona oceną jego wiedzy, umiejętności, zdolności, postaw czy też efektów pracy [17].

## Podsumowanie

Ocena okresowa pracowników wpływa na motywację poprzez rozwój doskonalenia zawodowego, awansów, nagród uznaniowych oraz jest formą szczególnej motywacji. Dobra motywacja polega na stosowaniu odpowiednich zachęt, uwzględniając indywidualne cechy i predyspozycje pracownika. Dlatego tak ważna jest ocena okresowa pracowników, bowiem na podstawie jej wyników można zastosować czynniki systemu motywacyjnego.

Ocena pracowników przydaje się także do planowania ścieżki rozwojowej najbardziej znaczących kierowników i specjalistów. Przede wszystkim jednak sprawdzanie kompetencji, sumienności i motywacji pracowników przynosi rezultaty wtedy, gdy chcemy zdiagnozować aktualny stopień efektyw-

ności pracy zatrudnionych osób. Dzięki otrzymanej w ten sposób ocenie można podjąć odpowiednie kroki mające na celu polepszenie wyników pracy – mogą to być kursy, szkolenia lub dodatki motywacyjne.

Dla pracownika bardzo ważna jest ocena okresowa, bowiem dostarcza informacji o tym, jak przełożony ocenia jego pracę, jego stosunek do pracy, zachowania. Informacja o wynikach oceny okresowej motywuje pracownika do zwiększenia efektywności wykonywania zadań w przyszłości. W wyniku oceny pracownik uzyskuje informację, co jest jego mocną stroną, a co słabą i wymagającą poprawy. Ocena okresowa powinna motywować ocenianego pracownika do jego dalszego rozwoju zawodowego, gdyż stwarza możliwość identyfikacji potrzeb szkoleniowych, w przyszłości do zaplanowania kariery zawodowej.

### Literatura

1. Borkowska S., *System motywowania w przedsiębiorstwie*, PWN, Warszawa 1985, s. 9.
2. *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja – kierowanie – ekonomika*, Sajkiewicz A. (red.), Poltext, Warszawa 2000, s. 199.
3. Szaban J., *Miękkie zarządzanie. Ze współczesnych problemów zarządzania ludźmi*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania im. Leona Koźmińskiego, Warszawa 2003, s. 203.
4. Wach T., *Motywowanie i ocenianie pracowników*, Oficyna Wydawnicza Warszawskiej Szkoły Zarządzania Szkoły Wyższej, Warszawa 2001, s. 7.
5. Jasiński Z., *Motywowanie w przedsiębiorstwie. Uwalnianie ludzkiej produktywności*, Agencja Wydawnicza „Placet”, Warszawa 2001, s. 6.
6. Ścibiorek Zb., *Ludzie. Cenny kapitał organizacji*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2004, s. 118.
7. Penc J., *Motywowanie w zarządzaniu*, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 2000, s. 141.
8. *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja – kierowanie – ekonomika*, Sajkiewicz A. (red.), Poltext, Warszawa 2000, s. 213.
9. *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja – kierowanie – ekonomika*, Sajkiewicz A. (red.), Poltext, Warszawa 2000, s. 215.
10. *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja – kierowanie – ekonomika*, Sajkiewicz A. (red.), Poltext, Warszawa 2000, s. 217.
11. *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Tworzenie kapitału ludzkiego organizacji*, Król H., Ludwiczynski A. (red.), Polskie Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 34.
12. Sikor-Rządkowska M., *Kompetencje – pożyteczna moda*, „Personel i Zarządzanie”, nr 2, 2006, s. 20-21.
13. Kościelnik A., *Motywowanie przez ocenę*, „Personel i Zarządzanie”, nr 6, 2007.
14. *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja – kierowanie – ekonomika*, Sajkiewicz A. (red.), Poltext, Warszawa 2000, s. 241.
15. *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Tworzenie kapitału ludzkiego organizacji*, Król H., Ludwiczynski A. (red.), Polskie Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 311.
16. *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja – kierowanie – ekonomika*, Sajkiewicz A. (red.), Poltext, Warszawa 2000, s. 229.
17. *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Tworzenie kapitału ludzkiego organizacji*, Król H., Ludwiczynski A. (red.), Polskie Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 310.

**dr inż. Zbigniew Ciekanski**, jest adiunktem w Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie i AON. Jego zainteresowania naukowe skupiają się wokół zagadnień związanych z zarządzaniem zasobami ludzkimi, jak również z bezpieczeństwem wewnętrznym w zakresie ekonomii, telekomunikacji, antyterroryzmu i zarządzania kryzysowego. Jest autorem bardzo wielu opracowań krajowych i zagranicznych z powyższych problematyk.



канд. тех. наук **КОВАЛИШИН В.В./ KOVALYSHYN V.V.**<sup>1</sup>

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ В УКРАИНЕ

### Current problems associated with fire safety and Civil Defence in Ukraine

#### Содержание

Была обсуждена деятельность Научно-Исследовательского Института Гражданской Обороны (УкрНИИГЗ) на современном этапе развития. Обсуждены правила деятельности Института и полученных результатов. Определены приоритетные направления развития Института, как центра новых технологий и инновационных решений.

#### Summary

The article describes activities of the Ukrainian Civil Protection Research Institute in its current stage of development. Additionally, it identifies the Institute's operating parameters and results achieved to date. Directions for the future include developing the Institute as a centre for new technologies and as a provider of innovative solutions.

**Ключевые слова:** пожар, противопожарная защита, пожарная техника;

**Keywords:** fire, fire safety protection, fire equipment;

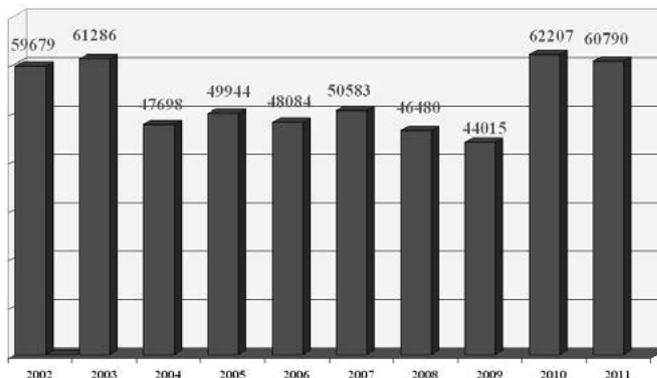
Во всех развитых странах большое внимание уделяется обеспечению эффективной работы государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Глобальные катастрофы техногенного и природного характера требуют создания новых технологий, способов, техники для борьбы с подобными явлениями. При этом важная роль принадлежит научному обеспечению эффективного функционирования государственной системы.

С целью научного обеспечения и сопровождения мер гражданской защиты, пожарной и техногенной безопасности в Украине функционирует Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, который является базовой научной организацией в Украине по этим вопросам.

Одним из основных задач Института является разработка и внедрение риск-ориентированного подхода в сфере пожарной и техногенной безопасности.

Следует отметить, что современный уровень пожарной безопасности страны не в полной мере удовлетворяет требования общества. Продолжают ухудшаться показатели мониторинга: количе-

ство пожаров, гибель людей на пожарах, материальный ущерб.

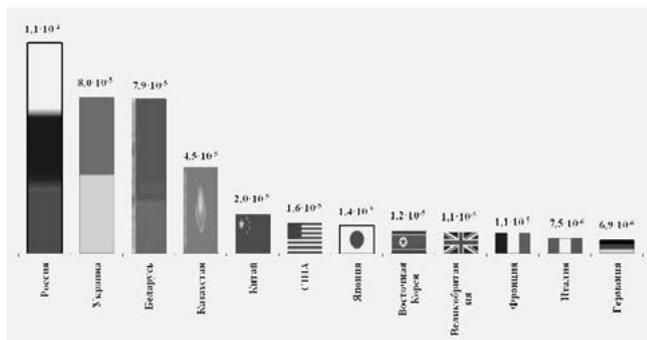


**Рис. 1.** Динамика количества пожаров в Украине за 2002-2011 годы

**Fig. 1.** Rising frequency of fires in the Ukraine during the years 2002-2011

Как видно, ежегодно количество пожаров в Украине составляет около 60 тыс. В среднем ежегодно на пожарах погибает более 4 тыс. людей. Особенно тревожит тот факт, что наблюдается рост гибели людей. При расчете на 1 млн. населения этот показатель в несколько раз хуже по сравнению с развитыми странами. Прогнозные исследования рисков свидетельствуют о том, что в ближайшее время такая тенденция сохранится и показатель риска будет возрастать (**рис. 1**).

<sup>1</sup> Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты/ Ukrainian Research Institute of Civil Protection



**Рис. 2.** Риск гибели людей на пожарах для ряда стран  
**Fig. 2.** Probable human casualties attributable to fires in various countries

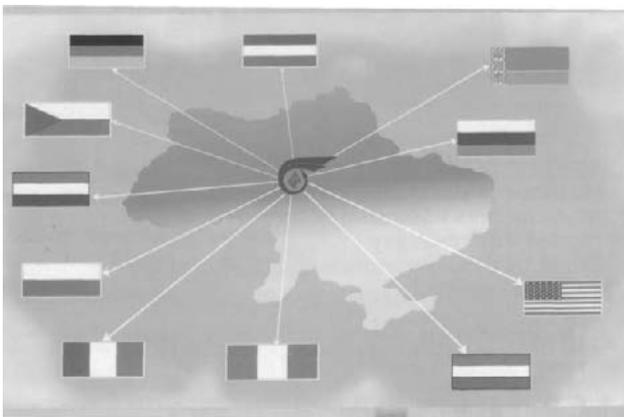
Как видно на **рис. 2** риск гибели людей от пожаров в Украине по сравнению с аналогичными показателями других стран почти на порядок больше чем в Италии, Германии, Англии и Франции.

К сожалению, такая ситуация сохраняется в условиях, когда выполнена значительная работа на всех уровнях реализации государственной политики по обеспечению пожарной безопасности.

Исходя из вышеизложенного, к числу наиболее актуальных и приоритетных задач Института на современном этапе его развития относятся:

- разработка основ развития системы гражданской защиты Украины;
- научное обеспечение мер защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, предотвращение и организация реагирования в случае их возникновения;
- научное обоснование путей улучшения системы обеспечения пожарной безопасности в Украине;
- научное обоснование мер преодоления последствий Чернобыльской катастрофы.

Институтом налажено творческие связи с 11 научными организациями зарубежных стран (**рис. 3**).



**Рис. 3.** Международное сотрудничество УкрНИИГЗ  
**Fig. 3.** International co-operation of the Ukrainian Research Institute of Civil Protection

Институт имеет пожарно-испытательный полигон, на котором находится необходимая научная база для проведения исследований и испытаний в сфере гражданской защиты, пожарной и техногенной безопасности. Пожарно-испытательному полигону присвоен статус объекта Национального достояния.

В направлении обеспечения практической деятельности подразделений пожарно-спасательных служб, на основании проведенных институтом научных исследований, был разработан пожарный автомобиль первой помощи и освоено его серийное производство (**рис. 4**).



**Рис. 4.** Пожарный автомобиль первой помощи  
**Fig. 4.** Targeted response vehicle

В настоящее время в пожарно-спасательных подразделениях Украины, России и Чехии эксплуатируются 52 автомобиля этой модели. При активном участии института разработаны экспериментальные образцы малогабаритной мобильной противопожарной и аварийно-спасательной техники на базе шасси мотоциклов «Днепр-300», «Днепр-Соло» и «Днепр-16».

Использование указанной техники позволяет территориальным подразделениям оперативно проводить работы, направленные на поиск, спасание и защиту людей (включая предоставление им неотложной медицинской помощи), защиту материальных и культурных ценностей и окружающей среды во время ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Ежегодно на пожарно-испытательном полигоне проводится более 500 испытаний веществ и материалов, технических средств пожаротушения, огнетушащих и огнезащитных веществ, пожарно-технического оснащения, опытных образцов специальной, противопожарной, поисково-спасательной и другой техники (**рис. 5**).



**Рис. 5.** Испытания на полигоне  
**Fig. 5.** Testing at the fire incident ground



В последнее время в Украине интенсивно развивается строительство высотных зданий и сооружений, и проблемы безопасности таких объектов требуют большого внимания. Поэтому для безопасной эксплуатации высотных жилых и административных зданий, других подобных объектов Институтом на постоянной основе разрабатываются Концепции противопожарной защиты объектов, на которые отсутствуют нормы проектирования.

В этом году Институт был включен в перечень базовых организаций Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины.

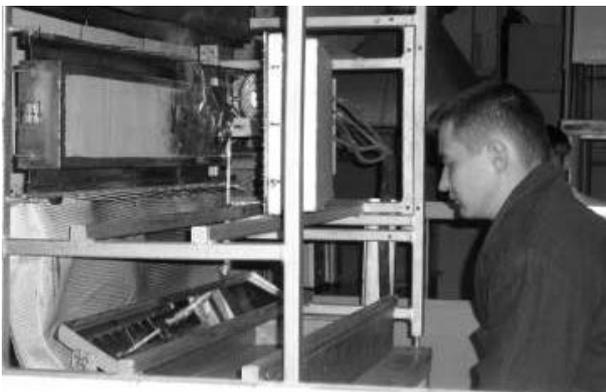
С целью недопущения на украинский рынок некачественной продукции Институтом ежегодно проводятся более 500 испытаний элементов строительных конструкций, кабельной продукции, электротехнических и электробытовых изделий (рис. 6, 7, 8).





**Рис. 6.** Испытания элементов строительных конструкций

**Fig. 6.** Testing of building construction elements



**Рис. 7.** Испытания кабельной продукции и электротехнических изделий

**Fig. 7.** Testing of combustibility of cables and electrical installation components



**Рис. 8.** Испытания электробытовых изделий

**Fig. 8.** Testing of electrical equipment

Специалисты Института брали непосредственное участие в решении проблемных вопросов, связанных с обеспечением пожарной безопасности пускового комплекса № 1 «Нового безопасного конфайнмента» Чернобыльской АЭС (рис. 9). Институт совместно с научно-исследовательскими организациями, компетентными в вопросах проектирования объектов энергетики, разработал индивидуальные технические требования пожарной безопасности к вышеупомянутому объекту, разработано:

- Инструкцию по обеспечению пожарной безопасности на этапе прекращения эксплуатации энергоблоков ЧАЭС с ядерными реакторами типа РБМК;
- Инструкция по организации тушения пожаров на АЭС с ядерными реакторами типа ВВЭР;
- Методика оценки пожарных рисков на территории лесного фонда зоны отчуждения и безусловного (обязательного) отселения;
- Изменение НАПБ 02.021-99 общие положения по обеспечению пожарной безопасности объекта «укрытие».



Рис. 9. ЧАЭС после вывода из эксплуатации

Fig. 9. Chernobyl nuclear power plant at the conclusion of exploitation

Еще одним приоритетным направлением является обеспечение противопожарной защиты культовых сооружений и создание соответствующей нормативной базы.

Во время проведения научно-исследовательской работы «Пожаротушение – культовые сооружения» проведен анализ статистических данных и причин возникновения пожаров на таких объектах (рис. 10).

В частности, был исследован пожар в Благовещенском Соборе в г. Харькове (рис. 11).

В результате анализа определено, что каждый третий пожар в таких сооружениях сопровождается горением конструктивных элементов подкупольного пространства куполов, выполненных из дерева. Обоснована необходимость оснащения таких сооружений системами пожаротушения с дренчерными оросителями. На ряду с теоретическими исследованиями проведен ком-

плекс испытаний купола культового сооружения, в том числе натуральных, результаты которых изображены на рис. 12.

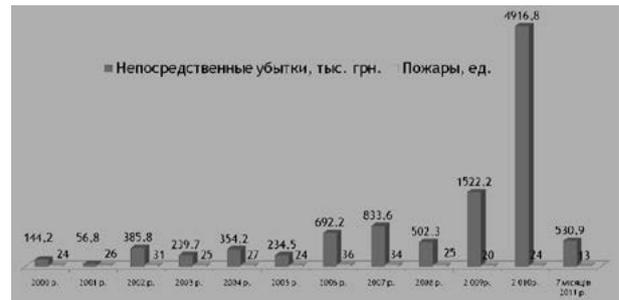


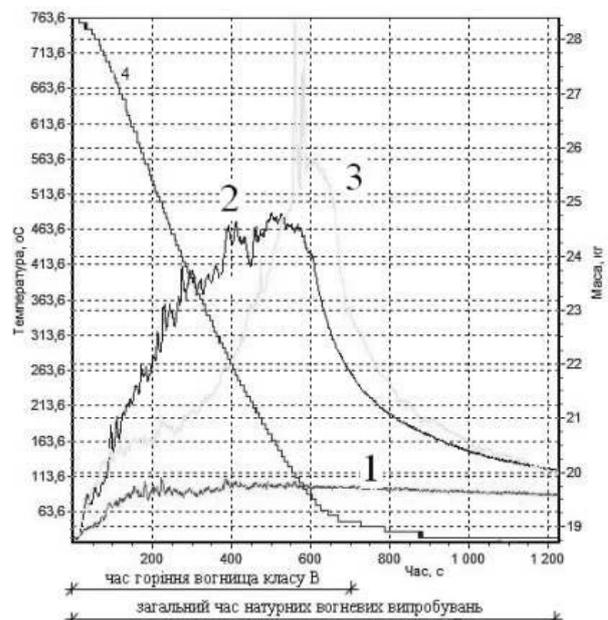
Рис. 10. Динамика количества пожаров в культовых сооружениях и прямых убытков от них за последние 10 лет

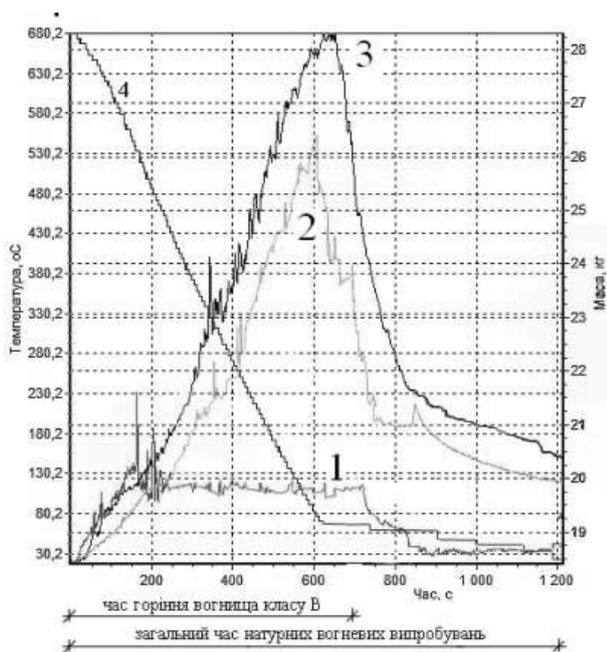
Fig. 10. Fires in religious buildings and attributable losses in the preceding 10 years



Рис. 11. Пример пожара под куполом Благовещенского Собора г. Харьков

Fig. 11. Dome fire at the Orthodox church of Annunciation in Charkow – illustration





1 - изменение во времени температуры верхней части макета, 2 - изменение во времени температуры средней части макета 3 - изменение во времени температуры нижней части макета, 4 - изменение во времени массы макета пожарной нагрузки

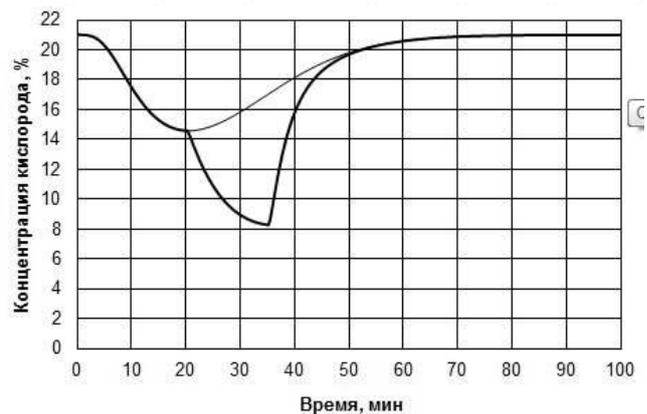
**Рис. 12.** Диаграмма изменения во времени температуры и массы деревянных брусиков макета пожарной нагрузки

**Fig. 12.** Graph showing changes in temperature and substance during the burning of a test stack

В результате проведенных исследований установлено, что интенсивность и продолжительность подачи струй распыленных водных огнетушащих веществ из системы пожаротушения прекращения горения и достижения тушения пожаров подкупольных деревянных конструкций культовых сооружений, которые имеют значение не менее  $0,05 \text{ л} \cdot \text{с} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{м}^2$  и 180 с. соответственно. Установлено, что в случае воздействия очага класса В на вертикальные подкупольные деревянные конструкции культовых сооружений, обработанные поверхностным способом огнебиозащитными веществами ДСА-2 или ФСГ-2 с расходом 180-250 г/м<sup>2</sup> (сухого вещества), в течение минимум 12 мин., отсутствует их самостоятельное горение и распространение огня. На основе проведенных исследований разработаны изменения в общегосударственный нормативно-правовой акт «Правила пожарной безопасности для культовых сооружений», соблюдение требований которых обеспечит совершенствование системы противопожарной защиты подкупольных деревянных конструкций культовых сооружений.

Еще одним актуальным вопросом в Украине является исследование пожаров и их тушение в каналах значительной протяженности (тоннелей, метрополитенов и т.д.) и разработка высоко-

эффективных средств пожаротушения. В рамках этого направления разработана компьютерная программа расчета параметров развития и тушения пожаров различными средствами, благодаря которой получено наглядное представление о влиянии того или иного средства пожаротушения на процессы горения в изолированном объеме кабельного тоннеля, что позволяет выбрать необходимые параметры тушения с минимальными затратами за короткий промежуток времени (**рис. 13, 14**).

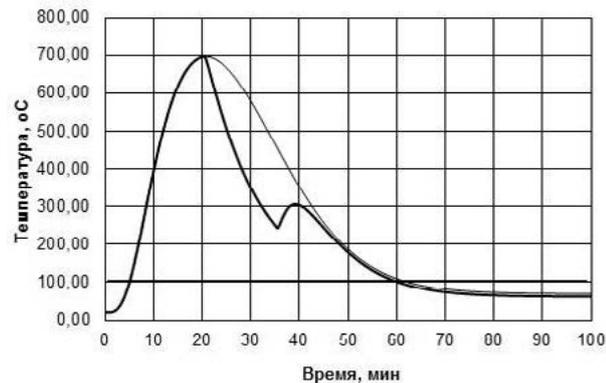
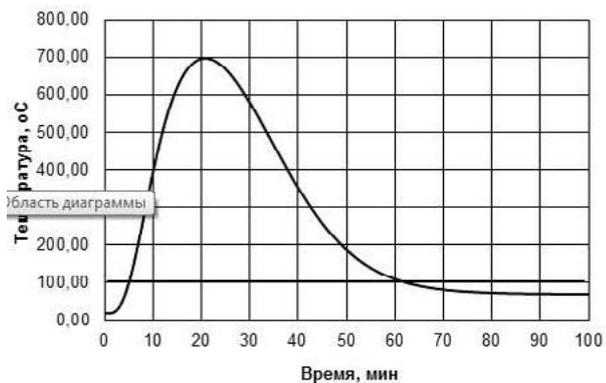


Производные данные для расчёта:	
1) Скорость воздуха, $u$ (м/с) =	0,15
2) Длина зоны горения, $l$ (м) =	5,61
3) Отношение объёма зоны горения к общему объёму $V_f/V$ =	0,19
4) Время максимума температуры, $t$ (мин) =	20,27
5) Глубина прогрева массива, $\Delta r$ (м) =	0,071
6) Шаг по времени, $\Delta t$ (с) =	18,7
7) Площадь укладки горючего материала, $F$ (м <sup>2</sup> ) =	16,83
8) Количество шагов до максимума, $n1$ =	65
9) Показатель скорости испарения влаги, $\gamma$ =	0,00
10) Долевое участие всех средств, $\delta$ =	0,00
11) удельная теплота испарения, $r$ =	5,42
12) критерий теплоёмкости воздуха, $A$ =	0,021
13) критерий тепловой энергии пожара, $B$ =	757,21
14) число Стантона, $St$ =	5,38
15) число Фурье, $Fo$ =	0,00093
Принимаемые исходные данные:	
1) Длина изолированного объёма, $L$ (м) =	30
2) Площадь поперечного сечения канала, $S$ (м <sup>2</sup> ) =	4
3) Расход воздуха при тушении пожара, $Q$ (м <sup>3</sup> /с) =	0,6
4) пожарная нагрузка, $q$ (кг/м <sup>2</sup> ) =	35
5) Коэффициент неполноты сгорания, $\chi$ =	0,9
6) Скорость выгорания материала, $v_0$ (кг/м <sup>2</sup> мин) =	0,78
7) Ширина укладки горючего материала, $b$ (м) =	3
8) средний диаметр капель воды, $dk$ (мм) =	0,2
9) Начало тушения пожара, $t$ (мин) =	20
10) Конец тушения пожара, $t$ (мин) =	35

**Рис. 13.** Результаты моделирования динамики кислорода в зоне горения без рециркуляции (тонкая линия) и при рециркуляции (жирная линия)

**Fig. 13.** Modelling results of oxygen dynamics during burning, without recirculation (thin line) and with recirculation (broad line)

В рамках выполнения международных проектов Институтом проведена экспертно-техническая оценка проектной документации наземного космического ракетного комплекса «Циклон – 4», строительство которого предусматривается в Федеративной Республике Бразилия (**рис. 15**).



А Средства пожаротушения не применяются  
 Б Рециркуляция пожарных газов В Подача пены  
 Г Рециркуляция пожарных газов одновременно с подачей порошка

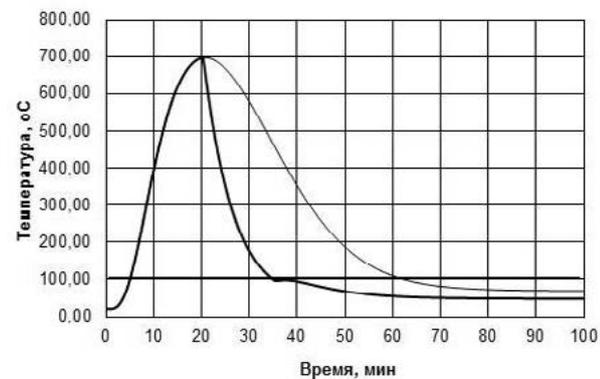


Рис. 14. Компьютерная программа расчета параметров развития и тушения пожаров различными средствами – примеры

Fig. 14. Computer programme for calculating parameters of fire development and extinguishing, using a variety of agents – examples

На сегодняшний день нашим научным коллективом проводятся работы по определению эффективности пожаротушения тонкораспыленными водными огнетушащими составами. Ряд проведенных экспериментальных исследований совместно с частным акционерным обществом «Институт «Спецавтоматика» указывает на эффективность данного способа пожаротушения. На рис. 16 приведена экспериментальная установка, а на рис. 17 – модуль пожаротушения тонкораспыленными водными огнетушащими

составами, который устанавливается на морских и речных судах.



Рис. 15. Космический ракетный комплекс «Циклон – 4»  
 Fig. 15. Space Centre In Brazil ‘Cyclone 4’



Рис. 16. Экспериментальная установка  
 Fig. 16. Testing stand



Рис. 17. модуль пожаротушения тонкораспыленными водными огнетушащими составами  
 Fig. 17. Compressor generating streams of mist to extinguish fires utilising water with additives

Исходя из приведенной статистики пожаров в Украине, представленных целей и задач нашего Института, нашего научного потенциала, а также исследовательской и испытательной баз к актуальным проблемам, которые мы решаем в той или иной степени, относятся:

- исследование пожаров, причин их возникновения, источников воспламенения, пожарной статистики, поведения строительных конструкций и материалов в условиях реальных пожаров, исследование рисков возникновения пожаров;
- исследование путей совершенствования методологии и методов оценки пожарной опасности зданий и сооружений, их противопожарного нормирования огнестойкости строительных конструкций;
- исследование пожаровзрывоопасности веществ и материалов, технологических процессов, а также объектов различного назначения;
- исследование процессов возникновения и прекращения горения, распространения пламени и факторов, которые на них влияют. Определение видов и соотношений факторов ингибирования, флегматизации, разбавления, охлаждения, изолирования и т.д. на процессы взаимодействия огнетушащих веществ с пламенем. Разработка новых усовершенствованных огнетушащих и огнестойких веществ, а также технологий их применения;

- развитие теоретических основ и методов обоснования разработки или усовершенствования всех видов противопожарной техники, а также повышение эффективности и надежности их применения в течение жизненного цикла их эксплуатации;
- исследования по разработке систем и элементов обеспечения противопожарной защиты объектов различного назначения, повышение их надежности и эффективности;
- разработка теоретических основ стандартизации, унификации и метрологии в сфере пожарной, техногенной безопасности и гражданской защиты;
- разработка и усовершенствование средств обучения и тренировок.

Эти, как и другие проблемы и задачи, являются актуальными для всех специалистов в сфере нашей деятельности, независимо от гражданства.

Мы надеемся на развитие научно-технических связей с нашим Институтом.

**канд. тех. наук, полковник Василий Васильевич Ковальшын**, директор Украинского Научно-Исследовательского Института Гражданской Обороны (УкрНИИГЗ) и изобретателем ряда научных разработок в области пожарной безопасности.

ЛУЩИК А. П./ LUSHCHIK A. P.<sup>1</sup>

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НИИ ПБИЧС МЧС БЕЛАРУСИ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

**Scientific, Technical and Innovative Activities of the Research Institute  
of Fire Safety and Emergencies, of the Ministry for Emergency Situations,  
Republic of Belarus – Realisation of priorities for protection against emergencies**

### Содержание

Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь является ведущей научно-исследовательской организацией, подведомственной МЧС, на которую в соответствии с указом возложено решение научно-технических проблем в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Институт является головным техническим научно-исследовательским учреждением по вопросам чрезвычайных ситуаций в Республике Беларусь, Государственным Испытательным Центром Республики, испытательным центром в системе сертификации продукции Российской Федерации, членом Европейской ассоциации лабораторий по огневым испытаниям, инспекции и сертификации (EGOLF). На испытательно-исследовательском полигоне института проводятся испытания строительных изделий и конструкций по показателям пожароопасности, а также испытания опытных образцов аварийно-спасательного оборудования. Институт осуществляет издание научно-технического журнала «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация», включенного ВАК Республики Беларусь в перечень научных изданий, публикации, которые признаются при защитах диссертаций.

В соответствии с отраслевой принадлежностью основными приоритетными направлениями деятельности института являются:

- научное обеспечение безопасности объектов народнохозяйственного комплекса республики, предупреждение и тушение пожаров, проведение аварийно-спасательных работ;
- разработка и совершенствование нормативных документов системы противопожарного нормирования и стандартизации, нормативной документации в области тактики тушения пожаров и ликвидации аварий;
- проведение научных исследований, экспертизы пожаров и других чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- разработка и совершенствование пожарной и аварийно-спасательной техники, снаряжения;
- разработка и совершенствование огнетушащих веществам, технических средств противопожарной защиты, средств обеспечения безопасности и спасения при пожарах, чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, методов и средств обеспечения безопасности людей и имущества;
- исследования параметров пожарной опасности продукции, выпускаемой предприятиями республики и поступающей по импорту, включая огневые испытания крупногабаритных строительных конструкций, а также разработка и производство соответствующего испытательного оборудования;
- выставочная, издательская, пропагандистская деятельность.

Учитывая важность выполнения подразделениями МЧС задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций и проведению аварийно-спасательных работ, актуальной остается проблема обеспечения боеготовности подразделений по чрезвычайным ситуациям современной техникой, оборудованием, средствами пожаротушения.

### Summary

The Research Institute of Fire Safety and Emergencies of the Ministry for Emergency Situations, Republic of Belarus, is a leading research facility and falls under the jurisdiction of the Ministry for Emergency Situations (MCzS). In compliance with Belarus law, its purpose is to address scientific and technical problems with a view of preventing and eliminating emergency situations.

The Institute is the main research facility in the Republic engaged within the range of issues associated with emergencies. It is a public research centre of the Republic, providing research facilities within the certification and production system

<sup>1</sup> Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций/ the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Research Institute of Fire Safety and Emergencies.

of Russia and is also a member of European Group of Official Laboratories for Fire Testing (EGOLF).

The Institute is an accredited establishment in the GOST standard system, concerned with product and applied scientific testing, and consultancy on matters regarding fire safety.

The Institute conducts incident ground testing of construction materials, fire resistance and prototype testing of rescue equipment.

Additionally, the Institute publishes a magazine 'Emergency Situations: Prevention and Elimination'. Articles published in the magazine are prepared by authors completing academic degree courses, which are reviewed by WAK Belarus.

In accordance with departmental regulations, the main priorities for the Institute are:

- A scientific approach to fire safety in the Republic of Belarus, harnessing preventive measures in fire protection and rescue operations;
- Development and improvement of procedural documentation with regard to fire prevention, fire fighting techniques and elimination of emergencies, within the scope of established standards and norms;
- Conducting scientific research, expert appraisal of fire and other natural threats and those posed by humans;
- Development and improvement of fire and rescue vehicles, technical apparatus, devices used in fire protection and rescue equipment employed to ensure the safety of people and property;
- Testing of product safety parameters and fire hazard characteristics of goods manufactured in the Republic as well as of those imported from abroad;
- Incident ground fire testing of large building constructions as well as design and production of appropriate testing equipment;
- Exhibitions, publications and advertising in the area of fire safety, emergency and rescue operations;

Taking into account the scope of activities placed on establishments subordinated to MCzS, with responsibility for elimination emergency situations and organizing rescue and fire fighting activities, resourcing such establishments with appropriate and most up to date equipment and fire fighting media becomes problematic.

**Ключевые слова:** пожар, противопожарная защита, чрезвычайные ситуации,

**Keywords:** fire, fire safety protection, emergency situations,

При непосредственном участии института в пределах государственных научно-технических программ разработан модельный ряд пожарных автоцистерн и автомобиль быстрого реагирования на шасси МАЗ, создано новое производство вышеуказанной техники на базе учреждения «Производственно-технический центр Минского областного управления МЧС Республики Беларусь». Проводилось выполнение заданий по разработке и освоению производства пожарных и аварийно-спасательных автомобилей на шасси МАЗ 4370 и МАЗ 5337 – автоцистерн с емкостями для воды 2 и 5 куб. м., предназначенных для использования учреждениями и подразделениями по чрезвычайным ситуациям при ликвидации ЧС природного и техногенного характера, проведения связанных с ними аварийно-спасательных и разведывательных работ.

Для данных автомобилей характерен ряд конструктивных преимуществ, таких как маневренность, устойчивость и безопасность при движе-

нии за счет снижения центра тяжести, что обусловлено применением низкопольной модификации шасси МАЗ 4370, специальных демпфирующих (буферных) элементов при креплении цистерны к шасси, стабилизаторов поперечной устойчивости. Значительное внимание при проектировании уделено долговечности, достигнутой применением материалов, не подвергающихся коррозии или обработанных антикоррозийным покрытием.

Обеспечена высокая функциональность автомобилей посредством применения комплектующих и оборудования, современных высокопроизводительных и надежных насосных установок, оптимальных по своим свойствам и техническим характеристикам. В конструкции широко применяются современные системы крепления оборудования на выдвигаемых рельсах и эргономичные быстросъемные приспособления. Напорные пожарные рукава размещены в пеналах в нижней части надстройки, что позволяет быстро и безо-



**Рис. 1.** Автомобиль быстрого реагирования АБР-0,4/130 на шасси МАЗ 437041

**Fig. 1.** Rapid-response fire vehicle ABR-0,4/130 on chassis MAZ 437041



**Рис. 2.** Пожарные автоцистерны с емкостью для воды 2 и 5 куб. М

**Fig. 2.** Fire appliance with water carrying capacity – 2000 dcm<sup>3</sup> and 5000 dcm<sup>3</sup>

пасно их извлекать. Максимально и рационально использовано рабочее пространство надстройки, улучшены возможности для работы в темное время суток и в условиях низких температур.

Проведены опытно-конструкторские работы по созданию двух модификаций пожарных автоцистерн на базе полноприводного шасси повышенной проходимости МАЗ-530905 с колёсной формулой 4×4, что особенно актуально при тушении природных пожаров. Учитывая различную численность отделений на пожарных автоцистернах, разработаны две модификации автомобиля с возможностью доставки личного состава численностью два и шесть человек (включая водителя). Кроме того, одной из модификаций конструкции предусмотрено увеличение объема цистерны для воды до 5,8 куб. м, что при сохранении допустимой номенклатуры показателей пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования, используемого при ликвидации различных видов чрезвычайных ситуаций, повышает энерговооруженность и эффективность применения автомобиля более чем на 15% по сравнению с аналогичными автомобилями, производимыми на двухосных шасси.

Следует отметить, что на одном из разработанных автомобилей применена сдвоенная кабина принципиально новой конструкции, разработанная и изготовленная на Минском автомобильном заводе совместно и по специальному заказу Министерства по Чрезвычайным Ситуациям Республики Беларусь и отвечающая всем современным требованиям по безопасности и эргономике.

В зависимости от назначения данные модификации могут укомплектовываться дополнительным специфическим оборудованием, таким как оборудование для спасения на воде. Это позволит использовать данную технику не только для тушения пожаров, но и для ликвидации других видов чрезвычайных ситуаций характерных для территории выезда подразделения, что соответствует подразделениям с небольшим количеством пожарной аварийно-спасательной техники.

В целях внедрения современных технологий в области ликвидации ЧС и тушения пожаров, Институт уделяет большое внимание разработке современных образцов аварийно-спасательного оборудования, инструмента, огнетушащих веществ. В частности, разработаны:

- генератор пены низкой кратности для подслоного тушения резервуаров «ГПВ» – это автономное устройство, вырабатывающее пену низкой кратности из водного раствора пенообразователя путем смешивания его с атмосферным воздухом в пропорции, определяемой конструкцией устройства. Указанное устройство может использоваться как в стационарных системах подслоного пожаротушения резервуаров, так и совместно с устройством оперативной врезки в технологические трубопроводы резервуаров при тушении с помощью пожарной аварийно-спасательной техники;
- фторсинтетические пенообразователи «Барьер-пленкообразующий» целевого назначения, предназначенные для получения с помощью специальной аппаратуры воздушно-механической пены, применяемой при тушении пожаров класса А и В по ГОСТ 27331. Фторуглеродный компонент снижает поверхностное натяжение водного раствора пенообразователя до величины меньшей, чем у нефтепродуктов. Вследствие этого пленка раствора, выделяющегося из пены, растекается по поверхности топлива и резко сокращает скорость его испарения. Кроме того, фторуглеродный компонент пенообразователя придает пене инертность к углеводородным жидкостям, что существенно снижает возможность загрязнения пены горючей жидкостью и позволяет подавать низкократную пену в очаг пожара навесной струей или в нижнюю часть резервуара под слой нефтепродукта. При использовании фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей появляется возможность значительно снизить как экономические, так и экологические последствия пожаров и аварий с утечкой нефти и нефтепродуктов;



**Рис. 3, 4.** Пожарные автоцистерны с емкостью для воды 5 и 5,8 куб. м

на полноприводном шасси МАЗ-530905 с однорядной и дурядной кабиной

**Fig. 3, 4.** Fire appliance with water carrying capacity – 5000 dm<sup>3</sup> and 5800 dm<sup>3</sup>, on an off-road chassis MAZ-530905, with a cab accommodating single and double seating rows

- огнезащитное покрытие для металла с повышенной устойчивостью к старению, налажен выпуск огнезащитного состава серии «Гард» для огнезащиты металлических конструкций с целью достижения требуемого предела огнестойкости на объектах всех классов функциональной пожарной опасности;
- лак для длительной огнезащиты древесины и материалов на ее основе, внедрен технологический процесс его производства;
- измерительно-вычислительный комплекс «Тембр» и программное обеспечение для обработки данных, получаемых с его помощью. Данный комплекс позволяет регистрировать вибрационные колебания конструкций при проведении их испытаний методом динамического воздействия, проводить оценку остаточной устойчивости и жесткости зданий и сооружений. Комплекс успешно зарекомендовал себя в г. Баку при оказании дружественной помощи МЧС Азербайджана.

Анализ ситуаций, складывающихся при тушении пожаров, показывает необходимость использования новых высокоэффективных технологий. Нашим институтом, в частности, проведены исследовательские работы по осуществлению тушения пожаров в резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов. На сегодняшний день такие пожары, как правило, тушат пеной средней кратности, которую подают через верх резервуара с помощью стационарной системы пенного пожаротушения или передвижной пожарной техники. Но данные способы не являются оптимальными и актуальной задачей есть разработка и использование альтернативных способов. Одним из таких способов является подслоный способ тушения.

Институтом в 2011 году разработан комплекс оперативной врезки, предназначенный для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах подслоным способом. Комплекс состоит из интегрированного устройства оперативной врезки, модуля хранения сжатого воздуха, высоконапорного генератора пены.



**Рис. 5.** Устройство оперативной врезки интегрированное

**Fig. 5.** Integrated tool for making incisions in pipelines

Подготовлены технические решения по объединению в сеть автономных пожарных извещателей. Проводится испытательная эксплуатация объединенных в сеть АПИ с выводом сигналов о пожаре на комбинированный (светозвуковой) оповещатель. Работа по созданию промышленного образца АПИ, работающего по радиоканалу и системы сбора сигналов о пожаре от АПИ по радиоканалу. АПИ, объединенными в сеть, будут монтироваться в индивидуальных и многоквартирных жилых домах, в которых проживают одинокие граждане старшего возраста, инвалиды I и II групп, многодетные семьи.

Созданы условия для оперативного проведения испытаний строительных конструкций (имеются испытательные печи для испытаний остекленных, вертикальных, ограждающих, горизонтальных, в том числе несущих строительных конструкций, заполнений проемов противопожарных преград), систем утепления наружных стен зданий и их облицовок с внешней стороны, отделочных материалов, жидкостей, текстильных материалов, кабельной и электротехнической продукции, огнезащитных композиций и инженерных систем, как на соответствие требованиям ТНПА Республики Беларусь, так и соответственно с требованиями европейских стандартов.

Институт аккредитован в системе Госстандарта на проведение испытаний продукции, имеет лицензии на научно-техническую, экспертную и консультационную деятельность по обеспечению пожарной безопасности.

Испытательный центр аккредитован:

- в системе аккредитации Республики Беларусь на 858 методов испытаний по 218 техническим нормативно-правовым актам,
- в Словацкой национальной службе аккредитации SNAS – на право проведения испытаний строительных конструкций и материалов по 19 европейским стандартам;
- на право проведения работ по подтверждению соответствия продукции требованиям Федерального закона Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- в системе добровольной сертификации в области пожарной безопасности Российской Федерации как испытательный центр (и как орган по сертификации).

С 2003 года институт является официальным и полноправным членом Европейской организации испытательных лабораторий по пожарной безопасности (EGOLF).

В дальнейшем деятельность НИИ будет направлена на проведение последовательной научно-технической работы в сфере предупреждения, обнаружения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

mł. kpt. mgr inż. **Mateusz FLISZKIEWICZ**<sup>1</sup>  
mł. kpt. mgr inż. **Andrzej KRAUZE**<sup>1</sup>  
dr hab. inż. **Tadeusz MACIAK**<sup>2</sup>

## MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH W INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO<sup>3</sup>

### The possibility of applying computer programs in fire safety engineering

#### Streszczenie

W artykule przedstawiono ogólny zarys i problematykę związaną z wykorzystaniem programów komputerowych w zakresie analizy i prognozowania wybranych zagrożeń. Dokonano przeglądu oprogramowania i jego możliwości wykorzystania w świetle polskiego prawa. Szczególną uwagę skupiono na dwupoziomowej formule przepisów, która w przyszłości umożliwi będzie projektowanie obiektów budowlanych w oparciu o metody obliczeniowe. Opisano obszary, w których obecnie wykorzystuje się programy komputerowe w celu oszacowania bezpieczeństwa. Ponadto, autorzy omawiają podstawowe wymagania, jakie powinny spełniać programy do modelowania wybranego zagrożenia. W artykule przedstawiono możliwości programów komputerowych z zakresu modelowania rozwoju pożaru, modelowania zachowania się konstrukcji w czasie pożaru oraz modelowania skutków awarii przemysłowych. Dla każdej z wymienionych dziedzin przygotowano przegląd oprogramowania wraz ze spisem podstawowych funkcji. Zaproponowano wymagania dotyczące formy wprowadzania danych wejściowych oraz formy prezentacji danych wyjściowych. Wszystkie informacje zaprezentowano w formie tabel porównujących możliwości wybranych programów.

#### Summary

The article describes general outline and main problems connected with using computer programs for analysis and forecasting of selected threats. An overview of the software and its possibility to apply in the light of Polish law was presented. Particular attention is focused on the two-tier formula regulations, which in the future will allow to design buildings based on computational methods. The areas in which computer programs are used to assess safety are shown. In addition, the authors discuss the basic requirements to be met by the selected software. The article discusses the possibilities of software development in the field of fire modeling, modeling behavior of the structure during the fire, and modeling the effects of industrial accidents. For each of these areas overview of the software, together with a list of basic functions was prepared. Proposed requirements for input data entry form and presentation of the output were also discussed. All information is presented in the form of tables comparing the capabilities of selected programs.

**Słowa kluczowe:** inżynieria bezpieczeństwa pożarowego, modelowanie pożarów, bezpieczeństwo, przegląd oprogramowania;

**Keywords:** fire safety engineering, fire modeling, safety, software overview;

### 1. Wprowadzenie

Rozwój technologii komputerowych oraz związanych z tym zaawansowanych metod obliczeniowych, jak na przykład numeryczna mechanika płynów, pozwolił na zastosowanie komputerów do symulacji różnorodnych problemów inżynierskich, włączając w to m.in. pożary budynków czy też skut-

ki awarii przemysłowych. Obecnie dostępne modele numeryczne umożliwiają przeprowadzenie skomplikowanych obliczeń uwzględniających wpływ wielu czynników oddziałujących na bezpieczeństwo. Dają możliwość wykonywania globalnych analiz obejmujących dużą ilość procesów fizycznych i chemicznych. Poniżej wymieniono kilka najważniejszych gałęzi inżynierii bezpieczeństwa pożarowego, do analizy których można wykorzystać programy komputerowe w celu rozwiązania problemów projektowych:

1. modelowanie rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu przy wykorzystaniu technik CFD (z ang.

<sup>1</sup> Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Katedra Techniki Pożarniczej, Zakład Informatyki i Łączności

<sup>2</sup> prof. SGSP, Politechnika Białostocka

<sup>3</sup> Każdy ze współautorów wniósł równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu (po 33%).

- Computational Fluid Dynamics*, czyli numeryczna mechanika płynów),
2. modelowanie ewakuacji,
  3. modelowanie zachowania się konstrukcji w czasie pożaru, przy wykorzystaniu technik FEM (z ang. *Finite Element Method*, czyli metoda elementów skończonych),
  4. modelowanie skutków awarii przemysłowych,
  5. modelowanie probabilistyczne na potrzeby szacowania ryzyka pożarowego,
  6. modelowanie zjawiska spalania i rozwoju pożaru na potrzeby analiz popożarowych.

Problematyka modelowania zagrożeń z zakresu bezpieczeństwa jest warta szczególnej uwagi, tym bardziej że współcześnie coraz częściej powstają obiekty budowlane o nietypowych funkcjach i układach architektonicznych. W związku z tym jednym z głównych problemów jest zaprojektowanie nowoczesnych budynków zgodnie z przepisami budowlanymi, które nie obejmują tak szerokiego zakresu szczegółowej problematyki technicznej. To z kolei zmusza do opracowania nowego podejścia do projektowania budynków bez ustalania konkretnych rozwiązań oraz obligatoryjnych sposobów osiągania wymaganych właściwości użytkowych. Takie ujęcie problemu przyczynia się do postępu w budownictwie poprzez zastosowanie m.in. odpowiednich narzędzi inżynierskich, jak np. symulacje komputerowe. Programy komputerowe ze względu na swoje szerokie możliwości mogą być stosowane do rozpatrywania skutków wielu zagrożeń, między innymi pożarów. Analiza rozprzestrzeniania się produktów spalania i rozkładu temperatury w budynku umożliwia określenie warunków panujących podczas pożaru oraz daje możliwość ustalenia czasu, po którym wystąpią warunki zagrażające życiu ludzi. Dodatkowo bezpośrednie wyznaczenie temperatury przegród lub sprawdzenie rozkładu temperatury pod stropem i jej zmian w trakcie pożaru umożliwia określenie bezpieczeństwa konstrukcji danego budynku. Kolejnym krokiem analizy inżynierskiej może być oszacowanie wymaganego czasu ewakuacji oraz porównanie go z wyznaczonymi warunkami krytycznymi ze względu na ewakuację i wytrzymałość konstrukcji.

Kolejnym obszarem analiz inżynierskich może być bezpieczeństwo w przemyśle. Dostępne modele numeryczne umożliwiają modelowanie awarii przemysłowych i ich skutków. Dobrym przykładem jest projektowanie wentylacji w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Obecnie najczęściej stosuje się metody analityczne podane w przepisach i normach dotyczących zapobiegania wybuchom [1, 2, 3]. Niestety przedstawione sposoby postępowania bazują na uśrednionych wartościach stężeń, zarówno w przestrzeni, jak i w czasie. Nie jest możliwe obliczenie metodami analitycznymi pionowego rozkładu stężeń substancji o gęstości większej lub mniej-

szej od powietrza. Tymczasem stężenia te mogą znacznie różnić się na poszczególnych wysokościach. Ponadto nie jest możliwe precyzyjne określenie zasięgu strefy niebezpiecznej w dużych pomieszczeniach. Trudne jest też ustalenie maksymalnego stężenia substancji palnej w powietrzu usuwanym z pomieszczenia, w celu kwalifikacji wnętrza przewodów oraz przestrzeni za ich wylotem.

## **2. Zastosowanie symulacji komputerowych w kontekście wymagań przepisów przeciwpożarowych oraz warunków techniczno-budowlanych dla budynków**

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami programy komputerowe, jako narzędzia inżynierii bezpieczeństwa pożarowego, mogą być wykorzystywane w szczególności do rozwiązywania następujących zagadnień:

1. analizy rozwiązań niestandardowych w fazie projektowania obiektów, jako uzasadnienie przyjętych rozwiązań we wniosku o odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych, zgodnie z art. 9 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118, z późniejszymi zmianami),
2. opracowania i uzasadniania rozwiązań niestandardowych w obiektach tj.:
  - a. warunków zamiennych zgodnie z zapisami rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów, czy też rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych,
  - b. warunków zastępczych według wymagań rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, a także rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21.11.2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie,
3. teoretycznego sprawdzania skuteczności przyjętych rozwiązań w ramach koncepcji zabezpieczenia obiektu.

Ponadto w Komendzie Głównej Państwowej Straży Pożarnej zostały opracowane procedury [4], które zawierają zalecenia dotyczące zakresu i formy ekspertyz technicznych oraz wniosków w zakresie rozwiązań zastępczych i zamiennych, a także za-

sad postępowania komendantów wojewódzkich PSP związanych z uzgadnianiem tych koncepcji. Zgodnie z tymi zaleceniami, ekspertyza powinna zawierać m.in. część analityczno-ocenną, w której należy uzasadnić zastosowanie proponowanych rozwiązań. We wspomnianych wytycznych, Komenda Główna PSP zaleca, aby w uzasadnionych przypadkach stosować narzędzia inżynierii bezpieczeństwa pożarowego, czyli np. komputerowe modele symulacyjne. W szczególności dotyczy to obiektów, dla których opracowuje się scenariusz pożarowy lub w których niemożliwe jest wykazanie w sposób niebudzący wątpliwości niepogorszenia warunków ochrony przeciwpożarowej bez przeprowadzenia dokładnej analizy oraz oceny warunków powstania i rozprzestrzeniania się pożaru z uwzględnieniem wpływu zastosowanych zabezpieczeń technicznych i organizacyjnych. W związku z tym według Komendy Głównej PSP, zasadne jest przeprowadzenie symulacji komputerowych w kontekście oceny warunków ewakuacji w obiektach o skomplikowanym układzie komunikacyjnym, w przypadku istotnych odstępstw od kryteriów określonych w przepisach.

Trzeba podkreślić, że obecnie toczą się prace nad zupełnie nową formułą przepisów techniczno-budowlanych dla budynków. Dwupoziomowa struktura (część obligatoryjna i opcjonalna) tych przepisów, która odpowiada najnowszym światowym trendom w tej dziedzinie, wprowadza ogromne ułatwienia w stosowaniu metod inżynierskich. Przede wszystkim ze względu na rezygnację z uciążliwej procedury odstępstw od obowiązujących warunków techniczno-budowlanych na rzecz przyjmowania innowacyjnych rozwiązań projektowych. Jeśli te przepisy wejdą w życie, znajdzie konieczność obiektywnego wykazania zgodności przyjętego rozwiązania z wymaganiami zawartymi w tej nowej, dwupoziomowej formule warunków techniczno-budowlanych. Takie obiektywne wykazanie zgodności będzie mogło nastąpić poprzez metody analityczne, metody eksperymentalne i wreszcie symulacje komputerowe, które dają bardzo szerokie możliwości sprawdzenia poziomu bezpieczeństwa w danym obiekcie. Jednocześnie symulacje komputerowe są sposobem bardzo praktycznym i funkcjonalnym, w odróżnieniu od metod np. eksperymentalnych. Na stronie internetowej Instytutu Techniki Budowlanej [5], przedstawiono propozycję nowej formuły warunków techniczno-budowlanych. Cały czas trwają konsultacje środowiskowe, przy czym warto zaznaczyć, że żaden z ich uczestników nie neguje przedstawionego zamierzenia. W związku z powyższym należy przypuszczać, że nowe przepisy zostaną wprowadzone w Polsce w nieodległym czasie. Niemniej jednak zapisy nowej formuły warunków techniczno-budowlanych mogą być dzisiaj traktowane jako zasady wiedzy technicznej (szczególnie w kwestiach nieuregulowanych przez aktualne przepisy) [6].

Wprowadzenie dwupoziomowej formuły warunków techniczno-budowlanych w Polsce jest wzorowane na metodach i doświadczeniach kanadyjskich. W Kanadzie wprowadzenie przepisów przeciwpożarowych opartych na wymaganych właściwościach użytkowych poprzedzone było długimi konsultacjami. Warto również podkreślić wyjątkowe zaangażowanie środowisk, uczestniczących w tych pracach, co dodatkowo pozwoliło na przygotowanie wytycznych dotyczących stosowania nowoczesnych metod projektowych. Wdrożenie wspomnianych przepisów trwało prawie dziesięć lat. Efektem było uzgodnienie tzw. przepisów modelowych (*Model Codes*) w kształcie odpowiadającym wszystkim zainteresowanym stronom, w tym również poszczególnym stanom kanadyjskim. Taki sposób formułowania zapisów prawa jest charakterystyczny także dla USA. We wspomnianym kraju przepisy są opracowywane przez niezależne instytucje, takie jak np. ICC (*International Code Council*), czy NFPA (*National Fire Protection Association*). Po pięciu latach od momentu publikacji przepisów, władze kanadyjskie rozpoczęły monitorowanie efektów ich funkcjonowania. Okazało się, że środowiska projektantów oraz osób związanych z ochroną przeciwpożarową wysoko oceniają przejrzystą strukturę nowych przepisów. Taka konstrukcja prawa pozwala na lepsze zrozumienie wymagań osobom odpowiedzialnym za ich egzekwowanie. Prowadzi to do większej otwartości na innowacyjne rozwiązania. Podobne zmiany w formule warunków techniczno-budowlanych, wprowadzono w Republice Południowej Afryki. Uwagę zwraca fakt, że w tym kraju przepisy oparte na wymaganych właściwościach użytkowych funkcjonują już od 20 lat. Niestety w RPA wyraźnie zarysowały się liczne trudności w stosowaniu tychże przepisów. Głównym problemem jest brak specjalistycznych kierunków kształcenia na uczelniach. Z tego względu osoby uczestniczące w procesie projektowania są zmuszone do zdobywania wiedzy oraz kwalifikacji za granicą. Ponadto brak doświadczenia i wiedzy w tym kraju, nie sprzyja tworzeniu norm lokalnych i zmusza do korzystania z uznanych standardów światowych. Prowadzi to bardzo często do mieszania wymagań oraz szczególnych rozwiązań technicznych ze standardów opracowanych w różnych krajach. Niestety często wpływa to negatywnie na poziom bezpieczeństwa. Wydaje się, że już w tej chwili problem ten przynajmniej częściowo pojawia się również w Polsce. W związku z powyższym w naszym kraju konieczne wydaje się podjęcie kroków zmierzających do podniesienia m.in. standardów kształcenia osób, które mają udział w projektowaniu budynków [7].

### 3. Wymagania dla programów CFD przeznaczonych do modelowania pożarów

Proces zapobiegania pożarom wewnętrznym, wymaga nieustannego doskonalenia. Występujący aktualnie dynamiczny postęp techniczny i związany z nim rozwój, dotyczący przede wszystkim budownictwa niosą nowe wyzwania w obszarze bezpieczeństwa pożarowego. Powstające rozległe centra handlowe mogą skupiać w okresach zwiększonego ruchu nawet kilkanaście tysięcy osób. Powstaje coraz więcej budynków wysokościowych, nie tylko użyteczności publicznej, ale również mieszkalnych. Pojawiła się nowa grupa obiektów, wcześniej w Polsce niespotykanych, a mianowicie centra logistyczne, czyli wielkokubaturowe obiekty magazynowe, o znacznym nagromadzeniu materiałów palnych. Wszystko to przyczynia się nie tylko do konieczności odpowiedniego przygotowania do zwalczania związanych z tym niebezpiecznych pożarów, ale także wymaga nasilenia działań prewencyjnych, zarówno na etapie projektowania, jak i eksploatacji obiektów, w tym przeprowadzania analiz i prognoz zagrożenia w oparciu o nowoczesne narzędzia informatyczne. Programy przeznaczone do symulacji rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu, powinny umożliwiać modelowanie szeregu zjawisk fizycznych, do których można zaliczyć:

1. modelowanie zjawiska rozprzestrzeniania się dymu oraz gorących gazów pożarowych przy określonych przez użytkownika warunkach brzegowych,
2. modelowanie wpływu instalacji oddymiania (grawitacyjnego, mechanicznego, strumieniowego) na rozprzestrzenianie się dymu lub weryfikacji efektywności wymienionych instalacji,
3. modelowanie zadziałania tryskaczy oraz ich wpływu na rozwój pożaru (obecnie ze względu na złożoność procesu gaszenia powyższe zjawisko jest dość mocno ograniczone, ponieważ wymaga zaimplementowania modelu fazy rozproszonej tj. kropli wody),
4. określenie czasu zadziałania czujek dymu i ciepła oraz wpływu ich zadziałania na warunki brzegowe (np. uruchomienie wentylatorów, otwarcie klap dymowych).

Programy CFD przeznaczone do zastosowań w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego powinny posiadać co najmniej dwa podstawowe modele turbulencji tj. model RANS (*Reynolds-Averaged Navier-Stokes*) oraz model LES (*Large Eddy Simulation*). Model turbulencji RANS umożliwia modelowanie pożarów na potrzeby szybkiej weryfikacji (krótki czas obliczeń i małe wymagania sprzętowe), jak również na potrzeby weryfikacji wentylacji strumieniowej (umożliwia najlepsze odzwierciedlenie warunków rzeczywistych przy wykorzystaniu nie-

dużych mocy obliczeniowych). W przypadku modelu RANS równania Naviera-Stokesa są uśrednione w czasie, dlatego w ten sposób otrzymane równania nie dążą do rozwiązania bezpośrednio ruchu turbulentnego, ale do dostarczenia uśrednionych w czasie charakterystycznych wielkości przepływów. Dlatego też w przypadku tego modelu obszar obliczeniowy nie musi być bardzo dokładnie podzielony, żeby uchwycić najważniejsze uśrednione w czasie właściwości przepływów. Do najczęściej stosowanych modeli RANS należą: k-epsilon, k-omega, Spalart-Allmaras. W inżynierii bezpieczeństwa pożarowego zazwyczaj używa się modelu k-epsilon. Z kolei model turbulencji LES daje możliwość wnikliwej weryfikacji zjawiska pożaru poprzez odpowiednio dokładne podzielenie obszaru obliczeniowego. W przypadku modelu LES wszystkie przepływy turbulentne oprócz tych najmniejszych, których wielkość jest mniejsza od pojedynczej komórki obliczeniowej, są rozwiązywane przez równania Naviera-Stokesa. Najdokładniejsze (najmniejsze) wiry są pomijane. Model LES może być również wykorzystany do modelowania wentylacji strumieniowej, jednakże wymaga to bardzo dokładnego podzielenia obszaru obliczeniowego, a co za tym idzie, zachodzi potrzeba dużego wzrostu mocy obliczeniowej komputerów. Do najczęściej stosowanych należą: Smagorinsky-Lilly, Dynamic Smagorinsky-Lilly. W inżynierii bezpieczeństwa pożarowego wykorzystuje się model Smagorinsky-Lilly. Wszystkie ruchy turbulentne są rozwiązywane poprzez bezpośrednie rozwiązanie równań Naviera-Stokesa. Aby skutecznie używać modelu DNS niezbędne jest bardzo dokładne podzielenie obszaru obliczeniowego, jak również posiadanie bardzo dużych mocy obliczeniowych [8].

Ponadto oprogramowanie powinno posiadać modele spalania dyfuzyjnego, składników niezmieszanych wstępnie – „*non-premixed combustion*” (taki sposób spalania zachodzi w pożarach). Nie jest konieczne stosowanie modelu spalania kinetycznego. Do najczęściej wykorzystywanych modeli spalania dyfuzyjnego należą: „*Mixture Fraction*” oraz „*Finite-Rate Reaction*”. Model spalania dyfuzyjnego nie opisuje samego procesu spalania, jednakże zamiast tego uzyskuje się końcowy efekt tego procesu, czyli produkcję ciepła i dymu (poprzez narzucenie charakterystycznego, równomiernego rozkładu tych parametrów na określonej objętości). Parametry te powinny odpowiadać przewidywanemu pożarowi, który może powstać w danym pomieszczeniu lub obiekcie, a jego wielkości powinny być określone na podstawie eksperymentalnych doświadczeń lub aktów normatywnych. We wspomnianym modelu możliwe jest zdefiniowanie różnych materiałów palnych na potrzeby reakcji spalania, jednakże w symulacji może być wykorzystany tylko jeden rodzaj paliwa. Model przyjmuje, że paliwo miesza

się z powietrzem w sposób idealny i jednocześnie z mieszanym zachodzi spalanie. Głównym ograniczeniem takiego podejścia jest moc obliczeniowa komputerów oraz złożoność rozwiązywanych równań w przypadku wielu rodzajów paliwa. Trzeba zauważyć, że to jeden z łatwiejszych sposobów przedstawienia źródła pożaru, jednakże na potrzeby inżynierii pożarowej jest on wystarczający. „*Finite-Rate Reaction*” to model, który znajduje również zastosowanie w przypadku wykorzystania modelu turbulencji DNS, gdzie bardzo dokładny podział obszaru obliczeniowego umożliwia bezpośrednie modelowanie dyfuzji cząsteczek chemicznych (paliwo, tlen i produkty spalania). Jeżeli model płomienia jest rozwiązywany w bezpośrednich obliczeniach DNS, wtedy lokalna temperatura gazu może być użyta do określenia kinetyki reakcji spalania. W ten sposób możliwe jest zaimplementowanie względnie prostego zbioru jednej lub wielu reakcji chemicznych do modelu spalania [8].

Model transportu ciepła przez promieniowanie stosowany w symulacjach pożarowych powinien uwzględniać podział pasma promieniowania na przedziały, odpowiadające częstotliwościom emisji dla poszczególnych produktów spalania (pary wodnej, tlenku i dwutlenku węgla, popiołu), a w pewnych przypadkach także gazu pirolitycznego. Poza płomieniem intensywność promieniowania powinna być obliczana z prawa Stefana-Boltzmana, natomiast w bezpośrednim sąsiedztwie płomienia taki sposób liczenia powoduje duże błędy niedoszacowania ze względu na uśrednienie temperatury płomienia po całej komórce (jest ona niższa niż w rzeczywistości). Model powinien uwzględniać korekcję tego zjawiska. Modele promieniowania mające zastosowanie w procesach spalania to: P-1 lub DO (*Discrete Ordinates*). Model DO jest najbardziej odpowiedni, ponieważ uwzględnia podział pasma promieniowania na przedziały [8].

Oprogramowanie powinno umożliwiać definiowanie właściwości fizycznych i pożarowych elementów konstrukcyjnych budynków, jak również znajdującego się w nim wyposażenia, które może wpływać na rozprzestrzenianie się ciepłych gazów pożarowych poprzez odbieranie temperatury. Do parametrów tych należy zaliczyć m.in. gęstość materiału, ciepło właściwe, przewodność właściwą. W oprogramowaniu powinna być możliwość definiowania warunków atmosferycznych, a w szczególności: ciśnienia atmosferycznego, wilgotności powietrza, kierunku i siły wiatru oraz temperatury powietrza. Aplikacje przeznaczone do symulacji pożarów powinny umożliwiać wprowadzenie odpowiedniej reakcji spalania oraz właściwości materiałów spalanych, a w szczególności:

1. skład chemiczny paliwa,
2. ciepło rozkładu i spalania paliwa,

3. ułamek masowy dymu, warunkujący ilość powstającego dymu z 1 kg spalonego paliwa,
4. gęstość optyczna dymu, warunkująca intensywność pochłaniania promieniowania widzialnego przez dym o danym stężeniu,
5. ułamek masowy tlenku węgla, warunkujący ilość powstającego tlenku węgla z 1 kg spalonego paliwa.

Oprogramowanie powinno posiadać możliwość wprowadzania następujących geometrii: prostych geometrii opartych o siatkę kartezjańską (prostokątną), powierzchni zakrzywionych wykorzystywanych do modelowania np. tuneli, nietypowych obiektów użyteczności publicznej o nieregularnych kształtach (poprzez zastosowanie siatki czworokątnej lub wielokątnej). Ponadto powinna istnieć opcja importowania geometrii z rysunków CAD (*Computer Aided Design*), przy pomocy popularnych formatów, takich jak: STEP (*Standard for the Exchange of Product model data*), IGES (*Initial Graphics Exchange Specification*), DXF (*Data Exchange Format*) oraz DWG (*Drawing*). Ponadto oprogramowanie powinno umożliwiać definiowanie właściwości czujek i tryskaczy.

Oprogramowanie musi umożliwiać otrzymanie następujących wyników symulacji:

1. temperatury,
2. zasięgu widzialności,
3. nad/podciśnienia,
4. prędkości przepływu gazów,
5. stężenia toksycznych i obojętnych gazów np. CO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>,
6. mocy pożaru,
7. gęstości gazów,
8. czasu zadziałania tryskaczy, czujek dymu i temperatury.

Przy wykorzystaniu funkcji programu powinno być możliwe otrzymanie powyższych wartości za pomocą punktu pomiarowego, przekroju w dowolnym miejscu obszaru obliczeniowego, a także trójwymiarowej wizualizacji rozkładu badanych parametrów.

### 3.1. Proponowane oprogramowanie do zastosowań w symulacjach pożarów wewnętrznych

Programy umożliwiające modelowanie CFD należy podzielić na dwie grupy, tj. oprogramowanie ogólnego przeznaczenia oraz oprogramowanie dedykowane dla inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Opisane powyżej wymagania odnoszą się do oprogramowania dedykowanego, ponieważ w większości programów ogólnego przeznaczenia wykorzystujących modele numerycznej mechaniki płynów dostępnych jest o wiele więcej modeli turbu-

lencji, transportu promieniowania, czy też spalania. Programy te umożliwiają modelowanie każdego rodzaju przepływów bez względu na rodzaj substancji, która jest definiowana przez użytkownika.

Programy bazujące na numerycznej mechanice płynów – ogólnego przeznaczenia:

1. PHOENICS FLAIR,
2. ANSYS FLUENT,
3. ANSYS CFX,
4. STAR-CD,
5. OPENFOAM.

Programy bazujące na numerycznej mechanice płynów – dedykowane dla inżynierii bezpieczeństwa pożarowego:

1. FDS,
2. JASMINE,
3. SMARTFIRE,
4. KOBRA 3D,
5. KAMELEON,
6. SOFIE.

W tabelach 1 i 2 przedstawiono podstawowe informacje dotyczące oprogramowania dedykowanego dla inżynierii bezpieczeństwa pożarowego.

#### **4. Wymagania dla programów przeznaczonych do modelowania zachowania się konstrukcji w czasie pożaru**

##### **4.1. Wymagania stawiane proponowanemu oprogramowaniu w zakresie modelowania zjawisk fizycznych oraz posiadanych modeli obliczeniowych**

Modele stosowane w ocenie zachowania się konstrukcji w czasie pożaru, muszą być modelami zaawansowanymi, czyli umożliwiać globalną analizę całości konstrukcji, a nie tylko wyizolowanych elementów. W tym wypadku najwłaściwszą metodą dyskretyzacji konstrukcji rozpatrywanego obiektu jest metoda elementów skończonych (MES). Oprogramowanie powinno umożliwiać analizę zarówno elementów stalowych, jak i zespolonych. Niezbędne jest posiadanie funkcji modelowania odpowiedzi termicznej, tj. nieustalonego (zmiennego w czasie) przewodzenia ciepła (w dwóch lub trzech wymiarach). Do przeprowadzenia właściwej analizy, wykorzystywany program musi również umożliwiać szerokie modelowanie odpowiedzi mechanicznej, jak np.:

1. nieustalonych (zmiennych w czasie) stanów naprężeń – odkształceń,
2. analizy stanu naprężeń – odkształceń w dwóch i trzech wymiarach,
3. rozwiązywania zagadnień nieliniowych (odkształcenia plastyczne),

4. definiowania właściwości fizycznych materiałów (ciepło właściwe, przewodnictwo, gęstość, moduł Younga, granica plastyczności) jako funkcji temperatury.

Ponadto w programie powinna być zapewniona możliwość importu danych temperaturowych (promieniowanie oraz konwekcja w funkcji czasu) z modeli CFD i strefowych.

##### **4.2. Wymagania dotyczące wprowadzania danych wejściowych oraz warunków brzegowych**

Funkcje oprogramowania muszą umożliwiać wprowadzanie geometrii konstrukcji obiektu wraz z detalami konstrukcyjnymi (np. przekrojami elementów). Kolejnym ważnym wymogiem jest możliwość definiowania właściwości fizycznych materiałów w funkcji temperatury. Dodatkowo niezbędnymi opcjami w zakresie wprowadzania warunków brzegowych jest definiowanie przyłożonych sił, przemieszczeń, temperatury, a także strumieni ciepła oraz ich zmiany w czasie (na skutek zniszczenia części konstrukcji).

##### **4.3. Wymagania dotyczące danych wyjściowych oraz formy ich prezentacji**

Oprogramowanie musi umożliwiać otrzymanie rozkładu naprężeń i odkształceń w elementach w funkcji czasu, rozkładu temperatury w elementach w funkcji czasu, a także czasu do przekroczenia poszczególnych parametrów krytycznych w każdym elemencie. Wskazane jest posiadanie możliwości prezentacji za pomocą punktu pomiarowego, przekroju w dowolnym miejscu obszaru obliczeniowego, a także trójwymiarowej wizualizacji rozkładu badanych parametrów.

##### **4.4. Proponowane oprogramowanie służące do modelowania zachowania się konstrukcji w czasie pożaru**

Dostępne modele można podzielić na programy wykorzystujące MES (Metoda Elementów Skończonych) ogólnego przeznaczenia oraz służące do analizy wytrzymałości konstrukcji w czasie pożaru. Do modeli ogólnego przeznaczenia należą: ANSYS, ALGOR, ABAQUS oraz NASTRAN. Do programów mających zastosowanie w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego należy program: SAFIR. W tabeli 3. przedstawiono krótką charakterystykę wymienionych programów.

Tabela 1.

**Zestawienie funkcji programów przeznaczonych do modelowania pożarów**

Table 1.

**List of features software intended to fire modeling**

<b>Model, funkcja, cecha</b>	<b>FDS</b>	<b>JASMINE</b>	<b>SMARTFIRE</b>
Producent	National Institute of Standards & Technology	Building Research Establishment	Fire Safety Engineering Group, The University of Greenwich
Kraj	USA	Wielka Brytania	Wielka Brytania
Licencja	open source	Akademicka/komercyjna	Akademicka/komercyjna
Przeznaczenie	Modelowanie wolnych przepływów wyporowych, szczególnie pożarów	Modelowanie pożarów i działania urządzeń przeciwpożarowych	Modelowanie pożarów wewnętrznych
Obliczenia równoległe	MPI, OpenMP	-	możliwe
Interfejs graficzny	Komercyjny: np. Pyrosim	Josefine	posiada
Preprocesor	brak	brak danych	posiada
Rząd metody	2	1	brak danych
Metoda dyskretyzacji	FD (z ang. Finite Difference – metoda różnic skończonych)	FV (z ang. Finite Volume – objętości skończonych)	FV (z ang. Finite Volume – objętości skończonych)
Rodzaje siatek	Regularna sześcienna	Regularna sześcienna	Regularna sześcienna, możliwe stosowanie siatek nieregularnych
Import CAD (formaty)	Z DWG przez nakładkę na AutoCAD-a	brak danych	DXF
Modele turbulencji	LES Smagorinsky, DNS	RANS k-epsilon z modyfikacją dla wyporu	RANS k-epsilon z modyfikacją dla wyporu
Modele spalania	Mixture fraction, Finite Rate	eddy-break-up model, laminar flamelet model	SCRS (Simple Chemical Reaction Scheme)
Modele promieniowania	DO (z ang. Discrete Ordinates – model rzędnych dyskretnych), gaz szary z 6 lub 9 przedziałami częstotliwości	six flux model, DTRM (z ang. Discrete Transfer Radiation Model – model dyskretny transferu promieniowania)	Radiosity, Six Flux, Multi Ray
Parametry czujek i tryskaczy	możliwe	możliwe	możliwe
Faza rozproszona – interakcja kropli wody z płomieniem	możliwe	możliwe	możliwe
Wpływ urządzeń ppoż. na warunki brzegowe	możliwe	-	możliwe
Walidacja	[9]	[14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23]	[24], [25], [26], [27]
Dokumentacja	[10], [9], [11], [12], [13]	[23]	[28]

Tabela 2.

**Zestawienie funkcji programów przeznaczonych do modelowania pożarów**

Table 2.

**List of software features intended to fire modeling**

<b>Model, funkcja, cecha</b>	<b>KAMELEON KFX</b>	<b>KOBRA 3D</b>	<b>FLAIR</b>	<b>SOFIE</b>
Producent	FireEx	Integrierte Sicherheits-Technik GmbH	CHAM	Kranfield University
Kraj	Norwegia	Niemcy	Wielka Brytania	Wielka Brytania
Licencja	Akademicka/komercyjna	komercyjna	komercyjna	Akademicka/komercyjna
Przeznaczenie	Pożary i dyspersja gazów	Modelowanie pożarów wewnętrznych	Wentylacja, jakość powietrza	Modelowanie pożarów wewnętrznych
Obliczenia równoległe	-	-	możliwe	-
Interfejs graficzny	posiada	-	posiada	posiada
Preprocesor	posiada	posiada	posiada	-
Rząd metody	brak danych	-	-	1 i 2
Metoda dyskretyzacji	FV (z ang. Finite Volume – objętości skończonych)	-	-	FV (z ang. Finite Volume – objętości skończonych)
Rodzaje siatek	-	-	Regularna sześcienna, nieregularna	-
Import CAD (formaty)	IGES, PDS, PDMS	-	-	-
Modele turbulencji	RANS k-epsilon	LES Smagorinsky	RANS k-epsilon	RANS k-epsilon z modyfikacją dla wyporu

Model, funkcja, cecha	KAMELEON KFX	KOBRA 3D	FLAIR	SOFIE
Modele spalania	EDC (Eddy Disipation Concept)	-	-	-
Modele promieniowania	DTRM (z ang. Discrete Transfer Radiation Model – model dyskretny transferu promieniowania)	-	IMMERSOL	DTRM (Discrete Transfer Radiation Model) z WSGGM (Weighted Sum of Gray Gas Model)
Parametry czujek i try-skaczy	możliwe	możliwe	-	-
Faza rozproszona – interakcja kropli wody z płomieniem	możliwe	możliwe	możliwe	-
Wpływ urządzeń ppoż. na warunki brzegowe	możliwe	możliwe	-	-
Walidacja	[31], [32], [33]	[34], [35], [36], [37], [38], [39], [40]	-	[44], [45], [46], [47], [48], [49], [50]
Dokumentacja	[29], [30]	[41]	[42], [43]	[51]

Tabela 3.

### Zestawienie funkcji programów do modelowania zachowania się konstrukcji

Table 3.

#### List of software features intended to modeling behaviour of building structures

Model lub cecha	ANSYS	ALGOR	ABAQUS	NASTRAN	SAFIR
Producent	Ansys, Inc (USA)	ALGOR, Inc. (USA)	SIMULIA, the Dassault Systèmes (USA)	NEi Software (USA)	University of Liege (Belgia)
Licencja	komercyjna	komercyjna	komercyjna	komercyjna	komercyjna
Metoda modelowania	MES (Metoda Elementów Skończonych)	MES (Metoda Elementów Skończonych)	MES (Metoda Elementów Skończonych)	MES (Metoda Elementów Skończonych)	MES (Metoda Elementów Skończonych)
Analiza termiczna i mechaniczna w trzech wymiarach	tak	tak	tak	tak	tak
Stany nieustalone	tak	tak	tak	tak	tak
Zagadnienia nieliniowe	tak	tak	tak	tak	tak
Możliwość definiowania właściwości elementów w funkcji czasu	tak	tak	tak	tak	tak

## 5. Wymagania dla programów przeznaczonych do modelowania skutków awarii przemysłowych

### 5.1. Wymagania stawiane proponowanemu oprogramowaniu w zakresie modelowania zjawisk fizycznych oraz posiadanych modeli obliczeniowych

Programy przeznaczone do oceny skutków awarii przemysłowych, powinny umożliwiać modelowanie następujących zagrożeń:

1. uwolnienia i dyspersji substancji niebezpiecznych (cieczy i gazów, palnych i toksycznych),
2. pożarów substancji palnych (dotyczy to pożarów rozlewisk cieczy palnych i strumieni gazu palnego ze zbiornika pod ciśnieniem),
3. wybuchów (zarówno mieszanin gazów palnych z powietrzem, jak również materiałów wybuchowych w postaci stałej),

4. wzajemnego oddziaływania (efekt domino, czyli możliwość uszkodzenia zbiornika z substancją niebezpieczną na skutek promieniowania cieplnego lub nadciśnienia wybuchu zbiornika sąsiedniego).

Poniżej przedstawiono wymagania dla programów w zakresie możliwości modelowania różnych rodzajów emisji, dyspersji, pożarów, wybuchów, a także przewidywania efektu domino.

Oprogramowanie powinno umożliwiać modelowanie następujących rodzajów emisji (ze względu na czas oraz ze względu na stan skupienia):

1. chwilowej (uwolnienie całej substancji w jednym momencie np. rozerwanie zbiornika),
2. ciągłej (substancja wydostaje się ze zbiornika przez nieszczelność lub paruje z rozlewiska),
3. gazu sprężonego (będącego w postaci gazowej niezależnie od ciśnienia, np. sprężony metan),
4. gazu skroplonego (ciecz wrząca – substancja w postaci gazowej pod ciśnieniem atmosferycznym)

- nym skraplająca się pod większym ciśnieniem, np. LPG, chlor),
5. cieczy niewrzającej (każda substancja będąca w postaci ciekłej pod ciśnieniem atmosferycznym np. benzyna, olej napędowy).

Programy muszą posiadać zaimplementowane modele dyspersji:

1. dla gazów lekkich – gęstość względem powietrza mniejsza niż 0,8 (takie gazy jak wodór, metan),
2. gazów pasywnych – gęstość względem powietrza pomiędzy 0,8 a 1,1 (gazy takie jak tlenek węgla),
3. gazów ciężkich – gęstość względem powietrza większa niż 1,1 (gazy takie jak chlor, pary benzyne, spirytusu).

Funkcje oprogramowania powinny umożliwiać modelowanie pożarów cieczy palnej z rozlewiska, zbiornika, a także pożarów strumieniowych (*jet*). Ponadto możliwości aplikacji muszą obejmować modelowanie wybuchów fazy skondensowanej (materiały wybuchowe) oraz wybuchów chmury gazu palnego (wewnątrz i w bezpośrednim sąsiedztwie budynków, na otwartym terenie, wybuchy BLEVE – *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*). Niemniej ważnym zagadnieniem jest przewidywanie efektu domino jako zniszczenia sąsiedniego zbiornika wskutek promieniowania cieplnego pożaru lub wskutek nadciśnienia wybuchu. Wymagane są dwa podstawowe tryby obliczeń. Pierwszy to tryb planowania (systematyczna analiza potencjalnej awarii, czas obliczeń może być dłuższy, użytkownik zna wszystkie parametry mające wpływ na wynik), natomiast drugi to tryb działań ratowniczych (symulacje na potrzeby trwającego zdarzenia, wiele parametrów jest domyślnych, obliczenia niezależnie od klasy posiadanego komputera nie powinny trwać dłużej niż kilka sekund).

## 5.2. Wymagania dotyczące wprowadzania danych wejściowych oraz warunków brzegowych

W zakresie wprowadzania danych wejściowych, w przypadku modelowania emisji, wskazana aplikacja powinna umożliwiać definiowanie:

1. substancji i jej parametrów początkowych (początkowa temperatura, ciśnienie w zbiorniku, stan skupienia),
2. warunków meteorologicznych,
3. geometrii zbiornika, rozlewiska, szczelności, rodzaju podłoża (czy zbiornik jest poziomy czy pionowy, jakie ma wymiary, na jakiej wysokości względem lustra cieczy i podłoża jest otwór).

Funkcje aplikacji w obszarze definiowania danych wejściowych dla dyspersji muszą zapewnić możliwość wprowadzania:

1. prędkości i kierunku wiatru,

2. temperatury, ciśnienia, wilgotności oraz zachmurzenia,
3. klasy stabilności atmosfery (w zależności od stopnia turbulencji wyróżnia się kilka klas stabilności, im atmosfera bardziej stabilna, tym słabsze jest mieszanie i tym większe zasięgi obłoków substancji),
4. szorstkości podłoża (uśredniona – w zależności czy przepływ jest po powierzchni wody, polu, lesie, czy np. w mieście),
5. dokładnej geometrii terenu, z uwzględnieniem rzeźby i pokrycia (dotyczy możliwości wprowadzania konkretnych budynków, wzniesień, obniżeń terenu).

Opcje programu, w przypadku modelowania pożaru, powinny również umożliwiać definiowanie kierunku i siły wiatru. Ponadto dla rozlewiska musi istnieć funkcja określania wielkości oraz szybkości wypływu cieczy palnej. W zakresie wprowadzania danych wejściowych dla modelowania wybuchów chmury gazu palnego aplikacja musi umożliwiać definiowanie kształtu chmury w momencie zapłonu otrzymanego z obliczeń uwolnienia, momentu zapłonu, wpływu geometrii i przeszkód na przebieg wybuchu, a także wpływu ukształtowania terenu na przebieg wybuchu. Natomiast dla BLEVE ilości substancji biorącej udział w wybuchu oraz prędkości i kierunku wiatru. Dla fazy skondensowanej wystarczy opcja definiowania masy materiałów.

## 5.3. Wymagania dotyczące danych wyjściowych oraz formy ich prezentacji

W celu pełnego wykorzystania programów do oceny skutków awarii przemysłowych, kluczowe znaczenie mają możliwości w zakresie odczytywania danych wyjściowych. W przypadku modelowania uwolnień ze zbiorników musi być dostępny odczyt natężenia wypływu w funkcji czasu, sposób zachowania się substancji (czy tworzy rozlewisko, wrze, czy istnieje możliwość zapalenia lub wybuchu chmury par), całkowity czas uwolnienia (uwzględniając możliwość spadku temperatury poniżej temperatury wrzenia), a także informacja czy wypływ jest jedno- czy dwufazowy. Natomiast w przypadku parowania z rozlewiska istotnymi danymi z punktu widzenia analiz jest odczyt natężenia parowania w funkcji czasu (dla rozlewiska swobodnego – powierzchnia na jaką rozplynie się ciecz).

Istotne dane wyjściowe w przypadku par i gazów toksycznych są następujące:

1. zasięg i kształt stref o zadanych stężeniach (wyrażonych w dowolnych jednostkach NDS – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie, AEGL – *Acute Exposure Guideline Levels*, LD – *Lethal Dose*),
2. stężenie w dowolnym punkcie w funkcji czasu, wewnątrz i na zewnątrz budynków (informacja na temat warunków wewnątrz budynków po danym

czasie pozwala ocenić, na ile korzystniejsze jest pozostawienie ludzi w budynkach niż ewakuowanie ich z zagrożonej strefy).

Ważne dane wyjściowe w przypadku par i gazów palnych:

1. zasięg i kształt stref o zadanych stężeniach (dowolny procent dolnej granicy wybuchowości, stężenie w dowolnych jednostkach),
2. nadciśnienie wybuchu chmury par w przypadku określonego momentu zapłonu (również z możliwością modelowania najbardziej niekorzystnej sytuacji, gdy moment zapłonu nie jest znany).

Ponadto oprogramowanie powinno umożliwiać uzyskanie następujących parametrów dotyczących symulacji pożarów:

1. całkowitej mocy pożaru,
2. wysokości płomienia (wartość szczególnie istotna w trakcie prowadzenia działań, gdy nie jest znana wielkość rozszczelnienia, można ją oszacować po wysokości płomienia),
3. ilości substancji spalanej w funkcji czasu,
4. całkowity czas trwania pożaru w zależności od ilości cieczy w rozlewisku lub zbiorniku,
5. zasięg i kształt stref oddziaływania promieniowania cieplnego o zadanej natężeniu (z uwzględnieniem wpływu wiatru na pochylenie płomienia),
6. natężenie promieniowania w dowolnym punkcie.

W obszarze odczytywania danych wyjściowych dotyczących modelowania wybuchów, chmur gazów i par palnych ważna jest możliwość sprawdzenia zasięgu i kształtu strefy o danym nadciśnieniu wybuchu. Natomiast w przypadku wybuchów BLEVE do istotnych parametrów wyjściowych trzeba zaliczyć: zasięg i kształt strefy o danym natężeniu promieniowania cieplnego, nadciśnienie na poszczególnych elementach budynków i ludziach, a także procent zniszczeń elementów budynków i obrażeń u ludzi. Niemniej istotna jest możliwość przewidzenia scenariusza awaryjnego w rezultacie wtórnego uszkodzenia, łącznie z określeniem zasięgu i rodzaju oddziaływań na skutek tego uszkodzenia. Wszystkie wyniki otrzymywane w postaci stref powinny być wyświetlane graficznie i mieć możliwość bezpośredniego naniesienia na mapę terenu. Wyniki w postaci funkcji czasu powinny mieć formę wykresów  $y=f(t)$ .

#### 5.4. Proponowane oprogramowanie przeznaczone do modelowania skutków awarii przemysłowych

W tabeli 4. przedstawiono zestawienie z podstawową charakterystyką oprogramowania przeznaczonego do modelowania skutków awarii przemysłowych. W poszczególnych wierszach określono możliwości poszczególnych aplikacji w zakresie

spełnienia wymagań opisanych w poprzednich rozdziałach.

## 6. Podsumowanie

W wielu rozwiniętych gospodarczo krajach na świecie, coraz powszechniejsza staje się idea projektowania ukierunkowana na spełnienie wymaganych kryteriów użytkowych. Oznacza to możliwość szerszego stosowania rozwiązań alternatywnych wobec wymagań zawartych w przepisach nakazowych. Dzięki takiemu podejściu do projektowania mogą powstawać nowoczesne budowle. Bardzo dynamiczny rozwój architektury oraz technologii w ostatnich latach spowodował, że tradycyjna formuła przepisów techniczno-budowlanych nie jest odpowiednia dla coraz większej ilości projektowanych obiektów. W takich przypadkach jedyną alternatywną ścieżką to stosowanie nowoczesnych metod obliczeniowych jako procesu wspomagającego projektowanie. Warto przy tym zwrócić uwagę na fakt, że istnieje już obecnie szeroki zasób narzędzi oraz możliwości ich wykorzystania w ochronie przeciwpożarowej. Dla potwierdzenia tej tezy w ramach niniejszego artykułu dokonano obszernego przeglądu oraz wstępnej selekcji oprogramowania, które z powodzeniem może zostać wykorzystane w różnych gałęziach inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Niestety jest to droga znacznie bardziej skomplikowana w porównaniu z prostą formułą przepisów nakazowych (choć również one są kłopotliwe, ze względu na różne interpretacje zapisów). Nowoczesne projektowanie, z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, wymaga przede wszystkim posiadania dużo większej wiedzy na temat funkcjonowania obiektów, zachowań ludzi, rozwoju pożaru, a także wpływu pożaru na poszczególne elementy konstrukcji budynku. Kolejnym problem stanowi weryfikacja symulacji komputerowych. Zagadnienie jest bardziej złożone ze względu na to, że modele fizyczne oraz numeryczne zaimplementowane w programach do symulacji opisuje się za pomocą bardzo dużej liczby różnych parametrów. Każdy z tych składników może mieć znaczny wpływ na wyniki symulacji. W związku z powyższym autorowi analizy, użytkownikowi programu służącego do przeprowadzania symulacji, niezbędna jest bardzo dobra znajomość fundamentów naukowych wykorzystywanego modelu. Niestety w chwili obecnej ciężko odnaleźć jakiegokolwiek formalne wymagania kwalifikacyjne dla analityków wykonujących symulacje komputerowe. Natomiast w środowisku związanym z ochroną przeciwpożarową coraz częściej pojawiają się opinie o konieczności oceny ich umiejętności, a także o obowiązkowym nadaniu odpowiednich uprawnień.

W Polsce istnieją obecnie dwa niezależne ośrodki, które wykorzystują najnowsze techniki komputerowe przy wykonywaniu opracowań z zakresu ochrony przeciwpożarowej. Tymi ośrodkami są In-

Tabela 4.

**Zestawienie funkcji programów do modelowania skutków awarii przemysłowych**

Table 4.

**List of software features intended to uncontrolled hazardous processes modeling**

Model	EXDAM	BREEZE HAZ PRO	BREEZE CHARM COMPLEX TERRAIN	PHAST	ALOHA	TNO EFFECTS	EXPERT RIZIKON
Uwolnienie i dyspersja	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Gazy lekkie i pasywne	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Gazy ciężkie	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Uniwersalny model dyspersji	-	-	Tak	Tak	-	Tak	Tak
Wpływ uśrednionej szorstkości terenu	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Pionowy rozkład stężeń	-	-	Tak	Tak	-	Tak	Tak
Uwolnienie z wielu źródeł	-	-	Tak	-	-	-	-
Reakcje chemiczne, wpływ terenu rozlewisko	-	-	Tak	-	-	-	-
Natężenie emisji zmienne w czasie	-	-	Tak	-	-	-	-
Wpływ szczegółowej geometrii terenu i poszczególnych budynków	-	-	Tak	-	-	-	-
Pozary	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Pożar cieczy w zbiorniku	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Pożar rozlewiska	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Pożar strumieniowy	-	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Wybuchy	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Fazy skondensowanej	Tak	-	-	-	-	-	-
Chmury gazu palnego	Tak	-	Tak	Tak	-	Tak	-
Wpływ geometrii budynków na przebieg wybuchu, wybuchy wewnątrz budynków	Tak	-	-	-	Tak	-	-
Wybuchy na otwartym terenie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Wpływ ukształtowania terenu na przebieg wybuchu	-	-	Tak	-	-	-	-
BLEVE	-	Tak	Tak	Tak	-	Tak	Tak
Efekt domino	-	-	-	-	-	-	Tak
Dla promieniowania cieplnego	-	-	-	-	-	-	-
Dla nadciśnienia wybuchu	-	-	-	-	-	-	Tak
Wbudowany moduł GIS	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Tryb czasu rzeczywistego	***	Tak	***	Tak	Tak	Tak	Tak
Ilościowa ocena ryzyka	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Walidacja	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Dokumentacja	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak

stytut Techniki Budowlanej – jednostka badawczo-rozwojowa nadzorowana przez Ministerstwo Infrastruktury oraz Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa – organizacja naukowo-techniczna przynależąca do Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej (NOT). Ponadto istnieje wiele firm oraz osób prywatnych, które świadczą swoje usługi w oparciu o symulacje komputerowe rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu. Niestety również w Polsce nie powstały jeszcze wytyczne dotyczące prawidłowych założeń wykonywanej symulacji, nie powołano również ośrodków certyfikujących tego typu ekspertyzy. Zgodnie z obowiązującym w Polsce prawem, nadzór nad prawidłowością sporządzania specjalistycznych opracowań z wykorzystaniem najnowocześniejszych narzędzi inżynierii bezpieczeństwa pożarowego spoczywa na Państwowej Straży Pożarnej. Niemniej należy stwierdzić, że Wydziały Kontrolno-Rozpoznawcze PSP nie są w tej chwili w pełni przygotowane do rzetelnej oceny prawidłowości wykonania symulacji komputerowych. Głównym problemem jest brak odpowiedniego sprzętu, oprogramowania oraz przeszkolenia funkcjonariuszy pracujących w ww. wydziałach. W związku z powyższym konieczne jest powołanie ośrodka zajmującego się rozwojem najnowocześniejszych narzędzi inżynierii bezpieczeństwa pożarowego w ochronie przeciwpożarowej, którego jednym z głównych zadań byłoby szkolenie pracowników PSP oraz weryfikacja symulacji wykonanych przez prywatne podmioty. Oczywiście ośrodek taki powinien powstać w jednej z jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej. Szkoła Główna Służby Pożarniczej, jako jednostka organizacyjna PSP kształcąca m.in. strażaków Państwowej Straży Pożarnej oraz osoby cywilne, na kierunku inżynieria bezpieczeństwa pożarowego, byłaby niewątpliwie dobrym miejscem do utworzenia specjalistycznego ośrodka ds. zastosowania symulacji komputerowych w ochronie przeciwpożarowej.

## Literatura

1. *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków innych obiektów budowlanych i terenów* (Dz.U. nr 80 poz. 563).
2. PN-EN 60079-10-1:2009. Atmosfery wybuchowe. Część 10-1: Klasyfikacja przestrzeni. Gazy atmosfery wybuchowe.
3. PN-EN 60079-10:2003. Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 10: Klasyfikacja przestrzeni zagrożonych wybuchem.
4. *Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Biuro Rozpoznawania Zagrożeń: Procedury organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób niż określono to w przepisach techniczno-budowlanych*. 10.2008.
5. www.itb.pl. Dostęp 10.07.2011.
6. Ratajczak D., *Co dalej z przepisami nowej formuły?*, „Ochrona Przeciwpożarowa”, 2010, nr 4, s. 2-3.
7. Tofiło P., *Przepisy nowej formuły i nowoczesne metody projektowania. Konferencja SFPE w Lund*, „Ochrona Przeciwpożarowa”, 2010, nr 3, s. 48-50.
8. Yeoh G.H., Yuen K.K., *Computational Fluid Dynamics in Fire Engineering: Theory, modeling and practice*, Elsevier, 2009.
9. McGrattan K., McDermott R., Hostikka S., Floyd J., *Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide. Volume 1: Mathematical Model*. NIST Special Publication 1018-5, 2010.
10. McGrattan K., McDermott R., Hostikka S., Floyd J., *NIST Special Publication 1019-5. Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide*, 2010.
11. McGrattan K., McDermott R., Hostikka S., Floyd J., *Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide. Volume 2: Verification*. NIST Special Publication 1018-5, 2010.
12. McGrattan K., McDermott R., Hostikka S., Floyd J., *NIST Special Publication 1018-5, Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide. Volume 3: Validation*, 2010.
13. McGrattan K., McDermott R., Hostikka S., Floyd J., *Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide. Volume 4: Configuration Management Plan*. NIST Special Publication 1018-5, 2010.
14. Kumar S., Cox G., *The Application of a Numerical field Model of Smoke Movement to the Physical Scaling of Compartment Fires* [w:] *Proc. Numerical Methods in Thermal Problems*, (red.) Lewis R. W., Johnson J. A., Smith W R, Pinerridge Press, 1983, pp. 837-848.
15. Markatos N. C., Malin M. R. and Cox G., *Mathematical Modelling of Buoyancy-Induced Smoke Flow in Enclosures*, „International Journal of Heat and Mass Transfer”, 25, 1982, pp. 63-75.
16. Kumar S., Hoffmann N., Cox G., *Some validation of JASMINE for fires in hospital wards* [w:] *Lecture Notes in Engineering Volume 18. Numerical Simulation of Fluid Flow and Heat Mass Transfer Processes*, Springer, 1986, pp. 159-169.
17. Kumar S., Cox G., *Mathematical modelling of fire in road tunnels*. In *Proc 5th Intl Symposium on Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels*, BHRA, 1985, pp. 61-76.
18. Pericleous K. A., Worthington D. R. E., Cox G., *The Field Modelling of Fire in an Air-Supported*

- Structure. In *Proc 2nd International Symposium on Fire Safety Science*, 1988, p. 871.
19. Kumar S., *Field Model Simulations of Vehicle Fires in a Channel Tunnel Shuttle Wagon*. In *Proc 4th International Symposium on Fire Safety Science*, Ottawa, Canada, 1994, p. 995.
  20. Fardell P. J., Kumar S., Ellwood J. A., Rowley J. A., Vollam S., *A Study of Life Threat in Bus Fires*, Interflam '93, 1993, p. 401.
  21. Miles S. D., Cox G., *Prediction of fire hazards associated with chemical warehouses*, „Fire Safety Journal”, 27, 1996, pp. 265-287.
  22. Miles S. D., Kumar S., Cox G., *Comparisons of 'blind predictions' of a CFD model with experimental data*. *Proc 6th International Symposium on Fire Safety Science*, Poitiers 1999-to be published.
  23. Cox G., Kumar S., *Field Modelling of Fire in Forced Ventilated Enclosures*, „Combustion Science and Technology”, 52, 7, 1986.
  24. SMARTFIRE Verification and Validation Report, Report Version 4.1.1, Report Revision Date 05/2007, CMS, University of Greenwich. .
  25. *Development of Standards for Fire Field Models. Report on Phase 1 Simulations*, Grandison A.J., Galea E.R., Patel M.K., Office of the Deputy Prime Minister, Fire Research Division, Fire Research Division, Research Report 2/2003, 2003.
  26. *Development of Standards for Fire Field Models. Report on SMARTFIRE Phase 2 Simulations*, Grandison A.J., Galea E.R., Patel M.K., Office of the Deputy Prime Minister, Fire Research Division, Fire Research Division, Research Report 1/2003, 2003.
  27. *Simulating one of the CIB W14 round robin test cases using the SMARTFIRE fire field model*, Wang Z., Jia F., Galea E.R., Patel M.K., Ewer J., „Fire Safety Journal”, 36, 2001, pp. 661-677.
  28. SMARTFIRE V4.1 User Guide and Technical Manual, Doc Rev 1.0, July 2007.
  29. Kameleon FireEx 99 User Manual, SINTEF Energy Research report TRF5119, (B.E. Vembe, K.E. Rian, J.K. Holen, B. Grimsmo, B.F. Magnussen).
  30. Kameleon FireEx 99 Theory manual, SINTEF Energy Research report TRF5212, (B. Grimsmo, J.K. Holen, B. Lakså, B.F. Magnussen, T. Myhrvold, B.E. Vembe and K.E. Rian).
  31. Kameleon FireEx 99 Release Document, SINTEF Energy Research report TRF5120, B.E. Vembe, N.I. Lilleheie.
  32. Test cases calculated with Kameleon FireEx. Comparisons with measurements. SINTEF Energy Research report, TRF4811.
  33. Benchmark cases calculated with Kameleon FireEx 97, SINTEF Energy Research report TRF4709.
  34. Schneider V., Hofmann J., *Feldmodell-Simulation von Kohlenwasserstoff-Raumbränden und Sprühnebel-Löschversuchen*, vfdB-Zeitschrift 2 (1993) 67.
  35. Schneider V., Könnecke R., *Anwendung des Feldmodells KOBRA-3D zur Simulation von komplexen Brandszenarien auf Fragestellungen der automatischen Brandentdeckung*, 10. Int. Konf. über Automatische Brandentdeckung AUBE'95, 4.-6. April 1995, Duisburg, Germany.
  36. Schneider V., *Aussagefähigkeit von Feldmodell-Simulationsrechnungen im Vergleich mit Modell- und Realversuchen hinsichtlich einer Bewertung der Personensicherheit*, VdS-Fachtagung Ingenieurmäßige Verfahren im Brandschutz, 27. April 1999, Köln, Germany.
  37. Schneider V., Löffler S., Steinert C., Wilk E., *Application of the compartment fire CFD model KOBRA-3D in fire investigation*, Proceedings Interflam '99, Fire Science & Engineering Conference, Edinburgh 1999.
  38. Schneider V., *Reconstruction of experimental and actual fires in enclosed spaces using numerical simulation techniques*, International Congress on Fire Safety in Hazardous Enclosed Spaces, 8./9.11.1999, Vernon, France.
  39. Schneider V., Könnecke R., *Evaluation of design fire scenarios – Numerical simulation vs physical modelling*, Proceedings Interflam 2001, Fire Science & Engineering Conference, Edinburgh, 2001.
  40. Schneider V., *Mathematical and physical modelling of smoke spread in atria-type experimental set-ups*, Proceedings Interflam 2007, Fire Science & Engineering Conference, Royal Holloway University of London, 2007.
  41. KOBRA-3D – Users' Guide, KOBRA-3D – Technical Reference.
  42. Wu J.Z., Ludwig J.C., Flair User's Guide, Documentation fo Phoenix TR 313. Version 2010.
  43. Ludwig J.C., Spalding D.B., Mortimore S., Starting with PHOENICS-VR., TR324. Version 2010.
  44. Aksit M., Mackie P., Rubini P.A., *Coupled Radiative Heat Transfer and Flame Spread Simulation in a compartment*, Third International Seminar on Fire and Explosion Hazards, April 2000, Windermere, UK.
  45. Lewis M.J., Moss J.B., Rubini P.A., *Field Modelling of Non-Charring Flame Spread*, Sixth Int Symp on Fire Safety Science, Poitiers, France, 1999.
  46. Sanderson V., Rubini P.A., Moss J.B., *The effect of vent size of a compartment fire: Numerical simulation and validation*, Proceedings of the Eight International Conference – INTERFLAM'99. Interscience Communications Ltd., 1999. ISBN 0-9532312-1-6.

47. Moss J.B., Rubini P.A., *Coupled soot and radiation calculations in compartment fires*, *Proceedings of the Second International Conference on Fire Research and Engineering*, Gaithersburg, Maryland, USA, August 1997, Society of Fire Protection Engineers, Beth.
  48. Lewis M.J., Moss J.B., Rubini P.A., *CFD modelling of combustion and heat transfer in compartment fires*, *Proceedings of 5th International Symposium on Fire Safety Science*, Melbourne, Australia, March 1997, International Association for Fire Safety Science, ISBN 4-9900625-5-5.
  49. Rubini P.A., *SOFIE – Simulation of Fires in Enclosures*, *Proceedings of 5th International Symposium on Fire Safety Science*, Melbourne, Australia, March 1997, International Association for Fire Safety Science, ISBN 4-9900625-5-5.
  50. SOFIE Version 3 Manual.
  51. <http://www.mottmac.com/skillsandservices/software/stepssoftware/>, Dostęp 10.07.2011.
  52. Kuligowski E. D., Peacock R. D., *A review of building evacuation models*, Technical note 1417, Washington 2005.
  53. Santos G., Aguirre B. E., *A Critical Review of Emergency Evacuation Simulation Models*, University of Delaware. Delaware 2004.
  54. Thompson P.A., Marchant E.W., *Computer and Fluid Modelling of Evacuation*, „*Journal of Safety Science*”, 18 (1995), pp. 277-289.
  55. Thompson P.A., Marchant E.W., *A Computer Model for the Evacuation of Large Building Populations*, „*Fire Safety Journal*”, 24 (1995), pp. 131-148.
  56. Thompson P.A., Wu J., Marchant E.W., *Modeling Evacuation in Multi-storey Buildings with Simulex*, „*Fire Engineers Journal*”, vol. 56, no. 185, November 1996, pp. 6-11.
  57. <http://fseg.gre.ac.uk/exodus/index.html>. Dostęp 10.07.2011.
  58. <http://www.legion.com/>. Dostęp 10.07.2011.
  59. <http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Structural+Mechanics/ANSYS+Mechanical>. Dostęp 10.07.2011.
  60. <http://www.algor.info.pl/>. Dostęp 10.07.2011.
  61. [http://www.simulia.com/products/abaqus\\_fea.html](http://www.simulia.com/products/abaqus_fea.html). Dostęp 10.07.2011.
  62. <http://www.nenastran.com/>. Dostęp 10.07.2011.
  63. <http://www.argenco.ulg.ac.be/logiciels/SAFIR/contacts.html>. Dostęp 10.07.2011.
  64. <http://www.breeze-software.com/software/>. Dostęp 10.07.2011.
  65. Eltgroth M. W., *Complex Hazardous Air Release Model (CHARM®)*, Technical Reference Manual.
  66. U.S. Environmental Protection Agency, National Oceanic and Atmospheric, *Aloha User's Manual 2007*.
  67. <http://www.dnv.com/services/software/products/safeti/safetiqra/phast.asp>. Dostęp 10.07.2011.
  68. [http://www.tno.nl/content.cfm?context=thema&content=markt\\_product&laag1=896&laag2=186&laag3=267&item\\_id=739](http://www.tno.nl/content.cfm?context=thema&content=markt_product&laag1=896&laag2=186&laag3=267&item_id=739). Dostęp 10.07.2011.
- kpt. mgr inż. Mateusz Fliszkiewicz**, absolwent dziennych studiów inżynierskich oraz zaocznych studiów magisterskich w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Od kwietnia 2012 roku zatrudniony na stanowisku asystenta w Zakładzie Informatyki i Łączności w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Członnik Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa.
- kpt. mgr inż. Andrzej Krauze**, absolwent dziennych studiów inżynierskich oraz zaocznych studiów magisterskich w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Od września 2011 roku zatrudniony na stanowisku asystenta w Zakładzie Informatyki i Łączności w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Członek Zarządu Oddziału Stołecznego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa.
- dr hab. inż. Tadeusz Maciak**, profesor Szkoły Głównej Służby Pożarniczej oraz kierownik Zakładu Informatyki i Łączności w tej szkole. Objął stanowisko adiunkta w Katedrze Mediów Cyfrowych i Grafiki Komputerowej Wydziału Informatyki Politechniki Białostockiej.

dr hab. Jerzy BERTRANDT<sup>1</sup>  
dr Anna KŁOS<sup>2</sup>  
lek. med. Wiesława SZYMAŃSKA<sup>3</sup>

## OBCIĄŻENIE ENERGETYCZNE STUDENTÓW III ROKU SZKOŁY GŁÓWNEJ SŁUŻBY POŻARNICZEJ W TRAKCIE SZKOLENIA POLIGONOWEGO

### Energy expenditure of third-year students of the Main School of Fire Service during field training

#### Streszczenie

Szkolenie i doskonalenie umiejętności działania przyszłych oficerów Państwowej Straży Pożarnej w zagrożonym terenie jest prowadzone nie tylko w warunkach stacjonarnych, ale także w warunkach poligonowych. Celem pracy była ocena wydatku energetycznego wybranych czynności wykonywanych przez słuchaczy SGSP na poligonie w Pionkach oraz ocena wielkości dobowego wydatku energetycznego w trakcie szkolenia poligonowego.

Pomiary wartości wydatku energetycznego wykonywano w oparciu o badania częstotliwości skurczów serca. Wartość wydatku energetycznego podczas wykonywania poszczególnych typowych czynności wynikających z programu szkolenia poligonowego słuchaczy SGSP jest zróżnicowana i może być klasyfikowana jako praca lekka do bardzo ciężkiej.

Dobowe obciążenie energetyczne studentów SGSP podczas typowego dnia szkoleniowego na poligonie wynosiło  $4745 \pm 1181$  kcal, co należy zaliczyć, zgodnie z obowiązującymi klasyfikacjami ciężkości pracy, do kategorii prac bardzo ciężkich.

#### Summary

The training and development of operation skills of future State Fire Service officers in a danger area is carried out not only in terms of stationary, but also in terms of field conditions. The aim of the work was to assess energy expenditure of selected training activities carried out by students of the Main School of Fire Service on the training ground in Pionki and estimation of daily energy expenditure in the course of field training.

Measurements of energy expenditure value were done based on examining the heart's contractions frequency. Value of energy expenditure during performing typical activities resulting from the field training program prepared for students of the Main School of Fire Service, varies and can be classified as light work up to very heavy one.

Average daily energy burden of students of the Main School of Fire Service during typical day of training on a training ground amounted to  $4745 \pm 1181$  kcal, what causes that performed work should be recognized, according to the obligatory classifications of work hardness, as very heavy work.

**Słowa kluczowe:** Studenci Szkoły Głównej Służby Pożarnej, dobowy wydatek energetyczny, kwalifikacja ciężkości pracy;

**Keywords:** Students of the Main School of Fire Service, daily energy expenditure, evaluation of work hardness;

#### Wprowadzenie

Warunki pracy strażaków podczas prowadzonych działań ratowniczych stwarzają duże zagrożenie dla ich zdrowia a niekiedy i dla życia. Od po-

nad dziesięć lat, obciążenie zawodowe strażaków znacznie wzrosło, gdyż oprócz walki z pożarami i innymi klęskami żywiołowymi, wykonują oni wiele dodatkowych zadań związanych m.in. z prowadzeniem działań w zakresie ratownictwa technicznego, chemicznego, ekologicznego czy medycznego [9].

Zagrożenia zawodowe strażaków determinują dwa rodzaje czynników: czynniki środowiska pracy, takie jak mikroklimat, zanieczyszczenie powietrza, czy hałas oraz czynniki związane z charakterem pracy, które zależą od sposobu jej wykonywania. Pra-

<sup>1</sup> prof. WIHE, Zakład Higieny i Fizjologii Wojskowego Instytutu Higieny i Epidemiologii, Warszawa; merytoryczny wkład pracy – 40%.

<sup>2</sup> Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Warszawa, merytoryczny wkład pracy – 40%.

<sup>3</sup> Departament Zdrowia Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, Warszawa; merytoryczny wkład pracy – 20%.

ca w jednostkach ratowniczo-gaśniczych oraz przy likwidacji skutków katastrof związana jest zawsze z wysiłkiem fizycznym o różnym i zmiennym stopniu nasilenia [5]. Wydatek energetyczny związany z działaniami strażaków zostaje zwiększony w zasadniczym stopniu przez używanie odzieży ochronnej z maską i aparatem tlenowym oraz specjalistycznego sprzętu ratowniczo-gaśniczego. Obecnie praca strażaka wymaga nie tylko doskonałej znajomości działań ratowniczo-gaśniczych, ale także umiejętności zarządzania, podejmowania szybkich decyzji, natychmiastowego reagowania i odpowiedniego planowania. Dlatego szkolenia doskonalące umiejętności przyszłych oficerów Państwowej Straży Pożarnej w zagrożonym terenie są przeprowadzane nie tylko w warunkach stacjonarnych, ale także w warunkach poligonowych. Po trzecim roku studiów studenci Szkoły Głównej Służby Pożarniczej uczestniczą w szkoleniach odbywających się na poligonie, gdzie w trakcie symulowanych akcji ratowniczo-gaśniczych nabierają praktycznych umiejętności w zakresie prowadzenia działań. Zajęcia te wiążą się z obciążeniem energetycznym organizmu o różnym stopniu nasilenia. Znajomość wydatkowanej przez studenta-strażaka energii podczas szkolenia poligonowego pozwala z jednej strony określić stopień ciężkości wykonywanej pracy, z drugiej strony stwarza możliwość dozowania obciążenia fizycznego organizmu w trakcie szkolenia, w zależności od warunków pracy i wydolności człowieka [1].

Celem pracy była ocena wydatku energetycznego wybranych czynności wykonywanych przez słuchaczy SGSP na poligonie w Pionkach oraz ocena wielkości dobowego wydatku energetycznego w trakcie szkolenia poligonowego.

## Material i metody

Badaniami wydatku energetycznego objęto 15 studentów III roku SGSP przebywających na poligonie. Pomiarów wydatku energetycznego dokonano podczas wykonywania specjalistycznych ćwiczeń przewidzianych w planie szkolenia. W badaniach dobowego wydatku energetycznego, obejmującego udział w planowych zajęciach szkoleniowych, wykorzystanie czasu wolnego oraz wypoczynek nocny, uczestniczyło 7 studentów. Pomiar wartości wydatku energetycznego wykonywano w oparciu o badania częstotliwości skurczów serca, rejestrowanych za pomocą pulsometru Polar Sport Tester 810, w którym wartość wydatku energetycznego wyliczana jest z zależności pomiędzy częstotliwością skurczu serca a zużyciem tlenu.

## Wyniki i omówienie

Średni wiek uczestniczących w badaniach wynosił  $24,1 \pm 4,6$  lat, a średnia wysokość i masa ciała badanych wynosiła odpowiednio  $181,6 \pm 8,3$  cm ( $171-196$  cm) i  $80,8 \pm 7,2$  kg ( $67,8-94,6$  kg).

Najwyższym wydatkiem energetycznym ( $11,47$  kcal/min.  $48,02$  kJ/min.) obciążeni byli strażacy ratujący poszkodowanych z auta przygniecione go autobusem. Wydatek ten zwiększała zapewne praca w ubraniu specjalnym NOMEX. Najniższy wydatek energetyczny charakteryzował studentów budujących stanowisko wodne przy zbiorniku ( $1,49$  kcal/min.  $6,24$  kJ/min).

Średni czas szkolenia związanego z wykonywaniem czynności wyszczególnionych w tabeli 1. wynosił 6 godz. 19 min. Całkowity wydatek energetyczny w trakcie trwania przedstawionych w tabeli I zajęć wynosił  $3551,5$  kcal ( $14,86$  MJ). Według klasyfikacji Christensena i wsp. [3] uzyskana średnia wartość wydatku energetycznego czynności szkoleniowych wykonywanych na poligonie w Pionkach pozwala zaliczyć wykonywaną pracę do kategorii ciężkich ponad  $7,5$  kcal/min ( $31,4$  kJ) do  $10,0$  kcal/min ( $41,86$  kJ).

U kolejnych ośmiu studentów oznaczono dobowy wydatek energetyczny w trakcie szkolenia poligonowego (tabela 2.). Studenci, oprócz czynności wykonywanych w ramach szkolenia podstawowego, obejmującego m.in. rozwijanie linii gaśniczych, gaszenie pomieszczeń budynku, ewakuację poszkodowanych, budowanie punktu czerpania wody oraz zajęcia z ratownictwa technicznego, współuczestniczyli w ćwiczeniach zgrywających, biorących udział w zajęciach poligonowych strażaków z Ukrainy, Francji, Niemiec i Litwy. W badaniach uwzględniono wykonywane wieczorem czynności związane z obsługą specjalistycznego sprzętu bojowego, jak również odpoczynek poobiedni oraz nocny. Średnia wartość dobowego wydatku energetycznego wynosiła  $4745$  kcal ( $19,85$  MJ), co stosownie do klasyfikacji wg Lehmana [6], pozwala zakwalifikować pracę do prac bardzo ciężkich (tabela 3.).

Wcześniejsze badania obciążenia energetycznego słuchaczy Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie wykazały, że ich dobowy wydatek energetyczny związany z procesem szkolenia wynosił  $15,64$  MJ ( $3735,5$  kcal), przy czym w trakcie zajęć programowych słuchacze wydatkowali  $5,40$  MJ ( $1289,5$  kcal), a  $4,92$  MJ ( $1174,9$  kcal) to wartość energii tracona w trakcie zbiórek, apeli, sprzątnięcia i spożywania posiłków. Obciążenie energetyczne związane z czynnościami wykonywanymi w czasie wolnym wynosiło  $1,31$  MJ ( $312,8$  kcal), nauka własna pochłaniała  $1,07$  MJ ( $255,5$  kcal), a  $0,52$  MJ ( $124,2$  kcal) to był wydatek energetyczny w trakcie zmian służb. Ośmiodziesiętny wypoczynek nocny był związany z utratą  $2,42$  MJ ( $577,9$  kcal) energii [4].

Wyniki badań Bugajskiej i wsp. [2] wykazały, że wartość wydatku energetycznego strażaków związanego ze wspinaczką po drabinie wyniosła  $54,5 \pm 15,0$  kJ/min. ( $13,0 \pm 2,8$  kcal) w trakcie wchodzenia po schodach z węzłem napełnionym wodą  $55,5 \pm 14,9$

Tabela 1.

**Wielkość wydatku energetycznego studentów SGSP podczas wykonywania typowych czynności praktycznego szkolenia na poligonie w Pionkach**

Table 1.

**Amount of the energy expenditure of the Main School of Fire Service students during performing typical tasks of hands-on the training ground in Pionki**

Rodzaj wykonywanej czynności	Wartość wydatku energetycznego czynności kcal/min.	Wartość wydatku energetycznego czynności kJ/min.
Rozwinięcie magistrali na odległość ok. 250 m. Organizacja stanowiska wodnego w postaci 2 pomp. Nadzorowanie pracy sprzętu a następnie jego zwinięcie.	10,66	44,6
Budowa stanowiska wodnego przy zbiorniku.	1,49	6,24
Działania w odzieży specjalnej NOMEX: wydobywanie uszkodzonych o masie ok. 80 kg z auta przygniecionej autobusem oraz przenoszenie uszkodzonych na odległość 120 m.	11,47	48,02
Ratownictwo chemiczne – praca w lekkim ubraniu gazoszczelnym z aparatem oddechowym na plecach: uszczelnienie wycieku, przepompowywanie cieczy, schładzanie, oznakowanie terenu akcji, wykonanie dekontaminacji.	8,26	34,58
Działania sztabowe – praca w pomieszczeniu zamkniętym, hałas na umiarkowanym poziomie.	8,58	35,92
Średnia wartość wydatku energetycznego w trakcie praktycznego szkolenia. X±SD	8,09±3,93	3,87±16,45

X±SD – średnia arytmetyczna ± odchylenie standardowe

Tabela 2.

**Wielkość dobowego wydatku energetycznego studentów SGSP w trakcie szkolenia poligonowego z uwzględnieniem podstawowej czynności szkoleniowej**

Table 2.

**Amount of daily energy expenditure of the Main School of Fire Service students during field training taking into account basic training activity**

Rodzaj wykonywanej podstawowej czynności szkoleniowej	Wartość dobowego wydatku energetycznego kcal	Wartość dobowego wydatku energetycznego MJ
Rozwijanie linii gaśniczej o długości 200 m i budowa stanowiska wodnego przy zbiorniku pełnym umundurowaniu	5530	23,15
Rozwijanie linii gaśniczej do piwnicy i na piętro palącego się budynku, w aparacie ochrony dróg oddechowych	4018	16,82
Gaszenie budynku i ewakuacja uszkodzonych (manekinów o wadze 70 kg) w ubraniu typu NOMEX	5242	21,94
Gaszenie piwnicy i pożaru na 1 piętrze oraz dogaszanie pogorzeliiska w aparacie ochrony dróg oddechowych	2995	12,54
Budowanie i uruchomienie punktu czerpania wody w trudnych warunkach terenowych pełnym umundurowaniu	6293	26,35
Ratownictwo techniczne, użycie rozpieracza ramieniowego i kolumnowego, przenoszenie pompy o wadze 20 kg, przenoszenie skrzyń z piaskiem. Praca w lekkim ubraniu p-chemicznym z aparatem ochrony dróg oddechowych.	4392	18,39
Średnio wydatek dobowy: X±SD	4745±1181	19,85±4,95

X±SD – średnia arytmetyczna ± odchylenie standardowe

Tabela 3.

**Porównanie oznaczonych wydatków energetycznych z obowiązującą klasyfikacją ciężkości pracy**

Table 3.

**Comparison of determined energy expenditures with obligatory classification of work hardness**

Średnie wydatki energetyczne	Wartość wydatku energetycznego X±SD	Klasyfikacja ciężkości pracy wg Christensena kcal/min. [3] min-maks	Klasyfikacja ciężkości pracy wg dobowego wydatku energetycznego wg Lehmana [6] min-maks
Średnia wartość wydatku energetycznego w trakcie praktycznego szkolenia kcal/min	8,09±3,93	7,5-10,0 kcal praca ciężka	
Średnia wartość dobowego wydatku energetycznego kcal	4745±1181		4300-4800 praca bardzo ciężka

X±SD – średnia arytmetyczna ± odchylenie standardowe; min-maks – minimum- maksimum

kJ/min. ( $13,2 \pm 3,1$  kcal) a w trakcie przeprowadzania rannych  $50,0 \pm 15,6$  kJ/min. ( $11,9 \pm 3,3$  kcal) [2]. Badania prowadzone przez Pokorskiego i wsp. [8] obejmujące ocenę wydatku energetycznego w trakcie działalności gaśniczej wykazały, że strażacy byli obciążeni wydatkiem zawierającym się w przedziale 46,1-53,2 kJ/min. ( $11,0 - 12,7$ ), co pozwala określić wykonywaną pracę jako ciężką. O'Connell i wsp. [7] wykazali, że strażacy biorący udział w gaszeniu pożaru byli obciążeni wydatkiem energetycznym w wysokości 56,6 kJ/min. (13,5kcal), natomiast wyniki badań prowadzonych przez Shakery B.J. wsp. [10] wskazują na dobowy wydatek energetyczny strażaków mieszczący się w przedziale 3500-6300 kcal. (14,6 MJ – 26,4 MJ).

### Wnioski

1. Wartość wydatku energetycznego podczas wykonywania poszczególnych typowych czynności wynikających z programu szkolenia poligonowego słuchaczy SGSP jest zróżnicowana i może być sklasyfikowana jako praca od lekkiej do bardzo ciężkiej.

2. Dobowe obciążenie energetyczne studentów SGSP podczas typowego dnia szkoleniowego na poligonie należy zaliczyć, zgodnie z obowiązującymi klasyfikacjami ciężkości pracy, do kategorii prac bardzo ciężkich.

### Literatura

- Bertrandt J., Kłós A., *Wydatek energetyczny podstawą planowania żywienia w Wojsku Polskim. Żywienie Człowieka i Metabolizm*, 2001, 28 supl., 185-191.
- Bugajska J., Zużewicz K., Szmauz-Dybko M., Konarska M., *Cardiovascular stress, energy expenditure and subjective perceived ratings of fire fighters during typical fire suppression and rescue tasks. International Journal Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 2007, 13, 323-331.

- Christensen C.G., Frey E.A., *A critical evaluation of energy expenditure estimates based on individual O<sub>2</sub> consumption/heart rate curves and average daily heart rate [w:] 'American Journal of Clinical Nutrition'*, 1983, 37, 468-472.
- Kłós A., Bertrandt J., *Ocena wydatku energetycznego i wyżywienia jako elementy kształtujące bilans energetyczny słuchaczy Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, „Lekarz Wojskowy”*, 2000, 76, 3, 141-143.
- Korenkiewicz I., *Narażenie zawodowe funkcjonariuszy PSP. Państwowa Inspekcja Sanitarna Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji*, 2004, Białystok.
- Lehmann G., *Praktyczna fizjologia pracy*, PZWL, Warszawa 1966.
- O'Connell E.R., Thomas P.C., Cady K.R., Medbo J.I., *Physiological response of firefighter and performance predictors during a simulated rescue of hospital patients*, „Ergonomics”, 2006, 49, 111-126.
- Pokorski J., Nitecki J., Ilmarinen J.: *Starzenie się strażaków a orzekanie o ich zdolności do dalszej służby*, „Ergonomia”, 2000, 23, 189-200.
- Sawicki T., *Czynniki zagrażające bezpieczeństwu strażaków w warunkach pożaru. Bezpieczeństwo Pracy*, 2004, 7-8, 1-4.
- Shakery B.J., Ruby B., Gaskill S., *Research and development in wild land firefighting. Health & Safety Report*, Issue No 1, www.fs.fed.us/t-d 2012

**dr hab. n. farm. Jerzy Bertrandt**, absolwent Wydziału Farmaceutycznego Wojskowej Akademii Medycznej, gdzie w 1975 r. uzyskał stopień magistra farmacji oraz nominację na stopień podporucznika WP w korpusie oficerów służby zdrowia. W latach 1975-1980 pracował w Centralnej Wojskowej Składnicy Farmaceutycznej. W 1980 roku został przeniesiony do Wojskowego Instytutu Higieny i Epidemiologii, gdzie pracował na stanowiskach

asystenta, a następnie starszego asystenta w Pracowni Fizjologii Żywnienia Zakładu Higieny. W latach 1990-1991 pełnił służbę w Pokojowych Siłach ONZ na Wzgórzach Golan (UNDOF), na stanowisku Kierownika Laboratorium Analitycznego UNDOF. W 1993 ukończył kurs doskonalący w zakresie laboratoryjnego rozpoznawania chorób tropikalnych i pasożytniczych oraz uzyskał tytuł specjalisty z zakresu higieny i epidemiologii. W latach 1994-1995 pełnił służbę w ramach pokojowej misji ONZ w Libanie Południowym (UNIFIL), na stanowisku szefa zespołu higienicznego misji oraz Kierownika Laboratorium Analitycznego Polskiego Szpitala Polowego. Od 1997 roku jest przedstawicielem Wojska Polskiego, w NATO COMEDS Working Group on Food Hygiene, Technology and Veterinary Services w zakresie opracowywania standardów żywieniowych oraz higienicznych, dotyczących szeroko pojętej higieny żywności i żywienia. W latach 1998-2001 kierował Zakładem Diagnostyki Laboratoryjnej, a w latach 2001-2005 Zakładem Badania Żywności i Fizjologii Żywnienia WIHiE. Od 2006 kieruje Zakładem Higieny i Fizjologii WIHiE. Członek Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka PAN. Posiada specjalizacje z diagnostyki laboratoryjnej, higieny oraz z epidemiologii. Jest autorem, bądź współautorem, ponad 400 prac naukowych o tematyce żywieniowej, epidemiologicznej i higienicznej, opublikowanych w czasopismach polskich i zagranicznych.

**dr n. farm. Anna Klos**, absolwentka Wydziału Farmaceutycznego Akademii Medycznej w Łodzi. Po uzyskaniu dyplomu magistra farmacji pracowała

w Zarządzie Aptek w Łodzi i w Warszawie. Od 1972 pracownik Wojskowego Instytutu Higieny i Epidemiologii, na stanowiskach asystenta, starszego asystenta i adiunkta w zakładzie Badania Żywności i Żywnienia, a od 2005 r. jest Kierownikiem Pracowni Żywności i Żywnienia w Zakładzie Higieny i Fizjologii. Specjalista z zakresu Analityki Farmaceutycznej, Analizy Bromatologicznej, Diagnostyki Laboratoryjnej i Higieny Wojskowej. Autorka lub współautorka ok. 270 opublikowanych w kraju i zagranicą prac naukowych dotyczących obciążenia energetycznego żołnierzy różnych rodzajów wojsk i służb, higieny żywności i żywienia, a także fizjologii żywienia dzieci i osób starszych.

**lek. med. Wiesława Szymańska**, absolwentka Wydziału Lekarskiego Akademii Medycznej w Warszawie. Po ukończeniu stażu pracowała w resortowej służbie zdrowia podległej Ministerstwu Komunikacji, na oddziale wewnętrznym Szpitala Kolejowego w Warszawie, a następnie w Centralnym Ośrodku Kolejowej Służby Zdrowia pełniąc obowiązki kierownika pracowni diabetologicznej. Specjalista medycyny wewnętrznej i kolejowej. Od 2002 r. pracuje w Departamencie Zdrowia MSW na stanowisku głównego specjalisty ds. medycyny pracy. Autorka lub współautorka 30 prac naukowych z zakresu diabetologii, zaburzeń metabolicznych oraz medycyny pracy, opublikowanych w medycznych czasopismach krajowych zagranicznych, a także autorka ok. 30 naukowych doniesień na krajowych i zagranicznych konferencjach poświęconych medycynie pracy.



st. bryg. w st. spocz. prof. dr hab. inż. **Zoja BEDNAREK**<sup>1</sup>  
st. kpt. dr inż. **Paweł OGRODNIK**<sup>1</sup>  
mł. bryg. dr inż. **Renata KAMOČKA-BRONISZ**<sup>1</sup>  
mł. bryg. mgr inż. **Sławomir BRONISZ**<sup>1</sup>

## **BADANIE WPLYWU TEMPERATUR WYSTĘPUJĄCYCH W CZASIE POŻARU ORAZ SZOKOWEGO CHŁODZENIA NA PRZYCZEPNOŚĆ STALI B500SP I BSt500S DO BETONU**

### **Study of fire temperatures and shock cooling influence on the bond strength between steel B500SP and BSt500S to concrete**

#### **Streszczenie**

Artykuł prezentuje wyniki badań wpływu temperatur występujących podczas pożaru na przyczepność stali do betonu oraz oszacowanie tego wpływu na spadek przyczepności. W pracy przedstawiono wyniki badań przyczepności stali żebrowanej B500SP oraz BSt500S do betonu C30/37 w warunkach popożarowych (badanie „na zimno”) z uwzględnieniem różnych warunków stygnięcia – w tym szokowego chłodzenia wodą w czasie akcji gaśniczych konstrukcji oraz w trakcie trwania pożaru (badanie „na gorąco”). We wszystkich przebadanych przypadkach stwierdzono znaczący spadek przyczepności na skutek oddziaływania wysokich temperatur. Przedmiot badań jest ściśle związany z bezpieczeństwem konstrukcji budowlanych w czasie trwania pożaru, jak i z oceną ich dalszego użytkowania po przebyłym pożarze w wyniku prowadzenia działań gaśniczych. Badania realizowano w ramach projektu pt. „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju” POIG.01.01.02-10-106/09-01.

#### **Summary**

The paper presents results from the research of fire temperatures influence on steel-concrete bond and the estimation of this influence on bond reduction. In this paper the bond test results for ribbed steel B500SP and BSt500S to C30/37 concrete in the after-fire conditions (‘cold test’) including various cooling conditions - therein shock cooling by water in the course of construction extinguishing actions and in the fire (‘hot test’) has been described. In all studied cases a significant reduction of bond was stated as a result of high temperatures. The research subject is closely related to the construction structures safety during the fire and the after-fire construction structures usability resulting from conducted extinguishing actions. The research has been carried out as part of project: ‘Innovative measures and effective methods of improving the safety and the durability of buildings and transport infrastructure in the sustainable development strategy’ POIG.01.01.02-10-106/09-01.

**Słowa kluczowe:** badanie przyczepności, konstrukcje żelbetowe, spadek przyczepności, temperatury pożarowe, szokowe chłodzenie;

**Keywords:** bond test, reinforced concrete, bond reduction, fire temperatures, shock cooling;

### **1. Wprowadzenie**

Podstawowym czynnikiem wiążącym beton ze stalą w konstrukcjach żelbetowych i sprężonych jest przyczepność pomiędzy betonem a stalą. Problemy związane z warunkami współpracy betonu i stali

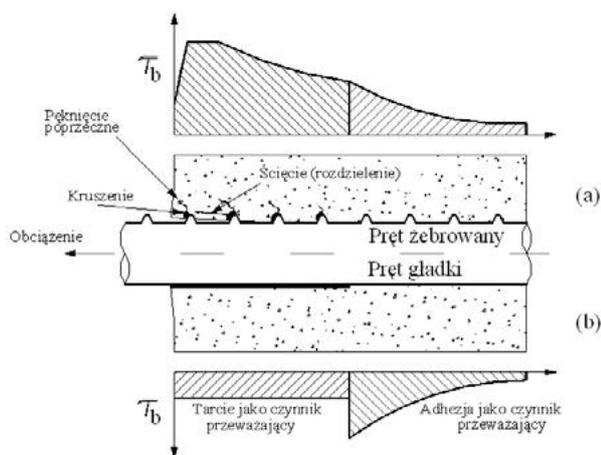
w konstrukcjach żelbetowych były badane i analizowane od dawna.

U podstaw zjawiska przyczepności leży szereg czynników, do których należy między innymi: chemiczne związanie materiałów, adhezja (sklejenia) powstająca w warstwach stykowych, tarcie, które jest proporcjonalne do nacisku wywieranego przez beton [5,6]. Jednym z ważnych czynników wpływających na przyczepność jest zazębienie mechaniczne

<sup>1</sup> Zakład Mechaniki Stosowanej, Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie; każdy ze współautorów wniósł równy wkład merytoryczny w powstanie artykułu (po 25%).

ne, tym większe, im większa jest chropowatość powierzchni pręta stalowego. Szacuje się, że w przypadku prętów żebrowanych zaangażowanie mechaniczne stanowi 70% całkowitej przyczepności [3,4].

W prętach żebrowanych scenariusz zniszczenia przyczepności jest bardziej złożony niż w przypadku prętów gładkich, zostało to przedstawione na ryc. 1 [7]. W przypadku tym przemieszczenie warstwy granicznej wynika z mikropęknięć w warstwie najbliższej prętowi i z kruszenia betonu na czołach żeber. Wynikają z tego podstawowe różnice między gładkimi prętami, w których głównym czynnikiem jest odspojenie betonu od pręta, natomiast w prętach żebrowanych największą rolę odgrywa zniszczenie betonowej otuliny wywołane mikropęknięciami i kruszeniem.



Ryc. 1. Różne mechanizmy zniszczenia przyczepności: a – dla prętów żebrowanych, b – dla prętów gładkich [7]  
 Fig. 1. The various mechanics of bond destroy: a – for ribbed bars, b – for smooth bars [7]

Z drugiej jednak strony istnieją pewne podobieństwa w zniszczeniu przyczepności. Można przyjąć, że przyczepność we wszystkich przypadkach wywołują te same mechanizmy, lecz mają one różne wartości.

## 2. Materiał i metodyka wykonania badań

### 2.1 Próbkki do badań

Do wykonania próbek został użyty beton zwykły klasy C30/37 na cemencie portlandzkim. Szczegółowy skład mieszanki betonowej został przedstawiony w tabeli 1.

Próbki do badań zostały wykonane z dwóch różnych gatunków żebrowanej stali zbrojeniowej B500SP oraz BSt500S. Stale te różnią się kształtem powierzchni użebrowania. Zgodnie z Eurokodem 2 stal zbrojeniową gatunku BSt500S można zakwalifikować do klasy „B”, natomiast stal gatunku B500SP do klasy „C”. Porównanie wymagań normowych dla stali użytych do wykonania próbek podano w tabeli 2.

Tabela 1.  
**Skład mieszanki betonowej do wykonania próbek**  
 Table 1.  
**The composition of concrete mix for manufacturing the samples**

Rodzaj składnika	Ilość składnika [kg/m <sup>3</sup> ]
Piasek wiślany (0-2 mm)	989
Cement CEM I35R	335
Żwir (2-8 mm)	1105
Woda	117
Domieszka Chrysto Fluid Premia 190	8

Próbki do badań „na zimno” wykonano w formie walca o średnicy 100 mm i wysokości 150 mm. W środkowej części próbki na styku pręta stalowego i betonu oraz na zewnętrznej powierzchni próbki rozmieszczono termopary. Cienki kanałik do wprowadzania termopary wykonano w próbce w czasie betonowania. Całkowita wysokość próbki wraz z prętem zbrojeniowym wynosi 720 mm. Po zabetonowaniu próbki przebywały w formach przez 48 h, następnie zostały one przeniesione na 28 dni do komory klimatycznej. Po tym okresie próbki przeniesiono do laboratorium, gdzie w temperaturze około 20°C przechowywano je przez trzy miesiące.

Tabela 2.  
**Wymagania normowe stali użytej do wykonania próbek [8]**

Table 2.  
**The standard requirements of steel used for manufacturing the samples [8]**

Gatunek Stali	BSt500S	B500SP
<b>Parametr</b>		
$f_{vk}$ [MPa]	500	500
$f_{vd}$ [MPa]	420	420
$f_{tk}$ [MPa]	550	575
$\epsilon_{uk}$ [%]	5%	8%
Stosunek $f_{tk}/f_{vk}$ [-]	>1.08	$1.15 \leq f_{tk}/f_{vk} \leq 1.35$
Obciążenia cykliczne	2x10 <sup>6</sup> cykli	2x10 <sup>6</sup> cykli
Spajalność	Spajalna	Spajalna

W przypadku próbek do badania „na gorąco” średnica betonowej otuliny próbek została zmniejszona do 70 mm, co miało na celu szybsze wyrównanie temperatury na zewnętrznej powierzchni otuliny betonowej i na styku betonu oraz stali. Pozostałe wymiary próbki oraz rozmieszczenie termopar są identyczne jak próbki do badań „na zimno”.

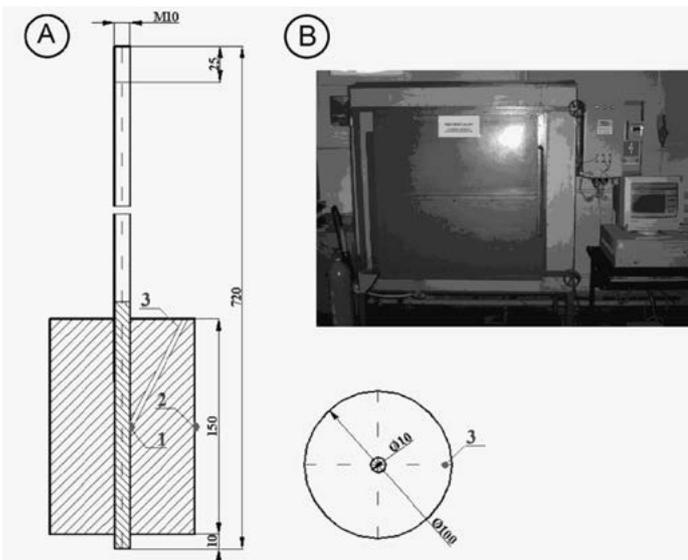
Przyczepność stali do betonu ma istotne znaczenie szczególnie w przypadku konstrukcji sprężonych. Wpływ przyczepności na bezpieczeństwo konstrukcji w warunkach ekstremalnych pożarów

nie podlega dyskusji. Istotne znaczenie ma również ocena spadku współpracy zbrojenia i betonu przy ocenie przydatności do dalszej pracy konstrukcji po pożarze. Autorzy uważali, że stosowane powszechnie w czasie akcji gaśniczej szybkie (szokowe) chłodzenie konstrukcji betonowych zimną wodą, może mieć niekorzystny wpływ na przyczepność. Biorąc pod uwagę powyższe, program badań obejmował:

- badanie przyczepności „na gorąco”, w czasie wzrostu temperatury na stanowisku badawczym,
- badanie „na zimno” po powolnym ostygnięciu próbek w warunkach naturalnych,
- badanie „na zimno” po szokowym stygnięciu próbek w zimnej wodzie.

**2.2 Badania „na zimno” w różnych warunkach stygnięcia konstrukcji**

Podstawowym trzonem stanowiska do wykonania badań „na zimno” jest średnotemperaturowy piec komorowy typu PK 1100/5. Piec wyposażony jest w sterownik temperatury, który za pomocą komputera PC i specjalnego oprogramowania pozwala na zaplanowanie dowolnych rozkładów temperatur (ryc. 2).



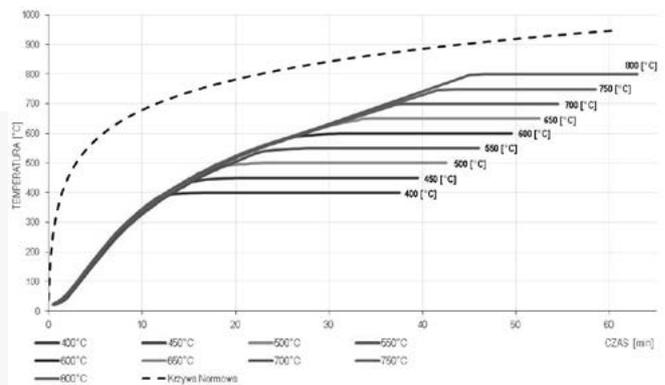
Ryc. 2. A) Przekrój próbki do badań, B) Widok pieca PK 1100/5 gdzie: 1 – termopara wewnętrzna, 2 – termopara wewnętrzna, 3 – kanałek do wprowadzenia termopary

Fig. 2. A) The section of specimen for tests, B) The view of the PK 1100/5 furnace whereas: 1 – internal thermocouple, 2 – internal thermocouple, 3 – channel for the thermocouple

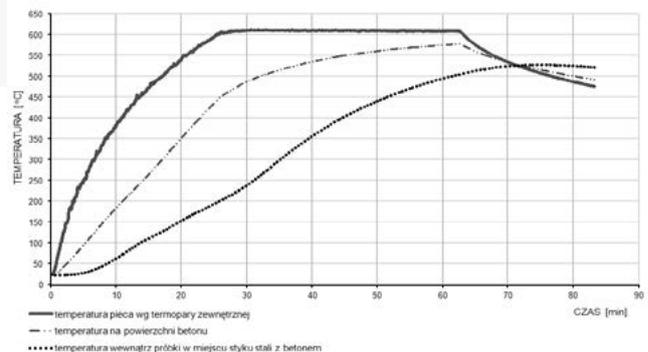
Po umieszczeniu próbek w piecu zamocowane zostały termoelementy pomiarowe na zewnętrznej powierzchni próbki, a także na styku betonu i stali w wykonanym wcześniej kanałiku. W czasie badań mierzono również temperaturę w środowisku pieca w otoczeniu próbek. Za podstawę w badaniach została przyjęta krzywa normowa temperatura-czas.

W badaniach przyjęto rozkład temperatur w płycie betonowej na głębokości 15 mm od powierzchni ogrzewanej podczas normowego pożaru. Założony w badaniu rozkład temperatur został przedstawiony na ryc. 3a.

Dla tak przygotowanych próbek rozpoczęto proces grzewczy, po osiągnięciu założonej temperatury od 400°C do 800°C z odstępami wynoszącymi 50°C na przyjętym rozkładzie utrzymywano ją na stałym poziomie przez okres 30 minut. W tym czasie występowało wyrównanie temperatury na powierzchni próbki oraz na styku stali i betonu (ryc. 3b). Po wyjęciu próbek z pieca część z nich chłodzono szokowo w pojemniku z zimną wodą. Druga część próbek ostygła w sposób naturalny w piecu przez 24 godziny do osiągnięcia temperatury pokojowej. Badania przyczepności przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej, stosując metodę wyciągania pręta z próbki (pull-out bond test). W badaniu wyznaczono maksymalną siłę niezbędną do przesunięcia pręta w betonie.



Ryc. 3a. Założony w badaniach rozkład temperatur z zaznaczonym czasem ogrzewania  
Fig. 3a. The temperature distribution assumed for tests with heating time marked



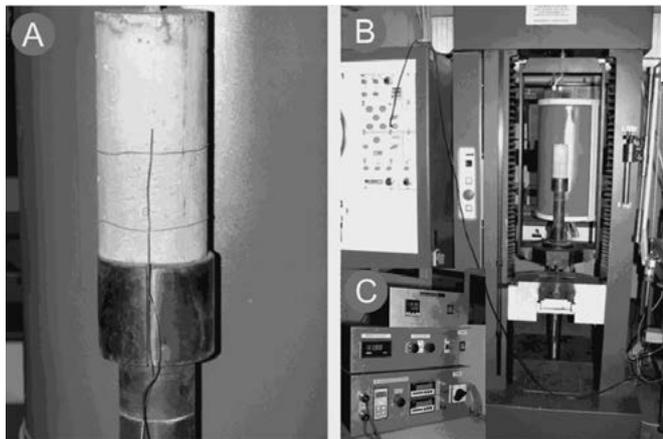
Ryc. 3b. Przykładowy rozkład temperatur uzyskany w czasie badania „na zimno”  
Fig. 3b. The temperature distribution example obtained during ‘cold test’

**2.3 Badania „na gorąco”**

W celu porównania spadku przyczepności w badaniach „na gorąco” oraz „na zimno” w jednako-

wych warunkach termicznych ustalono, że podstawowym rozkładem temperatur w badaniach „na gorąco” będzie rozkład występujący na styku pręta zbrojeniowego oraz betonu w środkowej części próbki [1,2].

Podstawowymi elementami stanowiska do badań „na gorąco” są: piec do wygrzewania próbek wraz ze sterownikiem, maszyna wytrzymałościowa, układ pomiarowy temperatury oraz układ rejestracyjny, co zostało przedstawione na ryc. 4.

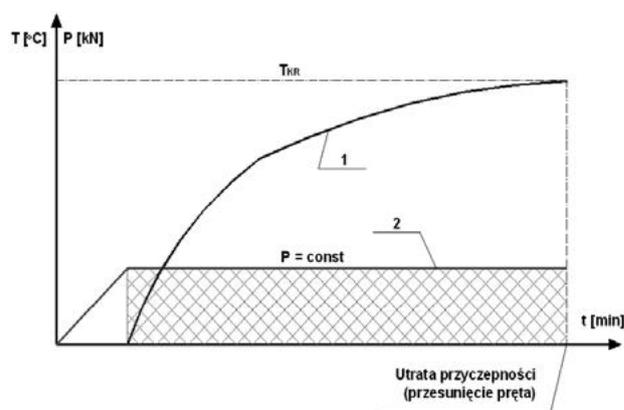


Ryc. 4. A) Próbką do badań „na gorąco”, B) Piec wraz z maszyną wytrzymałościową, C) Układ pomiarowy temperatury

Fig. 4. A) The sample for ‘hot tests’, B) The furnace with strength testing machine, C) Temperature measurement system

Wykorzystywany w badaniach „na gorąco” piec oznaczony symbolem P1000 został zainstalowany na wysięgniku maszyny wytrzymałościowej FPZ 100/1 (ryc. 4B). Część roboczą pieca tzw. mufłę stanowi komora cylindryczna wykonana ze stali żaroodpornej. W celu ustabilizowania pracy pieca i możliwości jego rozgrzewania do temperatury 1000°C w układzie sterującym został zainstalowany generator mocy. Podstawowym elementem pozwalającym sterować mocą pieca jest Programator PSP 1 wraz z komputerem pomiarowym i oprogramowaniem ThermoPro. Rejestracja mierzonych wartości odbywa się za pomocą komputera klasy PC z kartą pomiarową PCL818HG firmy Advantech.

Celem badania było ustalenie temperatury krytycznej  $T_{kr}$ , przy której następowała utrata siły przyczepności odpowiadająca stałej sile obciążającej próbkę. W czasie badania próbki były obciążone stałą siłą utrzymywaną w czasie próby. Jednocześnie ogrzewano próbkę zgodnie z przyjętym rozkładem „temperatura-czas”. Schemat badań na gorąco został przedstawiony na (ryc. 5).



Ryc. 5. Schemat badania „na gorąco” oraz określenia  $T_{kr}$

1 – Rozkład temperatury w miejscu styku pręta z betonem, 2 – Wykres siły wyciągającej pręt z betonu

Fig. 5. ‘Hot test’ diagram and determination of  $T_{kr}$

1 – The temperature distribution on the steel-concrete contact surface, 2 – The chart of force pulling the rebar from the concrete

Przed wykonaniem badań „na zimno” i „na gorąco” wykonano badania wstępne w celu wyznaczenia siły przyczepności w temperaturze normalnej 20°C.

- W przypadku badań „na gorąco” badania wstępne polegały na wyznaczeniu siły przyczepności w temperaturze normalnej 20°C w celu ustalenia stałych obciążeń w czasie badań.
- Badanie podstawowe. Po zamocowaniu termoelementów pomiarowych na zewnętrznej powierzchni próbki oraz na styku stali z betonem próbkę umieszczano w piecu i zamontowano na maszynie wytrzymałościowej FPZ100/1. Następnie obciążano stałą siłą wynoszącą odpowiednio 13 kN, 17 kN i 22kN, co odpowiada poziomowi naprężeń około  $0,3f_{yk}$ ,  $0,4f_{yk}$  i  $0,5f_{yk}$ . Po przygotowaniu w ten sposób układu pomiarowego rozpoczęto proces grzewczy zgodnie z założoną krzywą „temperatura-czas”. Za moment utraty przyczepności uznawano przesunięcie pręta w stosunku do betonu, które powodowało nagły spadek siły na maszynie wytrzymałościowej.

### 3. Wyniki badań

W badaniach „na zimno” w sumie wykorzystano 280 próbek po 70 w każdej grupie. Przed przystąpieniem do badań podstawowych przebadano przyczepność stali zbrojeniowych do betonu w temperaturze normalnej 20°C [1]. Zgodnie z planem eksperymentu próbki wygrzewano w zakresie temperatur od 400°C do 800°C, po 7 próbek w każdym z zakresów temperatury. W tabeli 3. przedstawiono porównanie wyników badań przyczepności stali B500SP do betonu C30/37 po chłodzeniu szokowym oraz naturalnym. W tabeli 4. przedstawiono porównanie wyników badań przyczepności stali BSt500S do betonu C30/37 po chłodzeniu szokowym oraz naturalnym.

Tabela 3.

**Porównanie wyników badań przyczepności stali B500SP do betonu C30/37 po chłodzeniu szokowym (S) i naturalnym (N)**

Table 3.

**Comparing the bond tests results of steel B500SP to C30/37 concrete after shock (S) and natural (N) cooling**

Temp. [°C]	N	Siła Przyczepności (S) [kN]	Spadek Przyczepności (S) [%]	Siła Przyczepności (N) [kN]	Spadek Przyczepności (N) [%]
20	7	31,98	0,00	31,98	0,00
400	7	31,40	1,81	31,88	0,31
450	7	30,80	3,69	31,66	1,00
500	7	27,76	13,20	30,82	3,63
550	7	20,24	36,71	25,58	20,01
600	7	13,42	58,04	17,82	44,28
650	7	11,46	64,17	13,66	57,29
700	7	6,98	78,17	9,00	71,86
750	7	5,18	83,80	7,06	77,92
800	7	2,92	90,87	5,34	83,30

Tabela 4.

**Porównanie wyników badań przyczepności stali BSt500S do betonu C30/37 po chłodzeniu szokowym (S) i naturalnym (N)**

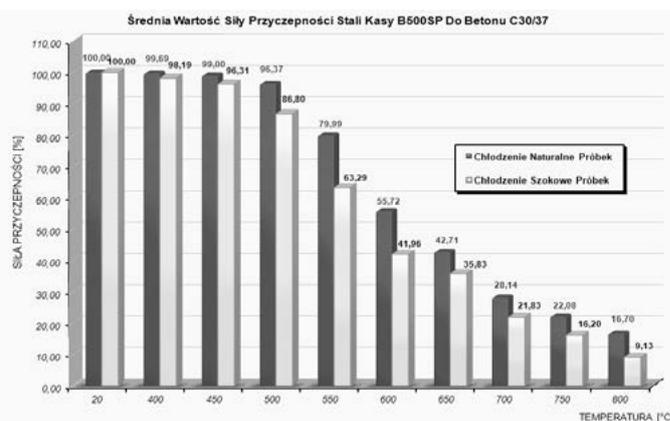
Table 4.

**Comparing the bond tests results of steel BSt500S to C30/37 concrete after shock (S) and natural (N) cooling**

Temp. [°C]	N	Siła Przyczepności (S) [kN]	Spadek Przyczepności (S) [%]	Siła Przyczepności (N) [kN]	Spadek Przyczepności (N) [%]
20	7	31,04	0,00	31,04	0,00
400	7	30,16	2,84	30,30	2,38
450	7	30,12	2,96	30,34	2,26
500	7	26,56	14,43	29,72	4,25
550	7	19,14	37,50	22,22	28,41
600	7	11,46	63,08	15,32	50,64
650	7	10,30	66,62	11,82	61,92
700	7	5,60	81,96	6,46	79,19
750	7	3,72	88,02	5,14	83,44
800	7	2,16	93,04	3,80	87,76

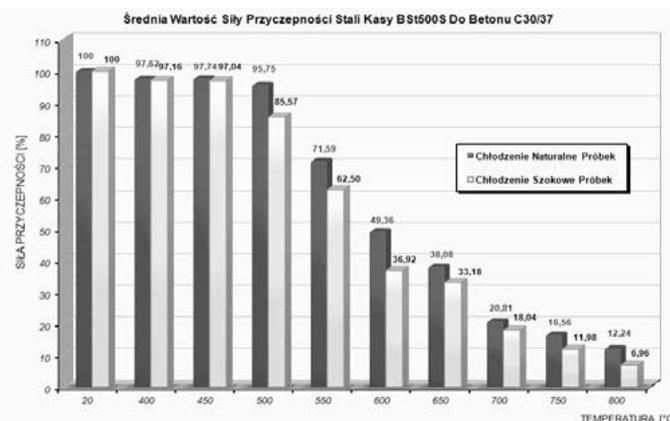
Opracowane graficznie wyniki badań „na zimno” przedstawiono na rycinach 6. oraz 7. Przedstawiono wartości średnie oraz różnice występujące w obydwu sposobach ochładzania próbek. Procentowy spadek przyczepności liczonego w stosunku do badanej przyczepności w temperaturze normalnej (20°C).

Wyniki badań na gorąco zostały opracowane w formie wykresów (ryc. 8 oraz ryc. 9) oraz przedstawione w tabelach 5 i 6 w porównaniu z wynikami w badaniu „na zimno” z chłodzeniem naturalnym.



**Ryc. 6.** Wykres porównawczy przyczepności stali B500SP do betonu C30/37 po chłodzeniu naturalnym (N) i szokowym(S)

**Fig. 6.** The comparing chart of steel bond B500SP to C30/37 concrete after natural (N) and shock (S) cooling



**Ryc. 7.** Wykres porównawczy przyczepności stali BSt500S do betonu C30/37 po chłodzeniu naturalnym (N) i szokowym(S)

**Fig. 7.** The comparing chart of steel bond BSt500S to C30/37 concrete after natural (N) and shock (S) cooling

Tabela 5.

**Porównanie wyników badań przyczepności stali B500SP w badaniu „na gorąco” oraz „na zimno” przy chłodzeniu naturalnym (N)**

Table 5.

**Comparing the bond tests results of steel B500SP in ‘hot test’ and ‘cold test’ during natural (N) cooling**

Poziom Naprężen	Siła Przyczepności [kN]	Temperatura Krytyczna [°C]	Temperatura krytyczna przy badaniach „na zimno”
0,3f <sub>yk</sub>	13	443	594
0,4f <sub>yk</sub>	17	352	573
0,5f <sub>yk</sub>	22	287	532

Tabela 6.  
**Porównanie wyników badań przyczepności stali BSt500S w badaniu „na gorąco” oraz „na zimno” przy chłodzeniu naturalnym (N)**

Table 6.  
**Comparing the bond tests results of steel BSt500S in ‘hot test’ and ‘cold test’ during natural (N) cooling**

Poziom Naprężen	Siła Przyczepności [kN]	Temperatura Krytyczna [°C]	Temperatura krytyczna przy badaniach „na zimno”
$0,3f_{yk}$	13	391	584
$0,4f_{yk}$	17	312	562
$0,5f_{yk}$	22	247	521

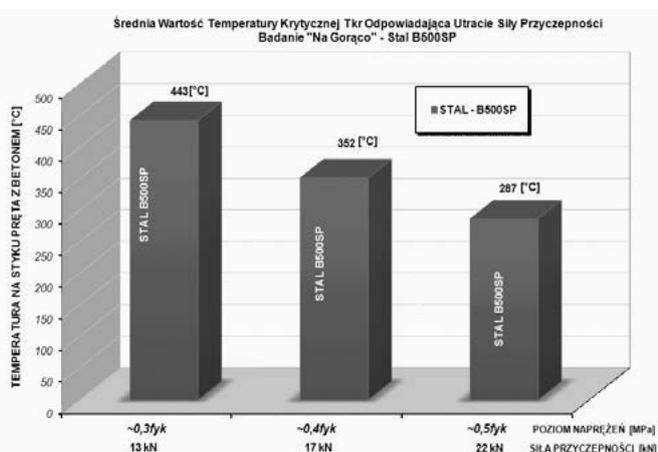
Na wykresach przedstawiono średnią wartość temperatury krytycznej  $T_{kr}$  odpowiadającej utracie przyczepności stali do betonu. Dla każdego z założonych poziomych naprężeń przebadano po 11 próbek, w sumie w badaniach „na gorąco” wykorzystano 66 próbek. Temperatura przedstawiona na wykresach odpowiada temperaturze mierzonej na styku betonu i stali.

#### 4. Wnioski

- analiza wyników badań „na zimno” wykazuje występowanie zauważalnego wzmożonego spadku przyczepności na skutek szokowego chłodzenia próbek betonowych dla obydwu przebadanych gatunków stali zbrojeniowej,
- dla próbek ogrzanych do 450°C różnice spadku przyczepności występujące przy szokowym chłodzeniu oraz naturalnym stygnięciu próbek w badaniach „na zimno” są stosunkowo niewielkie; można zatem powiedzieć, że do temperatury 450°C sposób ochładzania konstrukcji ma niewielki wpływ na przyczepność stali do betonu,
- po ogrzaniu próbek do około 500°C i powyżej występują znaczne różnice spadku przyczepności na skutek szokowego chłodzenia, w porównaniu do chłodzenia naturalnego, wynoszące do około 12,5% (stal BSt500S) oraz do około 16,5% (stal B500SP),
- w przypadku stali BSt500S występuje nieco mniejsza przyczepność w porównaniu z B500SP oraz nieco większy spadek przyczepności w temperaturach pożarowych, co niewątpliwie jest związane z kształtem żeberk na powierzchni prętów,
- w przypadku badań „na gorąco”, wraz ze wzrostem poziomu naprężeń w zbrojeniu maleje wartość temperatury krytycznej  $T_{kr}$  odpowiadającej utracie przyczepności stali do betonu,
- porównując badania przyczepności na gorąco we wszystkich przebadanych przypadkach, wartość temperatury krytycznej odpowiadająca utracie przyczepności jest mniejsza dla stali BSt500S. Największa różnica występuje w przypadku poziomu naprężeń  $0,4f_{yk}$  i wynosi 109°C,
- porównanie wyników badań „na gorąco” i „na zimno” wykazuje znacznie wyższy spadek przyczepności w warunkach wysokich temperatur pożaru niż w przypadku ostygniętych próbek, co świadczy o częściowym nawrocie przyczepności prawdopodobnie na skutek tarcia.

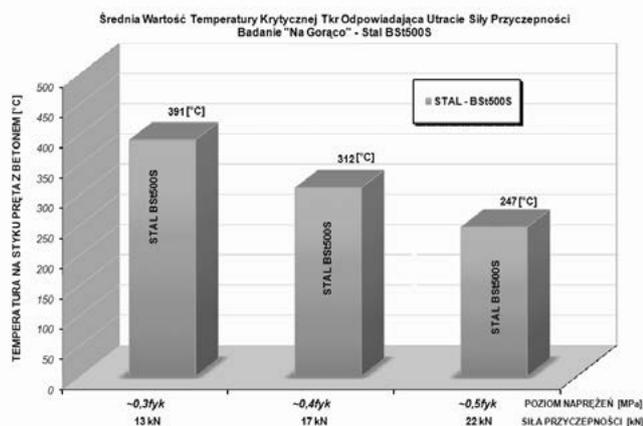
#### Literatura

1. Bednarek Z., Ogrodnik P., Kamocka-Bronisz R., *Badanie wpływu szokowego chłodzenia na przyczepność stali żebrowanej do betonu C30/37*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, 2011, Nr 42, s. 63-74.



Ryc. 8. Średnia wartość temperatury krytycznej  $T_{kr}$  odpowiadająca utracie siły przyczepności w badaniu „na gorąco” – Stal B500SP

Fig. 8. The average value of the critical temperature  $T_{kr}$  equaling the drop of bond force in ‘hot test’ – Steel B500SP



Ryc. 9. Średnia wartość temperatury krytycznej  $T_{kr}$  odpowiadająca utracie siły przyczepności w badaniu „na gorąco” – Stal BSt500S

Fig. 9. The average value of the critical temperature  $T_{kr}$  equaling the drop of bond force in ‘hot test’ – Steel BSt500S

2. Bednarek Z., Ogrodnik P., Pieniak D., *Laboratory method of evaluation of influence high temperatures on maintenance parameters of the reinforced concrete systems compounds*, „Maintenance and Reliability”, 2010, No 3, pp. 67-78; Bednarek Z., Ogrodnik P., *Badanie spadku przyczepności stali do betonu w warunkach termicznych pożarów*, „Budownictwo i Architektura”, Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej, 2008, vol. 2, s. 5-18.
3. Chih-Hung C., Cho-Liang T., *Time – temperature analysis of bond strength of a raber after fire exposure*, „Cement and Concrete Research”, 2003, No 33, pp. 1651-1654.
4. Fellingner J. H. H., Jołop A., Uijl D., *Bond of pre-tensioned strands in fire exposed concrete, Bond in concrete – from research to standards*, Budapest 2002.
5. Gromysz K., *Naprężenia przyczepności a długość zakotwienia prętów zbrojonych*, „Inżynieria i Budownictwo”, 2004, Nr 12, s. 643-649.
6. Morley P. D., Royles R., *Response of the bond in reinforcing at normal and high temperature*, „Magazine of Concrete Research”, 1983, No 123, pp. 67-74.
7. Pędziwiatr J., Mnich M., *Przyczepność stali do betonu – badania doświadczalne a zastosowanie*, XLVI Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej PAN i Komitetu Nauki PZiTb. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Krynica 2000.
8. Norma PN-H-93220:2006 – Stal B500SP o podwyższonej ciągliwości do zbrojenia betonu. Pręty i walcówka żebrowana.

**st. bryg. w st. spocz. prof. dr hab. inż. Zoja Bednarek**, absolwentka Kijowskiego Instytutu Inżynierijsko-Budowlanego Wydziału Budownictwa Przemysłowego i Miejskiego. W 1968 roku rozpoczęła pracę na Politechnice Warszawskiej jako asy-

stent. W 1973 roku ukończyła czteroletnie Studia Doktoranckie na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Opublikowała ponad 80 artykułów naukowych w czasopismach krajowych i zagranicznych z dziedziny wytrzymałości materiałów w wysokich temperaturach oraz ratownictwa technicznego. Jest współautorem dwóch skryptów z tego zakresu oraz opracowania książkowego na temat katastrof budowlanych.

**st. kpt. dr inż. Paweł Ogrodnik**, absolwent Wydziału Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej Politechniki Lubelskiej (kierunek: budownictwo). W 2001 roku rozpoczął pracę w Zakładzie Mechaniki Stosowanej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W 2006 roku obronił rozprawę doktorską na temat „Wpływ temperatur występujących w czasie pożaru na przyczepność pomiędzy stalą a betonem”. Autor/współautor kilkudziesięciu publikacji naukowych opublikowanych w czasopismach, a także prezentowanych na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.

**dr n. tech. Renata Kamocka-Bronisz**, od 1996 r. pracownik Zakładu Mechaniki Stosowanej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Prowadzi badania materiałów konstrukcyjnych w podwyższonych i wysokich temperaturach oraz w niestacjonarnym polu temperatur. Jest autorem/współautorem kilkunastu opublikowanych, oryginalnych prac naukowych, prezentowanych na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.

**mgr inż. Sławomir Bronisz**, pracownik dydaktyczny Zakładu Mechaniki Stosowanej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Autor projektów specjalistycznych stanowisk badawczych, stanowiących wyposażenie Zakładu, umożliwiających badanie wpływu podwyższonej i wysokiej temperatury na parametry wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych i sprzętu ochrony osobistej strażaka.



Dr.-Ing. Sylvia PRATZLER-WANCZURA<sup>1</sup>

## UZGODNIENIA ZORIENTOWANE NA CELE JAKO INSTRUMENT SKUTECZNEGO I EFEKTYWNEGO ZARZĄDZANIA RYZYKIEM WYNIKAJĄCYM ZE ZJAWISK EKSTREMALNYCH

### Agreement on objectives as a tool for an effective and efficient governance of risks resulting from extreme events

#### Streszczenie

Obecne zarządzanie ryzykiem jest często podzielone z powodu braku koordynacji między politykami i aktorami wspólnie odpowiedzialnymi w zakresie zarządzania ryzykiem, tj. w zakresie ochrony ludności, planowania przestrzennego i planowania sektorowego. Zjawisko to jest znane jako „problem współdziałania”. Takie podejście może spowodować szereg niekorzystnych następstw: luki w tak zwanym łańcuchu Reagowanie-Gotowość-Zapobieganie-Naprawa (który powinien funkcjonować jako kontinuum), minimalną uwagę na profilaktykę, rozwój i wzrost ryzyka zamiast jego łagodzenie, brak synergii między zaangażowanymi stronami, jak również powielane lub nawet rozbieżne środki i finansowanie. Poniższy artykuł przedstawia podejście do zarządzania ryzykiem zorientowane na wynik. Takie podejście umożliwia znalezienie bardziej efektywnych i skutecznych sposobów radzenia sobie z danym ryzykiem, a także jego zmniejszenie za pomocą tak zwanych „umów docelowych”. Prezentowane podejście skupia się na współpracy i formie procesu, który jest bardziej zorientowany na wyniki. Podejście zostało z powodzeniem zastosowane w dwóch przypadkach zagrożeń i trzech kontekstach administracyjnych: (a) Miasto Dortmund (Niemcy) w obliczu powodzi gwałtownych, (b) Region Wschodniej Attyki (Grecja) w obliczu pożarów lasów oraz (c) Region Lacjum (Włochy) również na przykładzie pożarów lasów. Poniższy artykuł koncentruje się na przykładzie „Dortmundu” i tu szczególnie na środkach, mających na celu poprawę zdolności reagowania jednostek ochrony ludności (np. straży pożarnej). Ponadto podkreśla on konieczność i znaczenie ochrony ludności jako aktywną część w cyklu zarządzania ryzykiem oraz przejścia do zarządzania ryzykiem, które jest zorientowane na użytkownika końcowego.

#### Summary

Current management of disaster risks is often fragmented due to a lack of coordination between policies and actors with joint competence for risk management, i.e. civil protection, spatial planning and sectoral planning – a phenomenon which is known as “problem of interplay”. However, disconnected risk relevant policies might cause several adverse repercussions: Breaks in the Response-Preparedness-Prevention-Remediation chain (which should function as a continuum), minimal attention to prevention, risk expansion and growth instead of mitigation, lack of synergies between involved actors as well as duplicated or even diverging measures and funding. The following article presents an output-oriented risk governance approach. It offers a way how to achieve a more effective and efficient way of dealing as well as reducing a given risk by using “Agreement on Objectives”. The presented approach focuses on a more collaborative, process-oriented form of decision-making. The approach has been successfully applied in two hazard cases and three administrative contexts: (a) the City of Dortmund (Germany) facing flash floods, (b) East Attica region (Greece) facing forest fires and (c) Lazio Region (Italy) also facing forest fires. The following article will focus on the Case Study “Dortmund” and here especially mitigation measures that aim at improving the response capacity. Furthermore it highlights the necessity and importance of civil protection (e.g. fire brigades) as an active part in the risk management cycle and the shift to an end-user oriented Risk Governance.

**Słowa kluczowe:** umowy docelowe; Zarządzanie Kryzysowe; zagrożenia naturalne i antropogeniczne; infrastruktura krytyczna;

**Keywords:** agreement on objectives; Risk Governance; Natural and Man-Made Hazards; Critical Infrastructure;

<sup>1</sup> IFR – Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie, Friedensplatz 5, 44122 Dortmund /Miasto Dortmund, Straż Pożarna, Instytut Technologii Gaszenia Pożarów i Ratownictwa

## 1. Opis problemu

Zapobieganie zagrożeniom powodowanym przez zjawiska ekstremalne i naturalne nie zawsze jest efektywne i zadowalające. Wynika to częściowo z podzielonych kompetencji, które prowadzą do rozdrobnienia polityki rozwoju, planowania działań, ich realizacji, a także finansowania. Fakt ten w połączeniu z coraz bardziej ograniczonymi zasobami (finansowymi, kadrowymi i czasowymi) stawia pytanie: w jakim stopniu dotychczasowe podejście i związane z nim strategie docelowe są nadal efektywne i skuteczne? Ponadto należy podkreślić, że reakcja na zagrożenia, które są nie tylko wynikiem zmian klimatu, musi dostosować się do nowych wyzwań związanych z rosnącą niepewnością i oczekiwanym wzrostem zdarzeń ekstremalnych. Wymaga to większej elastyczności i lepszej koordynacji strategii reakcji poprzez integrację tzw. „cyklu katastrofy”, tj. reakcja (*response*), odbudowa (*recovery*), łagodzenie (*mitigation*), redukcja ryzyka (*risk reduction*), zapobieganie (*prevention*) i gotowość (*preparedness*) (patrz ryc. 1), we wszystkich fazach planowania i działania.



Ryc. 1. Cykl katastrofy (opracowanie własne)

Fig. 1. Disaster Cycle (own elaboration)

Jak powinny być sformułowane przyszłe strategie i działania, by sprostać rosnącym wyzwaniom? W zasadzie na pierwszym planie stoi przede wszystkim zmniejszenie, a nawet likwidacja istniejących przestrzennych, funkcjonalnych i operacyjnych luk oraz różnic w podejściach, umiejętnościach i perspektywach pomiędzy ochroną ludności (i związanymi z nią instytucjami) a planowaniem sektorowym. Odbywa się to poprzez sprawne, efektywne, strategiczne, zrównoważone projektowanie oraz planowanie działań i środków zapobiegania oraz ograniczania ryzyka poprzez proces kooperacyjny i konkretnie zdefiniowane cele. Jednym z oferowanych rozwiązań jest koncepcja „umowy docelowej”, któ-

ra ma za zadanie zapobiegać powstawaniu ryzyka i ograniczać je poprzez integrację (nie)strukturalnych działań w danych dziedzinach przez umowy zawarte między różnymi instytucjami, aby osiągnąć wspólnie zdefiniowany cel. Ta metoda stanowi praktyczne, specyficzne oraz celowe podejście i alternatywę do „sztywnych” i ograniczających planów, strategii i koncepcji, jakie są dziś często spotykane w praktyce. Zakres koncepcji sięga jeszcze dalej: podejście odnosi się do zarządzania, które skierowane jest na realizację wymagań i potrzeb związanych ze współpracą podmiotów organów ochrony ludności z politykami sektorowymi. Aby zapewnić ocenę wydajności i kontroli, zarówno dla każdego elementu, jak i dla wybranych działań potrzebny jest potencjalny wynik, odpowiednie wskaźniki i kryteria jakościowe (zob. poniżej).

## 2. Od „rządzenia” do „zarządzania” – zmiana tradycyjnej polityki rządowej

Obecny „kryzys zarządzania” w związku z np. klęskami żywiołowymi wymaga zmiany tradycyjnej polityki rządowej na politykę, która charakteryzuje się zwiększonym wykorzystaniem alternatywnych form regulacji, np. samo- i współregulacji [1]. Kryzys ten wynika z faktu, że wcześniej znane formy, które w swoim założeniu miały rozwiązywać wspólne problemy we współczesnym społeczeństwie, zaczęły budzić zastrzeżenia. Ta zmiana kształtuje i odmienia rolę państwa. Pojęcie „zarządzania” (ang. „Governance”) jest odpowiednikiem wszystkich form i mechanizmów koordynacji pomiędzy (mniej lub bardziej) samoistnymi podmiotami, których działania są współzależne, wpływając tym samym na przemiany i w tym sensie uzupełniając się [2]. Trzeba jednak zaznaczyć, że wszystkie te formy są odpowiednie tylko w określonych warunkach i przy danych problemach. Wynikiem tego jest popyt na lepsze zrozumienie ich (warunków) funkcjonowania, aby odpowiednio pojąć kompleksową polityczną i społeczną rzeczywistość, analizować problemy i znaleźć rozwiązania. Z tego powodu „zarządzanie” jest scharakteryzowane zarówno przez elementy organizacji, sieci, sposoby interakcji/decyzji, jak i zasoby [3].

W odniesieniu do szczebla krajowego, „zarządzanie” (w dalszym ciągu publikacji zwane „Governance”) charakteryzuje strukturę i procesy zbiorowego podejmowania decyzji przy uwzględnieniu rządowych, a także pozarządowych podmiotów [4, 5, 6].

## 3. „Risk Governance”, czyli zrównoważone obcowanie z ryzykiem

Zmiana podejścia z „Government” (tj. rządu) do „Governance” (tj. sterowania i zarządzania) jest ważnym punktem wyjścia dla opisanego problemu,

gdyż podejście do ryzyka uległo zmianie również pod względem podstawy kontroli i „sterowania”.

Dotychczasowe oddzielone i nieefektywne zarządzanie ryzykiem, państwowa autonomia w podejmowaniu decyzji bez udziału odpowiednich grup oraz orientacja na tradycyjną ochronę np. przeciwpowodziową (tj. rozwiązania budowlane po zdarzeniu) bez uwzględnienia komponentu przestrzennego i czasowego, pokazały granice i bariery danego podejścia. Wszystko to zwiększa zarówno podatność, jak i wrażliwość przestrzeni, instytucji, a ostatecznie społeczeństwa na ryzyko. Te punkty można rozumieć jako wymiary docelowe, na których powinna koncentrować się polityka, jak również planowe podejścia do redukcji ryzyka. Szczególnie „wrażliwość instytucjonalna” (ang. *Institutional Vulnerability*) – to znaczy rozwiązania instytucjonalne, które definiują ocenę, organizują zarządzanie oraz komunikację ryzyka i są odpowiedzialne za „Risk Governance” – stanowi ważny aspekt, ponieważ wpływa nie tylko na odpowiednie instytucje, lecz również jak już wspomniano na społeczeństwo. Odbywa się to poprzez wpływ na „wydajność” władz terytorialnych w zakresie odporności oraz adaptacji do danej sytuacji i danego ryzyka [7].

Jak podnieść odporność i zmniejszyć podatność na ryzyko, jak również związane z nimi straty? Tutaj wspólne, skoordynowane działania na poziomie nie tylko Wspólnoty przyniosłyby znaczną dodatnią wartość i poprawę poziomu np. ochrony przeciwpowodziowej [8]. W związku z tym odniesienia do skuteczności i efektywności programów zarządzania ryzykiem (powodziowym) są charakteryzowane przez następujące elementy lub etapy:

- **Unikanie/redukcja:** np. przez zapobieganie realizacji (krytycznej) infrastruktury na terenach zagrożonych (np. powodziowych); adaptacja przyszłych budowli do zagrożenia powodziowego oraz promocja właściwego zagospodarowania gruntów, upraw rolnych i leśnych;
- **Ochrona:** ustalenie środków strukturalnych w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i / lub jej skutków w określonym miejscu;
- **Gotowość:** informowanie społeczeństwa na temat zagrożenia powodziowego i sposobów jego zmniejszenia/zapobiegania w przypadku wystąpienia powodzi;
- **Środki awaryjne:** opracowanie planów awaryjnych na wypadek powodzi;
- **Odbudowa i nauka w oparciu o zebrane doświadczenia:** szybkie przywrócenie do „normalnych” warunków, przy jednoczesnym zmniejszeniu wpływu społeczno-gospodarczego na osoby dotknięte (kłęską).

Te zadania i rolę „nowego systemu sterowania i kontroli” przejmują w zakresie obchodzenia się

z zagrożeniami już wspomniana koncepcja „Risk Governance”, która *comprises a broad picture of risk: not only does it include what has been termed ‘risk management’ or ‘risk analysis’, it also looks at how risk-related decision-making unfolds when a range of actors is involved, requiring co-ordination and possibly reconciliation between a profusion of roles, perspectives, goals and activities. Indeed, the problem-solving capacities of individual actors, be they government, the scientific community, business players, NGOs or civil society as a whole, are limited [...]. Risks such as those related to increasingly violent natural disasters, food safety or critical infrastructures call for coordinated effort amongst a variety of players beyond the frontiers of countries, sectors, hierarchical levels, disciplines and risk fields. Finally, risk governance also illuminates a risk’s context by taking account of such factors as the historical and legal background, guiding principles, value systems and perceptions as well as organisational imperatives.* [9]



Ryc. 2. Elementy „Risk Governance”  
(opracowanie własne)

Fig. 2. Elements of „Risk Governance”  
(own elaboration)

Definicja ta podkreśla znaczenie całościowego podejścia i odwrót od poprzedniego – fragmentarycznego – zarządzania ryzykiem. Ta obszerna (intra- i interdyscyplinarna, pozioma i pionowa) kontemplacja procesu „Risk Governance” jest wyrażona w czterech kluczowych aspektach: „szacowanie ryzyka”, „ocena ryzyka”, „zarządzanie ryzykiem” oraz „komunikacja ryzyka”. Te kluczowe aspekty szczególnie w praktyce często „stały” obok siebie bez odpowiednich interakcji, które nie były brane pod uwagę. Ryc. 2 przedstawia schematycznie obszar, pozycję i strukturę koncepcji „Risk Governance”, jak również interakcje elementów, które stanowią ramę dla skutecznego i efektywnego zarządzania ryzykiem.

Współdziałanie tych filarów całego procesu radzenia sobie z kłęskami żywiołowymi musi stać

na pierwszym planie. Związek i współpraca, a także nadrzędna koordynacja filarów powinna być wzmocniona, gdyż proces „Risk Governance” koncentruje się na systemie regulacyjnym danego ryzyka w ramach wspólnego dyskursu. Konkretnie oznacza to, że wszystkie okoliczności danej konstelacji, tj. przyczyna zagrożenia, potencjał istniejących szkód i zniszczeń, zaangażowane instytucje oraz możliwe środki muszą być wzięte pod uwagę. Dopiero to umożliwi całościowe spojrzenie, uwagę i prewencję przed zagrożeniami naturalnymi.

#### 4. Koncepcja umów docelowych

Jak pokazano, nastąpiła zmiana sterowania i kontroli rządowej: suwerennie działające, interwencyjne Państwo zmieniło się na Państwo aktywujące. Zmiana ta stawia przed Państwem nowe wyzwania. Państwo i jego hierarchiczne sterowanie funkcjonują coraz mniej skutecznie ze względu na fakt, że adresaci kontrolują coraz bardziej podstawowe zasoby (np. informacje, kreatywność) i dysponują możliwościami, aby sprzeciwić się jednostronnie narzucanym celom zarządzania [10]. Tak więc należy znaleźć rozwiązanie, tj. jeżeli prawo nie zapewnia wystarczających merytorycznych zasad, istnieje potrzeba poszukiwania rozwiązań w zakresie proceduralnych sposobów i kooperacji. Oznacza to, że powinno dojść do przesunięcia mocy kształtowania (systemu) na stronę odpowiednich adresatów. Dochodzi do tego fakt, że ze względu na (między innymi) dynamikę, standardowe rozwiązania są coraz mniej możliwe. W rezultacie Państwo przechodzi w coraz większym stopniu na bilateralnie-kooperatywne formy sterowania, przy których adresaci szukają nowych, dostosowanych do sytuacji rozwiązań i są zorientowane na sterowanie zwiększające wydajność [10]. Przy takiej zmianie istnieje niebezpieczeństwo, że uczestnicy zaczną zachowywać się strategicznie. W związku z tym „otwarte przestrzenie regulacyjne” muszą być na tyle (np. prawnie) ograniczone, by co prawda nadal dawać różne możliwości działań adresatom, ale pomimo tego zapobiegać sztywnemu planowaniu. Instrumentem tego podejścia jest tak zwane „parametryczne sterowanie” (umowy docelowe), które wymusza poprawę komunikacji i zaufania, odpowiada na potrzeby i wymagania użytkowników oraz opiera się na budowie własnych sieci, które cechuje wzajemne zaufanie w ramach współpracy [10].

Biorąc pod uwagę powyższe punkty, umowy docelowe powinny być brane pod uwagę jako nowy instrument odnoszący się do współpracy różnych szczebli, aktorów i instytucji. To reprezentuje nowe, ale także duże wyzwanie dla wszystkich uczestników (niezależnie od szczebla). Strategiczny cel jest widziany w redukcji np. zagrożenia powodziowego, jako podstawa każdej umowy docelowej w tym zakresie. W związku z tym przestrzennie zorientowany

proces zarządzania ryzykiem (tj. z uwzględnieniem planowania przestrzennego) może być skuteczny jedynie wtedy, jeżeli istnieje wystarczająca podstawa do oceny zagrożeń przestrzennych [11]. To oznacza, że potrzebny jest zrozumiały i spójny system celowy, który może być opisany za pomocą przydatnych wskaźników, aby wskazać i kontrolować wyniki i efekty przestrzennego zarządzania ryzykiem. Może to nastąpić przez np. zasadę umów docelowych.

Aby temu sprostać, podejście to wymaga uwzględnienia/stworzenia niektórych z warunków: 1.) dostarczanie dokładnych informacji na temat zagrożenia (powodziowego) i 2.) konieczność jasnego porozumienia między odpowiedzialnymi stronami na cel ochrony. Tutaj trzeba uwzględnić ważne stanowisko działań komunikacyjnych, nie tylko ze względu na fakt, że w ochronie przeciwpowodziowej wielu aktorów odgrywa kluczową rolę, co ze względu na dużą ilość obowiązków, zainteresowań i zadań nie jest łatwe. Tu więc widać trudny problem do rozwiązania: z jednej strony koordynacja danych czynników stanowi konieczny warunek do współpracy i pokonania istniejących problemów oraz zleconych zadań. Z drugiej strony – jeżeli nie jest odpowiednio zaprojektowana – blokuje każdy proces, w tym proces umów docelowych. Celem powinno być zatem znalezienie rozwiązania, które pogodzi ze sobą te dwa aspekty.

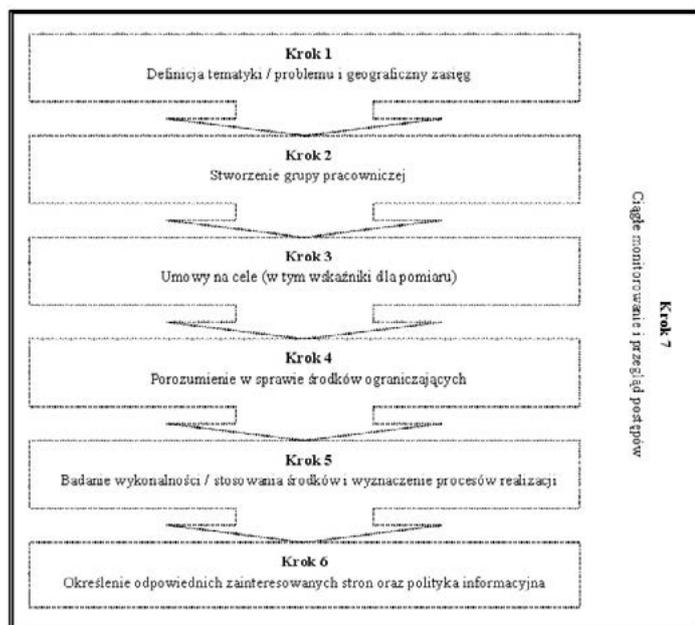
#### 5. Rozwój koncepcji

Koncepcja na podstawie „umowy docelowej” została zastosowana w projekcie INCA („*Linking Civil Protection and Planning by Agreement on Objectives*”: patrz także [www.project-inca.eu](http://www.project-inca.eu)), by zapobiegać i ograniczać ryzyko poprzez integrację różnych środków i działań. Koncepcja ma na celu bardziej skuteczne zarządzanie i elastyczność w zapobieganiu oraz reagowaniu na zagrożenia, które są zakotwiczone we wspólnym podejściu na poziomie strategicznym, z uwzględnieniem wpływu środków na ogólną politykę i społeczeństwo. Proponowane podejście jest elastyczne i możliwe do przeniesienia na wszystkie szczeble przestrzenne (lokalny, regionalny, wojewódzki, [między]narodowy) oraz zagrożenia (np. powódzie, osuwiska, pożary lasów). Szerokie zastosowanie koncepcji prowadzi do bardziej uporządkowanych i skutecznych sposobów organizacji środków zapobiegania oraz radzenia sobie z ekstremalnymi zjawiskami, nawet przekraczającymi granice administracyjne.

Podstawą koncepcji umów docelowych jest tzw. „mapa drogowa” (ang.: „Road Map”), która składa się z pokazanych w ryc. 3 siedmiu kroków.

Określenie istniejącego problemu (krok 1) stanowi podstawę do dalszych działań i definicji celów. Im dokładniej i bardziej szczegółowo zostanie sformułowana definicja problemu, tym łatwiej przebiega proces wybrania strategii, która ma na celu roz-

wiązanie danego problemu. Kluczowymi pytaniami w związku z tym są: Jaki cel powinien zostać osiągnięty (z uwzględnieniem aspektów dotyczących zrównoważonego rozwoju)? Na jakim szczeblu istnieje ryzyko (lokalny, regionalny lub krajowy problem)? Ten punkt koncentruje się na określeniu wizji, misji, priorytetów i celów w odniesieniu do szczególnego ryzyka.



Ryc. 3. „Mapa Drogowa” (opracowanie własne)

Fig. 3. „Road Map” (own elaboration)

Gdy problem został zdefiniowany, trzeba powołać grupę roboczą, która wspólnie zajmie się opracowaniem odpowiedniego rozwiązania (krok 2). Skład grupy roboczej musi być oparty na zdefiniowanym problemie, tj. należy zintegrować odpowiednie strony (np. organy publiczne), których (bez)pośrednio dotyczy problem. To znaczy, przy tematyce dotyczącej „powodzi” powinny zostać zintegrowane instytucje jak np. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej itd. Przy tematyce „osuwiska” należy zaprosić m.in. Wydział Geologiczny itd. Ewentualne pytania dotyczące tego etapu to: Co będzie tematem (zadaniem) tej grupy? Kto powinien zostać zaproszony? Te pytania kształtują charakter i strukturę pracy danej grupy. Zasadniczo możliwe jest również tworzenie podgrup pracujących nad różnymi tematami szczegółowymi.

Grupa powinna zgodzić się w następnym kroku (krok 3) na wybór konkretnych i przede wszystkim realistycznych celów i metod. Cele powinny być zdefiniowane w jak najwyraźniejszy i jak najprostszy sposób, aby nie pozostawić miejsca na nieporozumienia i różne interpretacje. By móc oszacować, w jakim stopniu cel został osiągnięty, muszą być określone odpowiednie wskaźniki. Pomocnymi pytaniami w doborze odpowiednich wskaźników i mierników mogłyby być: W jaki sposób może-

my zmierzyć, czy cel został osiągnięty? Jak wygląda poziom osiągnięć? Ponadto powinna być wybrana odpowiednia klasyfikacja (np. system sygnalizacji świetlnej, czyli zielono-żółto-czerwony, tj. zielony = cel został całkowicie osiągnięty; żółty = cel został częściowo osiągnięty; czerwony = cel nie został osiągnięty), aby odróżnić, w jakim stopniu obecny stan odpowiada wyznaczonemu celowi, tj. porównanie planu i rzeczywistości.

Następny krok (krok 4) koncentruje się na porozumieniach między aktorami dotyczących środków, za pomocą których ma zostać osiągnięty wyznaczony i zdefiniowany w punkcie 3. cel. To porozumienie stanowi również zadanie grupy roboczej (zobacz krok 2). W tym kontekście należy uwzględnić następujące pytania: Za pomocą których środków łagodzących/ochronnych można najlepiej osiągnąć zdefiniowany cel? Gdzie należy realizować środki łagodzące/ochronne? Jaki jest szacowany koszt/czas/skuteczność realizacji działania? Również w tej fazie powinny zostać wybrane odpowiednie wskaźniki oraz dobrana odpowiednio klasyfikacja (zobacz wyżej). To np. pozwala na porównanie różnych opcji działań, odpowiedni wybór konkretnego działania lub kompozycji działań, które nie tylko przyniosą największe korzyści, ale równocześnie bilansują się w sensie kosztów i korzyści.

Wiele działań nie może być realizowanych przez jedną instytucję, z tego powodu ważne jest, aby określić, który aktor/która instytucja, w jakim stopniu odpowiada za realizację danych działań (krok 5).

Następny krok (krok 6) ma szczególne znaczenie, gdyż pomaga nie tylko w rozwinięciu zaufania aktorów, ale i społeczeństwa, np. w procesie podejmowania i realizacji decyzji, jak również w związku z środkami, które zostaną wdrożone lub będą promowane. Z tego powodu ważne jest, by zainteresowane strony oraz społeczeństwo od samego początku były odpowiednio zintegrowane i zaangażowane w proces podejmowania decyzji. Następujące pytania mogą służyć jako wytyczne: W jakim stopniu znane są wszystkie istotne grupy społeczne i ich oczekiwania? W jakim stopniu niezbędne informacje są dostępne? W jakim stopniu istnieje dialog pomiędzy różnymi podmiotami, zainteresowanymi stronami i społeczeństwem?

Należy zauważyć, że koncepcja opiera się na pojęciu dynamiki (np. zmiany prawne, klimatyczne, środowiska, itp.). Nawet realizowane działania mogą zdecydowanie zmienić stan wyjścia/założenia. W związku z tym, wszystkie kroki „road map” powinny zostać dostosowane do dynamiki (krok 7).

## 6. Realizacja koncepcji na przykładzie „Dortmund”

Opracowaną w projekcie INCA koncepcję zastosowano w dwóch europejskich regionach i jednym mieście, które służą jako przykłady: Miasto Dort-

mund (Niemcy); Region wschodniej Attyki (Grecja); Region Lacjum (Włochy). Wybrane przykłady różnią się co do profilu i charakterystyki, zagospodarowania przestrzeni (w tym geografii fizycznej) i reprezentują różne systemy prawne i administracyjne. W tych trzech obszarach badań podjęto próbę wprowadzenia szczegółowych umów docelowych dotyczących ochrony przed powodzią błyskawiczną (ang. „Flash Flood”) w Dortmundzie i przed pożarami lasów (we wschodniej Attyce i regionie Lacjum) oraz zapobiegania tym obu rodzajom klęsk naturalnych. Koncepcja miała na celu wspieranie codziennej pracy jednostek ratowniczych i jednostek, które są odpowiedzialne za planowanie przestrzenne i mają na nie wpływ. To znaczy: w trakcie spotkań w danym przypadku zostały omówione możliwe rozwiązania w różnych dziedzinach. Głównym założeniem prowadzonych rozmów był wybór rozwiązań, które się uzupełniają, jednak nie prowadzą do podwójnego angażowania środków.

Mimo że wszystkie trzy studia przedstawiają ciekawe podejście i wdrożenie koncepcji „umów docelowych”, dokument ten skupia się na realizacji koncepcji w przypadku miasta Dortmund i na zjawisku powodzi błyskawicznej, która może zdarzyć się wszędzie, również na obszarach niepołożonych nad rzeką lub nienależących do obszarów przybrzeżnych.

Dortmund jest największym miastem w Zagłębiu Ruhry (populacja Dortmundu: 583.945 [2007]; powierzchnia: 28.000 km<sup>2</sup>; gęstość zaludnienia: 126/ha). Ze względu na położenie miasta przy rzece Emscher, w Dortmundzie występuje znaczne ryzyko wystąpienia powodzi powodowanej przez rzekę, istnieje ponadto niebezpieczeństwo poważnych awarii w przemyśle chemicznym, który znajduje się na obszarze miasta. W związku z tym nowe plany muszą być skoordynowane z istniejącym planem ochrony przeciwpowodziowej. Takie podejście gwarantuje, że nowe plany zostaną dostosowane do prognozy rosnącego ryzyka powodzi, biorąc pod uwagę prawdopodobne scenariusze zmian klimatu i wymogi „Dyrektywy Seveso II”<sup>2</sup>.

Do najważniejszego wydarzenia mającego wpływ na podjęcie pracy nad projektem doszło w lipcu 2008 r. – w przeciągu trzech godzin intensywność opadów osiągnęła w niektórych miejscach w Dortmundzie do 200 mm/m<sup>2</sup>. To ponad dwukrotnie więcej niż średnia opadów w lipcu. Zdarzenie powodzi błyskawicznej spowodowane było tzw. oberwaniem chmury, w wyniku czego oprócz deszczu, padał grad i wiał silny wiatr. Tak więc do powodzi nie przyczyniło się położenie Dortmundu nad rzeką. Szkody związane z wydarzeniem wyniosły ok. 17,2 mi-

lionów EUR. Wydarzenie to dowodzi, że nie tylko miasta znajdujące się wzdłuż głównych rzek (np. Renu czy Dunaju) są narażone na powódzie. Przypadek powodzi – jaki wystąpił w Dortmundzie – może wystąpić w dowolnym miejscu. Intensywność opadów przekracza podczas takich wydarzeń infiltrację gleby, tak że woda spływa po powierzchni, niezależnie od charakterystyki gleby [12]. To w połączeniu z faktem, że przewidzenie powodzi błyskawicznej jest bardzo utrudnione – a nawet niemożliwe, ponieważ opady trwają często zaledwie kilka minut – co nie pozwala na skuteczne i efektywne wczesne ostrzeżenie. W rezultacie oznacza to, że zastosowanie krótkoterminowych środków zapobiegawczych (tj. ruchome ściany ochrony przeciwpowodziowej, itp.) w celu zmniejszenia szkód praktycznie nie jest możliwe (patrz krok 1 w „Road Map”).

Studium Dortmundu i wsparcie ze strony projektu INCA pozwala (na przykładzie powodzi błyskawicznej) na analizę obszaru miejskiego oraz identyfikację obszarów zagrożonych. Analiza i identyfikacja była możliwa dzięki zaproszeniu wszystkich właściwych władz do uczestnictwa w regularnie odbywających się spotkaniach (krok 2 „Road Map”). W tym kontekście głównym ich założeniem (na przykładzie Dortmundu) było ograniczenie ryzyka i strat związanych z powodzią błyskawicznymi. Ten główny cel realizowano za pomocą bardziej szczegółowych punktów (krok 3 „Road Map”):

- Środki ochronne dla nowych projektów budowlanych;
- Środki ochronne dla istniejących budynków;
- Identyfikacja infrastruktury krytycznej;
- Rozbudowa zdolności i zasobów reagowania (dotyczy to szczególnie jednostek ratowniczych).

Artykuł kładzie nacisk na aspekt rozbudowy zdolności i zasobów reakcji, gdyż ze względu na ograniczoną możliwość oszacowania, gdzie takie zjawisko wystąpi, i krótki czas reagowania przy zdarzeniach takich, jak powódzie błyskawiczne, dostępne środki i koncepcje są ograniczone. Kluczowe pytanie dotyczy zakresu działań operacyjnych jednostek ratowniczych: W jakim stopniu jednostki ratownicze (np. straż pożarna) mogą/powinny mieć wpływ na planowanie specjalistycznych polityk sektorowych (np. planowanie regionalne lub lokalne)? Lub dokładniej: W którym momencie procesu planowania powinna zostać włączona straż pożarna i obrona cywilna? Chodzi tutaj o to, że jednostki ratownicze mają szczególne informacje (również oparte o własne doświadczenia) o obszarach zagrożonych i krytycznych, takich jak np. tereny zalewowe (do dnia dzisiejszego nie we wszystkich gminach zostały wyznaczone). Te informacje mają szczególne znaczenie i powinny zostać zintegrowane, gdy np. inwestor planuje nowe budownictwo. W tym sensie należy wziąć pod uwagę fakt, że zadania or-

<sup>2</sup> Dyrektywa 2003/105/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2003 r. zmieniająca dyrektywę Rady 96/82/WE w sprawie kontroli niebezpieczeństwa poważnych awarii związanych z substancjami niebezpiecznymi.

ganów i jednostek ratowniczych, a więc między innymi straży pożarnej, nie są ograniczone jedynie do akcji ratowniczych, lecz mają – lub powinny mieć – wpływ na cały cykl katastrofy (patrz ryc. 1), tj. również fazę prewencji.

### 6.1 Rozbudowa zdolności i zasobów reagowania

Jak uaktywnić zdolności reagowania jednostek ratowniczych niezależnie od zdarzenia? Ten aspekt można rozpatrywać z różnych perspektyw. W ramach projektu priorytetem było zebranie i uzupełnienie informacji z raportów tworzonych przez straż pożarną dotyczących danych incydentów – w omawianym przypadku operacji, przy których zaszła potrzeba wypompowywania wody np. z zalanych piwnic, budynków itd. Dostępne dane pozwoliły na zidentyfikowanie i zlokalizowanie operacji pompowań, jak również uzyskanie informacji, w których obszarach znajdowała się koncentracja pompowań. Niestety, do dalszej analizy dane te nie były wystarczające. Co prawda można było zidentyfikować miejsce podejmowanych działań, jednak zabrakło

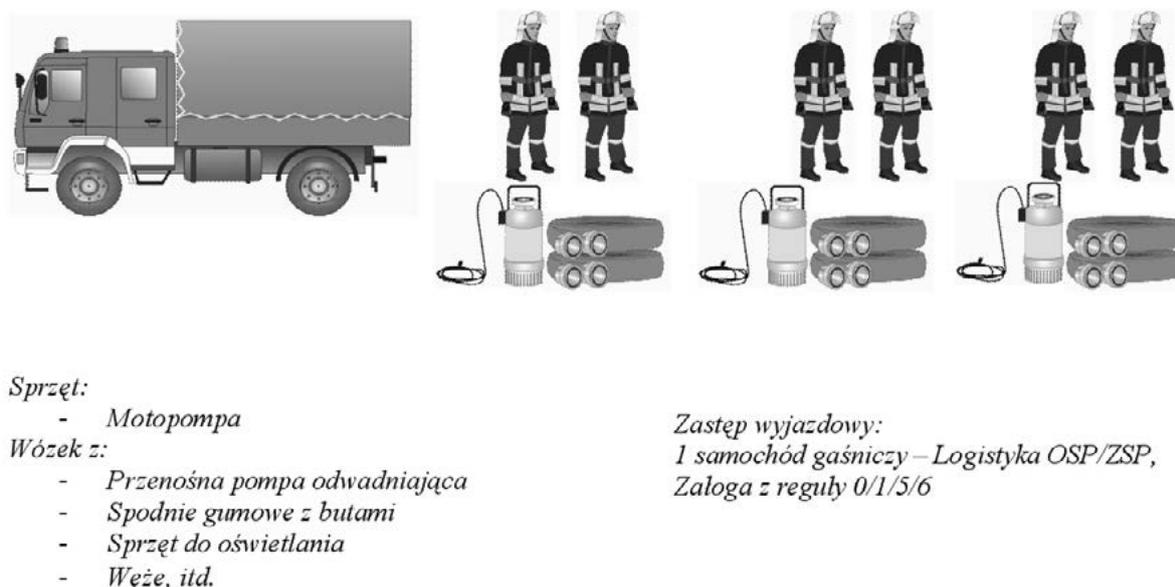
informacji o powodach podjęcia akcji wypompowywania wody; tj. czy doszło do niej ze względu na wynik burzy, czy ze względu na przerwanie/pęknięcie wodociągu, lub czy zdarzenie miało wpływ na przeciążenie sieci kanalizacyjnej lub zatkanie kanalizacji przez liście.

W kolejnym punkcie analizowano, ilu strażaków z jakimi urządzeniem zatrudniano przy przeciętej operacji pompowania. Standardowo wyposażony pojazd strażacki może pracować jednocześnie w maksymalnie jednym miejscu operacji. To nie jest zadowalające, ponieważ w takim przypadku często nie są wykorzystywane dostępne zasoby ludzkie, gdyż ogranicza je konstrukcja dostępnych pomp (ryc. 4).

Rozwiązaniem problemu było nabycie tak zwanych „powodziowych zestawów sprzętu”, które można zastosować odpowiednio do potrzeb. Takie zestawy przyczyniają się do zwiększenia wydajności, gdyż umożliwiają jednoczesne prowadzenie działań w kilku miejscach operacji w tym samym czasie. Jedynym warunkiem jest bliskość poszczególnych miejsc operacji.



**Ryc. 4.** Obsada pojazdu zastępu gaśniczego: Sytuacja aktualna [13]  
**Fig. 4.** Staff & equipment of the fire-fighting vehicle: State of the art [13]



**Ryc. 5.** Obsada pojazdu zastępu gaśniczego: Sytuacja planowana [13]  
**Fig. 5.** Staff & equipment of the fire-fighting vehicle: Planned State [13]

Ponadto stwierdzono, że w ramach intensywnych opadów deszczu w 2008 r., moc istniejących pomp do pompowania dużych ilości wody nie była wystarczająca, aby w rozsądnym czasie osiągnąć wymagane rezultaty. Aby również w takich przypadkach zapewnić odpowiednią pomoc, zostały nabyte wysokowydajne pompy, które w porównaniu do pożarniczych pomp odśrodkowych mają większą wydajność.

Obszar Dortmundu jest łatwo osiągalny środkami transportu drogowego. W związku z tym do tej pory – poza nielicznymi wyjątkami – używano pojazdów samochodowych. W 2008 r. pojazdy te niestety nie zdały egzaminu, gdyż wysoki stan wody uniemożliwił dotarcie do wielu dzielnic Dortmundu. Również w innych ekstremalnych zjawiskach meteorologicznych, jak np. w trakcie opadów śniegu w grudniu 2010 r., samochody te się nie sprawdziły (ryc. 6).



**Ryc. 6.** Pojazd przystosowany do poruszania się w trudnych warunkach [14]

**Fig. 6.** Fordability vehicle [14]

Centrum powiadomienia ratunkowego stanowiło następny problem, szczególnie podczas operacji masowych wypadków. Ze względu na znaczną ilość zgłoszeń alarmowych nie było możliwości, aby zareagować na wszystkie telefony, nawet jeśli wszystkie miejsca w centrali zostały obsadzone przez dyżurnych. W trakcie burzy w 2008 r. doszło nawet do sytuacji, że telefony alarmowe nie zostały odebrane lub odebrano je za późno. Niestety nie było sposobu na odnotowanie czasu, kiedy zgłoszenie zostało odebrane przez CPR. Aby w tym punkcie móc choć w części odpowiednio zareagować, ogłaszano komunikaty (za pośrednictwem radia i internetu), by kierować tak zwane „czasowo niekrytyczne zdarzenia” (np. złamana gałąź blokująca chodnik) do centrali administracji miejskiej (miejskie call-center). Ta decyzja odciążała numery alarmowe CPR.

W roku 2010 w Dortmundzie rozpoczęto budowę nowej głównej komendy straży pożarnej. W związku z tym zostało stworzone nowe CPR (patrz ryc. 7), przy realizacji którego uwzględniono doświadczenia z 2008 r. Wzrosła np. liczba linii awaryjnych i utworzono osiem stanowisk telefonicznych, które

mogą być obsługiwane przez zaalarmowanych pracowników w przypadku sytuacji/zdarzeń, takich jak w trakcie burzy w 2008 r. Istnieje obecnie również możliwość oceny, po ilu sygnałach zostanie utworzone połączenie z numerem alarmowym. Powyższe punkty są niezwykle istotne, ponieważ decydują o sukcesie w działaniach na dużą skalę.



**Ryc. 7.** Centrum powiadomienia ratunkowego i stanowisko telefoniczne [14]

**Fig. 7.** Operations control and communications center & A-Position [14]

Aby móc ocenić, w jakim stopniu wyżej przedstawione środki i rozwiązania są rzeczywiście użyteczne i prowadzą do osiągnięcia zdefiniowanych celów (t.j. ograniczenia szkód związanych np. z klęską żywiołową), konieczne jest znalezienie odpowiednich wskaźników do ich opisu i klasyfikacji (patrz krok 3 i 4 „Road Map”), jak pokazuje następujący przykład.

- Jednym z możliwych wskaźników jest część dotrzymanyh tzw. „Hilfsfristen”: (tj. określony czas, w którym powinna zostać udzielona pomoc ratownicza). Chodzi tutaj o czas od odebrania telefonu alarmowego w CPR do przybycia na miejsce wydarzenia. Zgodnie ze standardami AGBF<sup>3</sup> czas ten nie powinien przekraczać 8 minut. Straż pożarna w Dortmundzie utrzymuje ten standard w 95% wszystkich czasowo-krytycznych operacji. Aby móc oszacować efektywność pracy i dotrzymanie standardów pierwszej pomocy ratow-

<sup>3</sup> „Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren” – Stowarzyszenie Zawodowych Straży Pożarnych

niczej, przeprowadzane akcje podlegają ocenie. W przyszłości powinno się badać, w jakim zakresie akcje, które zaliczają się do bardzo dużych, mogą być analizowane i do jakiego stopnia zmiany w pojazdach prowadzą do zmniejszenia średniego czasu udzielenia pomocy.

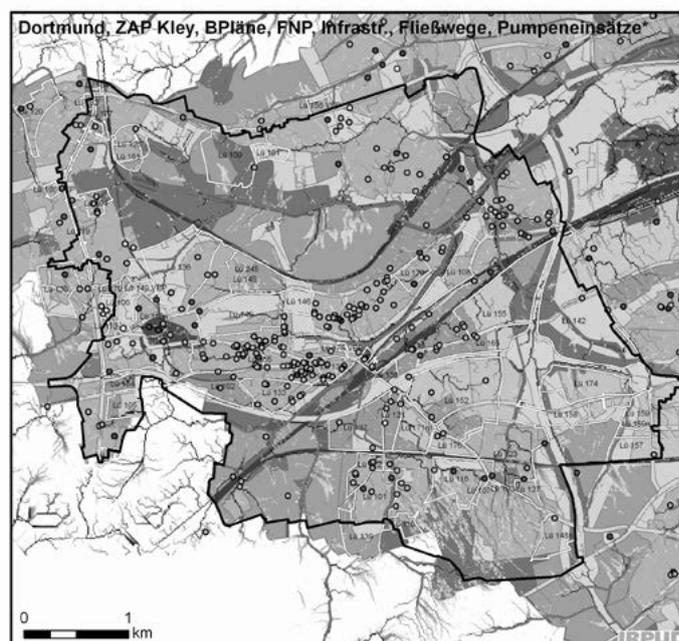
- Inny wskaźnik to czas oczekiwania na połączenie z numerami alarmowymi (skuteczność nowego CPR): Dzięki możliwości analizy czasu oczekiwania na przyjęcie telefonu alarmowego, po raz pierwszy istnieje szansa na ustalenie norm jakości, jej opisanie i ocenę, nawet w ekstremalnych sytuacjach. Odpowiedni wskaźnik mierzący skuteczność uruchomienia dodatkowych stanowisk telefonicznych jest jeszcze jednak nadal poszukiwany.

## 6.2 Identyfikacja infrastruktury krytycznej

Rozbudowa zdolności i zasobów reakcji nie jest dużym problemem, jeśli są dostępne niezbędne środki finansowe/zasoby ludzkie. Niestety nie dotyczy to wszystkich wyżej wymienionych podasektów, a szczególnie środków ochronnych dla nowych projektów budowlanych i dla istniejących budynków. Należy zauważyć, że powierzchnia większości miast – w tym również Dortmundu – jest w dużej mierze zabudowana, a interwencja dotycząca istniejących budynków stanowi duży problem (m.in. ze względu na tematykę związaną z naruszeniem praw własności). Z tego powodu również dostęp do środków prawnych i rozwiązań regulacyjnych związanych z ograniczaniem zagrożeń powodowanych przez powódź jest bardzo ograniczony. Efektywniejszym podejściem jest zwrócenie się do obywateli i odwołanie się do ich poczucia odpowiedzialności przez np. ulotki, zebrania informacyjne, pełnomocników do spraw ochrony przeciwpowodziowej itp. Ma to duże znaczenie, gdyż szczególnie populacja w strefach zagrożonych powinna być odpowiednio przeszkolona lub poinformowana, bo tylko ci, którzy są świadomi istniejącego ryzyka, mogą podjąć odpowiednie działania i dostosować swoje zachowanie do danego ryzyka.

Ze względu na ograniczone możliwości współpraca międzysektorowa z jednostkami ochrony cywilnej powinna zaliczać się do podstawowego podejścia, szczególnie w dziedzinie „infrastruktury krytycznej”. Dyrektywa Rady 2008/114/WE art. 2 [15] definiuje „infrastrukturę krytyczną” jako *składnik, system lub część infrastruktury zlokalizowanej na terytorium państw członkowskich, które mają podstawowe znaczenie dla utrzymania niezbędnych funkcji społecznych, zdrowia, bezpieczeństwa, ochrony, dobrobytu materialnego lub społecznego ludności oraz których zakłócenie lub zniszczenie miałyby istotny wpływ na dane państwo członkowskie w wyniku utracenia tych funkcji*. W projekcie INCA pojęcie infrastruktury krytycznej zostało sze-

rzej ujęte, niż wskazuje powyższa definicja, gdyż z punktu widzenia projektu infrastruktura krytyczna ma również wpływ na wymiar fizyczny, ekonomiczny, społeczno-organizacyjny, instytucjonalny i komunikatywny. Z tego powodu zostały włączone do kategorii infrastruktury krytycznej również przedszkola, ośrodki opieki dziennej, szpitale, domy opieki, itp., ze względu na ich szczególnie wysoki stopień „wrażliwości” (ang. *vulnerability*). Biorąc to pod uwagę, krytyczna infrastruktura w Dortmundzie wykazała, gdzie znajdują się miejsca o szczególnie wysokiej wrażliwości. Nie okazało się to zbyt trudne, ponieważ każdy z podmiotów biorących udział w regularnych spotkaniach ma niezbędne informacje dotyczące ich lokalizacji w zasięgu swojej odpowiedzialności.



- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| • Pumpeinsätze           | • DEW21_Gas            |
| • Feuer_u_Rettungswachen | • DEW21_Wasser         |
| • Polizeiwachen          | • DEW21_Strom          |
| • Krankenhäuser          | — B-Plan Grenzen       |
| • Altenheime             | — Gewässer             |
| • Schulen                | ▭ ZAP Gebiet Kley      |
| • Tageseinrichtungen     | ▭ Stadtgebiet Dortmund |

**Ryc. 8.** Intersekcja akcji pompowań z infrastrukturą krytyczną i przedstawienie tak zwanych ‘Hot-Spots’ w dzielnicy Dortmund-Martén (opracowanie własne)

**Fig. 8.** Intersection of pumping efforts with critical infrastructure & identification of so called ‘Hot-Spots’ in Dortmund-Martén (own elaboration)

Należy podkreślić, że samo istnienie infrastruktury krytycznej nie powinno być postrzegane jako problem. Dopiero poprzez ekspozycję infrastruktury krytycznej widoczna jest jej potencjalna wrażliwość. Dlatego należy zbadać w kolejnym kroku podatność infrastruktury krytycznej na np. powódzie. Jednym ze sposobów na to jest intersekcja danych infrastruktury krytycznej z danymi np. straży pożarnej na obszarach zagrożonych powodzią. Pomaga to w prezentacji oraz identyfikacji tak zwanych

„Hot Spots”. W ten sposób można jasno określić, na których obszarach w ostatnich latach miała miejsce duża ilość operacji pompowań i czy wykonywano je w pobliżu infrastruktury krytycznej. Intersekcja tych danych z informacjami dotyczącymi infrastruktury krytycznej jest ważną podstawą do dalszych i bardziej szczegółowych rozważań, tj. dzięki intersekcjom mogą zostać ustalone priorytety dotyczące możliwych środków prewencyjnych i ich ulokowania.

### **6.3 Interakcje jednostek obrony cywilnej i planowania sektorowego przy planowaniu środków ochronnych dla nowych projektów i istniejących budowli**

Zwłaszcza w odniesieniu do istniejących budynków/budowli, istnieje kilka środków, które mogą być użyte, by zmniejszyć potencjalne ryzyko, wśród nich ogólne aspekty takie jak m.in. spisy dotyczące dbałości o budynek, eksploatacji budynku. Tu można szczególnie uwrażliwić m.in. architektów na fakt, że w „zagrożonych” obszarach są potrzebne specjalne środki strukturalne, by dostosować budynki do lokalnych warunków i właściwości danego terenu w stosunku do danej ekspozycji. Dotyczy to np. lokalizacji kotłowni spalinowych (olej opałowy) lub przechowywania rzeczy wartościowych w piwnicach na terenach zalewowych. Ponadto np. piwnice powinny zostać dostosowane do danego ryzyka (m.in. płytki podłogowe/ścienne). Ta świadomość zaczyna się w fazie kształcenia architektów, tj. szkolenie architektów powinno integrować tę tematykę. Ale nie tylko architekci są w centrum uwagi – również konsultacja i sensybilizacja budowlańców oraz właścicieli budynku/obiektu powinna zostać wzmocniona.

Kolejny punkt dotyczy przeglądu budynków zarówno prywatnych, jak i publicznych pod względem wytrzymałości i technicznych zabezpieczeń. To mogłoby być omówione/opracowane podczas kontroli w zakresie bezpieczeństwa pożarowego obiektu, która należy w Niemczech do obowiązków straży pożarnej. To znaczy: tematyka przeciwpożarowa byłaby sprawdzana równolegle do obiektowej ochrony przeciwpożarowej. W zakresie działań Wydziału Inżynierii Lądowej trzeba wziąć pod uwagę, aby odpowiednia infrastruktura (np. system kanałów) była usprawniona stosownie do okoliczności. W trakcie projektu INCA kluczowym aspektem był odsekt kanałów, które dostosowano do trzyletniego zdarzenia powodziowego (HQ<sub>3</sub>). W związku z budowlami specjalnymi (np. zbiornikami retencyjnymi), konstrukcje te muszą być „odporne” na wydarzenie co najmniej pięcioletnie (HQ<sub>5</sub>). Okresowy przegląd i ewentualne dostosowanie do danej sytuacji powinno być obowiązkowe.

Również (lokalni) dostawcy zaopatrzenia i utylizacji odgrywają ważną rolę w redukcji ryzyka i z nim związanych strat. Należy zwrócić uwagę, żeby np. podstacje energetyczne nie były umieszczane na obszarach potencjalnie zagrożonych (np. w obniżeniu terenu). Tutaj główny nacisk powinno się kłaść na środki techniczne, biorąc pod uwagę wyniki map zagrożenia i ryzyka oraz znaczenie oraz wagę urządzeń. Z tego powodu trzeba jeszcze raz podkreślić, jak ważne jest realizowane regularnie podnoszenie świadomości i stopnia informacji oraz transfer wiedzy między różnymi podmiotami, planowaniem sektorowym i organami obrony cywilnej (tj. również straży pożarnej).

Zasadniczo planowanie dotyczące dużych zjawisk, jakimi są powodzie, wymaga konsultacji z wszystkimi zainteresowanymi podmiotami oraz testowania ich w ramach odpowiednich ćwiczeń na podstawie określonych scenariuszy (np. powódź w pobliżu elektrowni). Wymiana informacji o możliwych obszarach krytycznych powinna być zinstytucjonalizowana, np. powinna stanowić obligacyjny punkt w przygotowywaniu planów rozwoju lokalnego (plany zagospodarowania przestrzennego). Dzięki temu te informacje stanowiłyby aspekt, który formowałby dalsze planowanie i rozwój obszarów, w ten sposób zmniejszając ryzyko oraz potencjalne straty. W tym punkcie można stworzyć przejście do działań „prewencyjnych” w zakresie projektów budowlanych lub przebudowy. Tutaj jest to ważne przede wszystkim dlatego, że wymaga zdefiniowania ustaleń dotyczących „prewencji”, np. postawienia celu, że ryzyko w przypadku powodzi powinno być zmniejszone (podstawą może być np. HQ<sub>100</sub> – zdarzenie stuletnie). Tak więc przegląd przyszłych planów rozwoju lub zagospodarowania przestrzennego w odniesieniu do potencjalnego zasięgu potencjalnej powodzi musi znajdować się dalej w centrum uwagi. Ten problem dotyczy wyłączenia, np. nie tylko infrastruktury krytycznych z potencjalnych obszarów zalewowych, lecz również uwzględnienia dróg odpływu w razie powodzi. Przegląd powinien obejmować następujące punkty dyskusji oraz przykładowe pytania:

- Wody płynące/stojące (np. Czy plan rozwoju/zaopatrzenia przestrzennego jest położony w strefie ryzyka/strefie zagrożonej, np. na obszarze stuletniej powodzi? )
- Kanalizacja (np. Jak wygląda dystrybucja wody? Jak jest rozbudowana kanalizacja?)
- Drogi i ścieżki (np. Jak są zaprojektowane drogi? Czy chodniki są podwyższone? Przez odpowiednie uformowanie dróg można decydować o tym, jak/gdzie płynie woda)
- Budownictwo/infrastruktura (np. Czy w planie znajduje się lub jest zaplanowana infrastruktura krytyczna? Jaka? W którym miejscu?)

- Komunikacja (np. Czy wszystkie zainteresowane strony są zintegrowane w proces planowania?)

## 7. Podsumowanie i wnioski

W artykule podjęto próbę przedstawienia, jak ważną rolę odgrywają jednostki ratownicze, w tym straż pożarna, i że zadania tych jednostek nie są ograniczone jedynie do przekazania danych dotyczących operacji pompowania i reagowania w sytuacjach krytycznych (np. powodzi). Niestety udział/wkład tych jednostek – szczególnie w opisanych dziedzinach „istniejące budynki” i „planowane budowle” – dotychczas nie jest konkretnie i odpowiednio zdefiniowany oraz opisany. Stanowi to duży problem, gdyż możliwości (szczególnie) straży pożarnej sięgają dalej, niż jest to widoczne na pierwszy rzut oka. Podstawowy punkt, już wyżej wspomniany, to analogiczny proces kontroli dla zarówno ochrony przeciwpożarowej, jak i przeciwpowodziowej. W tym punkcie udział lokalnej straży pożarnej już dziś jest bardzo duży i ma duży wpływ na pozwolenia budowlane, więc dlaczego nie rozszerzyć tego zakresu również na tematykę powodziową?

Podsumowując: Aby odpowiednio docenić znaczenie (nie tylko) jednostek ratowniczych, koncepcja „umów docelowych” stanowi pierwsze podejście. W ten sposób wszystkie „jednostki”, instytucje, urzędy, itd. i ich cele, plany, odpowiedzialności są zintegrowane, aby wspólnie rozwiązać dany problem (w tutejszym przypadku: redukcja ryzyka powodzi i z tym związanych strat). Krótki opis koncepcji i pomysłu, jak też problemu, w tym ilustracja możliwych rozwiązań, podkreśla znaczenie współpracy pomiędzy wszystkimi zainteresowanymi stronami w zakresie radzenia sobie z zagrożeniami i ich zwalczaniem. W celu zapewnienia takiej współpracy i skuteczności/wydajności umów docelowych następujące warunki muszą być spełnione. Realizacja danego celu będzie owocna, jeśli:

- potrzeba współpracy jest podkreślana i wszyscy biorący udział w spotkaniach widzą potrzebę takiej współpracy;
- taka współpraca przynosi korzyści dla wszystkich uczestników;
- realizacja celów i działań jest długoterminowa, tj. efekty umów docelowych nie są krótkotrwałe;
- wszystkie zainteresowane strony są motywowane do aktywnego udziału w spotkaniach i działaniach (jak opisano powyżej);
- współpraca nie prowadzi do dodatkowej pracy, gdyż każda instytucja/jednostka/urząd ma swoje obowiązki, które zajmują dużo czasu;
- osoba, która reprezentuje na spotkaniu instytucję/jednostkę/urząd, może podejmować samodzielnie decyzje, gdyż decyzje podjęte w ramach „celowych umów” są wiążące/obowiązujące;
- spotkania odbywają się regularnie i są moderowane przez bezstronną instytucję;

- wyniki są zapisywane w protokołach i zostają dostarczone wszystkim uczestnikom (dodatkowe dokumenty powinny być dołączone do protokołu);
- zostanie wybrana instytucja, która przejmuje zarządzanie i / lub realizację procesu.

Tu jednak należy również wziąć pod uwagę fakt, że udział zainteresowanych podmiotów jest zawsze bardzo ważny i musi być promowany, ponieważ zainteresowane strony stanowią aktywną i ważną część koncepcji. Niemniej jednak, może się zdarzyć, że podmioty nie są zainteresowane kooperacją i odrzucają współpracę. W takich przypadkach bardzo ważne jest uzyskanie „feedbacku” (sprzężenia zwrotnego), co jest powodem negatywnego nastawienia podmiotów. Feedback pozwoli na to, by również oczekiwania zintegrowanych instytucji zostały uwzględnione w planach i działaniach. Niektóre środki, jak również ich realizacja są związane z wysokimi kosztami. Dlatego też przy tym punkcie jest potrzebny feedback, aby niekoniecznie zmniejszać już ograniczone i nieliczne (finansowe, ludzkie, czasowe) zasoby.

Ponadto należy zauważyć, że przez tworzenie nowych celów oraz ich realizację, procedury i kompetencje mogą ulec zmianie. Każdy proces charakteryzuje się dynamicznością, więc każda zmiana „wywołuje” dynamikę: zatem nie można wychodzić z założenia, że stan jaki był np. aktualny przy rozpoczęciu projektu, będzie statyczny w trakcie całego procesu. Z tego względu dynamika jest kluczowym elementem koncepcji minimalizacji ryzyka, w związku z tym powinna stanowić stały aspekt koncepcji.

## Literatura

1. Just N., Latzer M., Saurwein F. (2006): Communications Governance: Entscheidungshilfe für die Wahl des Regulierungsarrangements am Beispiel Spam; Sept. 2006; Institut für Technikfolgenabschätzung, Österreichische Akademie der Wissenschaften (Wyd.): ITA manu:script; Wien.
2. Benz A., Lütz S., Schimank U., Simonis G. (Wyd.) (2007): Handbuch Governance – Theoretische Grundlagen und empirische Anwendungsfelder; Wiesbaden.
3. Diller C. (2005): Regional Governance by and with Government: Die Rolle staatlicher Rahmensetzungen und Akteure in drei Prozessen der Regionsbildung; Habilitacja; Berlin.
4. Stoker, G. (1998): Governance as a theory: five propositions; in: International Social Science Journal, Marzec 1998, Nr. 155; S. 17-28.
5. Nye, J.S.; Donahue, J. (2000): Governance in a Globalising World; Waszyngton.
6. Mutadis (2007): Trustnet-in-Action – TIA; Final Report; Bruksela.

7. Wanczura, S. (2010): Raumplanung und Risk Governance – Indikatorensystem zur Messung einer effektiven und effizienten Koordination im Risk-Governance-Prozess; Dissertation; Dortmund.
8. Komisja Wspólnot Europejskich (2004): Komunikat Komisji dla Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu, Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów – Zarządzanie zagrożeniem powodziowym – Zapobieganie powodziom, ochrona przeciwpowodziowa i ograniczanie skutków powodzi; KOM(2004)472 wersja ostateczna
9. IRGC – International Risk Governance Council (2006): White paper on Risk Governance – Towards an integrative approach; Genewa.
10. Cools M., Fürst, D., Gnest H. (2003): Parametrische Steuerung – Operationalisierte Zielvorgaben als neuer Steuerungsmodus in der Raumplanung; Frankfurt a. M.
11. Fleischhauer M. (2006): Natural Hazards and Spatial Planning in Europe: An Introduction; in: Fleischhauer, M.; Greiving, S.; Wanczura, S. (Wyd.): Natural Hazards and Spatial Planning in Europe; Dortmund; S. 9-18.
12. Grünewald U. (2009): Gutachten zur Entstehung und Verlauf des extremen Niederschlags-Abfluss-Ereignisses am 26.07.2008 im Stadtgebiet von Dortmund – einschließlich der Untersuchung der Funktionsfähigkeit von wasserwirtschaftlichen Anlagen und Einrichtungen der Stadt, Emschergenossenschaft und Dritter in den Gebieten Dortmund-Marten, Dortmund-Dorstfeld und Dortmund-Schönau, Gutachten im Auftrag der Stadt Dortmund und der Emschergenossenschaft.
13. Haalboom, M. (2010): Einsatzrichtlinie Hochwasser – Einsatz der Feuerwehr bei witterungsbedingten Einsatzlagen; Präsentation in der nationalen Konferenz INCA (24.09.2010) in Dortmund; Dortmund.
14. Straž Požarna Dortmund (2010)
15. Dyrektywa Rady 2008/114/WE z dnia 8 grudnia 2008 r. w sprawie rozpoznawania i wyznaczania europejskiej infrastruktury krytycznej oraz oceny potrzeb w zakresie poprawy jej ochrony.

**Dr.-Ing. Sylvia Pratzler-Wanczura** w 2004 roku ukończyła studia na Politechnice w Dortmundzie w dziedzinie gospodarki przestrzennej. Pracuje od wielu lat w sektorze naukowym i badawczym w dziedzinie zarządzania ryzykiem. Obecnie pracuje jako starszy specjalista w Instytucie Technologii Gąszenia Pożarów i Ratownictwa (placówka naukowa Straży Pożarnej w Dortmundzie).

bryg. dr hab. inż. **Andrzej MIZERSKI**<sup>1</sup>

## PIANY JAKO NOŚNIKI CHEMICZNYCH ŚRODKÓW NEUTRALIZACJI SKAŻEŃ

### Foams as carriers of chemicals for neutralizing contamination

#### Streszczenie

W przypadku likwidacji resztkowych skażeń, nie dających się usunąć metodami mechanicznymi i fizycznymi, wygodnym w stosowaniu środkiem mogą być piany dekontaminacyjne. W odróżnieniu od roztworów odkażających mogą długo utrzymywać się na powierzchniach pionowych, ukośnych i stropach. Ważną zaletą praktyczną stosowania pian jest ich widoczność, a to szczególnie istotne przy wykonywaniu zabiegów na dużych powierzchniach i konstrukcjach przestrzennych. Piany dekontaminacyjne można wytwarzać, korzystając z dostępnych na rynku urządzeń i specjalnych preparatów. Na ogół aktywne środki chemiczne dodawane są do roztworów specjalnych koncentratów pianotwórczych. Na uwagę zasługują koncentraty na bazie surfaktantów kationowych, o dobrych właściwościach biobójczych, nawet bez specjalnych dodatków. Takie piany byłyby przydatne np. podczas działań związanych z likwidacją ognisk ptasiej grypy w 2007 r., gdy odkażano kurniki o dużej kubaturze. Konieczność przeprowadzania zabiegów dekontaminacyjnych w dużej skali zdarza się na szczęście rzadko, więc utrzymywanie specjalnych urządzeń i preparatów do wytwarzania aktywnych pian zwykle nie jest konieczne. Można jednak wytwarzać stosunkowo trwałe piany dekontaminacyjne, używając standardowych środków pianotwórczych typu S oraz łatwo dostępnych substancji o charakterze kwasów, zasad i utleniaczy, za pomocą sprzętu pianowego stosowanego w działaniach gaśniczych. Badania potwierdziły skuteczność takich pian przy usuwaniu skażeń chemicznych i biologicznych.

#### Summary

In case of liquidation of residual pollution which can not be removed by mechanical and physical methods, comfortable in the use can be decontaminating foams. In contrast to the solutions of disinfecting, foams may remain long on surfaces: vertical, inclined and ceilings. Important practical advantage of the use of foams is their visibility, which is especially important when operations are performing on large surfaces and spatial constructions. Decontaminating foams can be prepared by using commercially available equipment and special preparations. Generally active chemical agents are added to the solution of special foam concentrates. Especially noteworthy are concentrates based on cationic surfactants with good biocidal properties, even without the special additives. These foams could be useful for example during operations decommissioning outbreaks of avian influenza in 2007, when a large volume chicken coops were disinfected. Necessity of carrying out the decontamination operations on a large scale occurs fortunately rarely thus maintaining the special equipment and preparations for the production of active foam is usually not appropriate. You can, however, produce relatively stable decontaminating foams, using standard S-foaming agents, and easily available substances as acids, bases and oxidizing agents, using foam equipment used in fire-fighting operations. The research confirmed the effectiveness of such foams in removing chemical and biological pollution.

**Słowa kluczowe:** dekontaminacja, środki pianotwórcze, piany, utleniacze;

**Keywords:** decontamination, foaming agents, foams, oxidisers;

#### Wprowadzenie

Trudnym wyzwaniem dla straży pożarnych są działania związane z likwidacją skutków uwolnienia szkodliwych i niebezpiecznych substancji, w wyniku awarii przemysłowych, kolizji i katastrof transportowych lub działań celowych. Od kilkunastu lat istnieje zagrożenie atakami terrorystycznymi z użyciem bojowych środków chemicznych i broni biologicznej. Na przełomie lat 2001-2002 miały miejsce przypadki celowego zanieczyszczenia pomiesz-

czeń i przesyłek pocztowych przetrwalnikami wąglika. Ubocznym efektem tych incydentów były częste interwencje straży pożarnych, związane z podejrzeniem skażenia biologicznego. Służby ratownicze musiały się więc przygotować do rozpoznawania i likwidacji skażeń substancjami toksycznymi, patogenami i materiałami radioaktywnymi, wskutek działań sabotażowych lub terrorystycznych. Rozwinęły się techniki detekcji, techniczne i chemiczne środki służące do usuwania i likwidacji zanieczyszczeń. Większy jest zasób wiedzy o metodach

<sup>1</sup> prof. SGSP, Szkoła Główna Służby Pożarniczej

identyfikacji skażenia, ocenie zagrożeń, oraz sposobach usuwania uwolnionych substancji, a także dekontaminacji ludzi, sprzętu i terenu. Dekontaminację ludzi i sprzętu prowadzi się w kontrolowanych warunkach, na wydzielonej powierzchni lub w zamkniętych pomieszczeniach. Natomiast dekontaminacja terenu lub pomieszczeń wymaga nie tylko posiadania odpowiednich środków technicznych i chemicznych, ale także obecności ekspertów, ponieważ nie zawsze można przewidzieć zachowania się niebezpiecznej substancji w określonych warunkach i trzeba szybko reagować na nieprzewidziane sytuacje. Wśród sposobów aplikacji środków likwidacji skażeń pod uwagę brać należy także piany, pożarniczy sprzęt oraz środki pianotwórcze środki gaśnicze. Piany, które wykazują aktywność chemiczną lub biobójczą, nazywane są *pianami dekontaminacyjnymi*. Piany, które są aktywne chemicznie, zwykle wykazują także działanie biobójcze.

### **Korzyści wynikające ze stosowania pian dekontaminacyjnych**

Większość substancji aktywnych chemicznie lub biologicznie stosowana jest w postaci roztworów wodnych. Można je więc podawać rozproszonymi prądami przy użyciu powszechnie dostępnych urządzeń nisko- lub wysokociśnieniowych. Większość skażenia zostaje wówczas zmyta z odkażanej powierzchni i reakcje zachodzą w cieczy na poziomym podłożu. Aby mieć pewność skutecznego działania, roztwory dekontaminacyjne stosuje się w nadmiarze.

Używając pian do dekontaminacji, szczególnie podczas działań na dużą skalę, można oczekiwać oczywistych korzyści. W porównaniu z roztworami, piany znacznie dłużej utrzymują się na powierzchniach pionowych i stropach. Zapewnia to przedłużony kontakt skażenia z odkaźalnikiem. Można też oczekiwać zmniejszenia zużycia do likwidacji skażeń środków chemicznych, które same są na ogół substancjami niebezpiecznymi. Przebieg dekontaminacji może być łatwo kontrolowany dzięki dobrej widoczności miejsca naniesienia piany, co jest znacznie trudniejsze w przypadku stosowania roztworów. Zawarte w pianie surfaktanty ułatwiają usuwanie skażenia z powierzchni, szczególnie w przypadku substancji nierozpuszczalnych w wodzie. Warstwa piany zabezpiecza przed przedostawaniem się do atmosfery par likwidowanej substancji.

Piany dekontaminacyjne można stosować zarówno do odkażania dużych powierzchni poziomych, jak i rozbudowanych konstrukcji. Jednak wymagane właściwości pian dla obu tych przypadków są inne.

Przy pokrywaniu powierzchni poziomych piana powinna mieć dobrą płynność i czas zaniku nie krótszy niż godzina. Takie właściwości mają tzw. piany średnie, otrzymywane z użyciem wytwornic.

Za pomocą jednego prądu pianowego o wydajności 200 dm<sup>3</sup>/min roztworu pianotwórczego można wytworzyć w ciągu minuty do 15 m<sup>3</sup> piany, co pozwala pokryć powierzchnię 150 m<sup>2</sup> warstwą o grubości 10 cm. Z takiej warstwy piany, w ciągu godziny stopniowo wydzieli się do 1,3 dm<sup>3</sup> roztworu na każdy m<sup>2</sup>, co łącznie daje warstwę roztworu o grubości 1,3 mm. Jest to ilość zbliżona do nanoszonej w formie roztworu, prądem rozproszonym.

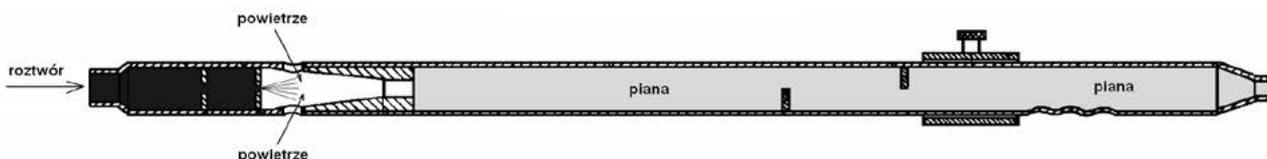
W przypadku konieczności odkażania powierzchni pionowych, stropów i konstrukcji wymagana jest dobra przyczepność piany i trwałość wyższa, niż ta dla pian stosowanych do odkażania powierzchni poziomych. Odpowiednia też musi być energia strumienia piany, by mogła ona dotrzeć do trudno dostępnych miejsc. Takie cechy posiadają m.in. piany CAFS (Compressed Air Foam System). W przypadku pian wytwarzanych z roztworów syntetycznych surfaktantów, wzrost stabilności idzie w parze ze wzrostem przyczepności do powierzchni. Zbyt gruba warstwa piany naniesiona na powierzchnię pionową będzie spływała. Możliwe jest utrzymywanie się warstwy drobnopełcherzykowej piany CAFS o grubości 2-3 cm. Musi to być piana o niezbyt dużej liczbie spienienia<sup>2</sup>, aby zapewnić odpowiednią ilość roztworu kontaktującego się ze skażoną powierzchnią.

### **Wytwarzanie pian dekontaminacyjnych**

Badania nad pianami dekontaminacyjnymi trwają od kilkunastu lat, chociaż jeszcze wcześniej były przedmiotem zainteresowania militarnych służb obrony przeciwchemicznej. Obecnie oferowane są na rynku zarówno specjalne preparaty pianotwórcze i stosowane do nich dodatki, jak i przenośne oraz przewoźne urządzenia do wytwarzania pian. Jednak sytuacje, w których konieczne lub celowe byłoby stosowanie pian dekontaminacyjnych w dużej skali, rzadko mają miejsce. W Polsce w latach 2006-2007 wykryto ponad 10 ognisk ptasiej grypy. Zlikwidowano wówczas kilka ferm kurzych, co związane było z wybiciem ptactwa i odkażeniem kurników. Właśnie w takich przypadkach celowe byłoby zastosowanie pian dekontaminacyjnych, zamiast klasycznych metod odkażania roztworami wodnymi.

Do wytwarzania pian dekontaminacyjnych najwygodniej jest stosować standardowe, uniwersalne środki pianotwórcze typu S, jakimi dysponują wszystkie jednostki ratowniczo-gaśnicze PSP. Jednostki posiadające sprzęt do wytwarzania pian ciśnieniowych (CAFS) mają także środki pianotwórcze klasy A, dostarczane przez dystrybutora wraz ze sprzętem. Z tych środków można także wytwarzać piany w szerokim zakresie liczb spienienia. Najważniejszym problemem będzie odporność pian na dodatki typowych środków stosowanych w działa-

<sup>2</sup> Liczba spienienia jest to stosunek objętości piany do objętości zawartego w niej roztworu.



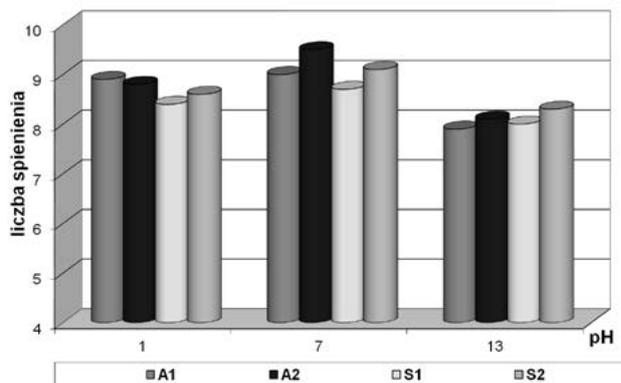
**Ryc. 1.** Prądownica pianowa wg PN-EN 1568 (do badań laboratoryjnych)

**Fig. 1.** Foam nozzle according to PN-EN 1568 (for laboratory tests)

niach dekontaminacyjnych. Są nimi przede wszystkim kwasy, wodorotlenki i utleniacze.

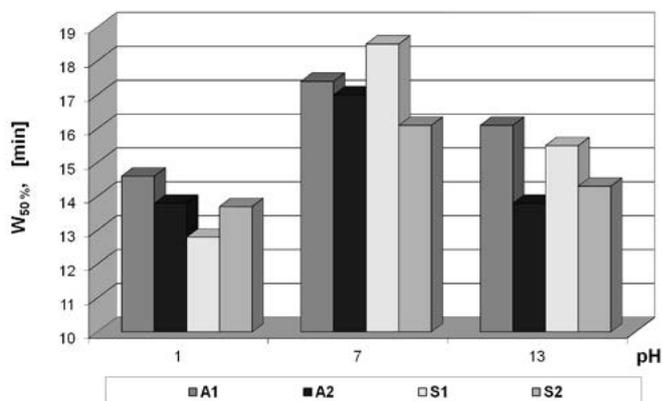
Głównymi składnikami pianotwórczych środków gaśniczych typu S i klasy A są surfaktanty anionowe, które są silniej aktywne powierzchniowo w środowisku zasadowym niż kwaśnym. Jednak oprócz surfaktantów środki pianotwórcze zawierają inne składniki i ich wzajemne oddziaływanie może zmieniać się z odczynem roztworu. Jednym z takich składników jest mocznik – najbardziej popularny dodatek o właściwościach hydrotropowych. Hydrolizuje on zarówno w środowisku kwaśnym jak i zasadowym. Zmiany jego stężenia w roztworach mogą wpływać na wzajemną rozpuszczalność pozostałych składników roztworów, a przez to na zdolności pianotwórcze i trwałość wytworzonych pian. W przypadku pian wytwarzanych za pomocą tego samego urządzenia, wraz ze zmniejszeniem zdolności pianotwórczej (liczby spienienia) obniża się też trwałość pian. Jeżeli jednak już po wytworzeniu pian zmiany w roztworach (w błonkach pęcherzyków) nadal zachodzą, wydzielone z roztworu nierozpuszczalne składniki mogą stabilizować pęcherzyki, wskutek czego piany o niższych liczbach spienienia będą stosunkowo trwałe.

Od kilku lat w Zakładzie Środków Gaśniczych SGSP prowadzone są badania nad wytwarzaniem i właściwościami pian dekontaminacyjnych. Między innymi badano także wpływ kwasów i wodorotlenków na właściwości pian typu S i klasy A. Na ryc. 2 i 3 pokazano wpływ pH roztworów pianotwórczych na liczby spienienia pian wytworzonych z roztworów wybranych środków pianotwórczych (ryc. 2) i ich wartości połówkowe<sup>3</sup> (ryc. 3) [1, 2, 3]. Do sporządzania roztworów środków pianotwórczych typu S, oznaczonych jako S1 i S2 oraz klasy A, oznaczonych jako A1 i A2, stosowano wodę wodociągową oraz roztwory kwasu chlorowodorowego oraz wodorotlenku sodu, oba o stężeniu 0,01 mol/dm<sup>3</sup> w wodzie wodociągowej. Piany wytwarzano za pomocą prądownicy laboratoryjnej według PN-EN 1568 (ryc. 1), przy ciśnieniu roztworu 0,7 MPa.



**Ryc. 2.** Wpływ kwasu chlorowodorowego (pH = 1) i wodorotlenku sodu (pH = 13) na zdolności pianotwórcze środków pianotwórczych [2]

**Fig. 2.** Effect of hydrochloric acid (pH = 1) and sodium hydroxide (pH = 13) on the foamability of foaming agents [2]



**Ryc. 3.** Wpływ kwasu chlorowodorowego (pH = 1) i wodorotlenku sodu (pH = 13) na zdolności pianotwórcze środków pianotwórczych [2]

**Fig. 3.** Effect of hydrochloric acid (pH = 1) and sodium hydroxide (pH = 13) on the stability of foams [2]

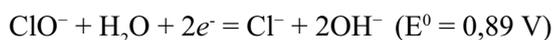
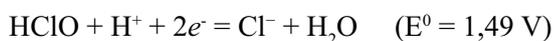
Jak widać na rycinach 2 i 3 zdolności pianotwórcze roztworów kwaśnych i zasadowych są nieco niższe w porównaniu z roztworami obojętnymi. Silniejszy okazał się wpływ wodorotlenku sodu, ale liczby spienienia zmniejszyły się tylko o około 10% w porównaniu z roztworami obojętnymi. Z kolei zakwaszenie roztworów miało większy wpływ na stabilność pian niż alkalizacja. Jednak mimo silnych zmian kwasowości roztworów pianotwórczych, właściwości pian, nawet najsilniej reagujących na dodatki, są akceptowalne z punktu widzenia zasto-

<sup>3</sup> Wartość połówkowa piany jest to liczony w minutach czas wydzielania z piany połowy początkowej zawartości roztworu pianotwórczego.

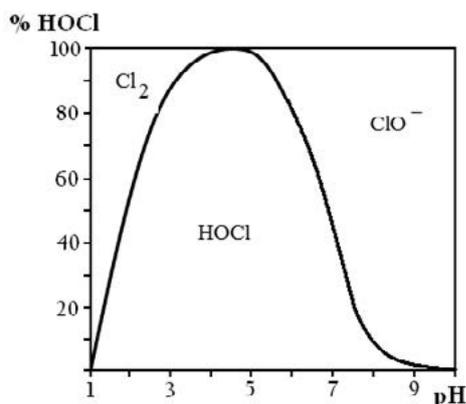
sowań do działań dekontaminacyjnych przy zabiegach prowadzonych na powierzchniach poziomych.

Większego wpływu na właściwości pian można oczekiwać po dodatkach utleniaczy. Powszechnie dostępnymi na rynku utleniaczami, stosowanymi także w działaniach ratowniczych straży pożarnych, są podchloryn sodu i nadtlenek wodoru.

**Podchloryn sodu** stosowany jest do dekontaminacji resztkowych skażeń chemicznych oraz jako środek biobójczy. Dostępny jest w postaci roztworu zawierającego 15-20% NaOCl. Do likwidacji skażeń chemicznych stosowane są zwykle dość wysokie stężenia (2-6%), jednak gdy zostanie zapewniony odpowiednio długi czas kontaktu skażenia z utleniaczem, stężenie można obniżyć nawet do 0,5%. Przy takim stężeniu roztwory wykazują właściwości biobójcze. W 2001 roku w USA podczas rzeczywistych działań związanych z likwidacją skażenia przetrwalnikami węgla używano typowych wybielaczy przeznaczonych dla zastosowań w gospodarstwach domowych, po dziesięciokrotnym rozcieńczeniu i zneutralizowaniu zasadowego odczynu roztworu. Końcowe stężenie podchlorynu sodu – 0,5-0,6% okazało się wystarczające do skutecznego odkażenia [4]. Korzystne jest lekkie zakwaszenie roztworu, gdyż przy pH = 4-5 w roztworze przeważa słabo zdysocjowany kwas podchloryny (chlorowy<sup>+</sup>1), który spośród trzech znajdujących się w roztworze postaci chloru ma najwyższy standardowy potencjał redukcji ( $E^0$ ) [5]:



Krzywą równowagi różnych postaci chloru w roztworach wodnych w zależności od pH pokazano na ryc. 4 [6].



Ryc. 4. Równowaga w roztworach podchlorynów w zależności od odczynu roztworów [6]

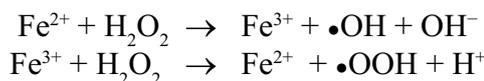
Fig. 4. Equilibrium in hypochlorite solutions, depending on the pH of the solutions [6]

**Nadtlenek wodoru** jest silnym środkiem biobójczym i utleniaczem. Jest dostępny w postaci roz-

tworu wodnego o stężeniu 30% o nazwie perhydrol oraz w roztworach bardziej rozcieńczonych, stosowanych do usuwania plam i do celów dezynfekcyjnych. W formie stałej, w postaci peroxyhydratów z węglanem i nadboranem sodu oraz mocznikiem, wykorzystywany jest w chemii gospodarczej jako wybielacz i środek dezynfekcyjny oraz jako utleniacz w syntezie organicznej. Silne zdolności utleniające wykazuje w środowisku kwaśnym:



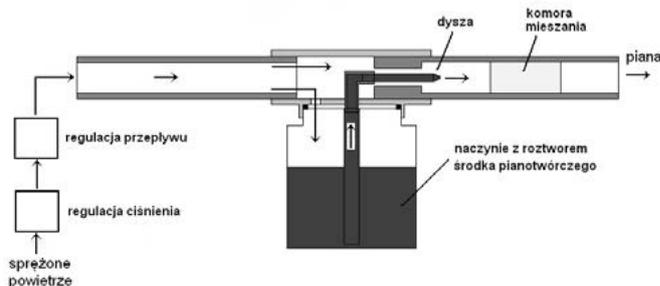
oraz w obecności aktywatorów, którymi są najczęściej sole żelaza. Spowodowane jest to tworzeniem w tych warunkach rodników hydroksylowych, w wyniku reakcji [7]:



Potencjał redoks rodnika hydroksylowego jest znacznie wyższy od potencjału nadtlenu wodoru ( $E^0 = 2,80 \text{ V}$ ). Silniejszym utleniaczem jest tylko fluor [5].

Nadtlenek wodoru bywa stosowany do oczyszczania skażonych gleb, gdyż ułatwia przemianę chemiczną skażeń w łatwiej biodegradowalne związki [8].

Do wytwarzania pian z dodatkami utleniaczy wykorzystywano urządzenie pokazane na ryc. 5. Umożliwia ono wytwarzanie bardzo trwałych pian drobnopęcherzykowych. Jedynym regulowanym parametrem pracy urządzenia jest dopływ powietrza, ustalony w tym przypadku na 600 dm<sup>3</sup>/h, przy nadciśnieniu 0,05 MPa. W takich warunkach otrzymywano jednorodne piany o liczbach spienienia 20 ÷ 40.

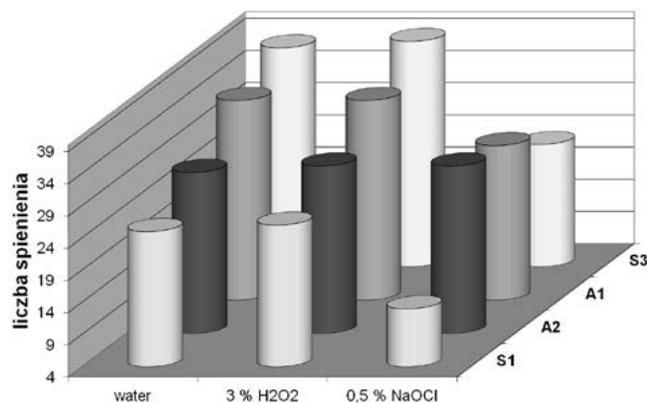


Ryc. 5. Laboracyjny generator pian drobnopęcherzykowych [9]

Fig. 5. Laboratory generator of the fine-bubble foams [9]

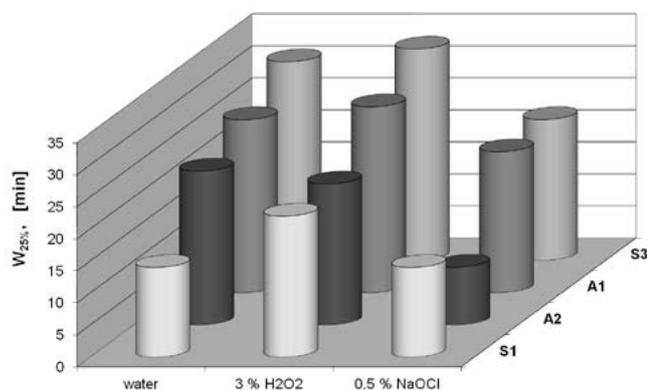
Badano 2 środki pianotwórcze typu S i 2 klasy A. Na ryc. 6 i 7 pokazano wpływ utleniaczy na, odpowiednio, zdolności pianotwórcze charakteryzowane liczbą spienienia i trwałość pian określaną przez wartość 25%<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Wartość 25% piany jest to wyrażony w minutach czas wydzielenia z piany 25% początkowej zawartości roztworu.



**Ryc. 6.** Wpływ dodatków utleniających na zdolności pianotwórcze koncentratów pożarniczych [2]

**Fig. 6.** Effect of the additives of oxidants on the foamability of the foaming agents [2]



**Ryc. 7.** Wpływ dodatków utleniających na trwałość pian wytworzonych z koncentratów pożarniczych [2]

**Fig. 7.** Effect of the additives of oxidants on the stability of foams [2]

Dodatek 3% nadtlenu wodoru praktycznie nie zmienia ani właściwości pianotwórczych, ani trwałości pian. We wcześniejszych badaniach [9] stabilne piany wytwarzano także z roztworów pianotwórczych zawierających 6% nadtlenu wodoru.

Wyraźny wpływ na właściwości roztworów pianotwórczych i pian wywierają dodatki podchlorynu sodu. Główną przyczyną nie są raczej utleniające właściwości podchlorynu, lecz dodatkowa obecność w handlowych koncentratach podchlorynu silnych elektrolitów (NaCl, NaOH), które w nadmiarze obniżają zdolności pianotwórcze surfaktantów jonowych oraz trwałość pian. Roztwór 3-proc. modelowego anionowego koncentratu pianotwórczego (20% dodecylosiarczanu sodu, 25% butylokarbitolu i 2% dodekanolu) ma przewodnictwo właściwe 1,05 mS/cm, a z dodatkiem 0,5% NaOCl – 17,0 mS/cm [10].

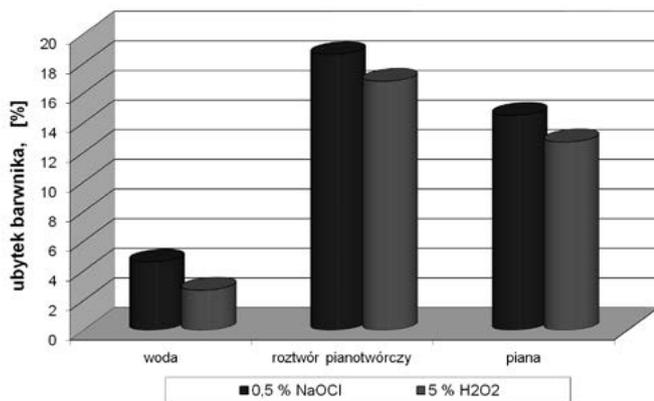
Roztwory zawierające 3% nadtlenu wodoru lub 0,5% podchlorynu sodu mają dobre właściwości bakterioobójcze. Piany dekontaminacyjne o takiej zawartości tych utleniaczy mogłyby być stosowane

z powodzeniem do likwidacji skażeń biologicznych. Potwierdzono to w badaniach na bakteriiach *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus hirae*, *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*. Wyniki badań przeprowadzonych w 2012 r. w Zakładzie Środków Gaśniczych (J. Jakubiec, B. Król, A. Mizerski, S. Neffe, M. Sobolewski), przy współpracy z Państwowym Zakładem Higieny, są jeszcze przedmiotem analizy i opracowania. Uzyskano wymagane, normatywne dla preparatów biobójczych redukcje bakterii przy różnych wariantach kontaktu piany dekontaminacyjnej ze skażoną powierzchnią (pionowa ścianka i strop).

3-proc. roztwór nadtlenu wodoru nie jest skuteczny w stosunku do przetrwalnikowych form bakterii. Dopiero stężenia powyżej 10% mogą być stosowane w działaniach biobójczych [11]. Jednak w obecności surfaktantów kationowych, które ułatwiają perforację protein powłoki ochronnej sporów, utleniacz łatwiej może dostać się do wnętrza komórek, dzięki czemu stężenie nadtlenu wodoru może być znacznie obniżone. Surfaktanty kationowe same wykazują niekiedy znaczną aktywność biobójczą. Są głównymi składnikami kilku specjalnych preparatów do wytwarzania pian dekontaminacyjnych, w których czynnikiem biobójczym jest nadtlenek wodoru w stosunkowo niskich stężeniach. Przy wysokiej trwałości pian osiągnięto wysoką aktywność biobójczą w stosunku do sporów węgla (10-milionowa redukcja w ciągu godziny) [12]. Przeprowadzone badania [10] potwierdziły możliwość wytwarzania pian kationowych o wysokiej stabilności, na bazie aktywnych biologicznie surfaktantów. Surfaktanty kationowe mają wprawdzie gorsze zdolności pianotwórcze od anionowych, ale piany są stabilniejsze. Wadą ich są słabe zdolności zwilżające, szczególnie w stosunku do naładowanych powierzchni polarnych.

Zarówno 3-proc. roztwór H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, jak i 0,5% zasadowy roztwór NaOCl nie mają silnych właściwości utleniających. W działaniach ratowniczych stosowanie silnych utleniaczy należy wykluczyć, ze względu na trudne do przewidzenia skutki i możliwość wtórnych skażeń. Dekontaminacja terenu, dużych obiektów i infrastruktury w założeniu odbywa się jednak w sytuacji, gdy do likwidacji zostanie tylko resztkowa część skażenia. Wówczas nawet niskie stężenie utleniacza, przy długim czasie kontaktu ze skażeniem, jaki zapewnia piana, powinno być wystarczające. Różnica skuteczności dekontaminacji roztworami wodnymi i pianami jest wyraźna w przypadku powierzchni porowatych, co jest związane z lepszymi zdolnościami penetracyjnymi roztworów zawierających surfaktanty. Potwierdzono to w badaniach, w których materiał porowaty nasycony wodnym roztworem barwnika organicznego kontaktowano z roztworem 3-proc. nadtlenu wodoru i 0,5-proc. roztworem podchlorynu sodu oraz z pia-

nami i odpowiednimi roztworami środków pianotwórczych, zawierających takie same stężenia utleniaczy. Metodą spektrofotometryczną mierzono zmiany stężenia barwnika (ryc. 8) [10].



Ryc. 8. Wydajność utleniania barwnika w przestrzeni porowatej [10]

Fig. 8. The effectiveness of the oxidation of dye in the porous space [10]

Jak widać, w przypadku podchlorynu sodu, skuteczność utleniania przy użyciu piany była około 6-krotnie wyższa w porównaniu z roztworami wodnymi, a w przypadku nadtlenku wodoru – 3,5-krotnie wyższa. W tym przypadku najlepsze efekty utleniania uzyskano przy użyciu roztworów środków pianotwórczych zawierających utleniacze. Nieco gorszą wydajność utleniania pianami można tłumaczyć małą szybkością transportu roztworu z błonek stabilnej piany do powierzchni stałej.

## Podsumowanie

W rynkowej ofercie sprzętowej obecne są przenośne i przewoźne urządzenia do wytwarzania pian dekontaminacyjnych. Przeznaczone są one do wykonywania zabiegów na niewielkich powierzchniach i obiektach. Niewątpliwie stosowanie pian dekontaminacyjnych ma zalety, ale w działaniach w niewielkiej skali nie jest niezbędne. Taki sam efekt można bez trudu osiągnąć, stosując roztwory dekontaminacyjne z dodatkami surfaktantów, podawane rozproszonymi prądami. Dla jednostek ratowniczo-gaśniczych zakup dodatkowych specjalnych urządzeń może być kłopotliwy. Dodatkowo wymagają one umiejętnej obsługi, konserwacji, serwisu, specjalnych preparatów pianotwórczych i dekontaminacyjnych, które po pewnym czasie muszą zostać wymienione.

Są przypadki, gdy odkażanie trzeba przeprowadzić na dużym terenie, w obiektach o dużej kubaturze lub konstrukcji. Piany, dzięki dobrej widoczności i zdolności do utrzymywania się na powierzchniach pionowych, mogą być bardzo użytecznym nośnikiem środków zwalczania skażeń. Nie trzeba jednak kupować w tym celu specjalnych, wysoko-wydajnych urządzeń. Wykorzystać można pożarniczy sprzęt gaśniczy, pianotwórcze środki gaśnicze

i dostępne na rynku, używane powszechnie w przemyśle i chemii gospodarczej stężone koncentraty środków utleniających i biobójczych.

Przeprowadzone dotychczas badania wskazują na możliwości wytwarzania pian z roztworów pianotwórczych środków gaśniczych z dodatkami substancji służących do likwidacji skażeń chemicznych i biologicznych. Jednak nie wszystkie urządzenia pożarnicze można tu rekomendować. Piany ciężkie są wrażliwe na dodatki utleniaczy, a szczególnie na techniczny podchloryn sodu. Jednak właśnie takie piany, jako szybko spływające, najmniej nadają się do takich zastosowań. Wrażliwe na dodatki są też piany średnie, ale wytworzone piany dekontaminacyjne mają akceptowalne właściwości (liczba spienienia i trwałość) i mogą być z powodzeniem stosowane do pokrywania odkażanych powierzchni poziomych. Do pokrywania powierzchni pionowych i stropów nadają się piany wytwarzane za pomocą urządzeń ciśnieniowych. Wśród posiadanych przez straże pożarne urządzeń, tylko CAFS zapewniają odpowiednie właściwości pian i wystarczającą wydajność i zasięg rzutu pian.

## Literatura

- Mizerski A., Sobolewski M., Król B., Langner M., *Firefighting foams for carrying of neutralizing and decontaminating substances. Influence of strong acids and bases*, DEKONTAM 2007, Ostrava 2007.
- Mizerski A., Sobolewski M., Król B., Neffe S., *Możliwości wykorzystania środków pianotwórczych i sprzętu pożarniczego do wytwarzania pian dekontaminacyjnych*, XXIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona ludności przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń – EKOMILITARIS 2009”, Zakopane, 8-11.09.2009.
- Mizerski A., *Possibility of use of extinguishing foaming agents for generating the decontamination foams*, 10<sup>th</sup> International Conference MODERN BUILDING MATERIALS, STRUCTURES AND TECHNIQUES, Wilno 2010.
- Compilation of Available Data on Building Decontamination Alternatives, EPA/600/R-05/036, 03.2005.
- <http://tabelechemiczne.chemicalforum.eu/potencjal-rx.html>;
- Lucentini L., *Dezynfekcja systemów dostarczania wody w zakresie Legionelli*, [http://www.gis.gov.pl/ppt/dhs/warsztaty/lucentini\\_pl.ppt](http://www.gis.gov.pl/ppt/dhs/warsztaty/lucentini_pl.ppt) (2007 r).
- Neyens E., Baeyens J., *A review of classic Fenton's peroxidation as an advanced oxidation technique*, Journal of Hazardous Materials, B, 98 (2003).
- C.W. Jones, *Applications of Hydrogen Peroxide and Derivatives*, RSC, UK, 1999. <http://books.google.pl/books?id=QLePlhTsE0oC&print>

- sec=frontcover&hl=pl&source=gbs\_ge\_summary\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
9. Ciosk A., Mizerski A., *Badanie możliwości zastosowania pianotwórczych środków gaśniczych do wytwarzania pian dekontaminacyjnych*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, 2007.
  10. Mizerski A., *Examination of properties of foams intended for liquidation of chemical and biological contamination*, Ostrava 2009.
  11. Żegliński J., *Stabilizacja nadtlenu wodoru w kserożelu krzemionkowym – badanie oddziaływań składników kompozytu i jego charakterystyka*, Gdańsk, 2006.
  12. Raport techniczny firmy MODEC, <http://www.deconsolutions.com>

**bryg. dr hab. inż. Andrzej Mizerski, prof. SGSP**, absolwent Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (1975 r.), specjalność – lekka synteza organiczna W 2000 r. doktorat w Wojskowej Akademii Technicznej, na Wydziale Inżynierii, Chemii

i Fizyki Technicznej, w dyscyplinie *chemia*, specjalność *fizykochemia powierzchni*.

W 2009 r. habilitacja w dziedzinie *Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego* w Wyższej Szkole Górniczej – Uniwersytecie Technicznym, Ostrawa.

W pożarnictwie pracuje od 1976 r. Do 1981 r. Wyższa Oficerska Szkoła Pożarnicza, od 1982 r. do chwili obecnej Szkoła Główna Służby Pożarniczej.

W latach 1992 ÷ 2000 był konsultantem – chemikiem Komendy Wojewódzkiej PSP, uczestnicząc we wszystkich akcjach ratownictwa chemicznego I zmiany Jednostki Ratowniczo Gaśniczej nr 6 w Warszawie.

W dorobku zawodowym ma kilkadziesiąt publikacji i referatów na konferencjach naukowych, trzy podręczniki SGSP, w tym jeden przetłumaczony na język czeski, zrealizowane trzy projekty badawcze, 7 tematów w ramach statutowej działalności Uczelni, udział w projektach celowych. Wykonał kilkadziesiąt prac dla zleceniodawców zewnętrznych, w tym trzy zakończone wdrożeniem.



mgr inż. **Marcin Michał MIROŃCZUK**<sup>1</sup>  
dr hab. inż. **Tadeusz MACIAK**<sup>2</sup>

# PROPOZYCJA MIESZANEGO PRZETWARZANIA PÓLSTRUKTURALNEGO MODELU OPISU ZDARZEŃ Z AKCJI RATOWNICZO-GAŚNICZYCH PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ PSP<sup>3</sup>

## Proposition of hybrid process model semi structured description of event from fire services rescues operation

### Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono aktualnie rozwijane reprezentacje wiedzy i sposoby opisów zdarzeń, dla systemu wnioskowania na podstawie przypadków zdarzeń służb ratowniczych Państwowej Straży Pożarnej PSP. W artykule zaproponowano sposób ich przetwarzania. Przedstawiony sposób bazuje na klasyfikacji i wyszukiwaniu opisów zdarzeń.

### Summary

This paper describes a review of actual developed knowledge representation and case representation for fire services cases based reasoning system. The article also describes a method of processing the cases of events. This processing method based on classification and information retrieval.

**Słowa kluczowe:** klasyfikator Bayesa, naiwny klasyfikator Bayesa, eksploracja tekstu, reprezentacja tekstu, reprezentacja meldunków, wnioskowanie na podstawie przypadków, reprezentacja przypadków zdarzeń, ontologia służb ratowniczych;  
**Keywords:** Bayes Classifier, Naive Bayes Classifier, text mining, text representation, representation of reports, case-based reasoning, ontology for rescue service;

## 1. Wprowadzenie

W Państwowej Straży Pożarnej PSP forma powstających raportów sporządzanych po każdej akcji ratowniczo-gaśniczej jest regulowana przez Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych [1]. Na podstawie tego rozporządzenia utworzona została w formie papierowej karta *Informacji ze zdarzenia*. Stanowi ona raport ze zdarzenia z akcji ratowniczo-gaśniczej i jest częściowo ustrukturyzowana. Częściowa strukturyzacja polega na tym, że istnieje możliwość wprowadzenia i sprawdzenia informacji o takich elementach akcji ratowniczo-gaśniczej, jak np.: czas zdarzenia, czas działań ratowniczych, rodzaj prowadzonych działań, rodzaj użytego sprzętu, miejsce prowadzonych działań, dane o budynku lub pomieszczeniu, w którym powstało zdarzenie, etc. Kierujący Działaniami Ratowniczymi (KDR),

po każdej akcji wypełnia taki raport, umieszczając w nim odpowiednie informacje dotyczące podjętych działań. KDR ma także możliwość wprowadzenia dodatkowych informacji dotyczących zdarzenia, które nie zostały uwzględnione w karcie, do sekcji zatytułowanej – *Dane opisowe do informacji ze zdarzenia*. Sekcja ta podzielona jest na sześć podpunktów: opis przebiegu działań ratowniczych (zagrożenia i utrudnienia, zużyty i uszkodzony sprzęt), opis jednostek przybyłych na miejsce zdarzenia, opis tego, co uległo zniszczeniu lub spaleniu, warunki atmosferyczne, wnioski i uwagi wynikające z przebiegu działań ratowniczych oraz inne uwagi dotyczące danych z pierwszej części formularza. Ze względu na to, że zawartość poszczególnych podpunktów tej sekcji jest wyrażona za pomocą języka naturalnego w postaci zdań, na które składają się słowa oraz frazy, została ona nazwana *częścią półustrukturyzowaną*.

Na bazie poszczególnych przypadków w Komendach Wojewódzkich PSP wykonywane są analizy wybranych zdarzeń i składowane w postaci pa-

<sup>1</sup> Instytut Podstaw Informatyki PAN, Zespół Podstaw Sztucznej Inteligencji

<sup>2</sup> Politechnika Białostocka, Wydział Informatyki

<sup>3</sup> Wkład procentowy autorów w powstanie artykułu wyniósł 80% – M. Mironczuk i 20% – T. Maciak.

pierowej. W Komendzie Głównej PSP specjaliści analizują meldunki pod kątem określonych strategicznych zapytań. Przechowywane w PSP opisy przypadków oraz analizy zdarzeń w informacyjnym systemie ewidencji zdarzeń EWID [2-4] i w komendach wojewódzkich, są też dokumentami tylko częściowo ustrukturyzowanymi i nie nadają się bezpośrednio do przetwarzania komputerowego. Częściowa strukturyzacja wynika z tego, iż sekcje oraz pola z *Karty informacji ze zdarzenia* są mapowane i przedstawiane w postaci relacji oraz odpowiednich typów danych. Jednak w dalszym ciągu sekcja *Dane opisowe do informacji ze zdarzenia* jest reprezentowana za pomocą tekstu opisanego językiem naturalnym. Numeryczną analizę tej części raportu utrudnia fakt, że sześć wcześniej wymienionych podpunktów – składających się na tą sekcję w wersji papierowej – w systemie informacyjnym ewidencji zdarzeń zostaje przedstawionych jako pojedynczy rekord danych bez zachowania należytego podziału. Z tego względu ta cyfrowa sekcja stanowi *część nieustrukturyzowaną*. Ewentualne pozyskanie z niej informacji dla KDR jest kłopotliwe, a samo przekształcenie jej do użytecznych przypadków zdarzeń systemu wnioskowania na podstawie zdarzeń (*ang. case-based reasoning – CBR*) [5] wymaga zastosowania wielu zabiegów semantycznych. Termin *użyteczne przypadki zdarzeń* określa taki zbiór przypadków zdarzeń, które w sposób czytelny i klarowny dostarczą KDR niezbędnej wiedzy o zaistniałym zdarzeniu. Wiedza ta ma dotyczyć problemów i zagrożeń, jakie niesie ze sobą powstałe zdarzenie, wskazówek na co należy uważać, prowadząc działania, oraz możliwych rezultatów powstałych na skutek wyboru danej strategii likwidacji zagrożenia i realizacji działań ratowniczych. Wiedza ta ma być pozyskiwana na podstawie analiz podobnych przypadków z przeszłości zawartych w bazie wiedzy systemu CBR.

W wyniku tego, że analizy zdarzeń wykonywane są przez różne osoby, które definiują i opisują zdarzenie według własnego postrzegania i za pomocą innego słownictwa, powstaje pewnego rodzaju problem semantyczny. Powoduje to, iż do określenia tych samych zdarzeń stosowane są różne nazwy. Badania wykazują, że przy opisywaniu jednego zagadnienia jedynie 20% badanych posługuje się tym samym słownictwem [6]. Zależność ta nie zmienia się znacząco bez względu na to, czy badanymi są eksperci w danej dziedzinie, czy też mniej doświadczalne osoby.

PSP nie stworzyła do tej pory standardowego, ujednoliconego, szerokiego słownika zawierającego pojęcia z zakresu ratownictwa, który definiowałby zachodzące między nimi relacje oraz stanowiłby ontologię dla służb ratowniczych. Słownik taki posłużyłby do utworzenia precyzyjniejszej, homogenicznej komunikacji i wymiany wiedzy na temat zdarzeń z zakresu ratownictwa w obrębie PSP. Ponadto róż-

norodna interpretacja i opis podobnych wypadków powodują, iż pozyskiwanie informacji z tego typu dokumentów tj. sekcji opisowej systemu EWID i transformacja ich bezpośrednio do ustandaryzowanego, użytecznego opisu przypadków zdarzeń w sensie systemu CBR, nie jest do końca możliwa i wymaga zastosowania technik z zakresu komputerowej analizy tekstu.

Aktualnie prowadzone są badania zmierzające do usystematyzowania wiedzy w obrębie działań ratowniczo-gaśniczych przeprowadzanych przez służby ratownicze PSP. Pierwszy kierunek tych badań stanowią projekty nad zastosowaniem rozproszonego wnioskowania przy użyciu systemu wnioskowania na podstawie przypadków zdarzeń [5, 7, 8] czy też bardziej kompleksowe rozwiązania takie, jak hybrydowy system wspomagania decyzji HSWD [9, 10]. Skupiają się one bardziej zarówno na architekturze i komponentach samego systemu, procesach oraz metodach jego projektowania, jak i badaniu jego wydajności. Drugi nurt badań dotyczy sposobu pozyskiwania, budowania przetwarzania wiedzy w samym systemie. Dotyczą więc one zagadnień związanych z warstwą nośną tj. z reprezentacją i sposobem wykorzystania wiedzy. Dodatkowo w tym obszarze można wyróżnić dwa trendy. Pierwszy z nich zajmuje się modelowaniem i tworzeniem ontologii dla badanej dziedziny. Drugi natomiast dotyczy analiz nieustrukturyzowanych raportów z sekcji opisowej systemu informacyjnego EWID w celu dostarczenia dodatkowych informacji do budowy ontologii, jak również budowy samych raportów – *użytecznych przypadków zdarzeń* systemu CBR. Transformacja raportów z akcji ratowniczo-gaśniczych zawartych w systemie informacyjnym EWID – które stanowią nieprzetworzony w żaden sposób ciąg zdań bez podziału na ww. sekcje, w półstrukturalne oraz strukturalne przypadki zdarzeń ma odbywać się w sposób automatyczny w celu otrzymywania półstruktur oraz półautomatyczny do otrzymywania pełnych struktur. *Przypadek zdarzenia półstrukturalny* definiowany jest przez autorów jako częściowo ustrukturyzowana informacja z podziałem na sekcje uzyskane w procesie klasyfikacji. Jego półstrukturalność polega na tym, że jest on wyrażony w postaci zdań języka naturalnego zorganizowanego w sekcje. Organizacja taka określona została przez autorów jako wiedza, z tego względu, że stosując opis informacji wyrażony w postaci np. trójki *<opis, zasoby, strategię>* na temat zagrożenia z ontologii akcji ratowniczo-gaśniczych, KDR uzyskuje potrzebne oraz wartościowe dane i wskazówki na temat tego, na co należy uważać i co w przeszłości sprawiało problemy, jak je likwidowano za pomocą dostępnych sił i środków oraz jakie zostaną poniesione straty/koszty w wyniku wybranej strategii. *Przypadek zdarzenia w pełni ustrukturyzowany* definiowany jest przez autorów jako informacja w postaci hierarchii klas

w notacji obiektowej, uzyskana w procesie formalnej analizy pojęć (*ang. formal concept analysis, FCA*) przeprowadzonej na sekcji półstrukturalnej. W pewnym sensie jest to prosta odmiana ontologii, przez co może służyć do rozszerzania i uzupełniania obecnie tworzonej ontologii o nowe elementy istotne z punktu widzenia dziedziny, dla której jest tworzona – opisu akcji ratowniczych PSP.

Ogólnie badania nad reprezentacją wiedzy można podzielić na te, które skupiają się na tworzeniu modelu opisu pojedynczego przypadku zdarzenia oraz na te, które tworzą całościowy model opisu zdarzeń akcji ratowniczo-gaśniczych. Pierwszy model tożsamy jest z przypadkiem zdarzenia lub reprezentacją przypadku zdarzenia i dotyczy on tworzenia szablonu (reprezentacji) tego zdarzenia. Drugi model składa się z prostego modelu hierarchicznego lub ontologicznego *Akcje*, zawierającego model pojedynczego przypadku zdarzenia. Zawiera on kolekcję przypadków, umieszczonych w odpowiednich węzłach ontologii. Użycie w tytule artykułu terminu *półstrukturalny model opisu zdarzeń z akcji ratowniczo-gaśniczych* wynika z tego, że do dostępnego prostego modelu hierarchicznego interwencji PSP lub bardziej złożonego wyrażonego w postaci ontologii można dołączyć półstrukturalny przypadek zdarzenia. Istotną kwestią w tak mieszanej reprezentacji staje się zagadnienie związane z klasyfikacją nowego przypadku zdarzenia oraz wyszukiwaniem informacji na temat podobnych przypadków zdarzeń.

W niniejszym artykule opisano hybrydową metodę opierającą się na zastosowaniu klasyfikatora Bayesa do klasyfikacji raportów ze zdarzeń do odpowiedniego węzła ontologii oraz zastosowaniu binarnych miar do wyszukiwania przypadków zdarzeń. W punkcie 2, 2.1 artykułu zostały przedstawione i omówione istniejące i rozwijane hierarchie oraz ontologie dla służb ratowniczych PSP jako warstwy nośne wiedzy w systemie CBR. W podpunkcie 2.2 zaproponowano i zaprezentowano półstrukturalną reprezentację opisu przypadku zdarzenia za pomocą rozszerzalnego języka znaczników (*ang. extensible markup language – XML*). Następnie w podpunkcie 2.3 pokazano, w jaki sposób

można połączyć ontologię *Akcje*, opisującą akcje ratowniczo-gaśnicze PSP, z półstrukturalną reprezentacją przypadku zdarzenia oraz pokazano sposób etykietowania przypadków zdarzeń do klas (węzłów) ontologii. W punkcie 3. omówiono podstawy teoretyczne klasyfikacji. W dalszej kolejności w punkcie 4. przedstawiono proces klasyfikacji nowego przypadku zdarzenia do *liścia* ontologii w postaci klasy niemającej więcej rozgałęzień. W punkcie 5. ze względu na zastosowanie binarnej wersji Bayesa oraz binarnego indeksowania przypadków zdarzeń przedstawiono miary binarne służące do wyszukiwania binarnego. W punkcie 6. opisano propozycję mieszanej metody do klasyfikowania i przeszukiwania tekstowej bazy przypadków ze zdarzeń (akcji ratowniczo-gaśniczych) dołączonych do ontologii *Akcje*. Na zakończenie w punkcie 7. przedstawiono kierunki rozwoju prowadzonych badań oraz wnioski z opisanych w artykule zagadnień.

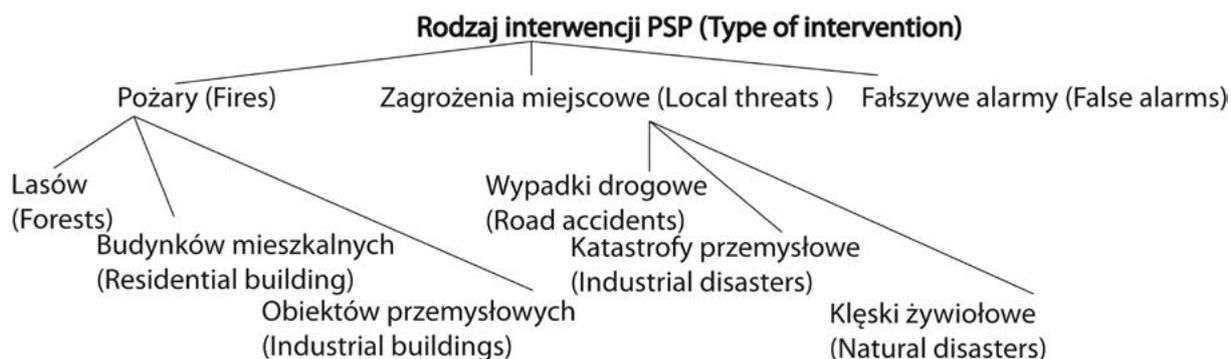
## 2. Ontologia oraz przypadki zdarzeń – reprezentacja i opis

W podpunkcie 2.1 niniejszego punktu opisano reprezentację podziału akcji ratowniczo-gaśniczych w postaci ontologii *Akcje*. W podpunkcie 2.2 przedstawiono półstrukturalny przypadek zdarzenia. Natomiast w ostatnim podpunkcie 2.3 zaprezentowano możliwość dołączania takiego przypadku zdarzenia do wybranej gałęzi ontologii *Akcje*.

### 2.1. Reprezentacja i opis podziału akcji ratowniczo-gaśniczych – ontologia *Akcje*

Aktualnie na potrzeby obsługi zdarzeń, w postaci akcji ratowniczo-gaśniczych przeprowadzanych przez Państwową Straż Pożarną, powstała koncepcja, aby opisy zdarzeń utrzymywać w rozproszonym systemie CBR, który stanowi podsystem do wnioskowania w HSWD. Warstwa nośna danych i modelowanie opisów akcji ratowniczo-gaśniczych w systemie CBR ma mieć prostą postać hierarchiczną lub złożoną ontologiczną [11]. Obie postacie prezentują kolejno Ryc.1 i Ryc. 2.

Ryc. 1 prezentująca prostą postać hierarchiczną zawiera jedynie podział interwencji dokonywa-



Ryc. 1. Fragment podziału interwencji PSP – prosta postać hierarchiczna [5]  
Fig. 1. Fragment of the division PSP interventions – simple hierarchical form [5]



Ryc. 2. Ontologia Akcje [11]

Fig. 2. Rescue ontology [11]

nych przez służby ratownicze PSP według aktualnego rozporządzenia [1]. Rozszerzoną jego wersją jest reprezentacja ontologiczna *Akcje*, która zawiera, rozszerza i modyfikuje ww. reprezentację hierarchiczną.

Ryc. 2 prezentuje propozycję ontologii *Akcji* zawierającą w sobie klasę *Zagrożenia* z dotychczasowym podziałem interwencji PSP. Dodatkowymi klasami, które pojawiają się w reprezentacji *Akcji*, są: *Zasoby PSP*, *Strefa zagrożenia* oraz *Abstrakcja*. Bliższe szczegóły na temat ontologii i jej tworzenia dla służb ratowniczych można znaleźć w opracowaniach [11].

## 2.2. Reprezentacja i opis pojedynczego półstrukturalnego przypadku zdarzenia

Pojedynczy półstrukturalny przypadek zdarzenia z akcji ratowniczo-gaśniczej można zaprezentować za pomocą hierarchii, np. wykorzystując do tego rozszerzalny język znaczników, a poszczególne wybrane węzły hierarchii opisać językiem naturalnym (tekstem). Przykład szablonu do opisu przypadku zdarzenia z akcji ratowniczo-gaśniczej przedstawia przypadek zdarzenia 1 zaprezentowany poniżej.

### Przypadek zdarzenia 1 Szablon opisu przypadku zdarzenia z akcji ratowniczo-gaśniczej The case of event 1 Template description of the rescue events

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<przypadekZdarzenia id="identyfikator przypadku">
  <sekcja>
    <opisowa>
      <ogólna>
        <opis>[opis]</opis>
        <zagrozenia><opis>[opis]</opis></zagrozenia>
        <utrudnienia><opis>[opis]</opis></utrudnienia>
      </ogólna>
      <przyczyny>
        <opis>[opis]</opis>
      </przyczyny>
      <szkody>
        <opis>[opis]</opis>
      </szkody>
    </opisowa>
  </sekcja>
</przypadekZdarzenia>
  
```

```

</szkody>
</wskazówki>
<opis>[opis]</opis>
<punktyCzerpaniaWody>
  <opis>[opis]</opis>
</punktyCzerpaniaWody>
</wskazówki>
<dzialania>
  <opis>[opis]</opis>
</dzialania>
<zasoby>
  <opis>[opis]</opis>
  <zuzyte><opis>[opis]</opis></uszkodzone>
  <uszkodzone><opis>[opis]</opis></uszkodzone>
</zasoby>
<warunkiAtmosferyczne>
  <opis>[opis]</opis>
</warunkiAtmosferyczne>
</opisowa>
</sekcja>
</przypadekZdarzenia>
  
```

Szablon przypadku zdarzenia z akcji ratowniczo-gaśniczej, który można przechowywać w systemie informacyjnym, powstał na bazie karty *Informacji ze zdarzenia*, której format regulowany jest przez rozporządzenia [1]. Autorzy proponują zmienioną formę oryginału z rozporządzenia [1], a same zmiany polegałyby na tym, że:

- sekcja opisu przebiegu działań ratowniczych (zagrożenia i utrudnienia, zużyty i uszkodzony sprzęt) z karty została zaprezentowana jako sekcja *ogólna* i dodatkowo rozbita na trzy podsekcje: *opis*, *zagrozenia*, *utrudnienia*;
- sekcja opisu jednostek przybyłych na miejsce zdarzenia z karty została zaprezentowana jako sekcja *zasoby* i dodatkowo rozbita na trzy podsekcje: *opis*, *zużyte* i *uszkodzone*;
- sekcja opisu tego, co uległo zniszczeniu lub spaleni, została zaprezentowana jako sekcja *szkody*;
- sekcja wnioski i uwagi wynikające z przebiegu działań ratowniczych oraz inne uwagi dotyczące danych wypełnianych w formularzu odnośnie zdarzenia z karty została zaprezentowana jako

sekcja *wskazówki* i dodatkowo rozbita na dwie podsekcje *opis* i *punkty Czerpania Wody*.

Sekcja opisu warunków atmosferycznych z karty *Informacja ze zdarzenia* pozostała bez zmian i w szablonie reprezentowana jest jako węzeł – *warunki atmosferyczne*. Zabiegi te znacznie poprawiają czytelność raportu i możliwość jego przechowywania w postaci cyfrowej w systemie informacyjnym bez utraty informacji o sekcjach, tak jak to jest aktualnie w systemie EWID [2, 4]. Jedną dotychczasową sekcją opisową meldunku ze zdarzenia systemu EWID, w której KDR opisywali zdarzenie, zastępowana jest przez odpowiednie sekcje. Reprezentacja meldunku za pomocą tych wydzielonych, powiązanych sekcji (ryc. 3) do opisu przypadku zdarzenia daje możliwość łatwego przetwarzania i wyszukiwania raportów przez system informatyczny w poszukiwaniu konkretnych rozwiązań na podstawie zadanego pytania. Przyjęta reprezentacja logicznie oddziela od siebie części raportu, które są związane z różnymi aspektami działań ratowniczych, przez co łatwiej można też tworzyć precyzyjniejsze zapytania i ekstrahować niezbędną wiedzę.

### 2.3. Dołączanie przypadku zdarzenia do wybranej klasy ontologii *Akcje*

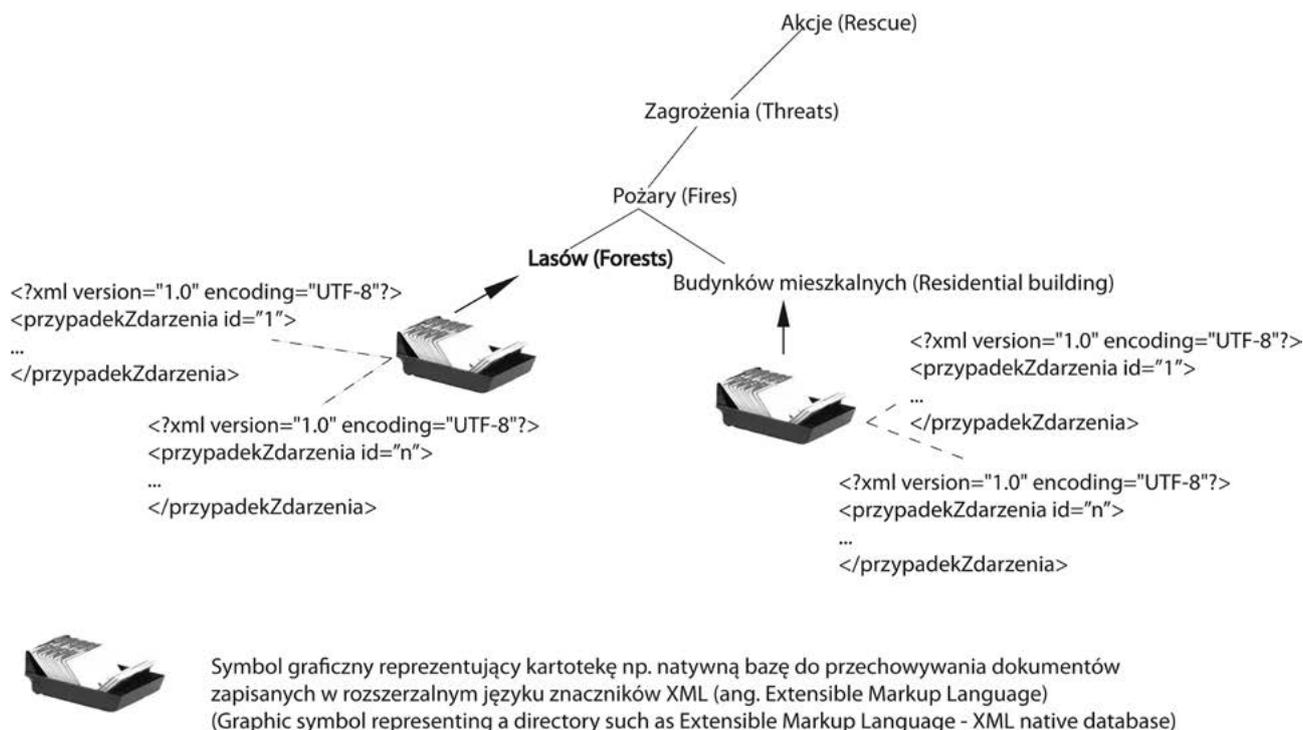
Przypadki zdarzeń opisane za pomocą szablonu zdarzeń, mogą zostać dołączone w ogólnym rozwiązaniu do wybranego węzła hierarchii lub klasy ontologii (kolekcji dokumentów należących do tej samej klasy). W szczególnych sytuacjach przypadki zda-

rzeń mogą być dołączane do *liści* hierarchii lub klas ontologii, które nie posiadają rozgałęzień. W niniejszym opracowaniu przedstawiono przypadek szczególny dla ontologii *Akcje*. Do dalszych rozważań i prezentacji metod klasyfikacji oraz przeszukiwania przyjęto, że do dyspozycji dana jest gałąź ontologii *Akcje-Zagrożenia-Požary* i że będą rozpatrywane pożary *Lasów* oraz *Budynków Mieszkalnych*. Wycinek rozpatrywanej ontologii przedstawia ryc. 3.

Ryc. 3 prezentuje sposób organizacji przypadków zdarzeń opisanych za pomocą ogólnego szablonu przypadku zdarzenia (przypadek zdarzenia 1) w ontologii *Akcje*. Do liści ontologii stanowiących klasy bez rozgałęzień dołączane są konkretne przypadki zdarzeń tj. przypadki zdarzeń będące instancją (stanowiące realizację), wypełnionego ogólnego szablonu przypadku zdarzenia. Każdy z liści może zawierać kolekcję –  $n$  takich konkretnych przypadków. Przy takiej reprezentacji, etykiety (nazwy klas liści) stają się automatycznie klasami, w metodach klasyfikacji, do których należy zaklasyfikować pojawiające się, nowe konkretne przypadki zdarzeń o nieznannej klasie docelowej.

### 3. Klasyfikacja tekstowych półstrukturalnych przypadków zdarzeń

Klasyfikacja, nazywana także kategoryzacją, dokumentów tekstowych (*ang. text document categorization* lub *text document classification*) [12-16] polega na określeniu do jakiej grupy dokumentów można zaliczyć wybrany tekst lub fragment tekstu (zadany za pomocą tzw. wzorca zapytania  $Q$ ) w przypadku



**Ryc. 3.** Organizacja przypadków zdarzeń w liściach ontologii *Akcje* [opracowanie własne]  
**Fig. 3.** The organization of cases in the leaves of the Rescue ontology [own work]

wyszukiwania dokumentów. Celem klasyfikacji jest odnalezienie klasyfikatora, który będzie dokonywał przyporządkowania dokumentów do jednej lub kilku z uprzednio zdefiniowanych klas. Klasy te nie są definiowane wprost, lecz poprzez zbiór trenujący, który stanowi grupa dokumentów już odpowiednio zaklasyfikowana ręcznie np. przez ekspertów. W większości przypadków klasy nie są zagnieżdżane, natomiast przyjmuje się, iż jeden dokument może należeć do więcej niż jednej klasy. Do kategoryzacji dokumentów tekstowych używane są takie techniki, jak: drzewa decyzyjne (*ang. decision tree*), reguły decyzyjne, algorytmy najbliższych sąsiadów, klasyfikator bayesowski, sieci neuronowe, metody regresywne czy też techniki z zakresu maszyn wektorów wspierających (*ang. support vector machines – SVM*), oraz metody odnajdywania wspólnych podgrafów w przypadku zastosowania modelu wektorowego dokumentów [17]. W niniejszym opracowaniu zostanie przedstawiona koncepcja klasyfikacji meldunków za pomocą naiwnego klasyfikatora Bayesa. Klasyfikator Bayesa został zaproponowany do klasyfikacji meldunków ze względu na jego prostą interpretację oraz realizację aplikacyjną. Został on zaproponowany również dlatego, że przy wykorzystaniu reprezentacji przestrzenno-wektorowej dokumentu i jego kodowaniu Boolowskim, daje on dobre rezultaty tj. dobrze klasyfikuje nieznaną, nowe dokumenty do wydzielonych klas [16]. Klasyfikator ten nadaje się w szczególności do problemów o bardzo wielu wymiarach na wejściu. Mimo prostoty tej metody, często działa ona lepiej od innych, bardziej skomplikowanych metod klasyfikujących [18]. Zadaniem klasyfikatora Bayesa jest przyporządkowanie nowego przypadku do jednej z klas decyzyjnych, przy czym zbiór klas decyzyjnych musi być skończony i zdefiniowany *a priori*. Tak więc klasyfikacja polega na wykorzystaniu zbioru dotychczasowych obserwacji w celu ustalenia prawdziwości nowych hipotez [19] – jest to prawdopodobieństwo *a posteriori*. Twierdzenie Bayesa wyrażone jest następującym wzorem [20]:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Gdzie:

- $P(A|B)$  – prawdopodobieństwo warunkowe zajścia zdarzenia A pod warunkiem zajścia zdarzenia B,
- $P(B|A)$  – prawdopodobieństwo warunkowe zajścia zdarzenia B pod warunkiem zajścia zdarzenia A,
- $P(A)$  – prawdopodobieństwo zdarzenia A,
- $P(B)$  – prawdopodobieństwo zdarzenia B,

Na potrzeby niniejszego punktu, rozpatrującego użycie naiwnego klasyfikatora Bayesa do klasyfikacji dokumentów tekstowych (nowych przypadków

zdarzeń), przyjmowane są następujące oznaczenia i założenia:

- $w_{ij}$  – wartość wagi  $j$ -tego wyrażenia w  $i$ -tym dokumencie,
- rozpatrywany jest przypadek reprezentacji przestrzenno-wektorowej tekstu oraz wagi  $w_{ij}$  wyrażen  $t$  dla poszczególnych dokumentów z korpusu dokumentów  $D$ , przyjmując wartość 0 lub 1 (została przyjęta reprezentacja Boolowska dokumentu),
- $t_1, t_2, t_j$  – zbiór atrybutów warunkowych, które stanowią wyrażenia. Wyrażenia  $t_j \in T$ , gdzie  $T$  jest to zbiór wszystkich wyrażen opisujących przypadki zdarzenia,
- $c_1, c_2, c_k$  – zbiór wartości atrybutów decyzyjnych, należących do klas decyzyjnych, do których klasyfikowany jest nowy przypadek opisujący zdarzenie. Wartości atrybutów decyzyjnych dla klas  $c_k \in C$ , gdzie  $C$  jest to zbiór klas decyzyjnych,
- $Q$  – nowy klasyfikowany opis przypadku zdarzenia, wyrażony w postaci wektora wag wyrażen. Zapis  $Q = [t_1 = q_1, \dots, t_j = q_j]$  lub krócej  $Q = [q_1, \dots, q_j]$ , oznacza przypisanie wagi  $q_j = 0$  lub  $q_j = 1$  (reprezentacja Boolowska) dla wyrażen  $t_j$  wektora  $Q$  tj. dane wyrażenie  $t_j \in T$  występuje bądź nie w klasyfikowanym przypadku opisanym za pomocą  $Q$ .

Posługując się teorią Bayesa, można wykazać, że najbardziej prawdopodobną klasą, do której zostanie zaklasyfikowany nowy przypadek zdarzenia wyrażony w postaci wektora  $Q$ , jest klasa  $c_k$ , która maksymalizuje prawdopodobieństwo warunkowe  $P(c_k | q_1, \dots, q_j)$ . Klasa ta oznaczona jest jako  $a_{MAP}$  (*ang. maximum a posteriori*) i wyznaczana jest za pomocą wzoru 2.

Wzór 2 określa wybór klasy decyzyjnej  $c_k$  dla zadanego przypadku określonego w postaci wektora wag wyrażen  $Q$ . Z ostatniej części wzoru usunięto mianownik z tego względu, iż prawdopodobieństwo  $P(q_1, \dots, q_j)$  ma wartość stałą, niezależną od klasy decyzyjnej  $c_k$ , więc nie ma ono wpływu na wybór klasy  $a_{MAP}$ .

$$a_{MAP} = \arg \max_{c_k \in C} P(c_k | q_1, \dots, q_j)$$

$$a_{MAP} = \arg \max_{c_k \in C} \frac{P(q_1, \dots, q_j | c_k) P(c_k)}{P(q_1, \dots, q_j)} \quad (2)$$

$$a_{MAP} = \arg \max_{c_k \in C} P(q_1, \dots, q_j | c_k) P(c_k)$$

Maksymalne prawdopodobieństwo *a posteriori* ( $a_{MAP}$ ), ze zbioru tych prawdopodobieństw, składa się z iloczynu dwóch czynników:

- prawdopodobieństwa *a priori* określonego jako  $P(c_k)$ . Prawdopodobieństwo to można oszacować jako iloraz liczby przykładów uczących  $n_k$  należących do klasy  $c_k$  do liczby wszystkich przykładów uczących  $n$  zbioru klas  $C$ :

$$P(c_k) = \frac{n_k}{n} \tag{3}$$

Gdzie:

- $n_k$  – liczba przykładów uczących z  $k$ -tej klasy
- $n = n_1 + \dots + n_k$  - liczba wszystkich przykładów uczących

- szansy określanej jako  $P(q_1, \dots, q_j | c_k)$ . Szansę można oszacować na dwa sposoby. Pierwszy sposób polega na tym, iż  $P(q_1, \dots, q_j | c_k)$  szacuje się, dla dużych zbiorów danych treningowych (uczących), jako stosunek liczby przykładów uczących opisanych wartościami atrybutów warunkowych  $[q_1, \dots, q_j]$  i należących do klasy  $c_k$  do liczby wszystkich przykładów uczących z klasy  $c_k$ . Drugi sposób polega na tym, iż do oszacowania szansy  $P(q_1, \dots, q_j | c_k)$ , w naiwnym klasyfikatorze Bayesa, wprowadza się założenie o warunkowej niezależności wartości atrybutów przy ustalonej klasie decyzyjnej. W kontekście analizy tekstu założenie powyższe oznacza, że wystąpienie w dokumencie tekstowym jednego wyrażenia nie dostarcza żadnych informacji o prawdopodobieństwie wystąpienia drugiego. Dla tekstów zazwyczaj naiwny warunek niezależności nie jest spełniony z tego względu, że na podstawie jednego wyrażenia można przewidzieć następne. Mankament ten można minimalizować za pomocą analizy do wydobywania słów kluczowych, opierając się na badaniu statystycznej współzależności wyrażen [21] lub  $n$ -gramowych modeli języka stanowiących aproksymację Markowa [22]. Niemniej założenie to w praktyce nie pogarsza i nie obniża skuteczności klasyfikatora. Po przyjęciu naiwnego założenia o niezależności atrybutów, szansę można zapisać jako:

$$P(q_1, \dots, q_j | c_k) = \prod_{j=1}^n P(q_j | c_k) \tag{4}$$

Gdzie:

- $P(q_j | c_k)$  – prawdopodobieństwo warunkowe, które można oszacować jako iloraz liczby przykładów uczących z klasy  $c_k$ , dla których wartość wag  $d_{ij}$  atrybutów (wyrażen)  $t_j$  równe są wartościom wag  $q_j$  wektora wyrażen  $Q$ , do liczby wszystkich przykładów uczących z klasy  $c_k$ .

Po uwzględnieniu wyżej przyjętego założenia, do klasyfikacji nowego przypadku (przypadku zdarzenia) wybrana zostaje klasa  $a_{NB}$  (*Naïve Bayes*), dla której zachodzi wzór 5.

$$a_{NB} = \arg \max_{c_k \in C} P(c_k) \prod_{j=1}^n p(q_j | c_k) \tag{5}$$

Etap estymacji prawdopodobieństw *a priori* odpowiada w innych metodach uczenia maszynowe-

go etapowi uczenia się. Naiwny model Bayesa wykorzystywany jest w praktyce ze względu na swoją prostotę, zarówno pod względem zrozumienia jego działania, jak i implementacji algorytmicznej, oraz wydajność obliczeniową. Dla zmiennych o wartościach dyskretnych oraz dla parametrycznych jednowymiarowych modeli gęstości zmiennych o wartościach rzeczywistych wystarczy dokonać jednokrotnego przeglądu danych, aby zbudować naiwny klasyfikator Bayesa [23]. Przechodzenie kilkukrotne w celu budowy klasyfikatora może odbywać się dla bardziej złożonych modeli gęstości, takich jak modele mieszane. Wynika to z ich iteracyjnej natury dopasowania funkcji gęstości. Wszystkie te elementy odgrywają kluczową rolę w budowie i odświeżaniu indeksu binarnego dokumentów w celu ich wyszukiwania przedstawionego w punkcie 6. W szczególności kiedy dodawany jest do klasy nowy dokument i zachodzi potrzeba przebudowy indeksu oraz wyliczenia na nowo wartości poszczególnych prawdopodobieństw dla wszystkich klas.

#### 4. Klasyfikacja półstrukturalnych przypadków zdarzeń przy użyciu naiwnego klasyfikatora Bayesa

##### – przykład zastosowania

W podpunkcie tym został przybliżony proces klasyfikacji nowego przypadku zdarzenia, zgodnie z teorią i założeniami omówionymi w punkcie 3.

Na podstawie przyjętych założeń możliwe jest zbudowanie ogólnej macierzy łączącej zbiór dokumentów ze zbiorem wyrażen i klasami. Tabela 1 prezentuje ogólny, symboliczny zapis takiej macierzy.

Tabela 1.

##### Symboliczny zapis macierzowy reprezentacji meldunków [Źródło: opracowanie własne]

Table 1.

##### The term matrix representation of the report

[Source: own work]

	<b>T – zbiór wyrażen</b> $t_j (t_j \in T)$ (T – set of terms $t_j$ )				<b>Klasa <math>c_k</math></b> (Class $c_k$ ) ( $c_k \in C$ )	
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$		
<b>D – zbiór dokumentów</b> $d_i (d_i \in D)$ (D – set of documents $d_i$ )	$d_1$	$w_{11}$	$w_{12}$	$w_{13}$	$w_{14}$	$c_1$
	$d_2$	$w_{21}$	$w_{22}$	$w_{23}$	$w_{24}$	$c_1$
	$d_3$	$w_{31}$	$w_{32}$	$w_{33}$	$w_{34}$	$c_2$
	$d_4$	$w_{41}$	$w_{42}$	$w_{43}$	$w_{44}$	$c_2$

Do dalszych rozważań założono, że istnieją dwie klasy decyzyjne, do których można zaklasyfikować nowy przypadek zdarzenia. Pierwszą klasę stanowią przypadki opisujące pożary budynków (PB), drugą klasę stanowią pożary lasów (PL). Zatem zbiór klas  $C = \{c_1 = PB, c_2 = PL\}$ . Przykładowy zbiór uczący składa się z 4 dokumentów  $D = \{d_1, d_2,$

$d_3, d_4$  oraz 4 wyrażen indeksujacych te dokumenty  $T = \{t_1, t_2, t_3, t_4\}$ . Wyrazenia moga zostac pozyskane z przypadkow zdarzen. Do wybranych w sposob *ad hoc*, przykladowych wyrazen dla celow demonstracyjnych naleza  $T = \{t_1 = \text{osmalony}, t_2 = \text{zadymiony}, t_3 = \text{czad}, t_4 = \text{wysoki plomien}\}$ . W szczegolnosci wyrazenia pozyskuje sie w procesie wstepnego przetwarzania tekstow (*ang. pre-processing*) i ekstrakcji cech (*ang. feature extraction*) [12, 22].

Wagi dla poszczegolnych wyrazen w dokumentach przyjmujaa reprezentacje Boolowskaa tj.  $w_{ij} = 0$  lub  $w_{ij} = 1$  ( $1 \leq i \leq 4$  oraz  $1 \leq j \leq 4$ ). Dla tak skonstruowanych zalozen i zbioru danych mozliwe jest zbudowanie macierzy, laczacej zbior dokumentow ze zbiorem wyrazen i klasami. Tabela 2 prezentuje konkretny zapis takiej macierzy.

Tabela 2.

**Realizacja zapisu macierzowego dla meldunkow.**

Źródło: [opracowanie własne]

Table 2.

**Realization of the term matrix representation of the report.** Source: [own work]

	$T$ – zbiór wyrazen $t_j$ ( $t_j \in T$ ) ( $T$ – set of terms $t_j$ )				Klasa $c_k$ (Class $c_k$ ) ( $c_k \in C$ )	
	$q_1 =$ osma- lony	$q_2 =$ za- dymio- ny	$q_3 =$ czad	$q_4 =$ wysoki plomien		
<b>D</b> – zbiór doku- mentów $d_i$ ( $d_i \in D$ ) ( <b>D</b> – set of documents $d_i$ )	$d_1$	1	1	1	0	PB
	$d_2$	0	1	0	1	PB
	$d_3$	0	0	0	1	PL
	$d_4$	0	1	1	1	PL

Tabela 2 reprezentuje zapis informacji, który można interpretować w następujący sposób: grupa ekspertów zidentyfikowała dwie klasy pożarów (klasy decyzyjne) – pożar budynków i pożar lasów, do których przydzielono *a priori* na podstawie analizy treści po dwa dokumenty opisujące zdarzenie (stanowiące zbiór uczący).

Następnie w kolejce do klasyfikacji pojawia się nowy, tym razem niezakodowany opis zdarzenia. Jego klasyfikacja opiera się na znajdowaniu odpowiednich wyrazen i wnioskowaniu Bayesa w celu określenia dla niego odpowiedniej klasy. Założono, że z przykladowego, nowego, niesklasyfikowanego przypadku zdarzenia wyekstrahowano następujące wyrazenia: *zadymiony*, *czad*. Wektor wag wyrazen  $Q$  nowo sklasyfikowanego przypadku można zapisać w następujący sposób  $Q = [q_1 = \text{osmalony} = 0, q_2 = \text{zadymiony} = 1, q_3 = \text{czad} = 1, q_4 = \text{wysoki plomien} = 0]$ . W celu określenia, do jakiej klasy zostanie przydzielony nowy przypadek na podstawie jego  $Q$  przy wykorzystaniu klasyfikatora Bayesa, należy przeprowadzić obliczenia dotyczące:

- oszacowania prawdopodobienstwa *a priori* dla klasy PB i PL (wzór 3). Prawdopodobienstwa te wynosaa  $P(c_{PB}) = P(c_{PL}) = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ ,

- oszacowania szansy, że dany wektor  $Q$  nalezy do klasy PB i klasy PL (wzór 4). Szacowanie tego, że  $Q$  będzie nalezeć do klasy PB jest równe  $P(0,1,1,0 | c_{PB}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ . Szacowanie tego, że  $Q$  będzie nalezeć do klasy PL jest równe  $P(0,1,1,0 | c_{PL}) = \frac{2}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = \frac{1}{4}$ . Problema-

tyczne w szacowaniu szansy PL może być to, iż skladowa 4 wektora  $Q$  przyjmuje wartosc 0 ( $q_4 = 0$ ), zaś w zbiorze danych dla klasy PL żaden przypadek nie ma zerowej tej skladowej. Aby uniknać mnozenia przez zero przyjmuje się w takim przypadku wartosc 1 w dalszym mnozeniu,

- wyliczenia prawdopodobienstwa *a posteriori* tego, że  $Q$  zostanie przydzielone do klasy PB i klasy PL (wzór 5.). Prawdopodobienstwo tego, że  $Q$  będzie przydzielone do klasy PB wynosi

$$a_{NB1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} = \frac{1}{16}$$

natomiast tego, że zostanie przydzielony do klasy PL wynosi  $a_{NB2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ .

Wzór 5. określa także, który rezultat szacowania prawdopodobienstwa *a posteriori* wybrać. W rozpatrywanym przypadku największą wartosc sklasyfikatora Bayesa ma argument  $a_{NB2}$ . Tak więc rozpatrywany dokument wyrazony poprzez zbudowany wektor wyrazen  $Q$  zostanie zaklasyfikowany do grupy dokumentow zawierajacych opisy požarów lasow.

## 5. Binarne miary podobienstwa półstrukturalnych przypadkow zdarzen

W punkcie 3. założono, że dokumenty są indeksowane binarnie tj. do dyspozycji jest binarny wektor wyrazen, zawierający wagi wyrazen opisujacych dany dokument  $d$ . Waga wyrazenia w tej reprezentacji przyjmuje wartosc 0 – wyrazenie  $t$  nie występuje w dokumencie  $d$  lub 1 – wyrazenie  $t$  występuje w dokumencie  $d$ . W celu odnalezienia dystansu lub podobienstwa pomiędzy samymi przypadkami zdarzen, jak również pomiędzy przypadkami zdarzen a zapytaniem  $Q$ , należy posłużyć się jedną z 76 dostępnych miar binarnych opisanych m.in. w pracach [24-26]. Miara binarna jest to miara podobienstwa lub odleglosci pomiędzy wektorami binarnymi [24]. Zapytanie  $Q$  traktowane jest jako zredukowany opis przypadku do kilku znaczących wyrazen  $t$  podawanych przez KDR w celu wyszukania na ich podstawie najlepiej pasujacych przypadkow z bazy wiedzy systemu CBR. Miary binarne powstaly na początku XX wieku, a ich rozwój zaczal się od zaproponowa-

nej w 1901 roku przez Jacarda miary podobieństwa gatunków [24]. Miary te są szczególnym przypadkiem miar stosowanych do pomiaru dystansu, podobieństwa pomiędzy wektorami niebinarnymi, czyli takimi, których wagi mogą przybierać wartości nie tylko 0 lub 1. Przegląd i zastosowania miar nie binarnych można odnaleźć m.in. w pracach [27, 28].

## 6. Mieszane przetwarzanie półstrukturalnego modelu opisu zdarzeń

Mając do dyspozycji przedstawiony w punkcie 2. półstrukturalny model opisu zdarzeń, na który składa się ontologia *Akcja* zawierająca w liściach półstrukturalne przypadki zdarzeń, autorzy zaproponowali i opisali w niniejszym punkcie sposób jego przetwarzania. Przetwarzanie to łączy w sobie elementy klasyfikacji, opisane w punkcie 4. oraz elementy binarnych miar podobieństwa, opisanych w punkcie 5. Wszystkie te składniki po połączeniu ze sobą służą jako wyszukiwarka archiwalnych przypadków zdarzeń w bazie wiedzy systemu CBR. Schemat ideowy funkcjonowania niniejszej wyszukiwarki prezentuje ryc. 4.

Ryc. 4 przedstawia schemat działania wyszukiwarki archiwalnych przypadków zdarzeń zawartych w bazie wiedzy systemu CBR, a dokładniej w określonych liściach ontologii *Akcje*. Proces przeszukiwania rozpoczyna się od podania przez KDR zapytania  $Q$  zbudowanego z wyrażen (słów, zdań) opisującego powstałe zagrożenie. Zapytanie to jest następnie przetwarzane, usuwane są z niego zbędne wyrażenia na podstawie *stop-listy*. Stop-lista definiuje wyrażenia nieniosące żadnej wartościowej informacji oraz które należy odfiltrować, do takich wyrażen należą np. „i”, „czy”, etc. W kolejnym kroku wyrażenia, które przeszły filtrowanie, poddawane są procesowi lematyzacji, polegającemu na sprowadzaniu wyrażen do ich formy podstawowej [22]. Po tym procesie wyrażeniom przypisywana jest waga binarna równa 1. Tak zbudowany i uzupełniony wektor jest następnie klasyfikowany, np. za pomocą naiwnego klasyfikatora Bayesa opisanego w punkcie 3. oraz 4., do klas – liści ontologii. Po otrzymaniu wartości prawdopodobieństwa *a posteriori* przynależności wektora do wybranych klas, są one szeregowane od największej do najmniejszej według wartości otrzymanego prawdopodobieństwa. Następnie wybieranych jest  $n$  (użytkownik ten parametr może określić sam) najlepiej dopasowanych klas. Klasy niespełniające kryterium wyrażonego w postaci stopnia przynależności (określonego prawdopodobieństwa *a posteriori*), mogą zostać odrzucone. Do dalszej analizy wyszukiwania przechodzi  $n$  wybranych klas. Każda wyselekcjonowana klasa zawiera kolekcję przypadków zdarzeń. W związku z tym, że przypadki zostały zaindeksowane binarnie do procesu klasyfikacji oraz że wagi zapytania  $Q$  także są binarne, następuje dla każdej kla-

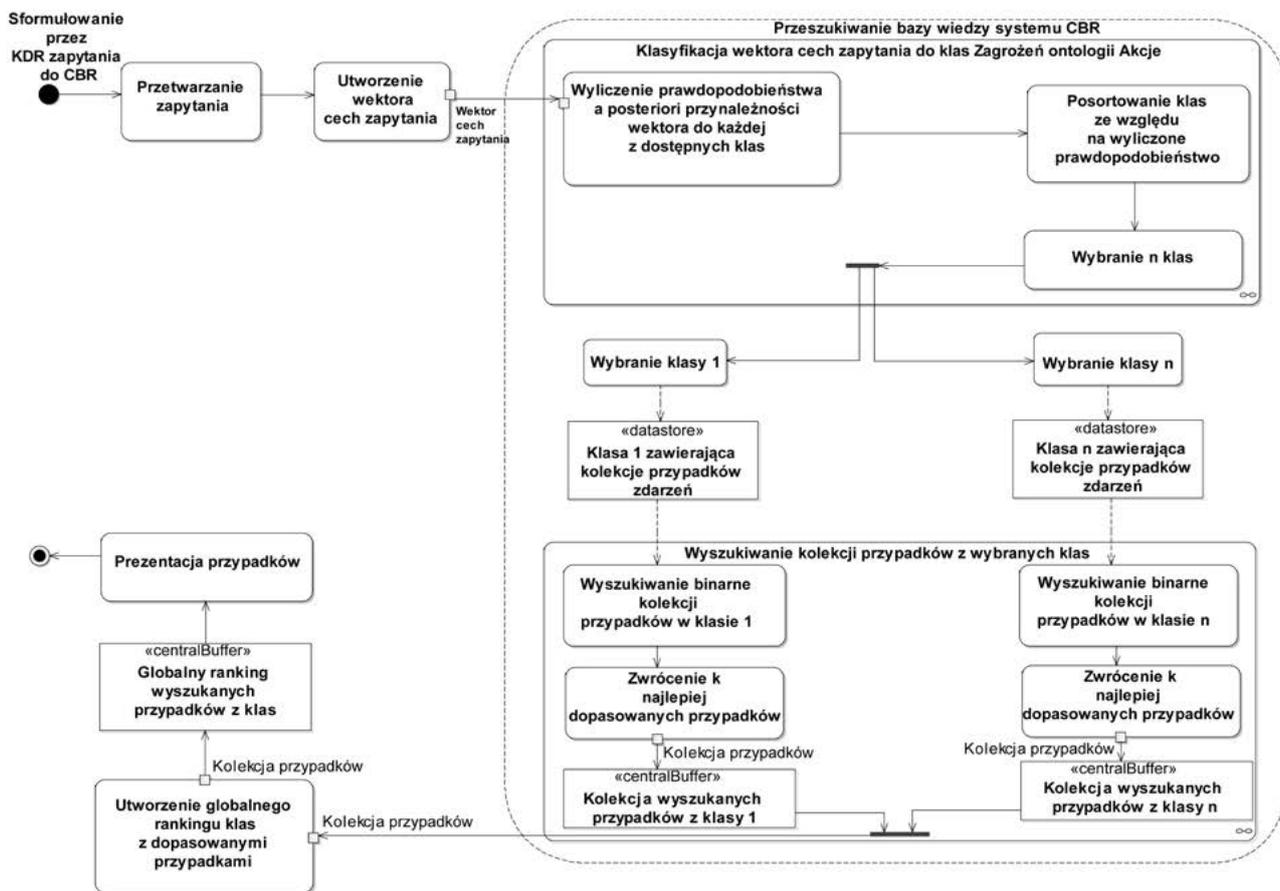
sy z osobna binarny proces wyszukiwania za pomocą miar podobieństwa zdefiniowanych w punkcie 5. Wyszukiwanie polega na odnalezieniu przypadku najbardziej podobnego do wektora zapytania  $Q$  (algorytm  $k$ -najbliższych sąsiadów). Liczba zwracanych przypadków w klasie może być ograniczana za pomocą parametru  $k$  wspólnego dla wszystkich klas (użytkownik ten parametr może określić sam). Wyszukiwanie kończy się otrzymaniem rankingu zawierającego kolekcję  $p = n \cdot k$  przypadków. Utworzony ranking zawierający archiwalne przypadki prezentowany jest następnie dla KDR, który wybiera najlepiej pasujący przypadek zdarzenia i adaptuje go w celu rozwiązania zaistniałego zagrożenia.

## Podsumowanie

Opracowany, prezentowany na rycinie 4. schemat ideowy wyszukiwarki przypadków zdarzeń, jak również niniejszy artykuł stanowią opis podjętych przez autorów badań z zakresu analizy meldunków z systemu EWID. Aktualna propozycja wyszukiwania będzie podlegała badaniom. Wyniki natomiast ukażą się w następnych publikacjach autorów. Zawarte w niniejszym opracowaniu treści dają nowy i ciekawy pogląd na możliwość łączenia ontologii z tekstowymi półstrukturalnymi przypadkami zdarzeń oraz ich przetwarzania (klasyfikacji czy też wyszukiwania). Jak dotychczas autorzy nie spotkali się z takim podejściem w systemach dla służb ratowniczych czy też w warstwie reprezentacji i przetwarzania wiedzy systemów CBR. Aktualnie w tych systemach dominują rozwiązania polegające na reprezentacji wiedzy albo w pełni strukturalnej albo w pełni niestrukturalnej [29-32]. Z powyższych względów postanowili zaprezentować swoje rozwiązania, z wyprzedzeniem w stosunku do aktualnego harmonogramu badań. Aktualnie wysiłki badawcze autorów koncentrują się na analizie znaczeniowej zdań oraz przywracaniu sekcji z raportów z systemu EWID w celu ich dalszych analiz i strukturalizacji. Podstawą tej analizy jest zaklasyfikowanie całego zdania do wybranej klasy na podstawie analizy znajdujących się w nim wyrażen.

Do obiecujących dalszych kierunków rozwoju opisywanego w artykule tematu, należy klasyfikacja przypadku nie tylko do *liścia* ontologii, ale także do węzła. Przypadek ogólny zakłada, że w węzłach hierarchii (klasach) mogą znajdować się przypadki niesklasyfikowane poprawnie tj. których klasyfikator nie jest pewien. W tym przypadku wyznaczony musi zostać stopień pewności dla każdego węzła z klas, jeśli dany przypadek go nie przekracza to klasyfikacja odbywa się do węzła rodzica lub wyżej i tak aż do korzenia ontologii.

Dalszymi kierunkami rozwoju mogą być modyfikacje opisu półstrukturalnego przypadku zdarzenia polegające na dodaniu wiązań do innej sekcji ontologii, przechowującej np. oznaczony rejestr zasob-



Ryc. 4. Schemat ideowy wyszukiwarki przypadków zdarzeń, zawartych w liściach ontologii Akcje, które stanowią bazę wiedzy systemu CBR [Źródło: opracowanie własne]

Fig. 4. Schematic diagram of the CBR cases search engine [Source: own work]

bów. Wiązania te mogą odbywać się poprzez użycie referencji w *opisie* lub poprzez dodanie nowej sekcji *powiązania* do półstrukturalnych przypadków zdarzeń. W przypadku referencji w opisach, rozwiązanie to ideowo zbliżone jest do hiperlinków sieci ogólnoswiatowej.

Ważny kierunek rozwoju stanowi też budowanie bazy aktywnej, dynamicznie uzupełniającej przypadek zdarzenia o potrzebne informacje na podstawie np. bazy wiedzy i reguł. W celu zobrazowania tego działania autorzy posłużyli się następującym przykładem – z systemu pasywnego, jaki stanowi CBR ze względu na to, że przechowuje „obraz” przeszłości, pozyskany zostaje przypadek zdarzenia. System odkrywa jednak, że aktualnie nie dysponuje takimi zasobami, wówczas wykorzystuje reguły z bazy wiedzy i rejestru aktualnych zasobów, aby uzupełnić raport o potrzebne parametry. Ogólnie, kierunki takich łączonych technik aktualnie są już podejmowane, przykład takiego podejścia można odnaleźć w literaturze [35].

Ostatnią kwestią w proponowanych badaniach pozostaje dobór i badanie klasyfikatorów np. drzew decyzyjnych, reguł decyzyjnych oraz miar binarnych w odniesieniu do tradycyjnych, powszechnie przyjętych miar stosowanych dla tekstów, w repre-

zentacji przestrzenno-wektorowej, do których należą m.in. miary [22]: Jacarda, Dicea, Kosinusów czy też Euklidesa.

Ontologia, jako warstwa nośna informacji o akcjach i działaniach ratowniczo-gaśniczych w połączeniu z pół-strukturalną reprezentacją przypadków zdarzeń dla systemu CBR, daje elastyczny i użyteczny model reprezentacji wiedzy o dziedzinie oraz wnioskowania. Na podstawie tak zaprezentowanej wiedzy o dziedzinie zawierającej opis archiwalnych zdarzeń, istnieje możliwość dostarczania najpotrzebniejszych informacji Kierującemu Działaniami Ratowniczymi. Informacja ta wyrażona jest w postaci opisu zagrożeń, wskazówek etc., które KDR może wziąć pod uwagę podczas przeprowadzanej akcji ratowniczo-gaśniczej. Ponadto ontologia doskonale nadaje się do modelowania zależności pomiędzy elementami dziedziny np. występującymi w opisach zdarzeń zasobami użytymi do likwidacji zagrożenia a samymi zasobami z gałęzi ontologii *Akcje*. Taka prosta referencja daje systemowi wiedzę o tym, jakie zasoby są alokowane do jakich zdarzeń.

Zastosowanie naiwnego klasyfikatora Bayesa może służyć jako element rankujący klasy w procesie wyszukiwania. Zabieg ten daje możliwość zrównoleżenia obliczeń dotyczących wyszukiwania

grupy binarnie opisanych przypadków, najlepiej pasujących do zadanego przez KDR pytania. Dla każdej z wylosowanych klas możliwe staje się utworzenie oddzielnego procesu, w którym następuje przeszukanie za pomocą przedstawionych miar binarnych i dopasowanie wektora zapytania do znajdujących się w klasie przypadków zdarzeń. Na koniec wyszukiwania procesy te są synchronizowane a rezultat dostarczany Kierującemu Działaniami Ratowniczymi.

## Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 29 grudnia 1999 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. Dz.U. 99. 111.1311 § 34 pkt. 5 i 6.
2. Abakus: System EWID99. [on-line] [dostęp: 1 maja 2009] Dostępny w Internecie: [http://www.ewid.pl/?set=roz\\_w\\_ewid&gr=roz](http://www.ewid.pl/?set=roz_w_ewid&gr=roz).
3. Abakus: System EWIDSTAT. [on-line] [dostęp: 1 maja 2009] Dostępny w Internecie: <http://www.ewid.pl/?set=ewidstat&gr=prod>.
4. Strona firmy abakus. [on-line] [dostęp: 1 marca 2009] Dostępny w Internecie: <http://www.ewid.pl/?set=main&gr=aba>.
5. Krasuski A., Maciak T. Wykorzystanie rozproszonej bazy danych oraz wnioskowania na podstawie przypadków w procesach decyzyjnych Państwowej Straży Pożarnej. „Zeszyty Naukowe SGSP”, No 36, 2008, s. 17-35.
6. Kozłowski J., Neuman Ł. Wspomaganie wyszukiwania dokumentów mapami samoorganizującymi. [Wrocław]: III Krajowa Konferencja MISSI 2002, 19-20 września - „Multimedialne i Sieciowe Systemy Informacyjne”, 2002. [dostęp: 10 czerwca 2009] Dostępny w Internecie: <http://www.zsi.pwr.wroc.pl/zsi/missi2002/pdf/s507.pdf>.
7. Krasuski A., Krenski K. Building a DSS for Fire Service using jCOLIBRI. Analele Universitatii Bucuresti, Informatica LVI, 2008.
8. Krasuski A., Maciak T., Kreński K. Decision Support System for Fire Service based on Distributed Database and Case-based Reasoning. Studies of logic grammar and rethoric, No 11, 2008.
9. Mirończuk M., Maciak T. Problematyka projektowania modelu hybrydowego systemu wspomaganie decyzji dla Państwowej Straży Pożarnej. „Zeszyty Naukowe SGSP”, No 39, 2009.
10. Mirończuk M., Karol K. Koncepcja systemu ekspertowego do wspomaganie decyzji w Państwowej Straży Pożarnej. In: Grzech A., Juszczyk K., Kwaśnicka H. and Nguyen N.T., editors. Inżynieria Wiedzy i Systemy Ekspertowe. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2009.
11. Kreński K., Krasuski A. The foundations for an ontology-based knowledge representation layer for a CBR system in fire service. Analele Universitatii Bucuresti, Informatica LVI 2008.
12. Borycki Ł., Sołdacki P. Automatyczna klasyfikacja tekstów. [Wrocław]: III Krajowa Konferencja MISSI 2002, 19-20 września - „Multimedialne i Sieciowe Systemy Informacyjne”, 2002. [dostęp: 10 czerwca 2009] Dostępny w Internecie: <http://www.zsi.pwr.wroc.pl/zsi/missi2002/pdf/s504.pdf>.
13. Song F., Liu S., Yang J. A comparative study on text representation schemes in text categorization. Pattern Analysis & Applications, No 8, 2005, s. 199 - 209
14. Weigend A. S., Wiener E. D., Pedersen J. O. Exploiting Hierarchy in Text Categorization. Information Retrieval, No 1, 1999.
15. Yang Y., Liu X. A re-examination of text categorization methods. [New York]: ACM SIGIR Conference of Research and Development in Information Retrieval, 1998.
16. Łażewski Ł., Pikuła M., Siemion A., Szklarzewski M. Klasyfikacja dokumentów tekstowych. Warszawa: PJWSTK 2005. Dostępny w Internecie: <http://www.scribd.com/doc/2242106/Klasyfikacja-dokumentow-tekstowych>.
17. Schenker A., Kandel A., Bunke H., Last M. Graph-Theoretic Techniques for Web Content Mining. World Scientific Publishing Co, 2005.
18. StatSoft. Naiwny klasyfikator Bayesa. [dostęp: 10 stycznia 2010] Dostępny w Internecie: [http://www.statsoft.pl/textbook/stathome\\_stat.html?http%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstnaiveb.html](http://www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?http%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstnaiveb.html).
19. Aas K., Eikvil L. Text Categorisation: A Survey. Technical Report, Norwegian Computing Center, 1999.
20. Yoshimasa, Tsujii T. J. Training a Naive Bayes Classifier via the EM Algorithm with a Class Distribution Constraint. In: Proceedings of the 7th Conference on Natural Language Learning: Morgan Kaufmann, 2003. s. 127-134.
21. Matsuo Y., Ishizuka M. Keyword Extraction From A Single Document Using Word Co-Occurrence Statistical Information. International Journal on Artificial Intelligence Tools, No 13, 2004, s. 157-169.
22. Mykowiecka A. Inżynieria lingwistyczna. Komputerowe przetwarzanie tekstów w języku naturalnym. Warszawa: PJWSTK, 2007.
23. Hand D., Mannila H., Smith P. Eksploracja danych. Wydanie 1. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2005.
24. Choi S. S., Cha S. H., Tappert C. C. A Survey of Binary Similarity and Distance Measures Systemics, Cybernetics and Informatics, No 8, 2010, s. 43-48.
25. Veal B. Similarity Coefficients for Binary Data. Department of Mathematics. London: London School of Economics, 2008.
26. Lourenço F., Lobo V., Bação F. Binary-based similarity measures for categorical data and their application in Self-Organizing Maps. JOCLAD, 2004. p. 1-18.

27. Cha S. H. *Comprehensive Survey on Distance/Similarity Measures between Probability Density Functions*. International journal of mathematical models and methods in applied sciences, 2007.
28. Kim M. C., Choi K. S. *A comparison of collocation-based similarity measures in query expansion*. Information Processing and Management: an International Journal, No 35, 1999, s. 19-30
29. Kempa A. *Zastosowanie rozszerzonej metodologii wnioskowania na podstawie przypadków - textual cbr w pracy z dokumentami tekstowymi*. Katowice: Systemy Wspomagania Organizacji/, 2005. [dostęp: 1 stycznia 2008] Dostępny w Internecie: <http://www.swo.ae.katowice.pl/content/view/221/32/>.
30. Krupka J., Kasparova M., Jirava P. *Case-Based Reasoning Model in Process of Emergency Management*. Man-Machine Interactions Advances in Soft Computing, 2009. p. 77-84.
31. Jing L. *Case-Based Reasoning Intelligent Decision Approach for Firefighting Tactics*. [Tianjin]: Intelligent Networks and Intelligent Systems, 2009 ICINIS '09 Second International Conference on 1-3 Nov 2009, 2009.
32. Bergmann R., Wilke W., Vollrath I., Wess S. *Integrating General Knowledge with Object-Oriented Case Representation and Reasoning*. 1996.
33. Gliński W. *Języki i narzędzia do tworzenia i wyszukiwania ontologii w kontekście semantycznego weba*. Instytut Informacji Naukowej i Studiów Bibliologicznych UW. [dostęp: 10 sierpnia 2010] Dostępny w Internecie: <http://bbc.uw.edu.pl/Content/20/14.pdf>.
34. Gliński W. *Ontologie. próba uporządkowania terminologicznego chaosu*. Instytut Informacji Naukowej i Studiów Bibliologicznych UW. [dostęp: 10 sierpnia 2010] Dostępny w Internecie: <http://bbc.uw.edu.pl/Content/20/13.pdf>.
35. Shimin D., Shen H., Liu H. *Research on Case-Based Reasoning Combined with Rule-Based Reasoning for Emergency*. [Philadelphia, PA, USA]: Service Operations and Logistics, and Informatics, 2007 SOLI 2007 IEEE International Conference on 27-29 Aug 2007, 2007.

Praca naukowa współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, środków Budżetu Państwa oraz ze Środków Budżetu Województwa Podlaskiego w ramach projektu „Podlaska Strategia Innowacji – budowa systemu wdrażania”



**mgr inż. Marcin Michał Mirończuk**, absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej, na którym także ukończył studia doktoranckie. Aktualnie ma wszczęty przewód doktorski na Wydziale Informatyki Politechniki Białostockiej i pracuje w Instytucie Podstaw Informatyki PAN w Warszawie.

**dr hab. inż. Tadeusz Maciak**, profesor Szkoły Głównej Służby Pożarniczej oraz kierownik Zakładu Informatyki i Łączności w tej szkole. Objął stanowisko adiunkta w Katedrze Mediów Cyfrowych i Grafiki Komputerowej Wydziału Informatyki Politechniki Białostockiej PB.

dr inż. **Andrzej ZBROWSKI**<sup>1</sup>

## MONITOROWANIE NANOCZĄSTEK W PROCESACH WYTWARZANIA I UŻYTKOWANIA

### Monitoring of nanoparticles in the processes of production and maintenance

#### Streszczenie

W artykule przedstawiono problemy wynikające z rozwoju nanotechnologii, jako źródło ryzyka oraz zagrożeń zdrowotnych i środowiskowych. Rosnąca produkcja i użycie nanomateriałów w sposób nieunikniony prowadzi do ich akumulacji w środowisku, która może mieć groźne implikacje dla człowieka i ekosystemu. Obecność nanocząstek w środowisku niesie poważne, dotychczas jeszcze nie w pełni zidentyfikowane i stwierdzone negatywne skutki zarówno w stosunku do zdrowia ludzkiego, jak i środowiska naturalnego. Cząstki średnicy 30 nm bezproblemowo wnikają do żywych komórek, tym samym mogą powodować trudne do określenia (przy obecnym stanie wiedzy) skutki uboczne. Rozwiązania pozwalające na wykorzystanie nanocząstek w przemyśle pojawiły się całkiem niedawno, zatem nie ma jeszcze wyczerpujących, długofalowych badań wpływu nanocząstek na życie i zdrowie ludzi. W tym celu niezbędny jest dynamiczny rozwój instrumentarium badawczego umożliwiającego wykrywanie nanocząstek i analizę procesów wywoływanych ich oddziaływaniem. Coraz bardziej powszechna obecność nanomateriałów w produktach codziennego użytku wymaga stworzenia odpowiednich prawnych i technologicznych regulacji, by w skuteczny sposób zabezpieczyć konsumenta przed nieświadomym stosowaniem produktów zawierających niebezpieczne dla zdrowia nanomateriały, w tym i nanocząstki. Dokładna ocena ryzyka generowanego obecnością nanocząstek wymaga stosowania efektywnych analitycznych metod określania ich mobilności, reaktywności, katalityczności, ekotoksyczności i trwałości. W technikach tych konieczne jest uniknięcie zakłóceń pochodzących od nanocząstek obecnych w środowisku w sposób naturalny. W artykule wykazano potrzebę monitorowania nanocząstek w procesach wytwarzania i użytkowania. Zaprezentowano dostępne techniki monitorowania nanocząstek w środowisku. Przedstawiono ich podstawowe wymagania oraz zalety i ograniczenia. Omówiono trzy podstawowe etapy procesu monitoringu nanocząstek: pobieranie i przygotowanie próbki, separację nanocząstek oraz ich identyfikację. Wskazano kierunki rozwoju prac badawczych związanych z doskonaleniem metod monitorowania obecności nanocząstek.

#### Summary

The article discusses health and environmental issues accompanying the development of nanotechnologies. The growing production and use of nanomaterials inevitably leads to their accumulation in the environment, which in the future may have harmful effects on the human health and the ecosystem. The negative influence of the presence of nanoparticles on environmental quality and human health has not been fully identified and investigated yet. Particles with 30 nm in diameter can freely penetrate into living organisms and therefore result in serious side effects, which at the current state of the art are difficult to be defined. Solutions allowing for the industrial application of nanoparticles are still pretty new, which means that the results of studies on their influence on human health and life are not comprehensive. Therefore, it is extremely important to boost the development of tools that enable the detection of nanoparticles and the analysis of processes they evoke. The more widespread presence of nanomaterials in everyday goods calls for the introduction of legal and technological regulations that will protect the consumer against the use of products containing nanomaterials and nanoparticles which cause health hazards. A thorough assessment of risk stemming from the presence of nanoparticles requires the use of effective analytical methods for the determination of their mobility, reactivity, catalyticity, eco toxicity and life. In such techniques it is necessary to avoid any interferences that come from nanoparticles naturally present in the environment. The article shows the importance of the monitoring of nanoparticles and describes currently available techniques for the monitoring of nanoparticles in the environment. Their basic requirements as well as advantages and drawbacks are presented. Moreover, the three stages of the nanoparticle monitoring process, that is sampling and sample preparation; separation of nanoparticles; and identification of nanoparticles, are discussed. The authors also show future R&D directions aiming at the improvement of methods for the monitoring of the presence of nanoparticles.

**Słowa kluczowe:** nanotechnologia, monitoring, nanomateriały, bezpieczeństwo środowiskowe;

**Keywords:** nanotechnology, monitoring, nanomaterials, environmental safety;

<sup>1</sup> Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy.

## Wprowadzenie

Rozwój nanonauki i nanotechnologii w znaczący sposób wpłynie na zmiany w produkcji przemysłowej i gospodarce [1]. Obecność nanocząstek w środowisku może mieć poważne skutki zarówno dla zdrowia ludzkiego, jak i dla środowiska naturalnego [2]. Nanotechnologia niesie ze sobą ryzyko zagrożeń zdrowotnych i środowiskowych [3] wynikające ze wzrastającego użycia nanocząstek w aplikacjach przemysłowych. Dokładna ocena ryzyka generowanego obecnością nanocząstek wymaga stosowania efektywnych analitycznych metod określenia ich mobilności, reaktywności, ekotoksyczności i trwałości [4]. Obecnie w wielu produktach komercyjnych już powszechnie wykorzystywane są nanomateriały występujące również jako produkty uboczne lub odpady. Stanowiska pracy, na których wytwarzane są nanomateriały, stanowią najbardziej prawdopodobne miejsca ujawniania skutków oddziaływania nanocząstek na organizm ludzki. Szacuje się, że np. we Włoszech liczba pracowników poddawanych ekspozycji nanocząstek w miejscu pracy przekracza 350 000 [5]. Źródłem emisji są procesy topienia i oczyszczania metali, spawania, spalania oraz dymy [6], [7]. Źródłem nanocząstek są także procesy eksploatacji, których nanozanieczyszczenia pochodzą np. z niekompletnego spalania oleju napędowego<sup>2, 3</sup>. Rosnąca produkcja i użycie nanomateriałów w sposób nieunikniony prowadzą do ich akumulacji w środowisku, która może mieć groźne implikacje dla człowieka i ekosystemu. Współczesne systemy wykrywania nie są w stanie rozróżnić źródeł emisji nanocząstek<sup>4, 5, 6</sup>.

Skuteczny monitoring nanocząstek w środowisku wymaga zastosowania metod analitycznych zdolnych do wykrywania nanogramowych lub piktoqramowych ilości w jednym litrze powietrza. Konieczne jest uniknięcie zakłóceń pochodzących od nanocząstek obecnych w środowisku w sposób naturalny [8], [9].

## Zagrożenie zdrowia

Zastosowanie nanocząstek oprócz wymiernych korzyści niesie również trudne do oszacowania przy

obecnym stanie wiedzy ryzyko zagrożenia zdrowia. Nanotechnologia coraz częściej stosowana jest w przypadku produktów konsumpcyjnych, leków oraz wyrobów budowlanych. Różnego rodzaju substancje chemiczne w postaci projektowanych nanocząstek nanorurek, nanopłytek, nanowirów, czy nanowłókien są stosowane w różnych gałęziach krajowych przedsiębiorstw, coraz częściej w małych i średnich zakładach pracy. Małe rozmiary pozwalają na niezauważalne przez człowieka pokonywanie barier ustrojowych. Przystawanie nanocząstek najczęściej odbywa się drogą inhalacyjną, ale ze względu na małe rozmiary wchłanianie przez skórę i oczy lub drogą pokarmową jest również powszechną formą przyswajania. Po ich wnikięciu przez drogi oddechowe, płuca szybko rozpraszają cząstki do centralnego i obwodowego układu nerwowego układu krwionośnego i limfatycznego [10]. Reakcją organizmu na toksyczne oddziaływanie nanocząstek jest stan zapalny, stres oksydacyjny oraz reakcje alergiczne [11]. Bezpośrednie oddziaływanie nanocząstek na glony, rośliny i grzyby polega na reakcjach redoks z cząstkami organicznymi, co powoduje zakłócenia procesów fotosyntezy i oddychania. Oddziaływanie nanocząstek na środowisko i organizmy zależy od ich właściwości, sposobów transportu i interakcji z komórkami roślin, zwierząt i bakterii. Nanocząstki zawierające srebro wywołują zmiany w błonach, zwiększając ich porowatość [12]. Translokacja cząstek z płuc do układu krwionośnego zależy od rozmiaru nanocząstki. Np. nanocząstki Ir o rozmiarach 15 nm są wchłaniane szybciej niż cząstki o rozmiarach 80 nm. Jednocześnie cząstki o średnicy 34 nm szybciej dostają się z płuc do węzłów chłonnych, zaś te o średnicy 6 nm szybciej wędrują do krwiobiegu.

Badano pod tym względem nanocząstki: srebra, kobaltu i uranu. Dzięki napromieniowaniu, można było stwierdzić np. gdzie w organizmach różnych zwierząt są magazynowane te cząstki i jaka jest ich szkodliwość. Na działanie tych cząstek wystawiano m.in. łososie. Dzięki badaniom radiograficznym i anatomicznym stwierdzono, że największą szkodliwość wśród badanych substancji miały nanocząstki srebra, których już dość niewielka ilość uszkadzała skrzela ryb. Należy zaznaczyć, że użycie nanosrebra wzrasta m.in. w produkcji ubrań, łódówek, pralek – m.in. w związku z antybakteryjnymi właściwościami tego materiału.

Zgodnie z wynikami najnowszych badań nanocząstki srebra są bardziej szkodliwe dla jąder komórki niż nanocząstki dwutlenku tytanu [13]. Zastosowanie obu typów nanocząstek może mieć wpływ na jądra komórki, a w konsekwencji także na płodność. Nanocząstki srebra mają toksyczny wpływ na komórki – powstrzymują one wzrost komórkowy oraz rozmnażanie. Powodują obumarcie komórki w zależności od natężenia oraz czasu, w jakim ko-

<sup>2</sup> Nanocząstki w spalinach. <http://www.studentnews.pl/s/58/6279-Nauka-i-zycie-NEWSY/37507-Nanocząstki-w-spalinach.htm?c1=1234>

<sup>3</sup> NANOMATERIAŁY. <http://www.chem.univ.gda.pl/ztch/dydaktyka/wyklady/nanomaterialy.pdf>

<sup>4</sup> Nanoparticle Monitoring in Occupational Environments –Comparing and Contrasting Measurement Metrics. [http://www.baesg.org/nano\\_TSI.pdf](http://www.baesg.org/nano_TSI.pdf)

<sup>5</sup> Nanoparticle Monitoring.State of the art. And development strategies. [http://euvri.risk-technologies.com/events/event\\_3/1%206%20tardif.pdf](http://euvri.risk-technologies.com/events/event_3/1%206%20tardif.pdf)

<sup>6</sup> Engineered Nanoparticles. Current Knowledge about OHS Risks and Prevention Measures <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-656.pdf>

mórka znajdowała się pod wpływem nanocząstek srebra. Efekt ten jest mniej widoczny w przypadku nanocząstek dwutlenku tytanu, choć oba typy powodują uszkodzenia w obrębie DNA, właściwego dla danego typu komórki. W przypadku długotrwałej ekspozycji na nanocząsteczki dwutlenku tytanu mogą zostać zakłócone funkcje mózgowe organizmu.

Nanocząstki zawierające metale grupy przejściowej powodują powstawanie wysokoreaktywnych rodników hydroksylowych, które uszkodzają DNA, błony komórkowe i białka. Nanorurki węglowe stwarzają niebezpieczeństwo zaburzeń replikacji DNA, co przyczynia się do powstawania nowotworów [14, 15].

Potencjalne ryzyko wynikające z zastosowania nanocząstek musi być monitorowane – w ten sposób przemysł będzie mógł rozwijać produkty bezpieczne zarówno dla ludzi, jak i przyrody [16].

## Techniki monitoringu

Proces monitoringu nanocząstek składa się z trzech podstawowych etapów: pobierania i przygotowania próbki, separacji nanocząstek oraz ich identyfikacji.

Pobieranie i przygotowanie próbki jest krytycznym krokiem w procesie monitoringu, ponieważ może wpływać na zmianę stanu rozproszenia [17]. Nanocząstki obecne w środowisku znajdują się w stanie dynamicznej nierównowagi, który jest wrażliwy na chemiczne i fizyczne zakłócenia<sup>7</sup>. Ponadto obecność naturalnych nanocząstek oraz substancji organicznych komplikuje procedury analityczne. Ponieważ rozproszenie nanocząstek w środowisku jest zmienne, pomiar stężenia i wykrywanie obecności powinny być procesami *in situ*. Obecnie jest to niemożliwe, ponieważ nie istnieją wystarczająco czułe mobilne urządzenia umożliwiające realizację takich pomiarów. Prowadzenie analiz gleb i osadów jest jeszcze bardziej skomplikowane z powodu obecności coraz większej ilości naturalnych cząstek stałych o rozmiarach zbliżonych do nano. Użycie metod dyspersyjnych z zastosowaniem dyspersantów chemicznych lub akustycznych umożliwia uwolnienie nanocząstek do fazy ciekłej, jednak może powodować zmianę stanu fizykochemicznego. Rozdzielenie nanocząstek jest niezwykle istotnym krokiem w procesie analitycznym. Dostępne metody są jednak niedoskonałe. Proces wyodrębniania może polegać na wykorzystaniu rozpuszczalności nanocząstek (np. w toluenie), ale nanorurki są trudno rozpuszczalne nawet w rozpuszczalnikach organicznych. Ogólnie zalecaną metodą jest wirowanie, przy czym proces ten może wywołać agregację. Wirowanie jest bardziej wydajne w usuwaniu gęstych

cząstek mineralnych, lecz częściej stosuje się prostszą metodę mikrofiltracji. W mikrofiltracji nanocząstki są deponowane na membranie mechanicznie lub elektrostatycznie. Filtrację z przepływem krzyżowym z powodzeniem wykorzystuje się w badaniach nanocząstek pochodzenia naturalnego. Rezultat działania zależy od właściwości membrany i warunków pracy. Możliwe jest stosowanie membran o rozmiarach porów poniżej 1 nm (nanofiltracja). Dlatego też membrany posiadają wysoki potencjał aplikacyjny w procesie analizy nanocząstek.

Inna technika rozdzielania wykorzystuje strumień przepływu. Metoda umożliwia separowanie nanocząstek według rozmiaru pod względem ich współczynników rozpraszania w bardzo cienkim otwartym kanale. Technika ta jest szczególnie skuteczna w analizie nanocząstek syntetycznych [18].

Podstawowym problemem w procesie detekcji nanocząstek jest niezmiernie mała ilość materiału badawczego. Stwarza to ogromne trudności w uzyskaniu reprezentatywnych wyników badań. Istniejące techniki detekcji wymagają przygotowania próbki zwykle poprzez odparowanie rozpuszczalnika, co powoduje agregację nanocząstek i wytrącanie soli. Ze względu na rozmiary nanocząstek do dokładnego pomiaru mogą być stosowane jedynie techniki umożliwiające uzyskanie subnanometrowej rozdzielczości. Do tego celu używa się głównie mikroskopów elektronowych, mikroskopów sił atomowych lub mikroskopów tunelowych.

Obecne możliwości monitoringu umożliwiają zastosowanie kilku metod w celu określenia narażenia pracowników na działanie nanocząstek unoszących się w powietrzu. Ocena może być wykonywana tradycyjną metodą pobierania próbek środowiskowych za pomocą próbników stacjonarnych (próbki powierzchniowe), próbników skupionych wokół strefy oddechowej pracownika (próbki indywidualne), oraz urządzeń czasu rzeczywistego umożliwiających pomiary bezpośrednie. Z reguły próbki indywidualne jest stosowane w celu określenia dokładnej reprezentacji narażenia pracownika. Próbkowanie powierzchniowe oraz pomiary bezpośrednie są bardziej użyteczne w ocenie potrzeb związanych z doskonaleniem systemów sterowania procesem produkcyjnym i stosowanych praktyk pracowniczych. Dostępne techniki pomiarowe różnią się stopniem złożoności oraz przydatności dla ciągłego monitoringu określonego rutynowymi procedurami. Prowadzone badania mają na celu rozwój strategii monitoringu umożliwiającej jednocześnie określanie masy, jak również powierzchni nanocząstek osadzonych w próbnikach. Brakuje uniwersalnej metody określającej narażenia na oddziaływanie nanometrycznych aerozoli. Zalecane jest jednocześnie stosowanie wszystkich dostępnych technik do scharakteryzowania narażeń występujących w miejscu pracy [19]. National Institute for Occupa-

<sup>7</sup> Approaches to Safe Nanotechnology Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-125/>

tional Safety and Health (NIOSH) opracował technikę oceny emisji nanocząstek (Nanoparticle Emission Assessment Technique – NEAT) umożliwiającą jakościowe określanie emisji cząstek nanomateriałów inżynierskich w miejscu pracy [20].

Metody monitoringu nanocząstek polegają na pomiarze: rozmiaru, pola powierzchni i stężenia. Aby lepiej poznać źródła emisji nanocząstek oraz migrację zanieczyszczeń, niektórzy badacze wykorzystują technikę mapowania aerozolu, która łączy pomiary ilości cząstek w wydychanej masie z określeniem koncentracji powierzchniowej [21] [22]. Informacja o związku pomiędzy różnymi wartościami może zostać użyta do przybliżonego określenia powierzchni nanocząstek. Jeżeli rozkład rozmiaru aerozolu pozostaje stały, relacja pomiędzy liczbą cząstek, polem powierzchni i masą będzie stała. W szczególności pomiar stężenia masowego może być wykorzystany do określenia stężenia powierzchniowego, zakładając, że stała proporcjonalności jest niezmienna. Do pomiaru rozrzutu wielkości cząstek można zastosować analizę z wykorzystaniem mikroskopu elektronowego w celu oszacowania powierzchni próbek.

Aparaty do monitoringu nanocząstek w swoim działaniu wykorzystują przede wszystkim optyczną technikę laserową. Wszystkie rozwiązania plasują się w obszarze zaawansowanych technologii optoelektronicznych i mechatronicznych.

Fotometry wykorzystują promień lasera do obliczenia stężenia masowego nanocząstek w czasie rzeczywistym w trybie pracy ciągłej. Umożliwiają pomiar cząstek zagregowanych o rozmiarze powyżej 100 nm.

Za pomocą promienia lasera liczniki stężenia cząstek umożliwiają pomiary ilości nanocząstek w strumieniu powietrza w czasie rzeczywistym. Można w ten sposób dokonać pomiaru pojedynczych nanocząstek o rozmiarach powyżej 10 nm.

Liczniki cząstek laserowo wykrywają pojedyncze nanocząstki w strumieniu powietrza. Umożliwiają pomiar cząstek zagregowanych o rozmiarze powyżej 300 nm.

Ładowarki dyfuzyjne<sup>8</sup> obliczają pole powierzchni cząstek za pomocą pomiaru ładunku elektrycznego na powierzchni cząstki. Umożliwiają pomiar pojedynczych nanocząstek o rozmiarach powyżej 10 nm.

Skaningowe mierniki mobilności różnicowej<sup>9</sup> obliczają liczbę cząstek poprzez dodatnie wzbudzenie elektryczne, a następnie separację ze względu na rozmiary cząstek za pomocą analizatora mobilności różnicowej (DMA). Podczas pomiaru cząstki

osadzają się na filtrze, gdzie precyzyjny elektrometr mierzy wielkość przepływającego prądu. Stopniowo zwiększając napięcie na DMA i mierząc powstały w każdym kroku prąd, otrzymywany jest parametr służący do wyliczenia liczby cząstek. Metoda umożliwia pomiar pojedynczych cząstek o rozmiarach powyżej 2 nm.

## Wnioski

Dokładna ocena ryzyka generowanego obecnością nanocząstek wymaga stosowania efektywnych analitycznych metod określenia ich mobilności, reaktywności, katalityczności, ekotoksyczności i trwałości. Dalszy rozwój prac badawczych związanych z monitorowaniem nanocząstek w procesach wytwarzania i użytkowania będzie zmierzać w kierunku opracowania metod i urządzeń umożliwiających monitorowanie online oraz określenia stopnia koncentracji nanocząstek in situ. Niezbędny jest także rozwój technologii umożliwiającej rozróżnianie źródeł emisji nanocząstek. Prace rozwojowe będą skoncentrowane na miniaturyzacji i zapewnieniu mobilności indywidualnych systemów monitorowania środowiska pracy. Jednocześnie doskonalone będą metody eliminacji zakłóceń wywoływanych obecnością nanocząstek pochodzenia naturalnego.

## Literatura

1. Mazurkiewicz A., *Nanonauki i nanotechnologie*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, 2007.
2. Simonet B. M., Valcárcel M., *Monitoring nanoparticles in the environment*. „Analytical and Bioanalytical Chemistry”, Volume 393, Number 1, pp. 17-21.
3. Manodori L., Benedetti A., *Nanoparticles monitoring in workplaces devoted to Nanotechnologies*, „Journal of Physics: Conference Series”, Volume 170, Issue 1, pp. 012001, (2009), 4 pp.
4. Brouwer D., Stuurman B., Welter J., Moehlmann C., Berges M., Bard D., Wake D., Jankowska E., Mark D., *The NANOSH database for results of workplace air monitoring studies to manufactured nanomaterials (MNM): A preliminary tool to estimate the potential for inhalation exposure?* Proceedings of 4th International Conference on Nanotechnology – Occupational and Environmental Health, Helsinki, Finland, 2009. [www.ttl.fi/fi/tyoterveysslaitos/strategia\\_arvot\\_vision/Documents/Nanoprogram.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoterveysslaitos/strategia_arvot_vision/Documents/Nanoprogram.pdf)
5. Boccuni F., Rondinone B., Petyx C., Iavicoli S., *Potential occupational exposure to manufactured nanoparticles in Italy*. „Journal of Cleaner Production”, 16 (2008), pp. 949-956.
6. Jankowska E., Bard D., Zatorski W., *Emission of nanosize particles in the process of burning foams with nanoclay*. Proceedings of 4th International Conference on Nanotechnology

<sup>8</sup> AEROTRAK 9000 Nanoparticle Aerosol Monitor. [http://www.tsi.com/uploadedFiles/Product\\_Information/Literature/Brochures/AeroTrak.pdf](http://www.tsi.com/uploadedFiles/Product_Information/Literature/Brochures/AeroTrak.pdf)

<sup>9</sup> Monitor cząstek ultradrobnych TSI. [http://www.tsi.katowice.pl/D/3031\\_polski%20opis.pdf](http://www.tsi.katowice.pl/D/3031_polski%20opis.pdf)

- Occupational and Environmental Health, Helsinki, Finland 2009.  
www.ttl.fi/fi/tyoterveyslaitos/strategia\_arvot\_vision/Documents/Nanoprogram.pdf
7. Jankowska E., Zatorski W., *Emission of nano-size particles in the process of nanoclay blending*. Proceedings of IEEE 2009 Cancun, Mexico, 2009, pp. 147-151,
  8. Wigginton N., Haus K., Hochella M., *Aquatic environmental nanoparticles*. „Journal of Environmental Monitoring”, 2007, 9, pp. 1306-16.
  9. Hochella M., Lower S., Maurice P., Penn R., Sahai N., Sparks D., Twining B., *Nanominerals, mineral nanoparticles, and Earth systems*, „Science”. March 2008: Vol. 319 no. 5870, pp. 1631-1635.
  10. Lebkowska M., Zaleska-Radziwill M., *Występowanie i ekotoksyczność nanocząstek*, „Ochrona Środowiska”, 2011, Vol. 33, No. 4, pp. 23-26.
  11. Świdwińska-Gajewska A., *Nanocząstki – korzyści i ryzyko dla zdrowia*, „Medycyna Pracy”, 2007, 58(3), pp. 253-263.
  12. Ahamed M., AlSalhi M., Siddiqui M., *Silver nanoparticle applications and human health*, „Clinica Chimica Acta”, Vol: 411, Issue: 23-24, December 14, 2010, pp. 1841-1848.
  13. Zhang R., Bai Y., Zhang B., Chen L. Yan B., *The potential health risk of titania nanoparticles*, „Journal of Hazardous Materials”, Vol: 211-212, Complete, April 15, 2012, pp. 404-413.
  14. Reijnders, L., *Human health hazards of persistent inorganic and carbon nanoparticles*, „Journal of Materials Science”, Vol: 47, Issue: 13, July 2012, pp. 5061-5073.
  15. Silva L., Boit K., *Nanominerals and nanoparticles in feed coal and bottom ash: implications for human health effects*, „Environmental Monitoring and Assessment”, Vol: 174, Issue: 1-4, March 2011, pp. 187-197.
  16. Leskinen J., Joutsensaari J., Lyyränen J., Koivisto J., Ruusunen, J. Järvelä M., Tuomi T., Hämeri K., Auvinen A, Jokiniemi J., *Comparison of nanoparticle measurement instruments for occupational health applications*, „Journal of Nanoparticle Research”, Vol: 14, Issue: 2, February 2012, pp. 1-16.
  17. Kasper G, Seipenbusch M.: *Transport kinetics of airborne nanoparticles and their implications for exposure scenarios and workplace monitoring strategies*. Proceedings of 4th International Conference on Nanotechnology – Occupational and Environmental Health, Helsinki, Finland, 2009. www.ttl.fi/fi/tyoterveyslaitos/strategia\_arvot\_vision/Documents/Nanoprogram.pdf
  18. Gale B., Himanshu J. Sant H.: *Nanoparticle analysis using microscale field flow fractionation*. Microfluidics, BioMEMS, and Medical Microsystems V (Proceedings Volume), Proceedings of SPIE, Volume: 6465, January 2007. www.mem.s.utah.edu/Papers/SPIE%20Paper%20FFF%20Decade%20of%20Progress.pdf
  19. Brouwer D., Gijsbers J., Lurvink M.: *Personal exposure to ultrafine particles in the workplace: exploring sampling techniques and strategies*, „The Annals of Occupational Hygiene”, [2004], 48(5), pp. 439–453.
  20. Methner M., Birch M., Evans D, Ku B, Crouch K, Hoover M, Mazzulxeli L., ed: *Case study: Identification and characterization of potential sources of worker exposure to carbon nanofibers during polymer composite laboratory operations*. „Journal of Occupational and Environmental Hygiene”, [2007], 4(12), pp.125–130.
  21. Evans D., Heitbrink W., Slavin T., Peters T., *Ultrafine and respirable particles in an automotive grey iron foundry*. „The Annals of Occupational Hygiene”, [2008], 52(1), pp. 9–21.
  22. Heitbrink W., Evans D., Peters T., Slavin T., *The characterisation and mapping of very fine particles in an engine machining and assembly facility*, „Journal of Occupational and Environmental Hygiene”, [2007], 4, pp. 341–351.
- dr inż. Andrzej Zbrowski** jest adiunktem w Instytucie Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu. Kieruje Zakładem Doświadczalnym. Jest autorem lub współautorem 190 publikacji naukowych, 42 uzyskanych patentów oraz 140 zgłoszeń patentowych. Brał udział w realizacji 40 projektów badawczych, ponadto kierował 12 projektami badawczymi i rozwojowymi.



dr inż. **Jarosław KOSZELA**<sup>1</sup>  
dr inż. **Roman WANTOCH-REKOWSKI**<sup>1</sup>

## ZASTOSOWANIA SYMULATORÓW DO SZKOLENIA W ZAKRESIE SYTUACJI KRYZYSOWYCH<sup>2</sup>

### Training in crisis situation using simulators

#### Streszczenie

W publikacji przedstawiono opis możliwości zastosowania symulatorów do szkolenia w zakresie sytuacji kryzysowych. Zaprezentowano najważniejsze właściwości symulatorów wirtualnych w kontekście ich wykorzystania do szkolenia. Ze względu na różne warianty prowadzenia ćwiczeń wspomaganých komputerowo zaprezentowano przykładowe organizacje ćwiczeń ze wskazaniem roli poszczególnych elementów. Na zakończenie przedstawione zostały przykłady praktycznych zastosowań z wykorzystaniem symulatora VBS2.

#### Summary

The paper presents a description of the possible use of simulators for training in crisis situations. Main functions of virtual simulators in the context of their use for training were presented. Due to variations of exercises examples of computer-aided training organizations with an indication of the role of individual components were shown. At the end some practical examples using VBS2 simulator were presented.

**Słowa kluczowe:** symulacja wirtualna, zarządzanie kryzysowe, szkolenie;

**Keywords:** virtual simulation, crisis situation, training;

#### Wprowadzenie

Sytuacje kryzysowe są następstwem różnych zdarzeń, do których można zaliczyć m.in. katastrofy naturalne i techniczne powodowane zjawiskami przyrody i działalnością człowieka. Klasyfikację zagrożeń przedstawia Ryc. 1.

Sytuacje kryzysowe wynikające z różnych zdarzeń wymagają odpowiedniego przygotowania służb odpowiedzialnych za prawidłowe reagowanie na powstałe sytuacje. Przedstawiona klasyfikacja zagrożeń świadczy o rozległym zakresie i potencjalnie wysokim stopniu możliwości występowania sytuacji kryzysowych.

Ważnym aspektem działalności służb jest ustawiczne kształcenie w zakresie swoich obowiązków wynikających z odpowiednich przepisów. Dlatego też istotnym jest rozważanie możliwości zastosowania specjalizowanych systemów informatycznych do szkolenia w zakresie przygotowania do poszczególnych rodzajów sytuacji kryzysowych. Zastosowanie symulatorów wirtualnych oraz konstruktywnych do wspomaganía szkolenia umożliwia między innymi:

- ćwiczenie procedur działań poszczególnych służb ratowniczych,
- ćwiczenie współdziałania różnych służb ratowniczych,
- weryfikację efektywności i skuteczności obowiązujących procedur działań,
- weryfikację efektywności i planowanych do wprowadzenia procedur działań,
- analiza sytuacji kryzysowych historycznych.

Zastosowanie symulatorów do szkolenia ma na celu zastąpienie świata rzeczywistego światem wirtualnym. Sytuacja taka stwarza nowe możliwości w zakresie szkolenia, umożliwiając prowadzenie ćwiczeń w świecie wirtualnym, ale z wykorzystaniem obowiązujących procedur i rzeczywistego wyposażenia.

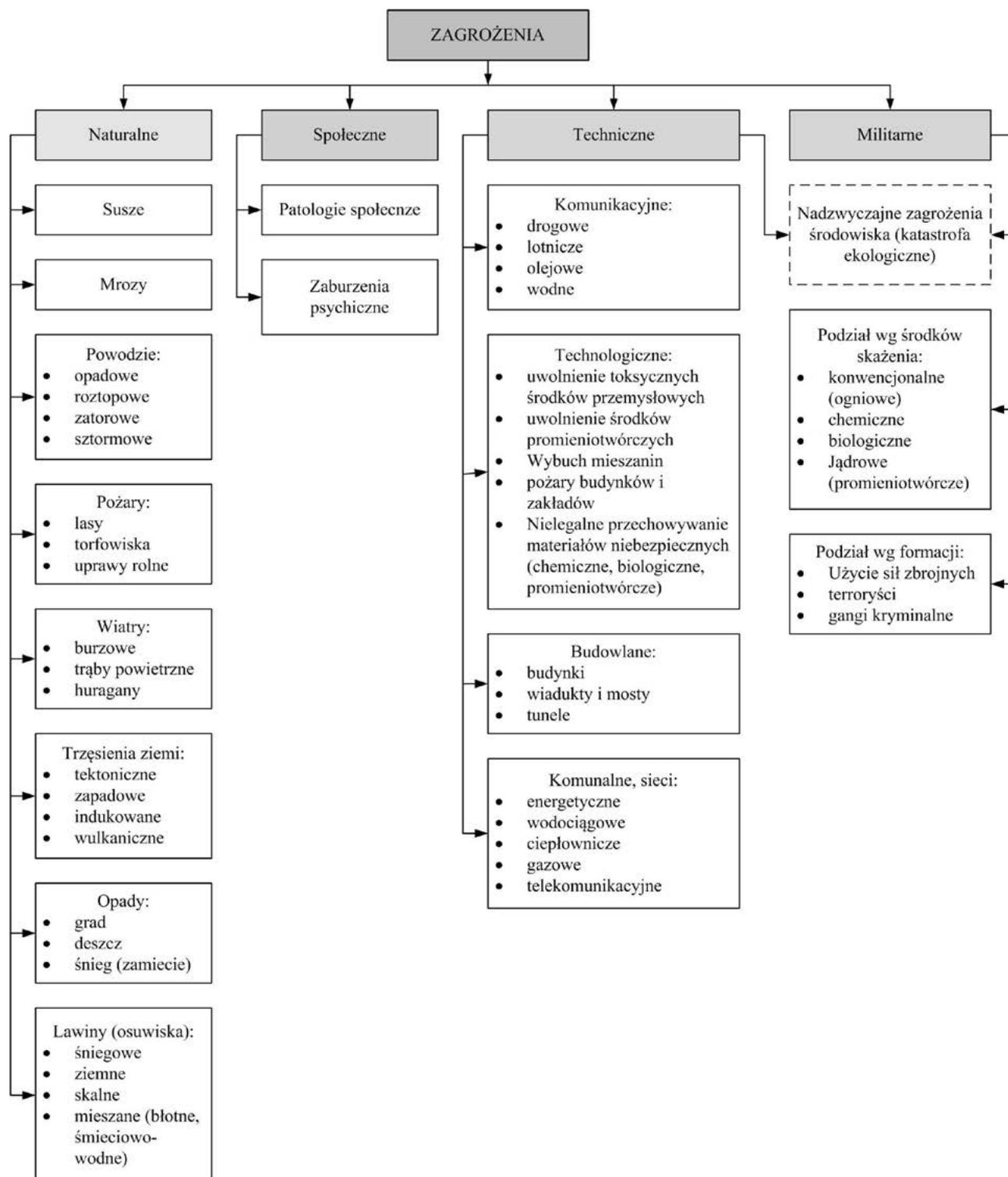
#### 1. Możliwości zastosowania symulatorów do szkolenia

Możliwości zastosowania symulatorów do prowadzenia szkoleń wynikają z następujących właściwości tych symulatorów:

- symulacja przebiegu scenariusza,
- możliwość tworzenia własnych obiektów (pojazd bojowy, ludzie, budynki),

<sup>1</sup> Wydział Cybernetyki, Wojskowa Akademia Techniczna

<sup>2</sup> Wkład autorów wynosi po 50%.



Ryc. 1. Klasyfikacja zagrożeń [5]  
Fig. 1. The classification of hazards

- możliwość tworzenia własnych map,
- możliwość budowy własnych scenariuszy,
- możliwość programowania warunków atmosferycznych,
- możliwość ingerencji instruktora w trakcie symulacji (np.: zablokowanie drogi),
- możliwość programowania zachowania obiektów (np.: ludzie, pojazdy),

- możliwość rejestrowania i odtwarzania przebiegu symulacji (ang. AAR – After Action Review).

Zastosowanie zaawansowanych środowisk symulacji wirtualnej umożliwia budowę scenariuszy poszczególnych ćwiczeń. Jest to jedna z ważniejszych cech tych środowisk. W skład scenariusza wchodzi następujące elementy:

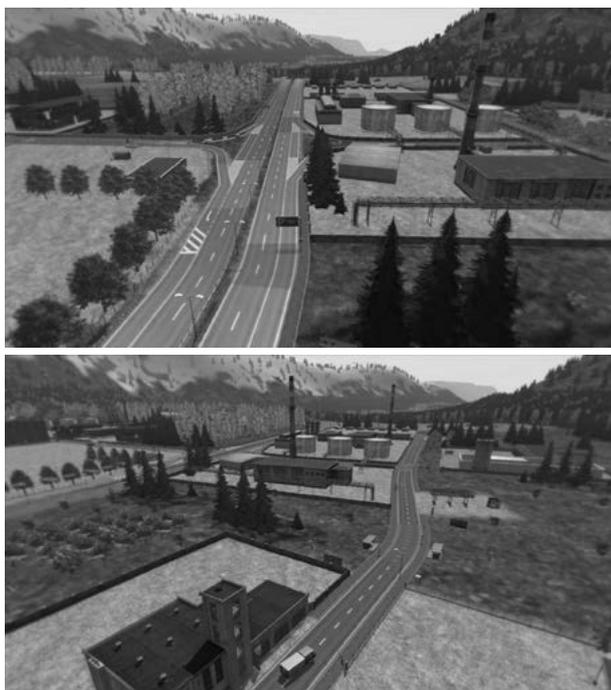
- mapa,

- obiekty stałe (np.: budynki, hale, wieże),
- elementy środowiska naturalnego (np.: drzewa, zwierzęta),
- pojazdy,
- ludzie.

Na poniższych rysunkach przedstawiono przykłady poszczególnych elementów scenariusza.



**Ryc. 2.** Mapa 2D i 3D [7]  
**Fig. 2.** 2D and 3D maps



**Ryc. 3.** Budynki, obiekty i środowisko naturalne [7]  
**Fig. 3.** Buildings, objects and natural environment



**Ryc. 4.** Pojazdy i ludzie [7]  
**Fig. 4.** Vehicles and peoples



**Ryc. 5.** Pora dnia [8]  
**Fig. 5.** Time of day



**Ryc. 6.** Warunki pogodowe [8]  
**Fig. 6.** Weather conditions



**Ryc. 7.** Noktowizja i obraz z kamery termalnej [8]  
**Fig. 7.** Night vision and thermal camera

Kolejnym ważnym elementem symulatora wirtualnego jest **edytor scenariuszy**. Narzędzie to na stworzonej wcześniej mapie z wykorzystaniem przygotowanych obiektów umożliwia budowanie zaawansowanych scenariuszy. Edycja scenariusza możliwa jest na zobrazowaniu 2D lub 3D. Możliwe jest rozmieszczenie początkowe elementów scenariusza, ustalenie warunków pogodowych oraz określenie pory dnia. Na poniższym rysunku przedstawiono egzemplifikację zobrazowania 3D przykładowego scenariusza.



Ryc. 8. Edytor scenariuszy [7]  
Fig. 8. Scenarios editor

Z zastosowania zaawansowanych środowisk symulacyjnych wynikają następujące korzyści:

- zmniejszenie kosztów szkoleń,
- ćwiczenie sytuacji, które są bardzo trudne do odtworzenia w rzeczywistości
- ćwiczenie sytuacji, które nie są możliwe do odtworzenia w rzeczywistości ze względu na duże koszty lub duże zagrożenia dla ćwiczących,

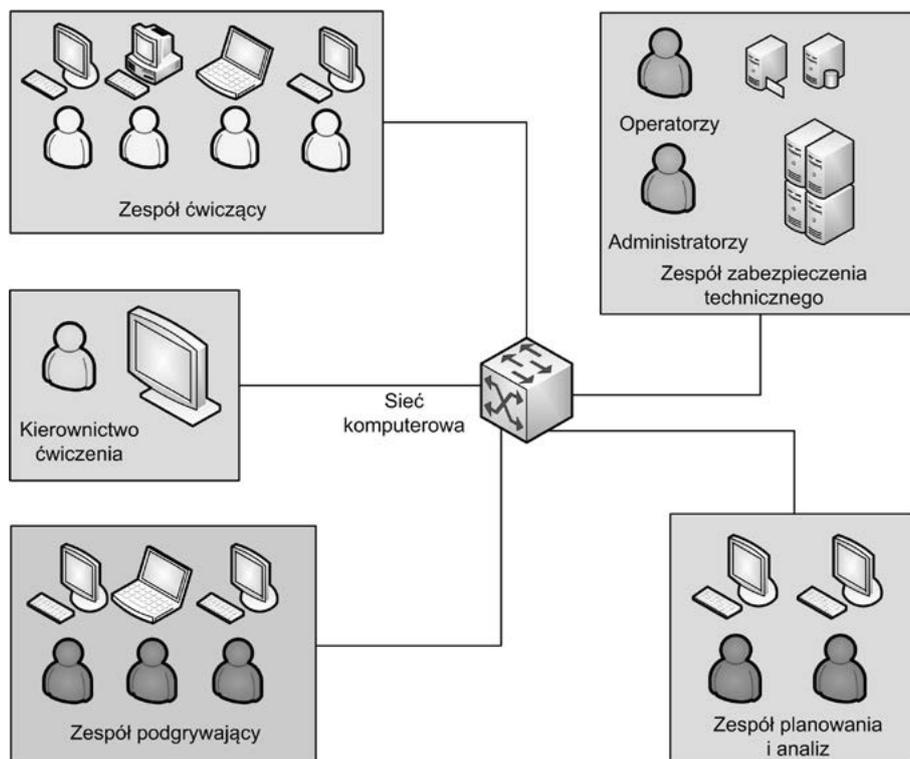
- możliwość ćwiczenia efektywności procedur oraz weryfikacja nowych procedur,
- możliwość ćwiczenia z użyciem nowych urządzeń (np.: UAV, UGV, automat gaszący).

## 2. Warianty organizacji ćwiczeń wspomaganých komputerowo z wykorzystaniem symulatorów wirtualnych i konstruktywnych

Organizacja ćwiczeń wspomaganých komputerowo z wykorzystaniem systemów informatycznych w szczególności symulatorów (ang. CAX – Computer-Assisted Exercises) wymaga zaangażowania i koordynacji zespołów przygotowujących ćwiczenia typu CAX. Do zadań przygotowawczych należy zaliczyć opracowanie wytycznych i założeń do ćwiczeń, przygotowanie oraz implementację scenariuszy i danych niezbędnych do realizacji ćwiczenia (mapa, parametry i własności obiektów itp.) oraz techniczne przygotowanie stanowisk dla wszystkich uczestników ćwiczenia.

Ćwiczenia typu CAX do szkolenia i weryfikacji działania grup dowodzących, sztabów antykrizysowych, w zakresie dowodzenia i działań w ramach systemu ratowniczo-gaśniczego oraz współdziałania z innymi służbami i organami władzy lokalnej i centralnej np. policja, wojsko, pogotowie energetyczne, gazowe, samorządy gmin, powiatów itp. Schemat przykładowej struktury organizacyjnej takiego ćwiczenia (Ryc. 9), który składa się z:

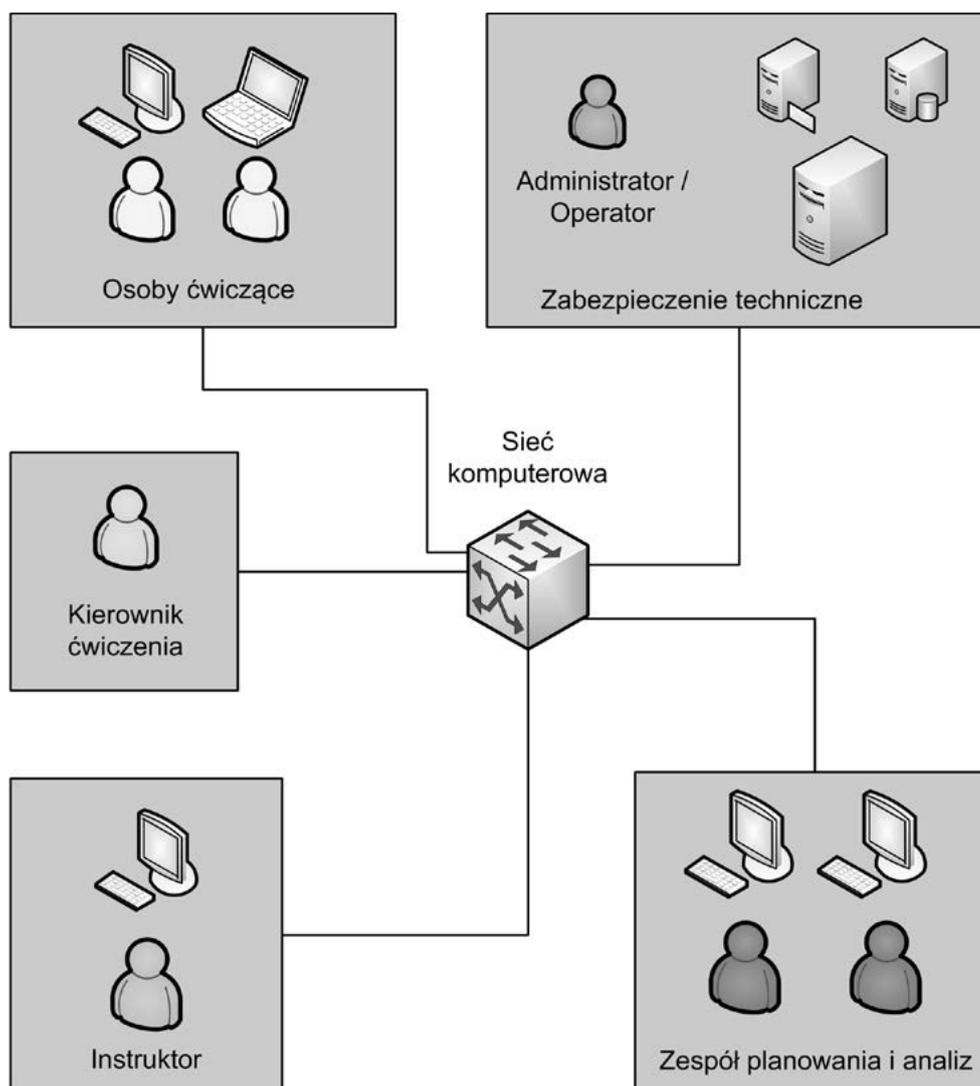
- kierownictwa ćwiczenia – którego podstawowym zadaniem jest nadzór i kierowanie przebiegiem ćwiczeń CAX;



Ryc. 9. Przykład struktury organizacyjnej ćwiczeń CAX – zespół ćwiczący  
Fig. 9. Example of CAX organization structure – training team

- zespołu planowania i analiz – który przygotowuje scenariusze ćwiczeń oraz analizuje dane i wyniki uzyskane zarówno w trakcie, jak i po zakończeniu ćwiczeń (AAR);
- zespołu zabezpieczenia technicznego – którego zadaniem jest techniczne zabezpieczenie całego procesu szkolenia CAX (przygotowanie sprzętu komputerowego, sieciowego, systemu łączności pomiędzy uczestnikami ćwiczeń, aktualizacja baz danych, map itp.)
- zespołu ćwiczącego – który realizuje zadania przewidziane w ćwiczeniu, korzystając z systemowych interfejsów użytkownika do uzyskiwania danych realizowanego ćwiczenia jak i wydanie poleceń czy wykonywanie zadań przez ten interfejs.
- zespołu podgrywającego – jego zadaniem jest dokonywanie zmian stanu systemu w trakcie ćwiczenia zgodnie z przyjętym scenariuszem lub zmian stanu systemu na żądanie kierownictwa ćwiczenia np. wprowadzenie dodatkowych zagrożeń w trakcie realizacji ćwiczenia.

W przypadku przeprowadzania ćwiczeń, których głównym zadaniem jest nauka i doskonalenie umiejętności pojedynczych osób ćwiczących w określonym zakresie np. szkolenie kierowców wozów bojowych PSP, operatorów specjalistycznych urządzeń itp. nie jest wymagana tak rozbudowana struktura organizacyjna, jak opisana wyżej. Do tego rodzaju ćwiczeń wykorzystywane są zwykle symulatory rzeczywiste typu trenażery. Przedstawiona poniżej (Ryc. 10) struktura określa role wymagane do realizacji tego typu ćwiczeń i szkoleń, które mogą być łączone i wykonywane przez jedną osobę np. kierownikiem ćwiczenia może być równocześnie instruktor prowadzący dane ćwiczenie. Pozostałe role – administratora, operatora, zespołu planowania i analiz – mogą być również łączone w przypadku niezbyt szerokiego zakresu szkolenia czy ćwiczenia, dzięki możliwościom technicznym trenażera – zaletą jest szczególnie łatwość oraz elastyczność w wykorzystaniu tego rozwiązania przez osoby szkolące.



**Ryc. 10.** Przykład struktury organizacyjnej ćwiczeń CAX – symulator-trenażer  
**Fig. 10.** Example of CAX organization structure – training system and simulation

### 3. Przykłady zastosowań

W rozdziale przedstawiono przykładowe implementacje scenariuszy ćwiczeń zastosowanych w symulatorze VBS2. Symulator VBS2 jest interaktywnym środowiskiem symulacyjnym z zaawansowaną grafiką o dużym poziomie szczegółowości elementów. Wyposażony jest w zestaw narzędzi informatycznych wspomagających wszystkie etapy przygotowania, prowadzenia i oceny ćwiczeń wspomaganych komputerowo. Jedną z ważniejszych właściwości systemu jest możliwość tworzenia autorskich zaawansowanych scenariuszy z zastosowaniem własnej mapy oraz personalizowanych obiektów (np. ludzie, pojazdy). VBS2 jest gotowym rozwiązaniem szkoleniowym umożliwiającym symulację szerokiej gamy sytuacji. Użytkownicy w trakcie szkolenia sterują wirtualnymi osobami/pojazdami w czasie rzeczywistym, uczestnicząc w ustalonym scenariuszu szkoleniowym. Wspólnie prowadzą interakcję między sobą oraz wirtualnym środowiskiem.

Poniższe przykłady dotyczą możliwości wspomagania szkoleń w zakresie ćwiczeń związanych z następującymi przykładowymi sytuacjami:

- karambol na autostradzie,
- pożar lasu na dużym obszarze,
- powódź,
- pożar zbiornika,
- skażenie chemiczne,
- pożar samolotu na płycie lotniska.



Ryc. 11. Przykłady zagrożeń (www.google.pl | grafika)

Fig. 11. Examples of hazards

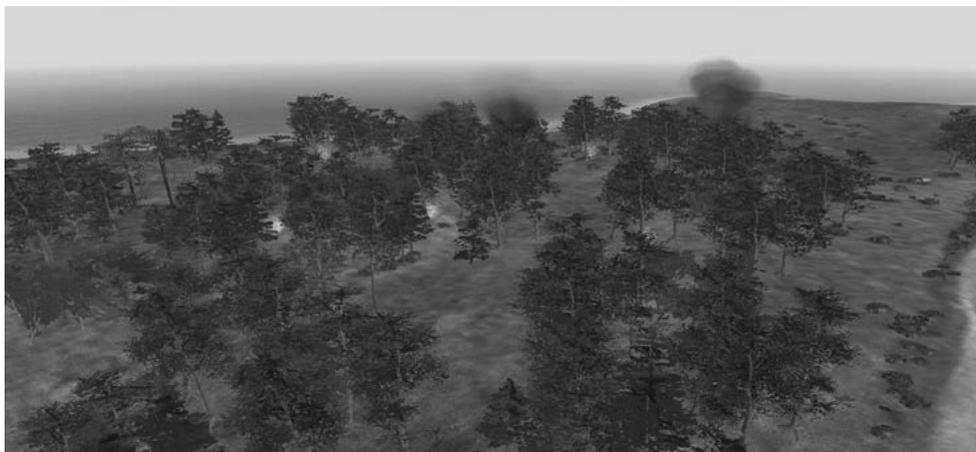
Poniżej przedstawiono odwzorowanie powyższych sytuacji w symulatorze VBS2 w konfiguracji umożliwiającej prowadzenie ćwiczeń w danym zakresie.



**Ryc. 12.** Przykład symulacji zdarzenia: kolizja na drodze  
**Fig. 12.** Example of event simulation: collision on the road



**Ryc. 13.** Przykład symulacji zdarzenia: pożar zbiornika  
**Fig. 13.** Example of event simulation: tank fire



**Ryc. 14.** Przykład symulacji zdarzenia: pożar lasu  
**Fig. 14.** Example of event simulation: forest fire



**Ryc. 15.** Przykład symulacji zdarzenia: powódź  
**Fig. 15.** Example of event simulation: flood

Powyższe przykłady zobrazowania wybranych sytuacji kryzysowych świadczą o dużych możliwościach zastosowania symulatorów z grafiką o dużym poziomie szczegółowości. Jak wcześniej już wskazywano, sama grafika 3D jest tylko jednym z ważnych aspektów symulatora wyposażonego w zestaw narzędzi informatycznych wspomagających wszystkie etapy przygotowania, prowadzenia i oceny ćwiczeń wspomaganych komputerowo. Podstawowym zagadnieniem jest symulacja zjawisk zachodzących w wirtualnym świecie z uwzględnieniem warunków występujących w świecie rzeczywistym.

## Literatura

1. Sabak Z., Królikowski J., *Ocena zagrożeń bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej*, AON, Warszawa 2001.
2. Kitler W., Wiśniewski B., Prońko J., *Wybrane problemy zarządzania kryzysowego w państwie*, AON, Warszawa 2000.
3. Sienkiewicz P., *Informatyczne wspomaganie decyzji w sytuacjach kryzysowych* [w:] *Współpraca cywilno-wojskowa (Civil Military Cooperation – CIMIC)*, MON, Warszawa 1999.
4. Kitler W., *Podstawowa terminologia zarządzania kryzysowego* [w:] *Zarządzanie kryzysowe w sytuacji klęski żywiołowej*, E. Nowak (red.), „Zeszyt problemowy”, Towarzystwo Wiedzy Obronnej, Nr 1(45)/2006.
5. *Obrona narodowa w tworzeniu bezpieczeństwa III RP*, R. Jakubczak (red.), Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa 2003.
6. Kaczmarek W., *Identyfikacja, charakterystyka sytuacji kryzysowych*, AON, Warszawa 2004.
7. Instalacja VBS2 VTK 2.0
8. Bohemia Interactive Australia Ltd, White Paper: VBS2 Release Version 2.0 January 06, 2012.
9. *Modele zagrożeń aglomeracji miejskiej wraz z systemem zarządzania kryzysowego na przykładzie miasta stołecznego Warszawy*, A. Najgebauer (red.), Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2009.
10. Najgebauer A., Antkiewicz R., Pierzchała D., Tarapata Z., Rulka J., Kasprzyk R., Chmielewski M., Koszela J., Wantoch-Rekowski R., *Informatyczne systemy wspomaganie decyzji w sytuacjach konfliktowych i kryzysowych* [w:] *Technologie podwójnego zastosowania*, A. Najgebauer (red.), Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2012.
11. Najgebauer A., Antkiewicz R., Pierzchała D., Tarapata Z., Rulka J., Kasprzyk R., Chmielewski M., Koszela J., Wantoch-Rekowski R., Kulas W., *Systemy wspomaganie zarządzania kryzysowego* [w:] *Badania operacyjne i systemowe a zagrożenia społeczeństwa informacyjnego, bezpieczeństwa i walki*, J. Kasprzyk, A. Najgebauer, P. Sienkiewicz (red.), PAN IBS, Warszawa 2008.

**dr inż. Jarosław Koszela** jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej. Naukowo i praktycznie zajmuje się aspektami związanymi z szeroko pojętą inżynierią oprogramowania, systemami, narzędziami i technikami przetwarzania danych, systemami rozproszonymi, systemami symulacji komputerowej i interoperacyjnością systemów. Interesuje się zastosowaniami informatyki w systemach wielkoskalowych. Jest współautorem systemów symulacyjnych wdrożonych w Siłach Zbrojnych RP. Jest autorem lub współautorem wielu monografii i referatów prezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych.

**dr inż. Roman Wantoch-Rekowski** jest od roku 1992 pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej. W 1998 roku obronił rozprawę doktorską nt. „Analiza możliwości klasyfikacji sieci neuronowych jednokierunkowych wielowarstwowych”. Dr inż. Roman Wantoch-Rekowski był kierownikiem własnych prac badawczych z zakresu analiz właściwości sieci neuronowych oraz kierownikiem zadań badawczych grantów finansowanych ze środków KBN oraz prac badawczych zamawianych. Jest współautorem systemów symulacyjnych wdrożonych w Siłach Zbrojnych RP. Jest autorem lub współautorem 8 monografii, 11 rozdziałów w monografiach, ponad 30 referatów na konferencjach krajowych oraz ponad 40 na konferencjach zagranicznych. Jest specjalistą w zakresie metod sztucznej inteligencji oraz zastosowania zaawansowanych systemów symulacyjnych do ćwiczeń wspomaganych komputerowo.

st. kpt. mgr inż. **Szymon KOKOT-GÓRA**<sup>1</sup>

## ZABEZPIECZENIE DZIAŁAŃ WEWNĘTRZNYCH I UDZIELANIA POMOCY POSZKODOWANYM STRAŻAKOM

### Securing of interior activities and rescuing downem firefighters

#### Streszczenie

Zabezpieczenie wewnętrznych działań gaśniczych i udzielanie pomocy uszkodzonym strażakom to względnie nowe zagadnienia w polskim pożarnictwie. Kilka ostatnich lat przyniosło nie tylko korzystne zmiany w przepisach prawa, ale również szereg przedsięwzięć służących popularyzacji zagadnienia. Wystąpienia na konferencjach, liczne artykuły czy ukazanie się podręcznika do doskonalenia zawodowego sprzyjały szerokiej dyskusji na temat sposobów realizacji omawianych zagadnień. Doprowadziło to do zacieśnienia współpracy międzynarodowej na tym polu i zorganizowania w Olsztynie międzynarodowych warsztatów ratowniczych z udziałem strażaków z Niemiec i Austrii zrzeszonych w stowarzyszeniu Atenschutzunfaelle.eu. Blisko 30 osób przez 3 dni dzieliło się wiedzą i doświadczeniami odnośnie istniejących przepisów, rozwiązań organizacyjnych oraz wykorzystywanych technik ratowniczych. Wspólne wykłady oraz ćwiczenia praktyczne pozwoliły na postawienie kilku ważnych pytań i znalezienie odpowiedzi na niektóre z nich, a także zauważenie nowych problemów i wyzwań. Artykuł omawia teoretyczną część warsztatów, streszczając zagadnienia poruszane w trakcie wystąpień prelegentów z poszczególnych krajów.

#### Summary

Securing of interior firefighting actions and providing assistance to downed firefighters are relatively new issues to Polish firefighting. Few recent years brought not only favourable changes in legal regulations but also a number of undertakings helping the popularization of the problem. Speeches at conferences, numerous articles or the publication of a textbook for in-service training supported a broad discussion on the ways of realization of the mentioned issues. It led to strengthening of international cooperation in this field and organizing in Olsztyn an international rescue workshop with participation of firefighters from Germany and Austria united in the association Atenschutzunfaelle.eu. Nearly 30 people for 3 days shared knowledge and experiences on existing regulations, organizational solutions and applied rescue techniques. Joint lectures and practical training allowed for posing some important questions and finding answers to some of them as well as identifying new problems and challenges. The article elaborates on the theoretical part of the workshop, summarizing issues raised during speeches of the speakers from individual countries.

**Słowa kluczowe:** warsztaty ratownicze, współpraca międzynarodowa, uszkodzony strażak, szybkie reagowanie;

**Keywords:** rescue workshop, international cooperation, downed firefighter, rapid intervention;

#### Wprowadzenie

W dniach 19-21 października 2012 r., w Ośrodku Szkolenia KW PSP w Olsztynie, odbyły się międzynarodowe warsztaty ratownicze poświęcone tematyce bezpieczeństwa działań podczas pożarów wewnętrznych, samoratownia i udzielania pomocy uszkodzonym strażakom. W warsztatach udział wzięła ośmioosobowa grupa strażaków z Niemiec (6 osób) i Austrii (2 osoby), zrzeszona w nieformalnej grupie o nazwie Atenschutzunfaelle.eu. Wspomniana inicjatywa zrzesza dodatkowo strażaków z Luksemburga oraz Holandii i zajmuje się poruszaną tu tematyką od 1996 roku, natomiast do Olsztyna przyjechała na zaproszenie przedstawiciela kadry tu-tejszego ośrodka. Wśród uczestników polskich moż-

na wymienić oficerów oraz aspiranta, reprezentujących różnorodne komórki organizacyjne szkół PSP: w Warszawie (Zakład Działań Gaśniczych), Krakowie (Wydział Kształcenia Zawodowego), Poznaniu (JRG SA PSP) i Bydgoszczy (JRG SP PSP oraz Wydział Nauczania). Dodatkowo udział wzięli współautorzy książki „Podstawy zabezpieczenia oraz ratowania strażaków podczas wewnętrznych działań gaśniczych” (Zastępca Komendanta Powiatowego PSP, Dowódca JRG PSP, Wykładowca OS KW PSP oraz strażak ochotnik) a także Dowódca JRG KM PSP, Naczelnik Wydziału Operacyjno-Szkoleniowego KM PSP oraz starszy ratownik JRG KM PSP. Ponadto w warsztatach uczestniczyła kadra dydaktyczna Ośrodka Szkolenia w KW PSP w Olsztynie, przedstawiciel Wydziału Operacyjnego KW PSP w Olsztynie a także Zastępca Warmińsko-Mazur-

<sup>1</sup> Ośrodek Szkolenia KW PSP w Olsztynie



**Ryc. 1.** Uczestnicy warsztatów  
**Fig. 1.** Participants of the workshop

skiego Komendanta Wojewódzkiego PSP oraz przedstawicieli KCKRiOL i BWM KG PSP. Łącznie w warsztatach udział wzięło 29 osób.

Wstępny plan warsztatów uwzględniał zarówno sesje teoretyczne, jak i ćwiczenia praktyczne w podgrupach. Stąd stworzono program, który obejmował następujące zagadnienia:

1. Część teoretyczna (prezentacje stron polskiej, niemieckiej i austriackiej):
  - stan organizacyjno-prawny dotyczący omawianych zagadnień,
  - statystyka wypadkowości w strażach pożarnych oraz wybrane studia przypadków,
  - omówienie wybranych technik ratowniczych
2. Część praktyczna:
  - demonstracje technik i ćwiczenia w podgrupach.

W ostatnim dniu warsztatów dodatkowo dokonano podsumowania oraz zwrócono dodatkową uwagę na inne zagadnienia związane z omawianymi tematami.

Niniejsza – pierwsza część sprawozdania ze wspomnianych warsztatów skupi się na przybliżeniu i omówieniu treści poruszanych w części teoretycznej warsztatów. Podsumuje również wspomniany powyżej ostatni dzień warsztatów.

## Realia polskie

Status quo strony polskiej rozpoczęto omawiać od przybliżenia zebranych uczestnikom uregulowań prawnych mających znaczenie dla omawianych treści. Szczególnie istotne okazały się zmiany w przepisach branżowych, jakie miały miejsce na przestrzeni kilku ostatnich lat [1]. Swego rodzaju rewolucja zaczęła się od długo oczekiwanej nowelizacji przepisu branżowego dotyczącego bezpieczeństwa i higieny służby [2]. Już na samym początku rozporządzenia, w przepisach ogólnych, znajduje się bardzo ważne stwierdzenie. W § 3.2. oraz § 3.3. czy-

tamy m.in., że *bezpośredni przełożony strażaków we własnym zakresie niezwłocznie likwiduje stwierdzone lub zgłoszone zagrożenia życia lub zdrowia strażaków natomiast do czasu likwidacji zagrożenia bezpośredni przełożony lub osoba, o której mowa w ust. 1, (tj. KAR lub prowadzący ćwiczenia/szkolenie – przyp. autora) zabezpiecza strażaków przed jego skutkami*. Zasada, która od zawsze była oczywistością w ogólnej sferze bhp, nabrała teraz konkretnej formy w postaci przepisu prawa branżowego. Widać przy tej okazji, jak starannie dobrano każde słowo w niniejszym przepisie, czyniąc go fundamentalnym dla bezpieczeństwa wszystkich działań oraz obarczając dowódcę odpowiedzialnością za natychmiastowe przeciwdziałanie jakimkolwiek sytuacjom zagrożenia wobec strażaków. W opinii autora oraz grona propagatorów idei aktywnego przygotowywania się na zaistnienie sytuacji niepożądanych (o którym mowa w artykule) dotyczy to również przygotowania m.in. na konieczność ewakuacji uszkodzonego strażaka ze strefy zagrożenia. Kolejne przepisy rozporządzenia mówią między innymi o tym, że:

- uwzględniając poziom dowodzenia, KAR:
  - rozpoznaje zagrożenia i wydaje polecenia w celu zabezpieczenia strażaków przed ich skutkami,
  - ustala sygnały i środki alarmowe oraz odwód niezbędny do udzielenia natychmiastowej pomocy uszkodzonym i zagrożonym,
  - rozpoznaje i ustala drogi odwrotu i ewakuacji,
  - nadzoruje pracę i zabezpieczenia strażaków na stanowiskach szczególnie zagrożonych.
- Dowódca nadzorujący strefę zagrożenia lub jej część:
  - kontroluje, dla celów bezpieczeństwa, stan liczebny podległych strażaków, w szczególności przebywających w strefie zagrożenia,
  - organizuje, w miarę możliwości, pomiar czasu przebywania strażaków w strefie zagrożenia,

z wykorzystaniem urządzeń do tego przeznaczonych lub kart pracy sprzętu dla ochrony dróg oddechowych,

- podejmuje decyzję o natychmiastowych poszukiwaniach zaginionych w strefie strażaków.
- strażakom w strefie zagrożenia wyznacza się dwóch strażaków do asekuracji.
- przed wejściem do strefy zagrożenia strażak przygotowuje ewentualne drogi ewakuacji.
- wychodząc ze strefy zagrożenia, strażak melduje dowódcy o zrealizowanych zadaniach i o swoim stanie psychofizycznym.
- w przypadku uzyskania przez kierującego akcją ratowniczą informacji o osobie poszkodowanej znajdującej się w strefie zagrożenia, kierujący tą akcją przyjmuje, że nastąpił stan bezpośredniego zagrożenia życia lub zdrowia ludzkiego. Wówczas strażak podczas wykonywania czynności ratowniczych może odstąpić od zasad powszechnie uznanych za bezpieczne, po wcześniejszym powiadomieniu o tym kierującego akcją ratowniczą lub dowódcy nadzorującego strefę zagrożenia.
- podczas gaszenia pożaru kierujący akcją ratowniczą utrzymuje łączność i kontroluje czas przebywania strażaka w strefie zagrożenia zapewniający bezpieczny odwrót lub ewakuację.
- w przypadku konieczności wejścia przez otwory w ścianach budynku, ustawia się drabinę z boku otworu, w sposób umożliwiający bezpieczne przejście z drabiny na dolną krawędź otworu. Kierujący akcją ratowniczą w uzasadnionych przypadkach może podjąć decyzję o innym ustawieniu drabiny przystawnej.

Komentując ostatni punkt, należy stwierdzić, że tak skonstruowany przepis sprzyja realizacji jednej ze znanych na świecie technik samodzielnej lub wspomaganiej ewakuacji strażaka w warunkach odcięcia standardowych dróg odwrotu, dlatego został ujęty w niniejszym zestawieniu.

W roku 2011 weszła w życie nowelizacja rozporządzenia dotyczącego zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego [3]. Czytamy w nim, że wspomniany system w zakresie walki z pożarami obejmuje między innymi realizację działań ratowniczych niezbędnych do ugaszenia pożaru oraz zmniejszenia lub likwidacji zagrożenia pożarowego i wybuchowego. Wspomniane działania ratownicze pośród innych zagadnień obejmują natomiast:

- rozpoznanie i identyfikację zagrożenia,
- priorytetowe wykonanie czynności umożliwiających:
  - dotarcie i wykonanie dostępu do zagrożonych lub poszkodowanych osób, wraz z udzieleniem im kwalifikowanej pierwszej pomocy, i ewakuacja poza strefę zagrożenia,

- przygotowanie dróg ewakuacji zagrożonych lub poszkodowanych osób oraz ratowników,
- zapewnienie bezpieczeństwa zagrożonym lub poszkodowanym osobom oraz ratownikom.

Widać zatem, że kolejna nowelizacja przynosi zmiany w omawianej tematyce, co stopniowo tworzy spójny obraz prawny, w sposób oczywisty kierując uwagę na sytuację konieczności udzielania pomocy strażakowi poszkodowanemu podczas wewnętrznych działań gaśniczych. Czy jednak ma to wymierne odzwierciedlenie w obiektywnej rzeczywistości? Zarówno każdy uczestnik warsztatów, jak i każdy czytelnik niniejszego artykułu, patrząc przez pryzmat otaczających go realiów, powinien sobie sam odpowiedzieć na to pytanie. Niemniej jednak grupa osób zrzeszona pod szyldem strony internetowej poświęconej omawianej tematyce [5] zebrała materiały i doświadczenia oraz opracowała podręcznik do doskonalenia zawodowego [6], który został wydany w nakładzie tysiąca sztuk przez Szkołę Aspirantów PSP w Krakowie za pieniądze zebrane od sponsorów a następnie przekazany nieodpłatnie do każdej JRG, szkoły pożarniczej, ośrodka szkolenia, komendy wojewódzkiej PSP, a także do wybranych biur Komendy Głównej PSP oraz Komendantowi Głównemu PSP i jego Zastępcom. Na wspomnianej stronie internetowej zamieszczono również prezentacje multimedialne pomagające w organizacji zajęć z wykorzystaniem podręcznika. Samą książkę można dziś pobrać ze strony internetowej Szkoły Aspirantów PSP w Krakowie w dziale „Wydawnictwa” – oferta wydawnicza.



**Ryc. 2.** Prelekcja Adriana Riddera ze stowarzyszenia Atenschutzunfaelle.eu na temat uregulowań prawno-organizacyjnych obowiązujących w Niemczech  
**Fig. 2.** Speech of Adrian Ridder from the association Atenschutzunfaelle.eu on legal and organizational regulations binding in Germany

W dalszej części warsztatów omówiono dwa przypadki służące zobrazowaniu pewnych tez stawianych przez zwolenników propagowania idei „ratowania strażaków przez strażaków”.

Pierwszy dotyczył zdarzenia w miejscowości Jelcz-Laskowice z 2 stycznia 2003 roku. W pożarze mieszkania na IV piętrze w budynku wielorodzinnym zginęło dwóch strażaków. Nie było intencją organizatorów ani uczestników warsztatów ocenianie czy krytyka zdarzeń, które wówczas miały miejsce, czy też wykazywanie jakichkolwiek błędów. Niewątpliwie ogromna presja, jaką czuli strażacy w zetknięciu z osobą poszkodowaną znajdującą się w mieszkaniu i zamierzającą skakać z okna z powodu silnego zadymienia, powodowała duży stres u ratowników. Z pewnością był to element znacznie utrudniający prowadzenie działań. Potęgowane niezwykle silnym zadymieniem trudności w odnalezieniu tej osoby w mieszkaniu, oraz sprzęt blokujący drogi dotarcia, jedynie zwiększały poziom eksploatacji strażaków ponad ludzkie siły. Jednak elementem, na który chciano podczas warsztatów zwrócić uwagę, była nieskuteczna próba ewakuacji poszkodowanych nieprzytomnych strażaków pod ich odnalezieniu wewnątrz płonącego i zadymionego mieszkania. Organizatorzy i uczestnicy warsztatów wspólnie przyznali, że jest to jedna z najbardziej wymagających czynności ratowniczych. Nawet osoby regularnie ćwiczące stosowne techniki ewakuacji mogą mieć problem ze skutecznym działaniem. Kiedy dochodzi do tego ogromny stres, wyczerpanie fizyczne i skrajnie niesprzyjające warunki pożarowe bardzo prawdopodobnym scenariuszem okazać się może niepowodzenie podejmowanych wysiłków, szczególnie jeśli nie są znane i przećwiczone techniki pozwalające na stosunkowo sprawne i szybkie ewakuowanie poszkodowanego strażaka. Dlatego z całego zdarzenia wyeksponowano fakt, że w Polsce nigdy nie były ćwiczone (i nadal są w niewystarczającym stopniu rozpowszechnione) wspomniane techniki ewakuacji i inne czynności towarzyszące akcji ratowania strażaka. Jak pokazuje doświadczenie – zaistnienie kilku czynników negatywnych czyni powodzenie takiej akcji mniej prawdopodobnym a również może ostatecznie doprowadzić do fiaska.

Drugim przypadkiem, który omówiono, była relacja uczestnika pożaru pustostanu w jednym z niewielkich miast Polski. Do zdarzenia wyjechał niemal cały stan osobowy JRG (jednostka posiada stan osobowy będący najmniejszym dopuszczalnym w naszym kraju), oprócz funkcjonariusza pilnującego obiektów. Dwie rotę prowadziły równoległe przeszukiwanie kolejnych pięter trzykondygnacyjnego budynku: piętra, parteru i piwnicy. Po przeszukaniu każdej z kondygnacji konieczna była zmiana butli w aparatach rot wewnętrznych, bowiem silne zadymienie oraz nieład we wnętrzu budynku powodowały szybkie zużywanie zapasów powietrza. Po przeszukaniu pomieszczeń piwnicznych pierwsza rota zgłosiła gotowość do wyjścia i poprosiła dowódcę o wyciągnięcie linii gaśniczej. W tym samym

momencie jeden ze strażaków – przodownik rotę – poczuł, jak pękają deski, na których stoi, a on sam wpada do wody. W miarę zanurzania się w wodzie i braku możliwości złapania się czegokolwiek oraz oparcia nóg o dno usłyszał alarm niskiego ciśnienia w butli swojego aparatu. Dodatkowym elementem niekorzystnym, z którego zdał sobie sprawę był fakt, że jego partner z rotę miał stosunkowo małe doświadczenie w pracy strażackiej. Po chwili również drugiemu strażakowi uruchomił się alarm niskiego ciśnienia. W tym samym czasie druga rota również doświadczyła problemów polegających na częściowym wpadnięciu jednego strażaka w ten sam otwór – jak się później okazało zbudowany wewnątrz budynku i posiadający wjazd w tylnej części obiektu kanał samochodowy, w momencie zdarzenia całkowicie wypełniony wodą i przykryty deskami. Po chwili pomocnikowi pierwszej rotę udało się złapać paski naramienne aparatu poszkodowanego i – jak sam później przyznał – nie wiadomo jak, wyciągnąć kolegę na krawędź otworu. Strażacy chcieli dokonać szybkiego odwrotu, śledząc linię gaśniczą, jednak na ich prośbę dowódca już zdążył ją wyciągnąć. W nadal silnym zadymieniu próbowali odnaleźć drogę do wyjścia. Chwilę wcześniej druga rota zgłosiła problem dowódcy, który – w obliczu braku aparatów i butli – polecił odpiąć samochód gaśniczy od linii głównej i wysłać go po dodatkowe butle do jednostki. Po dłuższej chwili rota pierwsza odnalazła wyjście, jednak przodownik przyznał, że zanim się to wydarzyło poczuł nieprzyjemne zaciskanie się maski na twarzy w wyniku zupełnego braku powietrza w butli i zmuszony był zdjąć maskę w zadymieniu. Dzięki pomocy dowódcy, który sygnalizował dźwiękowo kierunek wyjścia oraz dawał sygnały świetlne, w końcu udało się rocie pierwszej odnaleźć wyjście. W tym momencie również pomocnikowi rotę pierwszej zabrakło powietrza. O ile ten przypadek był z pewnością srogą lekcją dla strażaków i dowódcy, bowiem złamano kilka podstawowych zasad bezpieczeństwa, to największe zdumienie budzi fakt braku jakiegokolwiek informacji o całym zajściu w meldunku ze zdarzenia. To udowadnia jedno – nadal nie mówimy otwarcie o zdarzeniach i tracimy tym samym okazję do wzajemnego uczenia się na własnych błędach. Bez oceniania, osądzania czy ferowania wyroków – a jedynie poprzez zupełnie niepersonalną analizę zdarzeń i czynników, które spowodowały taki, a nie inny niekorzystny obrót sytuacji. Wszyscy uczestnicy zgodnie przyznali, że znają taki stan rzeczy i potwierdzają jego występowanie – również goście z Niemiec i Austrii. Jako przykład do naśladowania podano tu Stany Zjednoczone, gdzie wszystkie zdarzenia tego typu opisywane są w dostępnych powszechnie raportach publikowanych w internecie. Służą one doskonaleniu zawodowemu samych strażaków, jak również sposobów or-

ganizacji działań, natomiast nigdy nie są wykorzystywane do piętnowania czy karania konkretnych osób.

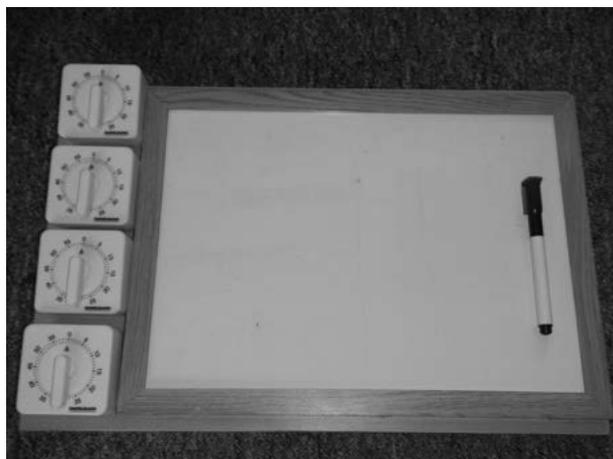
W ramach podsumowania warsztatów zwrócono też uwagę na kilka kolejnych spraw:

- Podczas omawiania uregulowań prawnych zwrócono uwagę na wymagane przepisami nadzоровanie pracy oraz zabezpieczeń strażaków na stanowiskach szczególnie zagrożonych, kontrolę stanu liczebnego strażaków przebywających w strefie (a więc pracujących w sprzęcie ODO), obowiązek natychmiastowego poszukiwania zaginionych w strefie zagrożenia ratowników oraz przede wszystkim przepis nakazujący – w miarę możliwości – śledzenie zużycia powietrza przez ratowników pracujących w aparatach powietrznych. Są to wykorzystywane na świecie i odzwierciedlone w naszych przepisach branżowych sposoby tzw. ewidencji strażaków, czyli nadzoru nad stanem liczebnym, miejscami przebywania, wykonywanymi czynnościami i przede wszystkim zapasem powietrza. Dlatego część podsumowania poświęcono na przedstawienie i omówienie propozycji prostego i taniego rozwiązania służącego zapewnieniu takiego nadzoru, łącznie z pomiarem czasu pracy. Rozwiązanie takie stanowi wykonana własnym kosztem tablica dowódcy do odnotowywania istotnych informacji lub jej mniej rozbudowana wersja – karta czasu pracy strażaków w sprzęcie ODO. Kwestia pomiaru czasu pracy i – co ważniejsze – poziomu powietrza i szybkości jego zużywania ma największą wagę, bowiem ochrona dróg oddechowych jest najistotniejszym zabezpieczeniem pozwalającym na bezpieczną pracę i przeżycie w sytuacji kryzysowej w zadymieniu. Uczestnicy warsztatów aktywnie brali udział w dyskusji, a rozważania nie pozostały w sferze werbalnej. Na poniższym zdjęciu widać wykonaną tanim kosztem i niewielkim nakładem pracy tablicę do śledzenia upływającego czasu pracy w sprzęcie ODO wykonaną w SP PSP w Bydgoszczy. Przy tej okazji zwrócono również uwagę na wartości średniego zużycia przyjęte do szacowania szybkości zużywania powietrza oraz ich praktyczne znaczenie. Kolejną ważną sprawą jest określenie tzw. poziomu odwrotu, czyli stanu zapasu powietrza, który obligatoryjnie zmusza strażaka do wycofania się ze strefy zagrożenia.

- W świetle istniejącej interpretacji obowiązujących przepisów BHP [7] zarówno ćwiczenie techniki ewakuacji poszkodowanego strażaka, jak i faktyczne ratowanie go odbywa się z naruszeniem przepisów BHP mówiących o dopuszczalnych obciążeniach, jakie może przenosić pracownik (tu strażak) w ramach wykonywanej pracy. Dokładny przepis stwierdza:

§ 13. 1. Masa przedmiotów podnoszonych i przenoszonych przez jednego pracownika nie może przekraczać:

- 1) 30 kg – przy pracy stałej,
  - 2) 50 kg – przy pracy dorywczej.
2. Niedopuszczalne jest ręczne przenoszenie przedmiotów o masie przekraczającej 30 kg na wysokość powyżej 4 m lub na odległość przekraczającą 25 m.



Ryc. 3. Tablica służąca nadzorowaniu czasu pracy sprzęcie ODO wykonana w SP PSP w Bydgoszczy

Fig. 3. A board for supervision of elapsed time of work in SCBA equipment made in Sub-officers School of the State Fire Service in Bydgoszcz

W przypadku konieczności zastosowania techniki w praktyce istnieje furta w postaci przepisu mówiącego o możliwości zarządzenia przez kierującego działaniem ratowniczym odstąpienia od zasad działania powszechnie uznanych za bezpieczne. Jednak problemem pozostaje kwestia ćwiczeń, bowiem jak można przygotować się na taką ewentualność i jak ratować kolegów, jeśli nie wolno tych zagadnień ćwiczyć? Ale skoro ćwiczone są techniki ewakuacji osób cywilnych, które również swoją masą przekraczają dopuszczalne obciążenia, to wydaje się logicznym zastosowanie podobnego podejścia do osób cywilnych. Jednak zwróćmy również uwagę na następujący przepis przytoczonego właśnie rozporządzenia:

§ 2. Ilekroć w rozporządzeniu jest mowa o:

- 1) „ręcznych pracach transportowych” – rozumie się przez to każdy rodzaj transportowania lub podtrzymywania przedmiotów, ładunków lub materiałów przez jednego lub więcej pracowników, w tym przemieszczanie ich poprzez: unoszenie, podnoszenie, układanie, pchanie, ciągnięcie, przenoszenie, przesuwanie, przetaczanie lub przewożenie,

Czy zatem uznajemy poszkodowanego strażaka za ładunek? Jak prawidłowo interpretować przepisy i czy należy je stosować w strażach pożarnych? Ponadto zastanawia fakt, że przytaczane rozporządzenie wydane zostało na podstawie cytowanego poniżej przepisu kodeksu pracy [8], który to kodeks – wedle powszechnej interpretacji – nie dotyczy wprost strażaków, których wiąże stosunek służby, a nie pracy:

*Art. 23715. § 1. Minister Pracy i Polityki Socjalnej w porozumieniu z Ministrem Zdrowia i Opieki Społecznej określi, w drodze rozporządzenia, ogólnie obowiązujące przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące prac wykonywanych w różnych gałęziach pracy.*

*§ 2. Ministrowie właściwi dla określonych gałęzi pracy lub rodzajów prac w porozumieniu z Ministrem Pracy i Polityki Socjalnej oraz Ministrem Zdrowia i Opieki Społecznej określą, w drodze rozporządzenia, przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące tych gałęzi lub prac.*

Po raz kolejny zastanawia zasadność odnoszenia cytowanych uregulowań do strażackiej służby, szczególnie że paragraf 2. wyraźnie kieruje uwagę na przepisy branżowe obowiązujące w danej gałęzi pracy. Na koniec wypada podkreślić, że kwestia nie dotyczy jedynie ratowania uszkodzonego strażaka i ćwiczenia odpowiednich technik. Przecież każda uszkodzona, przeciętna osoba cywilna też przekracza dopuszczalne normy obciążenia, a jest ewakuowana podczas działań. Ponadto również wszelkie techniki ewakuacji uszkodzonych są wśród obowiązujących treści przekazywanych podczas szkolenia w zawodzie strażaka. Podsumowując niniejsze rozważania i wyraźnie zaznaczając, że nie mają na celu kategorię stwierdzenia, a jedynie rozważania skupiające uwagę na kwestiach niejednoznacznych oraz istotnych aspektach działalności straży pożarnych, trzeba na koniec dodać, że również analiza tytułu branżowego aktu prawnego skłania do stwierdzenia, że w sferze legislacyjnej bezpieczeństwo i higiena pracy to jedno, natomiast bezpieczeństwo i higiena służby to drugie. A zważywszy na fakt, że uszkodzony strażak najczęściej będzie ratowany przez kilka osób lub ciągnięty po podłodze, a nie przenoszony – z pewnością istnieje możliwość ćwiczenia wielu technik! Należy jednak bezstronnie stwierdzić, że przytoczone przepisy utrudniają, a czasem uniemożliwiają praktyczne przygotowanie się do sytuacji, w której uszkodzony strażak będzie potrzebował pomocy. Stąd powstaje potrzeba ustalenia w szerokim gronie akceptowalnego kompromisu umożliwiającego odpowiednie przygotowanie się do sytuacji omawianego typu.

- W Stanach Zjednoczonych, gdzie omawiany aspekt działalności straży pożarnych jest bardzo popularny i relatywnie często wykorzystywany w działaniach, zaczęto zastanawiać się nad nowymi rozwiązaniami organizacyjnymi w tej dziedzinie. Standard federalny dotyczący ochrony dróg oddechowych stwierdza, że zadania w strefie zagrożenia wykonywane są przez co najmniej dwóch strażaków, a dodatkowych dwóch zabezpiecza ich działania na zewnątrz strefy (standard '2 in/2 out' [9]). Jedną z osób zabezpieczających zajmuje się monitorowaniem aktywności ekipy

wewnętrznej i nie może wykonywać żadnych dodatkowych czynności. Druga osoba może wykonywać dodatkowe czynności, jednak tylko takie, których przerwanie nie narazi pozostałych strażaków na niebezpieczeństwo. Jak widać w dużej mierze nowelizacja polskiego branżowego przepisu bhp nawiązuje do stosowanych na świecie rozwiązań. Jednak wspomniana dyskusja dotyczy sposobów organizacji działań. Amerykański standard stwierdza – podobnie jak polski przepis – że „grupa” asekuracyjna powinna znajdować się poza strefą niebezpieczną i być w ciągłej gotowości do wzięcia udziału w akcji. Jednakże miejsce to nie musi znajdować się poza budynkiem – może być to miejsce poza strefą niebezpieczną jednak w danym budynku (np. piętro niżej). Taki model organizacji nazwano 'on deck', co w wolnym tłumaczeniu oznacza „na pokładzie”. [10] Takie rozwiązanie przyspiesza udzielenie ewentualnej pomocy. Stąd – zależnie od warunków – umiejscowienie personelu asekuracyjnego jest sprawą względną, zależną od specyficznych okoliczności danego zdarzenia.

- W Stanach Zjednoczonych, gdzie rocznie ginie średnio niespełna 100 strażaków (ostatnie lata wykazują trend spadkowy) zaczęto zastanawiać się, czy duża popularność Grup Szybkiego Reagowania i ich powszechne występowanie nie powoduje u strażaków zbytnej tendencji do ryzykowania podczas zdarzeń. O ile ciężko stwierdzić stan faktyczny bez uważnej analizy szeregu czynników mogących mieć wpływ na taki stan rzeczy, trzeba powiedzieć, że z pewnością nie stanowi to zagrożenia w Polsce (czy innych krajach europejskich o podobnej organizacji). Główną różnicą jest to, że w naszym kraju praktycznie nie spotyka się przypadków, gdzie strażacy wchodzi do budynku objętego pożarem bez zabezpieczenia linią gaśniczą. Wyjątkiem są sytuacje bezpośredniego zagrożenia życia lub zdrowia osób uszkodzonych i wyraźny rozkaz dowódcy. Amerykański sposób organizacji działań z założenia dzieli personel na „strażaków” od działań gaśniczych i „ratowników” od innych działań ratowniczych. Powoduje to często sytuacje, w których pomoc strażakowi staje się konieczna. Dodatkowo o wiele większa liczebność tej grupy zawodowej w Stanach Zjednoczonych sprzyja częstszemu pojawianiu się informacji o wykorzystaniu w działaniach rotacji czy zastępowaniu pełniących rolę asekuracyjną.

## Realia niemieckie

Przedstawiciele strony niemieckiej zaprezentowali na początku swojego wystąpienia charakterystykę grupy Atemschutzunfaelle.eu (ASU), a następnie omówili istniejące rozwiązania prawno-organizacyjne oraz pokrótce przybliżyli statystykę wypadkowości.

Wspomniana grupa jest wynikiem inicjatywy oddolnej rozpoczętej w roku 1996 przez Björna Lüssenheide, strażaka zawodowego ze Straży Pożarnej w Osnabrück. Grupa skupia strażaków zawodowych i ochotników z Niemiec, Austrii, Holandii i Luksemburga. Współpracuje z organizacjami i stowarzyszeniami strażackimi oraz uznawana jest za grupę ekspertów w dziedzinie bezpieczeństwa wewnętrznych działań gaśniczych, samoratownia i udzielania pomocy poszkodowanym strażakom. Doradza w kwestii doboru i optymalizacji sprzętu strażackiego, prowadzi szereg szkoleń z omawianej tematyki i organizuje coroczne konferencje z udziałem ekspertów zagranicznych. Prowadzi również stronę internetową, gdzie zamieszcza statystykę wypadkowości w strażach pożarnych różnych krajów. [11]

W części dotyczącej istniejących rozwiązań można było dowiedzieć się o kilku istotnych szczegółach odróżniających nasz kraj od naszych zachodnich sąsiadów. Przede wszystkim grupa zabezpieczająca działania wewnętrzne (Safety Team) jest tam obowiązkiem już od wielu lat. Konieczność stosowania personelu zabezpieczającego wynika przede wszystkim z przepisów regulujących kwestie ubezpieczeń z tytułu wypadków.

Wyjątkiem umożliwiającym odstępstwo od tej zasady jest sytuacja, w której zachodzi konieczność ratowania ludzi. Wówczas dowódca może nie wyznaczać grupy asekuracyjnej (lub wprowadzić istniejącą do bezpośrednich działań), jednak spoczywa na nim obowiązek ponownego ustanowienia takiej grupy w możliwie najszybszym czasie. [12]

Istnieją regulacje omawiające bezpieczeństwo pracy w sprzęcie ODO. Przepisy z roku 2002 ustanawiają procedury wejść do strefy niebezpiecznej w aparatach oddechowych. Nakazują wyznaczenie oficera odpowiedzialnego za kontrolę wejść i wyjść oraz monitorowanie ekip prowadzących działania wewnętrzne z użyciem sprzętu ODO. Automatycznie osoba taka staje się odpowiedzialna za nadzór nad stanem liczebnym strażaków pracujących w strefie z wykorzystaniem ochrony dróg oddechowych. We wspomnianych uregulowaniach znajdziemy również wskazania dotyczące zarządzania zapasem powietrza. Okazuje się, że istnieje obowiązek wycofania się ze strefy w momencie, kiedy stan powietrza w butli umożliwia zapewnienie co najmniej dwukrotnej ilości powietrza na odwrót w stosunku do ilości zużytej na wejście do działań. Na marginesie warto przypomnieć, że obowiązujące kiedyś rozporządzenie branżowe bhp, zastąpione przez obecne, również zawierało podobny przepis: *Wprowadzając ratowników do strefy zagrożenia, należy kontrolować ich czas przebywania w tej strefie, tak aby zapewnić im w drodze powrotnej dwukrotną ilość powietrza w stosunku do potrzebnej na wejście.* W obowiązującym rozporządzeniu podobnych stwierdzeń już nie ma.

Według istniejących w Niemczech wytycznych odnoszących się do szkolenia strażaków, zarówno szkolenie z zakresu wzywania pomocy przez strażaków w zagrożeniu, jak również poświęcone funkcjonowaniu i działaniom grupy mającej na celu zabezpieczenie działań i ratowanie strażaków z opresji, są rzeczami obowiązkowymi.

Istnieje również przepis nakazujący, aby właściwy przełożony (komendant) był informowany o każdym wypadku w służbie, jak również w każdej sytuacji niebezpiecznej, która groziła wypadkiem lub w której udało się takiego wypadku uniknąć.

Wśród założeń organizacyjnych dotyczących sprawozdawczości odnośnie wypadków w służbie znajdziemy zalecenie mówiące o tym, że pożądane jest stworzenie ogólnokrajowej bazy danych zbierającej informacje odnośnie częstotliwości występowania wypadków podczas działań ratowniczo-gaśniczych. Taka baza danych byłaby cennym źródłem informacji pomagających szacować ryzyko występowania poszczególnych zagrożeń. Natomiast problemem, który podkreślają nasi koledzy jest to, że w innych krajach istnieją zazwyczaj pojedyncze instytucje zbierające informacje o wypadkach (np. Bureau Prévention Accidents Enquêtes we Francji czy U.S. Fire Administration Federal Emergency Management Agency w Stanach Zjednoczonych), podczas gdy w Niemczech tych instytucji jest cała masa. Licząc wszystkie z nich, które gromadzą jakiegokolwiek informacje na temat wypadków, można doliczyć się blisko 130 podmiotów! Efektem tego jest sytuacja, gdy każda z tych instytucji posiada informacje niekompletne, wybrane i często niedotyczące wszystkich zaistniałych wypadków. Jedynym rozwiązaniem, które wpisuje się w wytyczne wskazujące konieczność istnienia jednej instytucji gromadzącej dane na temat wypadkowości, jest strona internetowa stowarzyszenia ASU – de facto inicjatywa prywatna.

## Realia austriackie

Austria, jako stosunkowo niewielki kraj, ma dość specyficzny sposób organizacji straży pożarnych. Jako republika federalna składa się z 9 krajów związkowych, które mają autonomię w legislacji z zakresu ochrony przeciwpożarowej. Stąd to samorządy odpowiadają za straże pożarne, a sposób ich organizacji nie jest jednolity w całym kraju. Główną siłą są strażacy ochotnicy w liczbie około 340 tysięcy. W sześciu z miast stanowiących stolice krajów związkowych zorganizowane są zawodowe straże pożarne, liczące łącznie około 3000 strażaków (stanowi to zatem niespełna 1% wszystkich strażaków w Austrii). Strażacy ochotnicy aktywni to ludzie w grupie wiekowej od 15 (lub w niektórych miejscach 16) do 65 lat (gdzieniegdzie 70) i jest ich blisko 257 tysięcy. Oprócz straży zawodowych (6 departamentów) istnieje również 325 straży „zakłado-

wych” zlokalizowanych w fabrykach, szpitalach itp. Departamentów ochotniczych jest dokładnie 4523. Stąd na 2372 miasta i gminy przypada niemal 4900 departamentów straży pożarnych. W roku 2011 austriaccy strażacy uczestniczyli w niemal 25 tysiącach interwencji. [13]

Austriackie Federalne Stowarzyszenie Pożarnicze (ÖBFV) reprezentuje interesy strażackie i składa się z 9 stowarzyszeń federalnych. Zajmuje się publikowaniem krajowych standardów dotyczących wyposażenia, taktyki działania i prewencji, zatwierdzanych wcześniej przez stowarzyszenia federalne. Istnieją 2 główne standardy opisujące zasady taktyki stosowane w Austrii. Standard ‘Fachschriftenheft 2’ opisuje kwestie wyszkolenia standardowej grupy strażaków (zastępu), natomiast ‘Fachschriftenheft 6’ odnosi się do wszystkich działań, gdzie konieczne jest korzystanie z ochrony dróg oddechowych, szczególnie wewnętrznych działań gaśniczych.

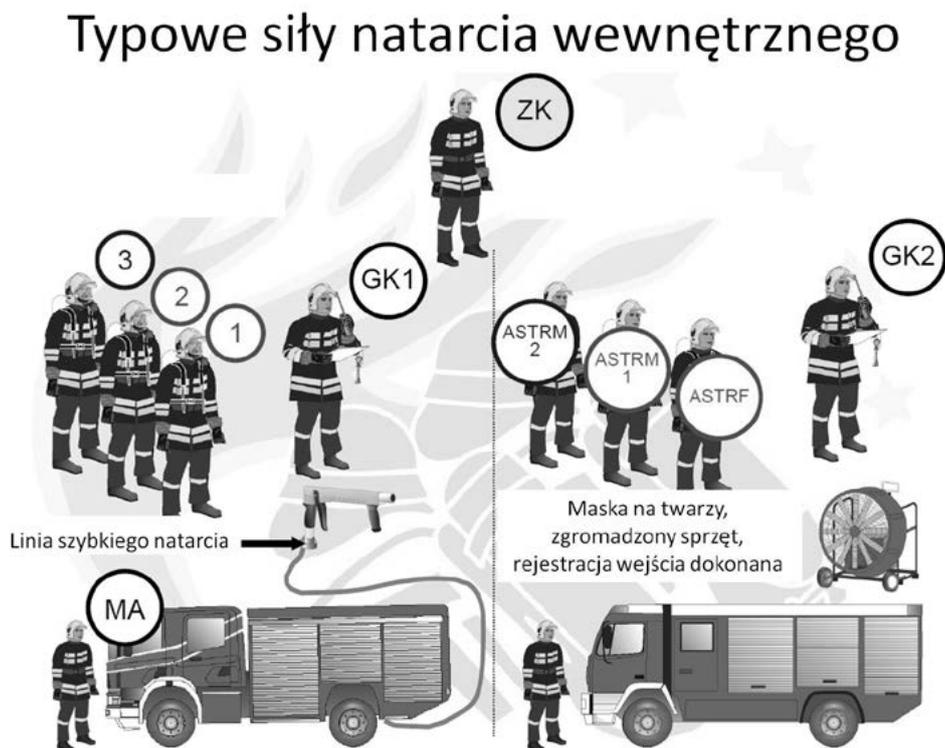
Jak widać na rycinie 4. strażacy pracują w grupach trzyosobowych, a nie jak w Polsce i wielu innych krajach – w rotach, czyli w parach. Przekłada się to na podwyższenie bezpieczeństwa działań i większą skuteczność. Całą akcją kieruje główny dowódca (ZK – KDR). Dowódca grupy (czyli zastępu, oznaczony symbolem GK) odpowiada za nadzór nad czasem pracy w sprzęcie ODO i rejestrację wejść i wyjść ze strefy. MA oznacza kierowcę/operatora sprzętu, ASTRF to dowódca grupy strażaków pracujących w ODO, natomiast ASTRM to członek

takiej grupy. Kolory oznaczeń poszczególnych strażaków nawiązują do podziału zadań na miejscu zdarzenia: czerwony kolor oznacza natarcie wewnętrzne, natomiast niebieski zaopatrzenie wodne. Druga grupa strażaków na miejscu zdarzenia od razu dokonuje rejestracji stanu i pełni rolę wsparcia (grupa asekuracyjna). W momencie wejścia do działań dowódca odnotowuje czas rozpoczęcia pracy w aparatach oddechowych. Do zadań grupy 1. należy wykonywanie czynności ratowniczych, natarcie wewnętrzne i prowadzenie wentylacji w obiekcie. Zadaniem grupy 2. (asekuracyjnej) jest pozostawanie poza strefą zagrożenia w gotowości do natychmiastowego działania i wykonywanie pomniejszych czynności pomocniczych.

Nie wszyscy strażacy biorący udział w akcjach są przeszkoleni i uprawnieni do noszenia aparatów oddechowych. Oprócz pewnego wieku minimalnego (od 16 do 18 lat zależnie od miejsca) niezbędne są stosowne badania lekarskie oraz wymagane pewne przeszkolenie.

W tej części warsztatów przybliżono również statystykę wypadkowości oraz omówiono kilka wybranych przypadków.

W 1998 roku w Wiedniu, w pożarze piwnicy budynku wielorodzinnego zginął strażak, który został uwięziony przez częściowe zawałenie się ściany. W wyniku tego zdarzenia strażak zgubił się i odłączył od kolegów. Wprowadzono do działań grupę szybkiego reagowania, która odnalazła poszkodowanego. Okazało się, że zaczął się paskami uprę-



**Ryc. 4.** Schemat organizacji wewnętrznych działań gaśniczych w Austrii  
**Fig. 4.** A diagram depicting organization of interior firefighting actions in Austria

ży aparatu oddechowego i nie mógł się sam uwolnić. Po skutecznej ewakuacji strażaka do szpitala, gdzie zmarł w wyniku zatrucia wziewnego.

W styczniu 2006 roku w Salzburgu miał miejsce pożar mieszkania na pierwszym piętrze bloku mieszkalnego. Jeden ze strażaków prowadzących wówczas działania dostał zawału serca i został odwieziony do szpitala, gdzie później zmarł.

W lutym 2011 roku w miejscowości Hallein strażacy zostali wezwani do pożaru w fabryce cementu. Pożar powstał w składzie miału węglowego. Podczas działań doszło do wybuchu wzburzonego pyłu. Trzech strażaków znalazło się w strefie rażenia i odniosło niewielkie obrażenia, natomiast jeden strażak został całkowicie objęty płomieniem z wzbuchającego pyłu. Szczęśliwie skończyło się na pomniejszych obrażeniach.

W listopadzie tego samego roku, w miejscowości Längenfeld (Tyrol) paliły się 3 stodoły w gęsto zabudowanym obszarze wiejskim. W wyniku bardzo dużego promieniowania cieplnego czterech strażaków doznało poparzeń.

Również silne promieniowanie cieplne było przyczyną obrażeń u strażaka z miejscowości Landeck, walczącego w styczniu 2012 roku z pożarem mieszkania, w którym uwięziona była osoba poszkodowana. Pożar na trzecim piętrze spowodował tak silne promieniowanie na klatce schodowej, że ochrona osobista strażaka – dokładnie kurtka ubrania specjalnego – nie była go w stanie uchronić przed obrażeniami. Co ciekawe, władze w związku z wypadkiem postanowiły zakupić strażakom 145 kurtki ubrania specjalnego, zapominając o spodniach! Pokazuje to, że specyficzne spojrzenie na służbę strażacką oczami zewnętrznego obserwatora nie zawsze pozwala na dostrzeżenie sedna sprawy i wyjście naprzeciw realnym strażackim problemom.

## Podsumowanie

Warsztaty w Olsztynie pokazały, że wiele krajów – nie tylko za wielkim oceanem – zajmuje się tematyką ratowania strażaków przez strażaków oraz zabezpieczania wewnętrznych działań gaśniczych poprzez stosowne rozwiązania organizacyjne. Każdy z tych krajów boryka się ze swoimi trudnościami, zależnie od realiów, w jakich przyszło strażakom z danego kraju funkcjonować i realizować swoje zadania.

Istnieją pewne podobieństwa w omawianych sferach, jak również różnice wpływające na konieczność przyjmowania odmiennych rozwiązań. Również w sferze wyposażenia i ochrony osobistej daje się zauważyć istotne różnice. Przykładem tych ostatnich są uchwyt do ewakuacji poszkodowanego strażaka wszyte w ubranie specjalne niemieckich strażaków czy też możliwość korzystania ze specjalnego rozwiązania do celów ratowania strażaka, czy-

li tzw. RIT BAG – torby do przenoszenia zapasowego aparatu dla poszkodowanego ratownika. Taka torba w naszym kraju nie jest obecnie sprzedawana, ponieważ nie posiada świadectwa dopuszczenia. Kolejnym elementem wyposażenia osobistego są taśmy – niezwykle przydatne urządzenia ratownicze – naszym kraju jednak niezbyt popularne, poza może specjalistycznymi grupami ratownictwa wysokościowego.

Najważniejsza jednak jest wspólna wizja i zauważanie potrzeb szkolenia w tej dziedzinie. Okazuje się, że współpraca międzynarodowa jest możliwa i pożądana przez poszczególne strony i wypływać z niej mogą wnioski oraz doświadczenia cenne dla wszystkich zaangażowanych stron. Fakt poruszania wspomnianej tematyki w rozmowach dotyczących krajowych programów nauczania w zawodzie oraz doskonalenia zawodowego daje nadzieję na rozwój.

W kolejnej części sprawozdania z warsztatów zaprezentowane zostaną przećwiczone techniki oraz wnioski wyciągnięte z części praktycznej. Natomiast w ramach zakończenia, dającego pozytywne wrażenie i nadzieję na dalszy rozkwit działalności i współpracy międzynarodowej, wypada wspomnieć, że jeden z polskich uczestników olsztyńskich warsztatów został stałym członkiem redakcji strony stowarzyszenia ASU, czyniąc nasz kraj kolejnym, piątym już krajem współpracującym w ramach wspomnianego podmiotu w kwestii poprawy bezpieczeństwa ratowników.

## Literatura

1. Kokot-Góra S., Nocoń W., Grzyb P., Cytawa A., *Ratowanie poszkodowanych strażaków – czas na szkolenie*, IV Konferencja “Tendencje rozwojowe w technikach ratowniczych i wyposażeniu technicznym”, 16-17 listopada 2011 r. Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie, (dostępne pod adresem internetowym [http://www.grupaszybkiegoreagowania.strefa.pl/articles/Ratowanie\\_strazakow\\_czas\\_na\\_szkolenie.pdf](http://www.grupaszybkiegoreagowania.strefa.pl/articles/Ratowanie_strazakow_czas_na_szkolenie.pdf)) data dostępu 05.01.2013 r.
2. *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. 08.180.1115 z dnia 10 października 2008 r.).
3. *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego* (Dz. U. 11.46.239 z dnia 3 marca 2011 r.).
4. *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 marca 2009 r. w sprawie stanowisk służbowych w jednostkach organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej* (Dz. U. 09.54.448 z dnia 2 kwietnia 2009 r.).

5. <http://www.grupaszybkiegoreagowania.strefa.pl/> data dostępu 05.01.2013 r.
6. Nocoń W., Kokot-Góra S., Cytawa A., Grzyb P., *Podstawy zabezpieczenia i ratowania strażaków podczas wewnętrznych działań gaśniczych*, SA PSP w Krakowie, 2011 r.
7. *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 marca 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych*. (Dz. U. 2000.26.313 z dnia 10 kwietnia 2000 r. ze zmianami).
8. *Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy* (tekst jednolity).
9. U.S. Department of Labor, Occupational Health & Safety Administration, Respiratory
10. Protection standard, 29 CFR 1910.134. (Washington, D.C.: GPO, 1998), paragraf 4.
11. Brunacini N., *2 in? 2 out? Who's on deck?*, B Shifter, Volume 2, Issue 3 SUMMER 2012, str. 70, [http://www.bluecardcommand.com/magazine/B\\_Shifter\\_Summer\\_2012.pdf](http://www.bluecardcommand.com/magazine/B_Shifter_Summer_2012.pdf) data dostępu 05.01.2013 r.
12. [www.atemschutzunfaelle.eu](http://www.atemschutzunfaelle.eu) data dostępu 05.01.2013 r.
13. *Atemschutzunfälle in Europa im Einsatz – und Übungsdienst* – prezentacja multimedialna wygłoszona podczas warsztatów w Ośrodku Szkolenia KW PSP w Olsztynie, 20 października 2012 roku.
14. *Legal situation and training. Status quo in Austria* – prezentacja multimedialna wygłoszona podczas warsztatów w Ośrodku Szkolenia KW PSP w Olsztynie, 20 października 2012 roku.

**mgr inż. Szymon Kokot-Góra** ukończył studia inżynierskie na wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w SGSP w roku 2003 oraz magisterskie w roku 2005. Absolwent studiów podyplomowych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym (rok 2008 – bhp) oraz na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurkim (2011 – pedagogika). Obecnie pracuje jako wykładowca w Ośrodku Szkolenia KW PSP w Olsztynie, kierując realizacją przedmiotu Taktyka Działań Gaśniczych.

st. kpt. lek. **Mariusz CHOMONCIK**<sup>1</sup>

## **RATOWNICTWO MEDYCZNE W KRAJOWYM SYSTEMIE RATOWNICZO-GAŚNICZYM. CZĘŚĆ I**

### **Emergency medical services in the National Fire-Fighting and Rescue Part I**

#### **Streszczenie**

Z systemem Państwowe Ratownictwo Medyczne współpracują służby ustawowo powołane do niesienia pomocy osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Jednostki te udzielają kwalifikowanej pierwszej pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Kwalifikowana pierwsza pomoc to czynności podejmowane przez ratownika wobec osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego. Ratownik może wykonywać następujące czynności: prowadzić resuscytację krążeniowo-oddechową, bezprzyrządową i przyrządową, z podaniem tlenu oraz zastosowaniem według wskazań defibrylatora zautomatyzowanego, tamować krwotoki zewnętrzne i opatrywać rany, unieruchamiać złamania i podejrzania złamań kości oraz zwichnięć, stosować ochronę przed wychłodzeniem lub przegrzaniem, prowadzić wstępne postępowanie przeciwwstrząsowe poprzez właściwe ułożenie osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, ochronę termiczną osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, stosować tlenoterapię bierną, ewakuować z miejsca zdarzenia osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, udzielić wsparcia psychicznego osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, prowadzić wstępną segregację medyczną.

W sytuacji, gdy na miejscu zdarzenia są jednostki systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne, ratownicy ze służb współpracujących z systemem wykonują działania ratownicze wynikające ze specyfiki służby oraz stanowią pomoc i wsparcie w wykonywaniu medycznych działań ratowniczych przez ratowników z jednostek systemu.

Szansę przeżycia poszkodowanych z ciężkimi obrażeniami ciała zależą od czasu, w którym zostanie im udzielona pomoc. Usystematyzowanie oceny poszkodowanego „od głowy do stóp” i poprawna znajomość procedur ratowniczych gwarantuje, że udzielanie kwalifikowanej pierwszej pomocy przez ratowników w istotny sposób wpływa na szanse przeżycia poszkodowanego. Bardzo ważnym aspektem w działaniach ratowniczych jest współpraca wszystkich ratowników oraz współpraca pomiędzy służbami ratowniczymi, ponieważ wiele czynności należy wykonywać równocześnie.

Sekwencja założeń taktycznych w ratownictwie medycznym ma na celu ustalenie kolejności działania ratowników w chwili przybycia na miejsce zdarzenia do momentu przekazania meldunku Kierującemu Działaniem Ratowniczym (KDR). Podział zadań z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy między poszczególnych ratowników ma wpływ na sprawność wykonywania procedur ratowniczych, czyli czas, w jakim osobie poszkodowanej zostanie udzielona niezbędna pomoc. Udzielając pomocy poszkodowanemu, należy pamiętać o tym, że wszystkie działania ratownicze powinny być ukierunkowane na jak najszybsze udzielenie pomocy poszkodowanemu, a czynności ratujące życie mają pierwszeństwo przed czynnościami ratującymi zdrowie.

Dobra znajomość procedur ratowniczych i ciągłe ćwiczenia mają wpływ na jakość i szybkość działań z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy. Ponadto ratownicy znający dobrze procedury ratownicze będą działać spokojnie i zdecydowanie. Taki sposób postępowania wpływa na dobre samopoczucie poszkodowanego i jest ważnym elementem wsparcia psychicznego.

#### **Summary**

Emergency Medical Services (EMS) are supported by other services which were created by government to help people in dire need. These services provide treatment to those in need of urgent medical care. Acute medical care (or professional first aid) is a set of actions performed by paramedic to save those in danger. Paramedic is entitled to following: perform cardiopulmonary resuscitation (CPR) with or without equipment, with oxygen administration due to Automated External Defibrillator's (AED) indications, stop internal haemorrhages, treat wounds, manage fractures or dislocations, protect against hypothermia and overheating, provide preliminary anti shock treatment by placing the casualty in the proper position, provide thermal protection of casualties, use passive oxygen administration, evacuate people in need of urgent medical care, provide mental support for casualties, conduct preliminary medical selection.

In a situation when both EMS and supportive services arrive on the spot the latter perform their assigned duties as well as they assist EMS rescuers' actions.

<sup>1</sup> Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie

The speed of rescue operation is crucial for the survival of casualties with severe injuries. Structured patients evaluation and thorough knowledge of rescue procedures can guarantee that acute medical care has crucial influence on casualty's survival chances. The rescuers' cooperation as well as the emergency services cooperation is very important aspect in rescue operations because some actions are done simultaneously.

The tactic sequence in medical rescue aims at establishing the order of actions performed by paramedics from the moment they arrive on the spot until they report back to Chief Rescue Coordinator. Assignment of acute medical care duties influences efficiency of rescue procedures, meaning the time in which casualty is given help. When dealing with first aid one has to bear in mind that all rescue actions must provide help as fast as possible and life saving procedures are prior to health saving procedures.

Vast knowledge of rescue procedures and constant drills influence acute medical care actions' quality and speed. What is more paramedics who know rescue procedures very well, will act calmly and decisively. Such behaviour affects casualty's well-being and is an important aspect of mental support.

**Słowa kluczowe:** ratownik, kwalifikowana pierwsza pomoc, ocena, poszkodowany, procedury, przytomność, oddech, krążenie, wstrząs, Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy;

**Keywords:** paramedic, acute medical care, assessment, casualty, procedures, consciousness, breathing, circulation, (circulatory) shock, National Fire-Fighting and Rescue;

## Wprowadzenie

Ustawa z dnia 8 września 2006 roku o Państwowym Ratownictwie Medycznym (Dz.U. 2006.191.1410) w celu zapewnienia pomocy każdej osobie znajdującej się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego utworzyła system Państwowe Ratownictwo Medyczne. W ramach tego systemu działają: organy administracji rządowej właściwe w zakresie wykonywania zadań systemu oraz jednostki systemu, którymi są Szpitalne Oddziały Ratunkowe i zespoły ratownictwa medycznego, w tym lotnicze zespoły ratownictwa medycznego. Z systemem współpracują służby ustawowo powołane do niesienia pomocy osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, w szczególności: jednostki organizacyjne Państwowej Straży Pożarnej, jednostki ochrony przeciwpożarowej włączone do krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, Górskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe, Wodne Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe oraz inne jednostki podległe lub nadzorowane przez ministra właściwego do spraw wewnętrznych i Ministra Obrony Narodowej. Ponadto jednostkami współpracującymi z systemem mogą być społeczne organizacje ratownicze, które w ramach swoich zadań ustawowych lub statutowych są obowiązane do niesienia pomocy osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, jeżeli zostaną wpisane do rejestru jednostek współpracujących z systemem. Jednostki współpracujące z systemem udzielają kwalifikowanej pierwszej pomocy osobom znajdującym się w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego (stan nagłego zagrożenia zdrowotnego to stan polegający na nagłym lub przewidywanym w krótkim czasie pojawieniu się objawów pogorszenia zdrowia, którego bezpośrednim następstwem może być poważne uszkodzenie funkcji organizmu lub uszkodzenie ciała lub utrata życia, wymagający podjęcia natychmiastowych medycznych czynności ratunkowych i leczenia). Kwalifikowana pierwsza pomoc to czynności podejmowane wobec osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego przez ra-

townika. Ratownikiem może być osoba, która posiada pełną zdolność do czynności prawnych, jest zatrudniona lub pełni służbę w jednostkach współpracujących z systemem lub jest członkiem tych jednostek, posiada ważne zaświadczenie o ukończeniu kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy i uzyskaniu tytułu ratownika oraz której stan zdrowia pozwala na udzielanie kwalifikowanej pierwszej pomocy. Sposób organizacji kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy oraz ramowy program kursu zawarty został w: *Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 19 marca 2007 roku w sprawie kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy (Dz.U.2007.60.408)*, *Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji oraz Ministra Obrony Narodowej z dnia 12 grudnia 2008 roku w sprawie szkoleń w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy (Dz.U.2008.229.1537)* oraz *Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych oraz Ministra Obrony Narodowej z dnia 23 grudnia 2011 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szkoleń w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy*.

Ratownik wykonuje medyczne działania ratownicze (medyczne działania ratownicze to zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 lutego 2011 roku w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego Dz.U.2011.46.239 działania z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy i medycznych czynności ratunkowych*). W ramach tych działań ratownik może wykonywać następujące czynności:

- prowadzić resuscytację krążeniowo-oddechową, bezprzyrządową i przyrządową, z podaniem tlenu oraz zastosowaniem według wskazań defibrylatora zautomatyzowanego,
- tamować krwotoki zewnętrzne i opatrywać rany,
- unieruchamiać złamania i podejrzenia złamań kości oraz zwichnięć,
- stosować ochronę przed wychłodzeniem lub przegrzaniem,

- prowadzić wstępne postępowanie przeciwwstrząsowe poprzez właściwe ułożenie osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego, ochronę termiczną osób w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego,
- stosować tlenoterapię bierną,
- ewakuować z miejsca zdarzenia osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego,
- udzielić wsparcia psychicznego osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego,
- prowadzić wstępną segregację medyczną.

Można przyjąć, że ratownicy ze służb ustawowo powołanych do niesienia pomocy osobom w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego lub społecznych organizacji ratowniczych będą samodzielnie podejmować medyczne działania ratownicze w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy w sytuacji, gdy:

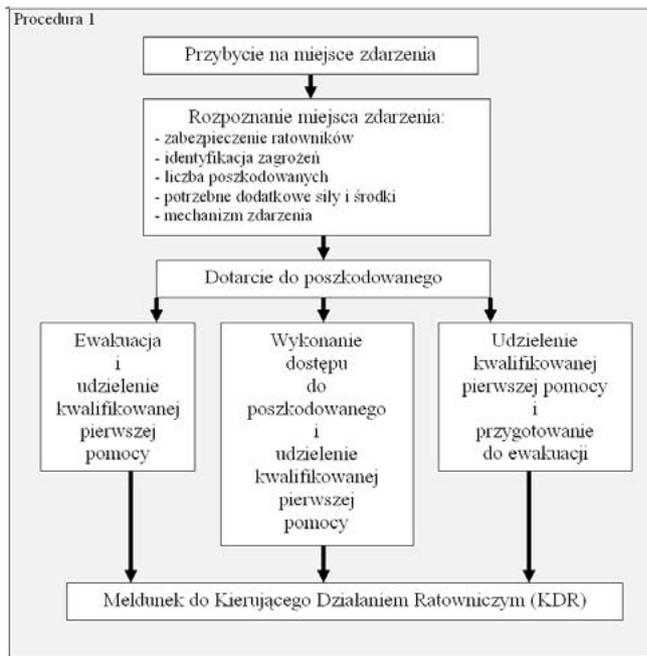
- na miejscu zdarzenia nie ma jednostek systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne,
- nie można wykorzystać na miejscu zdarzenia personelu jednostek systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne, gdy dostęp do poszkodowanego jest możliwy tylko przez ratowników ze służb współpracujących z systemem przy wykorzystaniu sprzętu specjalistycznego,
- zdarzenie ma cechy nagłego zagrożenia z dużą liczbą osób poszkodowanych.

W sytuacji, gdy na miejscu zdarzenia są jednostki systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne, ratownicy ze służb współpracujących z systemem wykonują działania ratownicze wynikające ze specyfiki służby oraz stanowią pomoc i wsparcie w wykonywaniu medycznych działań ratowniczych przez ratowników z jednostek systemu.

### Sekwencja założeń taktycznych w ratownictwie medycznym

Szansę przeżycia poszkodowanych z ciężkimi obrażeniami ciała zależą od czasu, w którym zostanie im udzielona pomoc. Bezpośredni związek między czasem pełnego leczenia a szansami przeżycia poszkodowanego po urazie opisał dr R. Adams Cowley. Zauważył on, że największe szanse (ok. 85%) na przeżycie po ciężkim urazie ma poszkodowany, który trafił na salę operacyjną w ciągu godziny od jego powstania. Okres ten nazwano „złotą godziną”. Należy pamiętać, że złota godzina zaczyna się w chwili doznania obrażenia. Kiedy więc podejmujemy czynności ratownicze, zwykle z tej godziny nie pozostaje zbyt wiele. Dlatego bardzo ważna jest dobra organizacja wszystkich czynności ratowniczych na miejscu zdarzenia. Usystematyzowanie oceny poszkodowanego „od głowy do stóp” i **poprawna znajomość procedur ratowniczych** gwarantuje, że udzielanie kwalifikowanej pierwszej pomocy przez ratowników w istotny sposób wpływa na

szansę przeżycia poszkodowanego. Bardzo ważnym aspektem w działaniach ratowniczych jest współpraca wszystkich ratowników oraz współpraca pomiędzy służbami ratowniczymi, ponieważ wiele czynności należy wykonywać równocześnie.



Ryc. 1. Sekwencja założeń taktycznych w ratownictwie medycznym

Fig. 1. Algorithms in emergency care

**Sekwencja założeń taktycznych w ratownictwie medycznym** ma na celu ustalenie kolejności działania ratowników w chwili przybycia na miejsce zdarzenia do momentu przekazania meldunku Kierującemu Działaniem Ratowniczym (KDR). Podział zadań z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy między poszczególnych ratowników ma wpływ na sprawność wykonywania procedur ratowniczych, czyli czas, w jakim osobie poszkodowanej zostanie udzielona niezbędna pomoc. Zadania dla poszczególnych ratowników można podzielić w następujący sposób:

- **ratownik kierujący** działaniami z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy: sekwencja medycznych działań ratowniczych, kierowanie działaniami innych ratowników, zbieranie wywiadu ratowniczego od poszkodowanego i/lub świadków, przekazanie meldunku Kierującemu Działaniami Ratowniczymi,
- **ratownik drugi**: stabilizacja kręgosłupa, zabezpieczenie drożności dróg oddechowych, stała kontrola stanu poszkodowanego,
- **ratownik trzeci**: przygotowanie i obsługa sprzętu ratowniczego,
- **pozostali ratownicy**: w razie potrzeby wykonują polecenia ratownika kierującego działaniami z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy.

**Uwaga!** W przypadku braku odpowiedniej liczby ratowników czynności te mogą być wykonywane

przez dwóch ratowników, a do pomocy w miarę dostępności można wykorzystać postronnych świadków (w pierwszej kolejności tych, którzy odbyli szkolenie z zakresu pierwszej pomocy).

Udzielając pomocy poszkodowanemu, należy pamiętać o tym, że wszystkie działania ratownicze powinny być ukierunkowane na jak najszybsze udzielenie pomocy poszkodowanemu, a czynności ratujące życie mają pierwszeństwo przed czynnościami ratującymi zdrowie.

Po przybyciu na miejsce zdarzenia ratownicy powinni przed przystąpieniem do działań dokonać rozpoznania miejsca zdarzenia. Rozpoznanie miejsca zdarzenia powinno obejmować następujące elementy:

- **zabezpieczenie ratowników** – rękawiczki ochronne jednorazowe, okulary, hełm z przyłbicą („kask”), buty powyżej kostki
- **identyfikacja zagrożeń** – jeżeli działania są w strefie zagrożenia, to:
  - jakie podjąć działania zabezpieczające
  - jak dodatkowo zabezpieczyć ratowników
  - ewentualnie decyzja o ewakuacji poszkodowanego
- **liczba poszkodowanych** – rozważyć konieczność segregacji pierwotnej (wstępnej)
  - **segregacja pierwotna:** segregacja poszkodowanych realizowana niezwłocznie po przybyciu na miejsce zdarzenia podmiotu ratowniczego
  - **segregacja poszkodowanych:** proces wyznaczania priorytetów leczniczo-transportowych realizowany w zdarzeniach mnogich i masowych
- **potrzebne dodatkowe siły i środki**
  - zawsze do poszkodowanego należy zabrać ze sobą cały zestaw ratowniczy PSP R1/R2 (torba, deska, szyny)
  - w przypadku medycznych działań ratowniczych zawsze potrzebna będzie obecność Zespołu Ratownictwa Medycznego na miejscu działań
- **mechanizm zdarzenia**
  - mechanizmy urazu wskazujące na możliwość obrażenia kręgosłupa:
    - wypadki komunikacyjne
    - upadki z wysokości
    - siła działająca wzdłuż osi ciała poszkodowanego
    - skoki do wody
    - urazy przenikające w okolicy kręgosłupa lub w jego pobliżu
    - obrażenia okolicy głowy i szyi
    - nieprzytomna ofiara urazu

**Uwaga!** W razie jakichkolwiek wątpliwości należy stabilizować i unieruchomić kręgosłup.

**Dotarcie do poszkodowanego** powinno odbywać się w sposób bezpieczny i szybki. Do osoby poszkodowanej w miarę możliwości należy podchodzić od strony, w którą skierowana jest jego twarz

(twarzą w twarz, aby poszkodowany nie odwrócił głowy w celu zobaczenia ratownika), zabierając ze sobą cały potrzebny sprzęt ratowniczy. **Podchodząc, należy ocenić wygląd ogólny poszkodowanego, jego aktywność ruchową i słowną, widoczne obrażenia i krwawienia, ułożenie ciała, wiek, masę ciała i płć.**

**Uwaga!** W przypadku zauważenia intensywnego krwotoku należy go natychmiast uwidocznic i zatałmować stosując w miejscu krwawienia ucisk bezpośredni lub opatrunek uciskowy albo powyżej miejsca krwawienia (na udzie lub ramieniu w zależności od miejsca krwawienia) w ostateczności opaskę zaciskową.

**Mechanizm zdarzenia** będzie warunkował sposób podejścia ratownika do poszkodowanego.

- Mechanizm zdarzenia w wyniku, którego mogło dojść do obrażenia kręgosłupa lub nieznanego mechanizmu zdarzenia powoduje, że ratownik, podchodząc do poszkodowanego, który jest przytomny, powinien przedstawić się z imienia, funkcji i powiedzieć poszkodowanemu, aby się nie ruszał, a po dotarciu do niego ręcznie ustabilizować odcinek szyjny kręgosłupa, tak aby był w jednej linii z odcinkiem piersiowym kręgosłupa. Po przekazaniu stabilizacji drugiemu ratownikowi, ratownik kierujący działaniami z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy powinien wdrożyć **sekwencje medycznych działań ratowniczych**. W przypadku, gdy poszkodowany leży i nie porusza się, najpierw należy ręcznie ustabilizować odcinek szyjny kręgosłupa tak, aby był w jednej linii z odcinkiem piersiowym kręgosłupa, a następnie wdrożyć **sekwencje medycznych działań ratowniczych**.
- W sytuacji, kiedy jednoznacznie można wykluczyć obrażenie kręgosłupa, nie ma konieczności ręcznej stabilizacji odcinka szyjnego kręgosłupa i po podejściu do poszkodowanego należy wdrożyć **sekwencje medycznych działań ratowniczych**.

**Uwaga!** W razie jakichkolwiek wątpliwości należy stabilizować i unieruchomić kręgosłup.

Po dotarciu do poszkodowanego w miarę możliwości ratownik powinien zapewnić komfort działania sobie i poszkodowanemu, zasłaniając go przed osobami postronnymi. Następnie w zależności od okoliczności zdarzenia i stanu poszkodowanego należy udzielić kwalifikowanej pierwszej pomocy (kwalifikowana pierwsza pomoc – czynności podejmowane wobec osoby w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego przez ratownika) i przygotować go do ewakuacji lub ewakuować, gdy są wskazania i po ewakuacji udzielić kwalifikowanej pierwszej pomocy. Jeżeli na miejscu zdarzenia jest obecny Zespół Ratownictwa Medycznego, a miejsce,

w którym znajduje się poszkodowany, jest bezpieczne po wykonaniu dostępu do niego (wykonanie dostępu – należy przez to rozumieć stworzenie możliwości oceny stanu poszkodowanego i możliwości jego przemieszczenia), poszkodowanego należy przekazać Ratownikom ZRM, a następnie w zależności od potrzeb realizować inne czynności ratownicze.

#### Wskazania do ewakuacji:

- bezpośrednie lub przewidywane w krótkim czasie zagrożenie dla życia ratownika i ratowanego,
- brak możliwości oceny funkcji życiowych w miejscu, w którym znajduje się poszkodowany,
- ciężki stan poszkodowanego wymagający podjęcia czynności z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy w ciągu 1-2 minut, aby zapobiec zatrzymaniu krążenia (najczęściej niedrożność dróg oddechowych i wstrząs).

**Pamiętaj!** Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 4 lipca 1992 r. w sprawie zakresu i trybu korzystania z praw przez kierującego działaniem ratowniczym (Dz. U. Nr 54, poz. 259) mówi, że kierujący akcją ratowniczą lub innym działaniem ratowniczym prowadzonym przez jednostki ochrony przeciwpożarowej jest uprawniony do zarządzania ewakuacją ludzi z rejonu objętego działaniem ratowniczym w przypadku zagrożenia życia i zdrowia. Ponadto zgodnie z § 1 ust. 1 pkt. 7 jest on uprawniony do odstąpienia od zasad działania uznanych powszechnie za bezpieczne, z zachowaniem wszelkich dostępnych w danych okolicznościach zabezpieczeń, jeżeli w jego ocenie, dokonanej na miejscu i w czasie zdarzenia, istnieje prawdopodobieństwo uratowania życia ludzkiego, w szczególności gdy z powodu braku specjalistycznego sprzętu zachodzi konieczność zastosowania sprzętu zastępczego. Można zatem stwierdzić, że w przypadku braku na miejscu zdarzenia zespołu ratownictwa medycznego i specjalistycznego środka transportu sanitarnego (ambulansu drogowego) spełniającego wymogi Polskiej Normy w sytuacji ciężkiego stanu poszkodowanego można w celu ewakuacji poszkodowanego (z miejsca dla niego niebezpiecznego z powodu wyczerpania możliwości ratowniczych przez ratowników) do szpitala lub na spotkanie z zespołem ratownictwa medycznego wykorzystać samochód pożarniczy. Przy czym jak pisze profesor Józef Jan Skoczylas w opracowaniu *Prawo Ratownicze: niebezpieczeństwo w stanie wyższej konieczności* obwarowane jest warunkami i musi być: rzeczywiste, a nie urojone, bezpośrednie, tj. musi zagrażać dobru bezpośrednio w czasie działania, nie może być dopiero przewidywalne lub należeć do przeszłości [15]. Jak zauważa dalej autor: artykuł 26 kodeksu karnego wyłącza odpowiedzialność karną w wypadkach działania w stanie wyższej konieczności [15].

Dobra znajomość procedur ratowniczych i ciągłe ćwiczenia mają wpływ na jakość i szybkość działań z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy. Ponadto ratownicy znający dobrze procedury ratownicze będą działać spokojnie i zdecydowanie. Taki sposób postępowania wpływa na dobre samopoczucie poszkodowanego i jest ważnym elementem wsparcia psychicznego. Ratownik podczas swoich działań powinien być zdecydowany, spokojny i czujny. Należy pamiętać, że ratownik jest obserwowany zarówno przez poszkodowanego i współpracowników (spokój i opanowanie ratownika udzieli się również innym), jak i coraz bardziej świadome społeczeństwo (ratownik nie powinien dać im powodów do negatywnych komentarzy). Z poszkodowanym przytomnym należy w miarę możliwości starać się nawiązać i utrzymać kontakt wzrokowy, mówić spokojnie w sposób dla niego zrozumiały. Podczas prowadzonych działań ratownik powinien zebrać wywiad ratowniczy od poszkodowanego i/lub świadków zdarzenia. Wywiad ten powinien zawierać następujące informacje:

- **S** – symptomy (dolegliwości, objawy)
- **A** – alergie
- **M** – medykamenty (lekarstwa stosowane przez poszkodowanego)
- **P** – przebyte choroby
- **L** – lunch (ostatni posiłek przed zdarzeniem)
- **E** – ewentualnie, co się stało (co doprowadziło do wystąpienia dolegliwości)

Ratownik powinien informować poszkodowanego o podejmowanych działaniach, jednak w miarę możliwości należy unikać udzielania informacji, które mogą mu zaszkodzić (nie powinno się jednak poszkodowanego okłamywać). Obecność ratownika przy poszkodowanym daje mu poczucie bezpieczeństwa i jest istotnym elementem wsparcia psychicznego. Ratownik nie powinien zostawiać poszkodowanego samego. Jeżeli będzie go musiał zostawić z uzasadnionych powodów, to powinien wykorzystać do pomocy osoby, które są obecne na miejscu zdarzenia. Należy podkreślić, że jakość udzielanego wsparcia psychicznego jest bardzo ważnym elementem udzielania pomocy poszkodowanemu i ma wpływ na jakość życia, dlatego wsparcie to powinno być realizowane cały czas w trakcie działań ratowniczych.

**Pamiętaj!** Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego* (Dz. U. 11.46.239).

§ 35. 1. Ratownik podmiotu ksrp, który udzielił kwalifikowanej pierwszej pomocy podczas zdarzeń pojedynczych lub mnogich, wypełnia na miejscu zdarzenia kartę udzielonej kwalifikowanej pierwszej

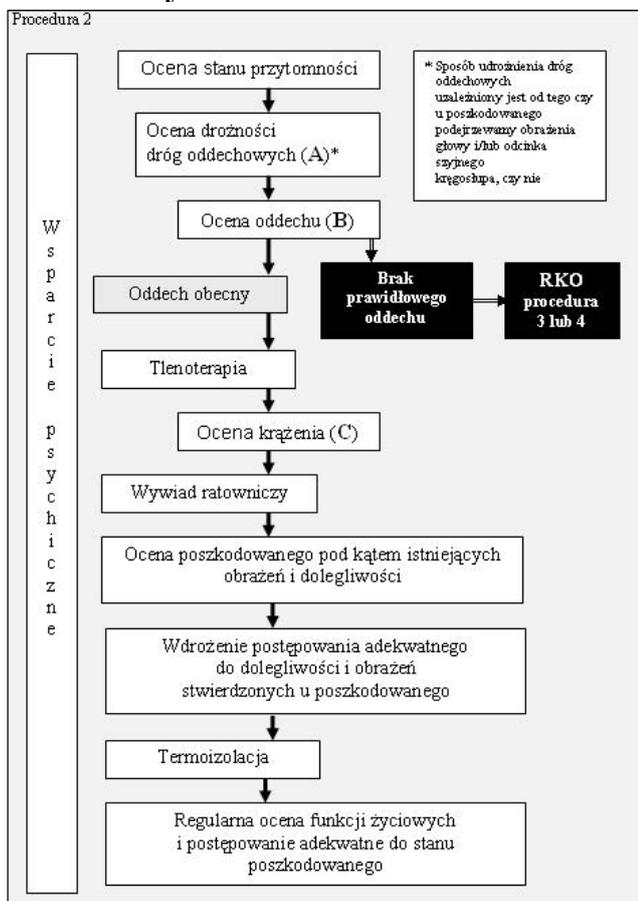
pomocy, której wzór stanowi załącznik nr 4 do rozporządzenia, z zastrzeżeniem ust. 3.

2. Karta udzielonej kwalifikowanej pierwszej pomocy jest przekazywana, wraz z osobą poszkodowaną, zespołowi ratownictwa medycznego albo osobie wykonującej zawód medyczny w zakładzie opieki zdrowotnej oraz za pośrednictwem kierującego do stanowiska kierownika komendanta Państwowej Straży Pożarnej.

3. Ratownik podmiotu ksrg może nie wypełniać karty udzielonej kwalifikowanej pierwszej pomocy na miejscu zdarzenia, jeśli wykonywane działania ratownicze uniemożliwiają wypełnienie jej na miejscu zdarzenia; w takim przypadku ratownik podmiotu ksrg udzielający kwalifikowanej pierwszej pomocy wypełnia kartę udzielonej kwalifikowanej pierwszej pomocy po zakończeniu działań ratowniczych i przekazuje za pośrednictwem kierującego do stanowiska kierownika komendanta Państwowej Straży Pożarnej, w celu przekazania właściwemu dysponentowi jednostki systemu Państwowe Ratownictwo Medyczne.

Do informacji ze zdarzenia oraz do jej danych opisowych powinny zostać wpisane wszystkie czynności i sprzęt, jakim posługiwali się ratownicy wykonujący medyczne czynności.

## Sekwencja medycznych działań ratowniczych



Ryc. 2. Sekwencja medycznych działań ratowniczych

Fig. 2. Treatment algorithms in emergency care

Sekwencja założeń taktycznych w ratownictwie medycznym:

- Przybycie na miejsce zdarzenia
- Rozpoznanie miejsca zdarzenia
  - zabezpieczenie ratowników
  - identyfikacja zagrożeń
  - liczba poszkodowanych
  - potrzebne dodatkowe siły i środki
  - mechanizm zdarzenia
- Dotarcie do poszkodowanego
  - udzielenie kwalifikowanej pierwszej pomocy i przygotowanie do ewakuacji
  - wykonanie dostępu do poszkodowanego i udzielenie kwalifikowanej pierwszej pomocy
  - ewakuacja i udzielenie kwalifikowanej pierwszej pomocy
- Meldunek do kierującego działaniem ratowniczym (KDR)

Ratownik kierujący działaniami z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy powinien podejść do poszkodowanego z przodu (twarzą w twarz, aby poszkodowany nie odwrócił głowy w celu zobaczenia ratownika). Podchodząc, należy ocenić wygląd ogólny poszkodowanego, jego aktywność ruchową i słowną, widoczne obrażenia i krwawienia, ułożenie ciała, wiek, masę ciała i płeć.

**Uwaga!** W przypadku zauważenia intensywnego krwotoku, należy go natychmiast uwidocznić i zatamować, stosując w miejscu krwawienia ucisk bezpośredni lub opatrunek uciskowy albo powyżej miejsca krwawienia (na udzie lub ramieniu w zależności od miejsca krwawienia) w ostateczności opaskę zaciskową.

Jeżeli mechanizm urazu wskazuje na możliwość obrażenia kręgosłupa albo jest nieznany, podchodząc do poszkodowanego, który jest przytomny, należy się przedstawić z imienia, funkcji i powiedzieć poszkodowanemu, aby się nie ruszał, a po dotarciu do niego ręcznie ustabilizować odcinek szyjny kręgosłupa tak, aby był w jednej linii z odcinkiem piersiowym kręgosłupa. Po przekazaniu stabilizacji ratownikowi drugiemu, ratownik kierujący działaniami z zakresu kwalifikowanej pierwszej pomocy powinien wdrożyć sekwencje medycznych działań ratowniczych. W przypadku gdy poszkodowany leży i nie porusza się, najpierw należy ręcznie ustabilizować odcinek szyjny kręgosłupa tak, aby był w jednej linii z odcinkiem piersiowym kręgosłupa a następnie wdrożyć sekwencje medycznych działań ratowniczych. W sytuacji, kiedy jednoznacznie można wykluczyć obrażenie kręgosłupa, nie ma konieczności ręcznej stabilizacji odcinka szyjnego kręgosłupa i po podejściu do poszkodowanego należy wdrożyć sekwencje medycznych działań ratowniczych.

**Uwaga!** W razie jakichkolwiek wątpliwości należy stabilizować i unieruchomić kręgosłup.

**Uwaga!** Jeżeli poszkodowany jest pobudzony i nie chce współpracować, nie unieruchamiaj kręgosłupa wbrew jego woli; staraj się uspokoić poszkodowanego i spróbuj go przekonać, aby się nie poruszał.

• **Ocena stanu przytomności**

Pierwszy ratownik powinien przedstawić się poszkodowanemu z imienia i funkcji i zapytać co się stało. Odpowiedź uzyskana od poszkodowanego dostarcza informacji na temat stanu świadomości i drożności dróg oddechowych. Stan przytomności poszkodowanego należy ocenić według schematu **AVPU**.

**A** (Alert) – przytomny

**V** (Verbal) – reaguje na głos

**P** (Pain) – reaguje na ból

**U** (Unresponsive) – nieprzytomny (bez odruchu kaszlowego i gardłowego)

• **Ocena drożności dróg oddechowych (Airway)**

- sprawdzenie, czy w jamie ustnej nie ma ciała obcego

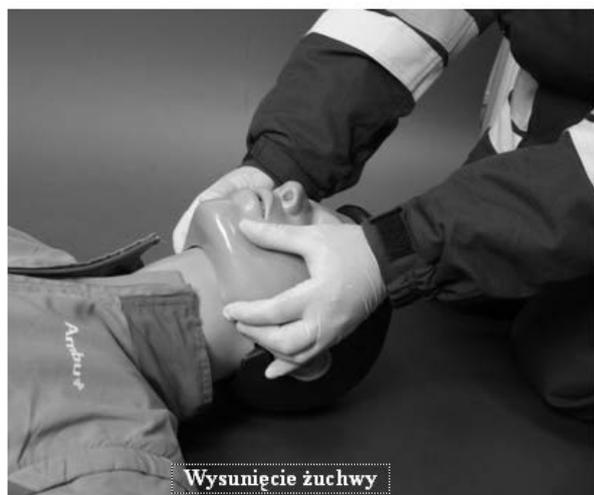
- w przypadku treści płynnej lub półpłynnej: usunąć przy pomocy ssaka

- w przypadku elementów stałych: usunąć ręcznie w sposób bezpieczny

**Uwaga!** Nigdy nie należy usuwać z jamy ustnej ciała obcego na ślepo.

- w przypadku zaburzeń i/lub braku drożności: udrożnienie dróg oddechowych

1. poszkodowany z podejrzeniem obrażenia kręgosłupa: wysunięcie żuchwy; ratownik przy pomocy palców wskazujących i pozostałych palców umieszczonych za kątami żuchwy, wywiera na nią nacisk ku górze i przodowi. Używając kciuków, przemieszcza bródkę ku dołowi i delikatnie otwiera usta [ryc.3.]



**Ryc. 3.** Wysunięcie żuchwy

**Fig. 3.** Jaw thrust

2. poszkodowany bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy; ratownik kładzie jedną rękę na czole

pacjenta i delikatnie odgina głowę ku tyłowi. Opuszki palców drugiej ręki umieszcza na bródce poszkodowanego i delikatnie unosi ją, rozciągając struktury przedniej części szyi [ryc.4.]



**Ryc. 4.** Odgięcie głowy i uniesienie żuchwy.

**Fig. 4.** The 'head-tilt/chin-lift'

W celu utrzymania drożności dróg oddechowych można zastosować również metody przyrządowe. W ramach kwalifikowanej pierwszej pomocy ratownik może zastosować: rurkę ustno-gardłową, rurkę krtaniową, maskę krtaniową. Przyrządy te zakłada się tylko u poszkodowanych głęboko nieprzytomnych. W sytuacji, kiedy poszkodowany zaczyna reagować (np. kaszleć, krztusić się itp.), przyrząd, który został założony, należy usunąć.

- Rurka ustno-gardłowa ma za zadanie zapobiegać opadnięciu języka w kierunku tylnej ściany gardła. Przed jej założeniem należy dobrać odpowiedni rozmiar dla poszkodowanego. Rozmiar ten uzyskuje się, dobierając jej długość do odległości w linii pionowej pomiędzy siekaczami a kątem żuchwy poszkodowanego.



**Ryc. 5.** Rurka ustno-gardłowa

**Fig. 5.** OPA – oropharyngeal airways

- Rurka krtaniowa (LT) wyposażona jest w dwa mankiety uszczelniające: duży (gardłowy) i mały (przełykowy). Przed założeniem należy dobrać odpowiedni rozmiar dla poszkodowanego. Rozmiar uzależniony jest od wzrostu poszkodowanego. Rurkę należy włożyć delikatnie, „na ślepo” przez usta aż do czarnego znacznika, który powinien znaleźć się na wysokości zębów. Po wprowadzeniu mankiety wypełnia się powietrzem. Do końca rurki podłącza się worek samorozprężalny. Wentylacja odbywa się poprzez duży otwór między mankietami, a o jej skuteczności świadczy unoszenie się klatki piersiowej w czasie wdechu i jej opadanie w czasie wydechu.



Ryc. 6. Rurka krtaniowa  
Fig. 6. Laryngeal tube

- Maską krtaniową (LMA) składa się z giętkiej rurki z mankiem w kształcie maski na końcu. Przed założeniem należy dobrać odpowiedni rozmiar dla poszkodowanego. Rozmiar uzależniony jest od masy ciała poszkodowanego. Maskę należy włożyć delikatnie, „na ślepo” przez usta, aż do momentu wyczucia oporu. Po wprowadzeniu mankieta wypełnia się powietrzem. Do końca maski podłącza się worek samorozprężalny. O skuteczności wentylacji świadczy unoszenie się klatki piersiowej w czasie wdechu i jej opadanie w czasie wydechu.



Ryc. 7. Maską krtaniową  
Fig. 7. LMA – laryngeal mask airway

- **Ocena oddechu (Breathing)** przez 10 sekund (widzę, słyszę, czuję)
  - **obecność** – w pierwszych minutach zatrzymania krążenia poszkodowany może słabo oddychać lub wykonywać nieregularne, wolne i głośne westchnięcia (gaspings). Są to oddechy nieprawidłowe. Ważne jest, aby ratownik nie mylił ich z prawidłowym oddechem.

**Uwaga!** W przypadku braku prawidłowego oddechu należy podjąć resuscytację krążeniowo-oddechową (RKO).

- **oddech obecny:** utrzymanie drożności dróg oddechowych (u osoby głęboko nieprzytomnej rozważyć założenie odpowiedniego rozmiaru rurki ustno-gardłowej lub rurki krtaniowej lub maski krtaniowej)
- w przypadku obecności oddechu początkowa **tlenoterapia:** zastosowanie maski z workiem rezerwuarowym i przepływem tlenu 15 l/minutę

- **częstotliwość**

	Częstotliwość oddychania		
	Prawidłowa	Przyspieszona	Nieprawidłowa
Dorosły	10 – 20/min.	21 – 30/min.	<10 i > 30/min.
Małe dziecko	15 – 30/min.	31 – 45/min.	<15 i > 45/min.
Niemowlę	25 – 50/min.	51 – 60/min.	<25 i > 60/min.

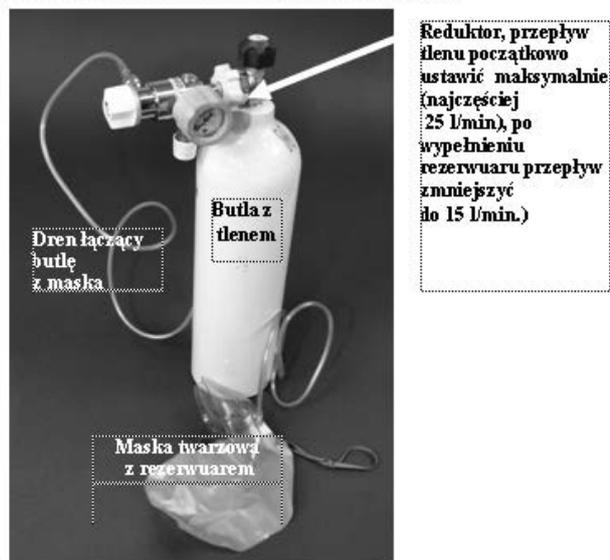
- **głębokość** – o prawidłowej głębokości oddechu świadczy widoczne unoszenie się klatki piersiowej w czasie wdechu i opadanie w czasie wydechu
- **wysiłek oddechowy** – o wzmożonym wysiłku oddechowym może między innymi świadczyć: obecność paradoksalnych ruchów oddechowych polegających na unoszeniu się nadbrzusza w czasie wdechu, udział w oddychaniu dodatkowych mięśni oddechowych (m.in. m. mostkowo-obojczykowo-sutkowy widoczny na szyi, mm. międzyżebrowych), wciąganie mostka i przestrzeni międzyżebrowych), słyszalne podczas wydechu postękiwanie.

Tlenoterapia to postępowanie ratownicze polegające na wykorzystaniu tlenu w medycznych działaniach ratowniczych poprzez zwiększenie jego stężenia w powietrzu wdechowym. Wyróżnić można dwie podstawowe metody tlenoterapii:

1. **bierna:** mieszanka oddechowa zawierająca tlen jest wdychana samodzielnie przez poszkodowanego dzięki jego wydolnemu oddechowi. W takiej sytuacji ratownik podaje poszkodowanemu mieszaninę oddechową zawierającą tlen do oddychania przez maskę twarzową z rezerwuarem.

Stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej uzależnione jest od wartości przepływu nastawionej na przepływomierzu (7 l/min. – 70%, 8 l/min. – 80%, 9-15 l/min. – 90-95%). Tlenoterapię bierną stosuje się w przypadku występowania u poszkodowanego oddechu prawidłowego lub przyspieszonego.

### Zestaw do tlenoterapii biernej



Ryc. 8. Zestaw do tlenoterapii biernej  
Fig. 8. Passive oxygen delivery system

**2. czynną:** mieszanina oddechowa zawierająca tlen o odpowiednim stężeniu w zależności od wartości nastawionego przepływu na przepływomierzu (7 l/min. – 70%, 8 l/min. – 80%, 9-15 l/min. – 90-95%) wtłaczana jest przez worek samorozprężalny z rezerwuarem do płuc poszkodowanego. W sytuacji kiedy ratownik stwierdzi brak prawidłowego oddechu u poszkodowanego, musi rozpocząć oddech zastępczy (wykonuje za poszkodowanego oddech, dostarczając odpowiednią objętość oddechową w czasie pojedynczego wdechu z odpowiednią częstotliwością w zależności od wieku).

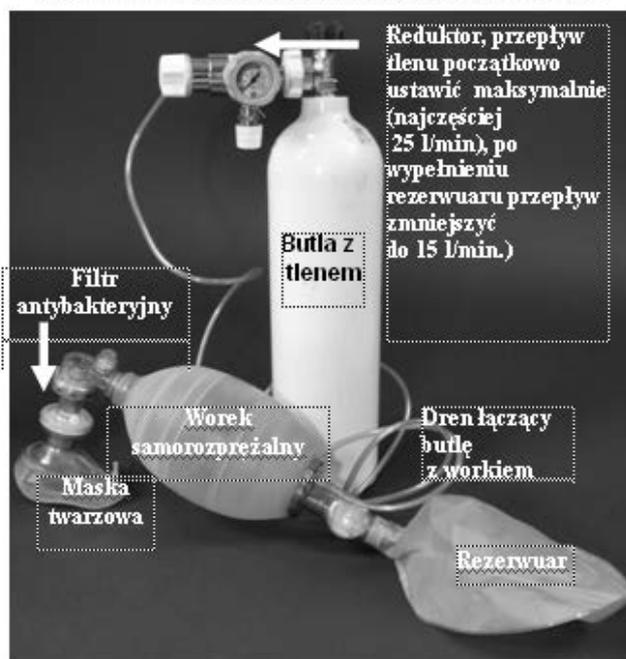
W sytuacji, kiedy poszkodowany oddycha samodzielnie, ale jego oddech jest niewydolny, jak w przypadku nieprawidłowej liczby oddechów lub oddechu za płytkiego, ratownik powinien podjąć oddech wspomagany.

W przypadku za małej częstotliwości oddechu u poszkodowanego, należy dostarczyć mu brakującą liczbę oddechów (ratownik powinien dostarczyć oddech między oddechami poszkodowanego tak, aby wdech dodatkowy nie spotkał się z samodzielnym wydechem poszkodowanego).

W przypadku za dużej częstotliwości oddechu i oddechu za płytkiego u poszkodowanego ratownik powinien dostosować częstość oddechu tak, aby w czasie zbiegała się ona z wdechami po-

szkodowanego (oddech jest dostarczany przez ratownika co 2-3 oddechy własne poszkodowanego). Oddechy dostarczane przez ratownika należy stosować na przemian z oddechami własnymi poszkodowanego.

### Zestaw do tlenoterapii czynnej



Ryc. 9. Zestaw do tlenoterapii czynnej  
Fig. 9. Active oxygen delivery system

**Pamiętaj!** Początkowa tlenoterapia bierna to zastosowanie maski z rezerwuarem i przepływem tlenu 15 l/min. (w przypadku tlenoterapii czynnej worek samorozprężalny z rezerwuarem i maską). Po stabilizacji stanu poszkodowanego należy zmniejszyć stężenie (przepływ) tlenu, dążąc do uzyskania  $\text{SaO}_2$  (saturacji – wysycenia hemoglobiny tlenem) w przedziale 94-98%. Jeżeli pulsoksymetria nie jest dostępna, należy kontynuować tlenoterapię do chwili, gdy poszkodowany zostanie przekazany zespołowi ratownictwa medycznego. Pulsoksymetria to nieinwazyjna metoda oceny zawartości tlenu we krwi. Ocenia stopień wysycenia tlenem hemoglobiny (czerwonego barwnika krwinek czerwonych przynoszącego tlen). Wynik podaje odsetek hemoglobiny związanej z tlenem. W celu oceny na palec zakłada się klips, wewnątrz którego znajduje się światło o określonej długości, które w różnym stopniu jest pochłaniane przez hemoglobinę związaną z tlenem i odtlenowaną. Prawidłowe wartości saturacji to 94-98% (w czasie tlenoterapii może być 100%). Wartość nieprawidłowa świadcząca o niewydolności oddechowej to  $\text{SaO}_2 < 90\%$ .



**Ryc. 10.** Pulsoksymetr  
**Fig. 10.** Pulse oximeter

**Uwaga!** U poszkodowanych wychłodzonych lub zatrutych tlenkiem węgla oznaczenie pulsoksymetru będzie nieprawidłowe i w postępowaniu ratowniczym nie należy się nim kierować.

**Uwaga!** U poszkodowanych, u których z wywiadu SAMPLE wynika, że leczą się z powodu przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POCHP), tlenoterapię bierną należy stosować bardzo ostrożnie.

- **Ocena krążenia (Circulation)**

- **ocena tętna** jednocześnie na tętnicy szyjnej i promieniowej przez 10 sekund
  - obecność
  - częstotliwość

	Częstotliwość tętna	
	Prawidłowa	Nieprawidłowa
Dorosły	50 – 120/min.	<50 i > 120/min.
Małe dziecko	60 – 160/min.	<60 i > 160/min.
Niemowlę	80 – 180/min.	<80 i > 180/min.

- miarowość
- jakość

1. brak tętna na tętnicy szyjnej świadczy o zatrzymaniu krążenia → należy podjąć **resuscytację krążeniowo-oddechową (RKO)**
2. brak tętna lub tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej świadczyć może o ciężkim stanie poszkodowanego (wstrząs hipowolemiczny)
  - **skóra** – kolor, wilgotność, ocieplenie, nawrót kapilarny (należy ucisnąć palec położony na poziomie serca lub nieco wyżej na 5 sekund z siłą, która spowoduje zblednięcie skóry, następnie określić czas konieczny do uzyskania w miejscu uciśnięcia takiego samego koloru, jak otaczająca je skóra – norma < 2 sekund
  - **ocena, czy nie występuje intensywny krwotok zewnętrzny**

**Uwaga!** W przypadku zauważenia intensywnego krwotoku należy go natychmiast odsłonić i zatamować, stosując w miejscu krwawienia ucisk bezpośredni lub opatrunek uciskowy albo powyżej miejsca krwawienia (na udzie lub ramieniu w zależności od miejsca krwawienia) w ostateczności opaskę zaciskową.

**Uwaga!** W przypadku występowania objawów wstrząsu hipowolemicznego (zaburzenia świadomości różnego stopnia, oddech przyspieszony, tętno przyspieszone, tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej, nawrót kapilarny > 2 sekund, skóra chłodna, blada, spocona) należy wdrożyć wstępne postępowanie przeciwwstrząsowe.

- **Wywiad ratowniczy (SAMPLE)** powinien obejmować informacje przedstawione poniżej:
  - S** – symptomy (dolegliwości, objawy)
  - A** – alergie
  - M** – medykamenty (lekarstwa stosowane przez poszkodowanego)
  - P** – przebyte choroby
  - L** – lunch (ostatni posiłek przed zdarzeniem)
  - E** – ewentualnie, co się stało (co doprowadziło do wystąpienia dolegliwości)
- **Ocena poszkodowanego pod kątem istniejących obrażeń i dolegliwości** – sposób oceny poszkodowanego będzie uzależniony od mechanizmu zdarzenia.
  - mechanizm zdarzenia nieznan lub obrażenie wielonarządowe → Szybka ocena poszkodowanego pod kątem istniejących obrażeń i dolegliwości
  - obrażenie pojedyncze → Ocena miejscowa poszkodowanego

Szybka ocena poszkodowanego pod kątem istniejących obrażeń i dolegliwości jest to szybka ocena, mająca na celu stwierdzenie wszystkich obrażeń stanowiących zagrożenie życia.

Do przeprowadzenia oceny poszkodowanego w miarę możliwości należy rozebrać (podnosząc, rozcinając lub ściągając elementy ubrania). Nie zawsze jednak będzie to możliwe do wykonania (ze względu na niesprzyjające warunki atmosferyczne lub ze względu na konieczność podjęcia czynności resuscytacyjnych – należy pamiętać, że zabiegi ratujące życie mają pierwszeństwo przed zabiegami ratującymi zdrowie). Można więc przyjąć zasadę, że ubranie usuwamy na tyle, na ile będzie to niezbędne do przeprowadzenia oceny poszkodowanego i wdrożenia postępowania adekwatnego do dolegliwości oraz obrażeń stwierdzonych u niego.

### Ocena głowy i szyi

- **ogłądaniem:** siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie, średnica i symetria źrenic, wypływ krwi i/lub płynu mózgowo-rdzeniowego z uszu i/lub nosa, poszerzenie żył szyjnych, przesunięcie tchawicy z linii pośrodkowej ciała
- **dotykkiem:** bolesność, niestabilność, obrzęk, odma podskórna, napięcie mięśni wzdłuż kręgosłupa

**Uwaga!** Po zakończeniu oceny szyi należy założyć kołnierz ortopedyczny.

- w przypadku użycia kołnierza ortopedycznego wielorozmiarowego przed jego założeniem należy ustalić rozmiar i dopasować kołnierz zgodnie z zaleceniami producenta
- do bezpiecznego założenia kołnierza ortopedycznego niezbędne jest współdziałanie dwóch osób
- kołnierz ortopedyczny należy zakładać bezpośrednio na skórę, usuwając uprzednio ubranie i inne elementy mogące być przyczyną niedokładnego przylegania kołnierza
- po założeniu kołnierza ortopedycznego należy kontynuować ręczną stabilizację kręgosłupa szyjnego

**Uwaga!** Należy pamiętać, że pierwszeństwo ma szybka ocena poszkodowanego, dlatego jeżeli nie można założyć kołnierza po zbadaniu szyi, to ostateczny czas jego założenia jest przed unieruchomieniem stabilizatorami głowy (klockami) na desce ortopedycznej.

### Ocena klatki piersiowej

- **ogłądaniem:** siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie, niesymetryczne unoszenie się klatki piersiowej, paradoksalne ruchy klatki piersiowej
- **dotykkiem:** bolesność, niestabilność, obrzęk, odma podskórna

### Ocena brzucha

- **ogłądaniem:** siniaki, rany, krwawienie, wytrzymanie (wydostanie się jelit z jamy brzusznej przez ranę na zewnątrz), zwiększenie obwodu brzucha
- **dotykkiem:** bolesność, napięcie, twardość

### Ocena miednicy

- **ogłądaniem:** siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
- **dotykkiem:** bolesność, niestabilność, trzeszczenie

**Uwaga!** Jeżeli poszkodowany jest przytomny i zgłasza dolegliwości bólowe w okolicy miednicy lub oglądaniem stwierdzi się zniekształcenie – nie należy oceniać miednicy.

**Uwaga!** Jeżeli stwierdzi się niestabilność miednicy, nie należy jej badać powtórnie, a przy ewakuowaniu poszkodowanego na deskę, nie należy go rolować

(ewakuacja na deskę przez 5 ratowników (minimum 4) lub z zastosowaniem noszy podbierakowych).

### Ocena kończyn dolnych

- **ogłądaniem:** siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
- **dotykkiem:** bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość

### Ocena kończyn górnych

- **ogłądaniem:** siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
- **dotykkiem:** bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość

**Ewakuacja poszkodowanego na sztywne nosze ortopedyczne:** technika uzależniona od liczby ratowników i od wyniku oceny miednicy.

**Uwaga!** W miarę możliwości stosować technikę z wykorzystaniem 5 ratowników.

### Ocena pleców i pośladków

- **ogłądaniem:** siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
- **dotykkiem:** bolesność, niestabilność, obrzęk, napięcie mięśni wzdłuż kręgosłupa

**Uwaga!** Ciało obcego w białego w poszkodowanego nie należy usuwać poza dwoma wyjątkami:

1. ciało obce, które powoduje niedrożność dróg oddechowych,
2. ciało obce w mostku w sytuacji konieczności wykonywania zewnętrznego masażu serca.

**Uwaga!** Po każdej zmianie pozycji poszkodowanego należy ocenić jego stan (ABC).

### Unieruchomienie na desce ortopedycznej

– pasy należy zapinać najpierw na poziomie ramion, miednicy i kończyn dolnych, następnie głowę, aby zapobiec powstawaniu środka rotacji ciała na poziomie szyi. Stabilizatory boczne należy mocować pionową stroną w kierunku głowy poszkodowanego, czyli ściętą stroną na zewnątrz. Po oparciu ich o barki poszkodowanego należy jednocześnie docisnąć je do jego głowy, starając się, by otwory w klockach znalazły się na wysokości małżowin usznych poszkodowanego. Następnie należy zamocować paski.

**Ocena miejscowa poszkodowanego** – wykonuje się ją w przypadku obrażeń o ograniczonym zasięgu (np. złamanie podudzia, skręcenie stawu skokowego, rana klatki piersiowej) lub w przypadku poszkodowanych nieurazowych. Jeżeli poszkodowany jest przytomny, bez utraty przytomności w wywiadzie, bez objawów wstrząsu, po ocenie wstępnej można przystąpić do oceny miejscowej w zależności od charakteru głównej dolegliwości. W przypad-

ku wykluczenia podejrzenia obrażenia kręgosłupa, nie ma potrzeby unieruchamiania odcinka szyjnego kręgosłupa oraz unieruchamiania poszkodowanego na noszach typu deska.

- **Wdrożenie postępowania adekwatnego do dolegliwości i obrażeń stwierdzonych u poszkodowanego**

Postępowanie należy wdrożyć zgodnie z aktualnie obowiązującymi procedurami.

- **Termoizolacja**

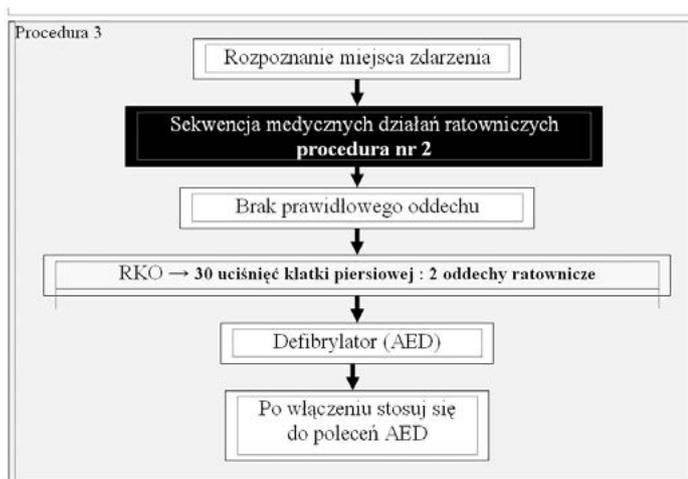
Wysiłki mające na celu zapobieganie wychłodzeniu powinny zostać podjęte już na miejscu zdarzenia, a następnie kontynuowane jako integralna część postępowania ratowniczego, ponieważ znaczne wychłodzenie może doprowadzić do przedłużającego się krwawienia oraz do zwiększenia zapotrzebowania na tlen.

- **Regularna ocena funkcji życiowych i postępowanie adekwatne do stanu poszkodowanego**

Stan poszkodowanego w czasie może ulec zmianie, dlatego bardzo ważnym elementem działań ratowniczych jest regularna ocena funkcji życiowych. Zawsze należy ocenić stan poszkodowanego przy każdej zmianie jego położenia, po wykonaniu czynności ratowniczych, a w przypadku poszkodowanych nieprzytomnych w miarę możliwości co 1 minutę.

- **Wsparcie psychiczne**

Wsparcie psychiczne jest integralną częścią udzielania pomocy poszkodowanemu. Jego celem jest zmniejszenie negatywnych skutków doświadczanej sytuacji na miejscu zdarzenia i przyczynia się do szybszego powrotu poszkodowanego do „normalnego” życia.



Ryc. 11. Postępowanie w zatrzymaniu krążenia (RKO)

Fig. 11. Circulatory arrest management in adults

**Badanie powtórne i badanie dalsze** wykonywane jest przez Zespół Ratownictwa Medycznego. Strażak ratownik musi pamiętać o konieczności stałego kontrolowania stanu poszkodowanego. W sytuacji stwierdzenia pogorszenia stanu musi dokonać ponownej oceny poszkodowanego.

- **Rozpoznanie miejsca zdarzenia**

- zabezpieczenie ratowników
- identyfikacja zagrożeń
- liczba poszkodowanych
- potrzebne dodatkowe siły i środki
- mechanizm zdarzenia

**Uwaga!** Jeżeli istnieje podejrzenie obrażenia głowy i/lub kręgosłupa, przy podejściu do poszkodowanego należy zachować zasady stabilizacji odcinka szyjnego kręgosłupa.

**Uwaga!** W przypadku zauważenia intensywnego krwotoku należy go natychmiast uwidocznic i zatamować, stosując w miejscu krwawienia ucisk bezpośredni lub opatrunek uciskowy albo powyżej miejsca krwawienia (na udzie lub ramieniu w zależności od miejsca krwawienia) w ostateczności opaskę zaciskową.

- **Sekwencja medycznych działań ratowniczych**

- ogólne wrażenie – poszkodowany bledy lub siny, brak aktywności ruchowej
- ręczna stabilizacja kręgosłupa szyjnego – w przypadku podejrzenia obrażenia kręgosłupa lub jeżeli masz jakąkolwiek wątpliwość
- ocena stanu przytomności według schematu AVPU
- U (Unresponsive) – nieprzytomny (bez odruchu kaszlowego i gardłowego)
- ocena drożności dróg oddechowych (Airway)
  - sprawdzenie, czy w jamie ustnej nie ma ciała obcego
    - w przypadku treści płynnej lub półpłynnej: usunąć przy pomocy ssaka
    - w przypadku elementów stałych: usunąć ręcznie w sposób bezpieczny

**Uwaga!** Nigdy nie należy starać się usuwać ciała obcego na ślepo.

- udrożnienie dróg oddechowych
  - poszkodowany z podejrzeniem obrażenia kręgosłupa: wysunięcie żuchwy
  - poszkodowany bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy
  - w celu utrzymania drożności dróg oddechowych można zastosować również metody przyrządowe: rurka ustno – gardłowa lub rurka krtaniowa lub maska krtaniowa

Tabela 1.

## Sekwencja medycznych działań ratowniczych – skrót

Table 1.

## Treatment algorithms in emergency care – summary

Ocena stanu przytomności	skala AVPU
Ocena drożności i udrożnienie dróg oddechowych (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>podejrzeniem obrażenia kręgosłupa</u>: wysunięcie żuchwy</li> <li>▪ <u>bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa</u>: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy</li> </ul>
Ocena oddechu (B) przez 10 sek. (widzę, słyszę, czuję)	obecność, częstotliwość, głębokość, wysiłek oddechowy
W przypadku braku prawidłowego oddechu → RKO (procedura nr 3 lub 4)	
Tlenoterapia	bierna lub czynna
Ocena krążenia (C) przez 10 sekund	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>tętno</u>: obecność, częstotliwość, miarowość, jakość</li> <li>▪ <u>skóra</u>: wilgotność, ocieplenie, nawrót kapilarny</li> <li>▪ <u>ocena czy nie występuje intensywny krwotok zewnętrzny</u></li> </ul>
W przypadku występowania intensywnego krwotoku zewnętrznego → odsłonić i zatamować (procedura nr 11)	
Wywiad ratowniczy	SAMPLE
Ocena poszkodowanego pod kątem istniejących obrażeń i dolegliwości	<b>Głowa i szyja</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie, średnica i symetria źrenic, wypływ krwi i/lub płynu mózgowo – rdzeniowego z uszu i/lub nosa, poszerzenie żył szyjnych, przesunięcie tchawicy z linii pośrodkowej ciała</li> <li>▪ <u>dotykem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, odma podskórna, napięcie mięśni wzdłuż kręgosłupa</li> </ul>
	<b>Klatka piersiowa</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie, niesymetryczne unoszenie się klatki piersiowej, paradoksalne ruchy klatki piersiowej</li> <li>▪ <u>dotykem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, odma podskórna</li> </ul>
	<b>Brzuch</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, wytrzewienie, zwiększenie obwodu brzucha</li> <li>▪ <u>dotykem</u>: bolesność, napięcie, twardość</li> </ul>
	<b>Miednica</b> : jeżeli poszkodowany jest przytomny i zgłasza dolegliwości bólowe w okolicy miednicy lub ogłądaniem stwierdzi się zniekształcenie – nie należy badać miednicy <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykem</u>: bolesność, niestabilność, trzeszczenie</li> </ul>
	<b>Kończyny dolne</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość</li> </ul>
	<b>Kończyny górne</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość</li> </ul>
	<b>Plecy i pośladki</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, napięcie mięśni wzdłuż kręgosłupa</li> </ul>
Wdrożenie odpowiedniego postępowania	Procedura nr: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
Termoizolacja, regularna ocena funkcji życiowych, wsparcie psychiczne	

- **ocena oddechu (Breathing)** przez 10 sekund (widzę, słyszę, czuję)
- **obecność** – brak prawidłowego oddechu: w pierwszych minutach zatrzymania krążenia poszkodowany może słabo oddychać lub wykonywać nieregularne, wolne i głośne westchnięcia (gaspings). Jest to oddech nieprawidłowy. Ważne jest, aby ratownik nie mylił ich z prawidłowym oddechem.

## Decyzja o podjęciu resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO)

**RKO → 30 uciśnień klatki piersiowej: 2 oddechy ratownicze**



**Ryc. 12.** Resuscytacja krążeniowo-oddechowa  
**Fig. 12.** Cardiopulmonary Resuscitation

### Uciśnięcia klatki piersiowej:

- uklęknij obok poszkodowanego
- ułóż nadgarstek jednej ręki na środku jego klatki piersiowej (dolna połowa mostka poszkodowanego)
- ułóż nadgarstek drugiej dłoni na grzbiecie dłoni leżącej na klatce piersiowej poszkodowanego
- spleć palce obu dłoni
- ramiona utrzymuj wyprostowane
- ustaw się pionowo nad klatką piersiową poszkodowanego i uciskaj mostek na **głębokość nie mniejszą niż 5 cm (ale nie przekraczaj 6 cm)**
- po każdym uciśnięciu zwolnij nacisk na klatkę piersiową, nie odrywając rąk od mostka, pozwól, aby klatka piersiowa całkowicie się rozprężyła
- uciśnięcia powtarzaj z **częstotliwością co najmniej 100/min (ale nie przekraczaj 120/min)**
- czas uciśnięcia i zwalniania ucisku na mostek powinny być równe
- podczas wykonywania zewnętrznego masażu serca ratownicy powinni się zmieniać co dwie minuty, aby zapobiec spadkowi jakości uciśnień klatki piersiowej, który wynika ze zmęczenia ratownika

- zmiana ratowników nie powinna przerywać uciskania klatki piersiowej (należy ją wykonywać w czasie wykonywania oddechów ratowniczych)

### Oddechy ratownicze:

- każdy wdech powinien być wykonany **w ciągu około 1 sekundy**, z objętością wystarczającą do spowodowania widocznego uniesienia się klatki piersiowej
- należy unikać szybkich i forsownych wdechów
- czas konieczny do wykonania dwóch oddechów ratowniczych nie powinien przekraczać 5 sekund
- jeżeli wykonane na wstępie oddechy ratownicze nie powodują uniesienia się klatki piersiowej jak przy normalnym oddychaniu, należy przejść do uciskania klatki piersiowej, a próbę oddechów podjąć ponownie po 30 uciśnięciach klatki piersiowej (w trakcie uciśnięć klatki piersiowej należy poprawić drożność dróg oddechowych, założyć rurkę ustno-gardłową lub rurkę kraniową lub maskę kraniową)
- jeżeli oddechy ratownicze nadal nie są skuteczne należy u osoby z podejrzeniem urazu głowy udrożnić drogi oddechowe przez odgięcie głowy i uniesienie żuchwy – zabiegi ratujące życie mają pierwszeństwo przed zabiegami ratującymi zdrowie)
- w sytuacji odpowiedniej liczby ratowników wentylacja workiem samorozprężalnym i maską może być prowadzona przez dwóch ratowników (jeden ratownik obydwoma rękami utrzymuje położenie maski i wysuwa żuchwę, a drugi uciska worek)
- początkowo należy podać jak najwyższe możliwe stężenie tlenu
- jak tylko możliwa będzie wiarygodna ocena wysycenia tlenem krwi tętniczej za pomocą pulsoksymetru, należy utrzymać taki przepływ tlenu, by uzyskać saturację (SaO<sub>2</sub>) 94-98%

### RKO w ciasnych przestrzeniach

- w ograniczonej przestrzeni można rozważyć prowadzenie resuscytacji zza głowy poszkodowanego (gdy RKO prowadzi jeden ratownik) lub w rozkroku nad poszkodowanym (gdy jest dwóch ratowników)

### Defibrylator AED

- urządzenie umożliwiające wykonanie defibrylacji u osoby z zatrzymaniem krążenia
- ocenia rytm serca u poszkodowanego i decyduje, kiedy potrzebna jest defibrylacja
- wszystkie defibrylatory AED wykorzystują te same zasady działania
- ich dokładność jest bliska 100%

### Elementy AED

- polecenia głosowe
- analiza

- pamięć
- baterie
- elektrody

### Postępowanie z AED

- włącz AED
- postępuj zgodnie z poleceniami głosowymi/wizualnymi
- naklej elektrody
- wykonuj polecenia
- upewnij się, że nikt nie dotyka pacjenta podczas analizy rytmu



Ryc. 13. AED Automatyczny defibrylator zewnętrzny  
Fig. 13. Automated External Defibrillator

### Jeżeli usłyszysz komunikat: Defibrylacja zalecana

- upewnij się, że nikt nie dotyka pacjenta
- naciśnij przycisk defibrylacja
- zaraz po wyładowaniu podejmij RKO, używając sekwencji 30 uciśnień do 2 wdechów ratowniczych
- czynności te wykonuj do czasu, aż ponownie usłyszysz polecenie głosowe „nie dotykaj pacjenta, analiza rytmu” lub do powrotu spontanicznego oddechu/krążenia

**Uwaga!** Bezpośrednio przed defibrylacją konieczne jest zaprzestanie tlenoterapii!!!

### Jeżeli usłyszysz komunikat: Defibrylacja niezalecana

- kontynuuj postępowanie zgodnie z poleceniami głosowymi/wizualnymi

### Użyteczne informacje

- niezwłocznie wytrzyj wilgotną skórę przed naklejeniem elektrod

- zgól lub obetnij nadmierne owłosienie w miejscu naklejania elektrod, o ile nie opóźni to w czasie wykonania pierwszej defibrylacji
- usuń plastry z miejsca naklejenia elektrod i wytrzyj skórę do sucha
- rozruszniki serca, kardiowertery – defibrylatory: elektrodę należy umieścić w odległości co najmniej 8 cm od urządzenia lub zastosować alternatywne ułożenie elektrod (przednio-boczne, przednio-tylne)
- cała procedura defibrylacji powinna być przeprowadzona tak, aby przerwa w uciśnięciach klatki piersiowej trwała mniej niż 5 sekund

### Resuscytację należy kontynuować do czasu:

- powrotu spontanicznego oddechu/krążenia,
- kiedy jej dalsze prowadzenie stanie się niemożliwe i konieczna będzie ewakuacja (po ewakuacji należy ocenić stan poszkodowanego i w razie konieczności kontynuować resuscytację),
- przybycie na miejsce zespołu o wyższym poziomie kwalifikacji,
- fizycznego wyczerpania ratowników.

### W przypadku powrotu funkcji życiowych (krążenia i/lub oddechu) należy:

- wdrożyć tlenoterapię bierną lub czynną w zależności od wskazań,
- ocenić poszkodowanego pod kątem istniejących obrażeń i dolegliwości,
- wdrożyć postępowanie adekwatne do stanu poszkodowanego (dolegliwości i obrażeń),
- zastosować termoizolację,
- elektrody od AED, jeżeli było użyte zostawić przyklejone,
- regularnie oceniać funkcje życiowe,
- postępować adekwatnie do stanu poszkodowanego.

Tabela 2.

### Objawy zatrzymania krążenia i postępowanie – skrót

Table 2.

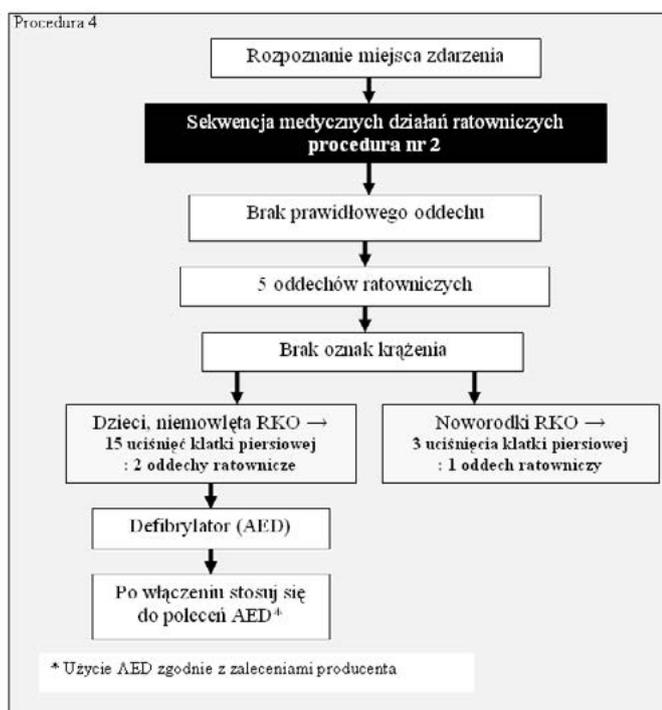
### Symptoms and treatment of cardiac arrest – summary

Ocena stanu przytomności skala AVPU	U (Unresponsive) – nieprzytomny ( bez odruchu kaszlowego i gardłowego)
Sposób udrożnienia dróg oddechowych (A)	- poszkodowany z podejrzeniem obrażenia kręgosłupa: wysunięcie żuchwy; - poszkodowany bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy
Ocena oddechu (B)	brak prawidłowego oddechu
Ocena krążenia (C)	brak

## Postępowanie w zatrzymaniu krążenia u noworodków, niemowląt, dzieci (RKO)

### Terminologia:

- **Noworodek:** dziecko do końca 1 miesiąca życia
- **Niemowlę:** dziecko poniżej 12 miesiąca życia
- **Dziecko:** dziecko pomiędzy 1 rokiem życia a początkiem okresu dojrzewania



Ryc. 14. Postępowanie w zatrzymaniu krążenia u noworodków, niemowląt, dzieci (RKO)

Fig. 14. Circulatory arrest management in pediatrics

### • Rozpoznanie miejsca zdarzenia:

- zabezpieczenie ratowników
- identyfikacja zagrożeń
- liczba poszkodowanych
- potrzebne dodatkowe siły i środki
- mechanizm zdarzenia

**Uwaga!** Jeżeli istnieje podejrzenie obrażenia głowy i/lub kręgosłupa, przy podejściu do poszkodowanego należy zachować zasady stabilizacji odcinka szyjnego kręgosłupa.

**Uwaga!** W przypadku zauważenia intensywnego krwotoku, należy go natychmiast uwidocznić i zatamować, stosując w miejscu krwawienia ucisk bezpośredni lub opatrunek uciskowy albo powyżej miejsca krwawienia (na udzie lub ramieniu w zależności od miejsca krwawienia) w ostateczności opaskę zaciskową.

### • Sekwencja medycznych działań ratowniczych

- ogólne wrażenie: poszkodowany bledy lub siny, brak aktywności ruchowej

- ręczna stabilizacja kręgosłupa szyjnego – w przypadku podejrzenia obrażenia kręgosłupa lub jeżeli masz jakąkolwiek wątpliwość
- ocena stanu przytomności według schematu AVPU.
- U (Unresponsive) – nieprzytomny (bez odruchu kaszlowego i gardłowego)
- drożność dróg oddechowych (Airway)
  - sprawdzenie, czy w jamie ustnej nie ma ciała obcego
    - w przypadku treści płynnej lub półpłynnej: usunąć przy pomocy ssaka
    - w przypadku elementów stałych: usunąć ręcznie w sposób bezpieczny

**Uwaga!** Nigdy nie należy usuwać ciała obcego na ślepo.

- udrożnienie dróg oddechowych
  - poszkodowany z podejrzeniem obrażenia kręgosłupa: wysunięcie żuchwy
  - poszkodowany bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy
  - w celu utrzymania drożności dróg oddechowych można zastosować również metody przyrządowe: rurka ustno – gardłowa lub rurka krtaniowa lub maska krtaniowa
- ocena oddechu (Breathing) przez 10 sekund (widzę, słyszę, czuję)
  - obecność – brak prawidłowego oddechu

**Uwaga!** W pierwszych minutach zatrzymania krążenia poszkodowany może słabo oddychać lub wykonywać nieregularne, wolne i głośne westchnięcia (gaspings). **Ważne jest, aby ratownik nie mylił ich z prawidłowym oddechem.**

**Decyzja o podjęciu resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) – 5 oddechów ratowniczych → brak oznak krążenia:**

- Dzieci, niemowlęta: 15 uciśnień klatki piersiowej: 2 oddechy ratownicze
- Noworodki: 3 uciśnień klatki piersiowej: 1 oddech ratowniczy

### Oddechy ratownicze

- każdy wdech powinien być wykonany **w czasie około 1-1,5 sekundy**, z objętością wystarczającą do spowodowania widocznego uniesienia się klatki piersiowej
- należy unikać szybkich i forsownych wdechów
- czas konieczny do wykonania dwóch oddechów ratowniczych nie powinien przekraczać 5 sekund
- jeżeli wykonane na wstępie oddechy ratownicze nie powodują uniesienia się klatki piersiowej jak przy normalnym oddychaniu, należy przejść do uciskania klatki piersiowej, a próbę oddechów podjąć ponownie po uciśnięciach klatki piersio-

wej (w trakcie uciśnięć klatki piersiowej należy poprawić drożność dróg oddechowych, założyć rurkę ustno-gardłową lub rurkę krtaniową lub maskę krtaniową)

- jeżeli oddechy ratownicze nadal nie są skuteczne, należy u osoby z podejrzeniem urazu głowy udzielić drogi oddechowej przez odgięcie głowy i uniesienie żuchwy – zabiegi ratujące życie mają pierwszeństwo przed zabiegami ratującymi zdrowie)
- w sytuacji odpowiedniej liczby ratowników wentylacja workiem samorozprężalnym i maską może być prowadzona przez dwóch ratowników (jeden ratownik obydwoma rękami utrzymuje położenie maski i wysuwa żuchwę, a drugi uciska worek)
- początkowo należy podać jak najwyższe możliwe stężenie tlenu
- jak tylko możliwa będzie wiarygodna ocena wysycenia tlenem krwi tętnicznej za pomocą pulsoksymetru powinno się utrzymać przepływ tlenu, by uzyskać saturację SaO<sub>2</sub> 94-98%

#### Ocena oznak krążenia przez 10 sekund

- poszukiwanie oznak krążenia – zalicza się do tego jakikolwiek ruch, kaszel lub prawidłowy oddech
- jeśli oceniasz tętno, upewnij się, że nie zajmie ci to więcej niż 10 sekund
- ocena tętna u dzieci powyżej 1 roku życia: tętnica szyjna
- ocena tętna u niemowląt i noworodków: tętnica ramienna na wewnętrznej stronie ramienia

#### Brak oznak krążenia

##### 1. Uciśnięcia klatki piersiowej:

- uklęknij obok uszkodzonego
- u wszystkich dzieci, niemowląt, noworodków należy uciskać dolną połowę mostka; w tym celu należy zlokalizować wyrostek mieczykowaty poprzez znalezienie miejsca, gdzie łuki żebrowe dolnych żeber łączą się ze sobą. Należy uciskać mostek na szerokość jednego palca powyżej tego punktu
- **u dzieci** należy uciskać za pomocą jednej lub dwóch rąk
- **u noworodków i niemowląt** zaleca się stosowanie uciśnięć opuszkami dwóch palców w przypadku resuscytacji wykonywanej przez jednego ratownika oraz techniki dwóch kciuków i dłoni obejmujących klatkę piersiową niemowlęcia lub noworodka w przypadku obecności dwóch ratowników
- głębokość uciśnięć: co najmniej na 1/3 wymiaru przednio-tylnego klatki piersiowej u wszystkich (**tn. ok. 4 cm u niemowląt i ok. 5 cm u dzieci**)
- po każdym uciśnięciu zwolnij nacisk na klatkę piersiową nie odrywając rąk od mostka, po-

zwól się klatce piersiowej całkowicie rozprężać

- **u dzieci i niemowląt** uciśnięcia powtarzaj z częstotliwością co najmniej **100/min. (ale nie przekraczaj 120/min.)**
- **u noworodków** uciśnięcia powtarzaj z częstotliwością **nie mniejszą niż 120/min.**
- czas uciśnięcia i zwalniania ucisku na mostek powinien być jednakowy
- podczas wykonywania zewnętrznego masażu serca ratownicy powinni się zmieniać co dwie minuty, aby zapobiec spadkowi jakości uciśnięć klatki piersiowej, który wynika ze zmęczenia ratownika
- zmiana ratowników nie powinna przerywać uciskania klatki piersiowej (należy ją wykonywać w czasie wykonywania oddechów ratowniczych)

##### 2. Defibrylator AED

- dla dzieci pomiędzy 1 a 8 rokiem życia rekomendowane są defibrylatory posiadające elektrody pediatryczne i oprogramowanie, które zapewnia standardową redukcję energii dostarczanej przez urządzenie do wartości 50-75 J
- jeżeli brak jest możliwości wykonania defibrylacji zmniejszoną wartością energii lub urządzenie nie ma dostępnej funkcji manualnej redukcji energii, można zastosować AED używane dla osób dorosłych u dzieci powyżej 1 roku życia (przyklejając elektrody, należy pamiętać, że nie mogą one zachodzić na siebie)

##### 3. Postępowanie z AED

- włącz AED
- postępuj zgodnie z poleceniami głosowymi/wizualnymi
- naklej elektrody
- wykonuj polecenia
- upewnij się, że nikt nie dotyka pacjenta podczas analizy rytmu

#### Jeżeli usłyszysz komunikat: Defibrylacja zalecana

- upewnij się, że nikt nie dotyka pacjenta
- naciśnij przycisk defibrylacja
- zaraz po wyładowaniu podejmij RKO, używając sekwencji 15 uciśnięć do 2 wdechów ratowniczych
- czynności te wykonuj do czasu, aż ponownie usłyszysz polecenie głosowe „nie dotykaj pacjenta, analiza rytmu” lub do powrotu spontanicznego oddechu/krążenia

**Uwaga!** Bezpośrednio przed defibrylacją konieczne jest zaprzestanie tlenoterapii !!!

### Jeżeli usłyszysz komunikat: Defibrylacja niezalecana

- kontynuuj postępowanie zgodnie z poleceniami głosowymi/wizualnymi

### Użyteczne informacje

- niezwłocznie wytrzyj wilgotną skórę przed naklejeniem elektrod
- usuń plastry z miejsca naklejenia elektrod i wytrzyj skórę do sucha
- cała procedura defibrylacji powinna być przeprowadzona tak, aby przerwa w uciśnięciach klatki piersiowej trwała mniej niż 5 sekund

### 1. Resuscytację należy kontynuować do czasu:

- powrotu spontanicznego oddechu/krążenia,
- kiedy jej dalsze prowadzenie stanie się niemożliwe i konieczna będzie ewakuacja (po ewakuacji należy ocenić stan poszkodowanego i w razie konieczności kontynuować resuscytację),
- przybycie na miejsce zespołu o wyższym poziomie kwalifikacji,
- fizycznego wyczerpania ratowników.

### 2. W przypadku powrotu funkcji życiowych (krążenia i/lub oddechu) należy:

- wdrożyć tlenoterapię bierną lub czynną w zależności od wskazań
- ocenić poszkodowanego pod kątem istniejących obrażeń i dolegliwości
- wdrożyć postępowanie adekwatne do stanu poszkodowanego (dolegliwości i obrażeń)
- zastosować termoizolację
- elektrody od AED, jeżeli było użyte zostawić przyklejone
- regularnie oceniać funkcje życiowe
- postępować adekwatnie do stanu poszkodowanego

Tabela 3.

### Objawy zatrzymania krążenia i postępowanie – skrót

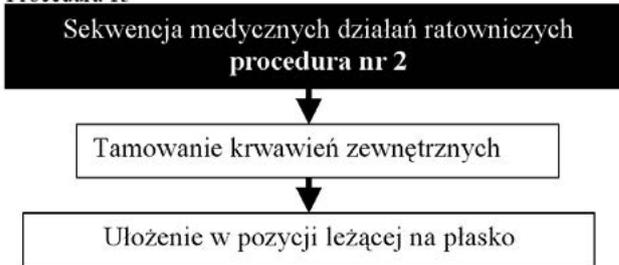
Table 3.

### Symptoms and treatment of cardiac arrest – summary

Ocena stanu przytomności skala AVPU	U (Unresponsive) – nieprzytomny ( bez odruchu kaszlowego i gardłowego)
Sposób udrożnienia dróg oddechowych (A)	- poszkodowany z podejrzeniem obrażenia kręgosłupa: wysunięcie żuchwy; - poszkodowany bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy
Ocena oddechu (B)	brak prawidłowego oddechu
Ocena krążenia (C)	brak

## Wstrząs hipowolemiczny – postępowanie wstępne

### Procedura 13



Ryc. 15. Wstrząs hipowolemiczny – postępowanie wstępne

Fig. 15. Preliminary procedures in hypovolemic shock

**Wstrząs:** stan, w którym dochodzi do zmniejszenia skutecznego dostarczenia tlenu do komórek. Stan ten prowadzi do uruchomienia nieprawidłowych reakcji chemicznych w komórkach. Niedostateczne dostarczanie tlenu do komórek może doprowadzić do zaburzeń czynności poszczególnych narządów organizmu. Wstrząs jest stanem bezpośredniego zagrożenia życia.

### Prawidłowe dostarczanie tlenu do komórek ma miejsce w przypadku:

- zachowania ciągłości naczyń krwionośnych,
- zapewnienia odpowiedniej wymiany gazowej w płucach,
- prawidłowej objętości krwi w naczyniach krwionośnych,
- prawidłowo funkcjonującego mięśnia sercowego.

### Przyczyny prowadzące do zmniejszenia dostarczenia tlenu do komórek (przyczyny wstrząsu):

- zmniejszenie objętości krwi krążącej,
- rozszerzenie naczyń krwionośnych,
- osłabienie siły mięśnia sercowego.

**Wstrząs hipowolemiczny:** spowodowany jest szybką utratą dużej ilości krwi (ponad 20% objętości krwi krążącej).

#### Przyczyny:

- krwotok,
- duża utrata płynów ustrojowych (oparzenie dużej powierzchni ciała),
- biegunka, wymioty
- Sekwencja medycznych działań ratowniczych**
  - Ocena stanu przytomności: zaburzenia świadomości różnego stopnia (skala AVPU), poszkodowany może być splątany, niespokojny, agresywny
  - Ocena drożności dróg oddechowych (A):
    - sprawdzenie, czy w jamie ustnej nie ma ciała obcego: ewentualnie usunięcie

- w przypadku zaburzeń i/lub braku drożności: udrożnienie dróg oddechowych:
  1. uszkodzony nieprzytomny bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy
  2. uszkodzony nieprzytomny z podejrzenia obrażenia kręgosłupa: wysunięcie żuchwy
- Ocena oddechu (**B**):
  - częstotliwość oddechu przyspieszona
- Oddech obecny: utrzymanie drożności dróg oddechowych (u osoby głęboko nieprzytomnej rozważyć założenie odpowiedniego rozmiaru rurki ustno-gardłowej)
- Tlenoterapia: zastosowanie maski z workiem rezerwuarem i przepływem tlenu 15 l/minutę
- Ocena krążenia (**C**):
  - częstotliwość tętna: przyspieszona
  - jakość: tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej do niewyczuwalnego
  - skóra: chłodna, blada, spocona, nawrót kapilarny wydłużony > 2 sekund

**Uwaga!** W przypadku zauważenia intensywnego krwotoku należy go natychmiast odsonić i zatamować, stosując w miejscu krwawienia ucisk bezpośredni lub opatrunek uciskowy albo powyżej miejsca krwawienia (na udzie lub ramieniu w zależności od miejsca krwawienia) w ostateczności opaskę zaciskową.

- Wywiad ratowniczy: uraz, uczucie pragnienia
- Ocena poszkodowanego pod kątem istniejących obrażeń i dolegliwości

#### **Objawy, które mogą występować w przypadku wstrząsu hipowolemicznego:**

- głowa i szyja:
  - ogłądaniem: żyły szyjne zapadnięte
- klatka piersiowa:
  - ogłądaniem: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie, niesymetryczne unoszenie się klatki piersiowej, paradoksalne ruchy klatki piersiowej
  - dotykaniem: bolesność, niestabilność, obrzęk, odma podskórna
- brzuch:
  - ogłądaniem: siniaki, rany, krwawienie, wytrzewienie, zwiększenie obwodu brzucha
  - dotykaniem: bolesność, napięcie, twardość
- miednica:
  - ogłądaniem: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
  - dotykaniem: bolesność, niestabilność, trzeszczenie
- kończyny dolne:

- ogłądaniem: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
- dotykaniem: bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość
- kończyny górne:
  - ogłądaniem: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
  - dotykaniem: bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość
- plecy i pośladki:
  - ogłądaniem: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie
  - dotykaniem: bolesność, niestabilność, obrzęk
- Wdrożenie postępowania adekwatnego do dolegliwości i obrażeń stwierdzonych u poszkodowanego:
  - tamowanie krwawień zewnętrznych: w miarę możliwości uniesienie kończyny do góry, opatrunek uciskowy lub/i ucisk na dużą tętnicę lub/i miejscowe uciśnięcie rany lub/i opaska zaciskowa.
  - unieruchomienie poszkodowanego na noszach typu deska w pozycji leżącej na płasko.
- Termoizolacja – wysiłki mające na celu zapobieganie wychłodzeniu powinny zostać podjęte już na miejscu zdarzenia, a następnie kontynuowane jako integralna część postępowania ratowniczego.
- Regularna ocena funkcji życiowych i postępowanie adekwatne do stanu poszkodowanego – stan poszkodowanego w czasie może ulec zmianie, dlatego bardzo ważnym elementem działań ratowniczych jest regularna ocena funkcji życiowych. Zawsze należy ocenić stan pacjenta przy każdej zmianie jego położenia, po wykonaniu czynności ratowniczych, a w przypadku poszkodowanych nieprzytomnych w miarę możliwości co 1 minutę.
- Wsparcie psychiczne: w przypadku osób przytomnych – jest integralną częścią udzielania pomocy poszkodowanemu. Jego celem jest zmniejszenie negatywnych skutków doświadczanej sytuacji na miejscu zdarzenia i przyczynia się do szybszego powrotu poszkodowanego do „normalnego” życia.

**Badanie powtórne i badanie dalsze** wykonywane jest przez Zespół Ratownictwa Medycznego. Strażak ratownik musi pamiętać o konieczności stałego kontrolowania stanu poszkodowanego. W sytuacji stwierdzenia pogorszenia stanu musi dokonać ponownej oceny poszkodowanego.

**Uwaga!** Najczęściej spotykanym rodzajem wstrząsu w warunkach pozaszpitalnych jest wstrząs hipowolemiczny w następstwie krwotoku.

Tabela 4.

**Objawy wstrząsu i postępowanie – skrót**

Table 4.

**Symptoms and treatment of shock – summary**

<b>Ocena stanu przytomności skala AVPU</b>	zaburzenia świadomości różnego stopnia
<b>Sposób udrożnienia dróg oddechowych (A)</b>	1. uszkodzony nieprzytomny bez podejrzenia obrażenia kręgosłupa: odgięcie głowy i uniesienie żuchwy 2. uszkodzony nieprzytomny z podejrzenia obrażenia kręgosłupa: wysunięcie żuchwy
<b>Ocena oddechu (B)</b>	częstotliwość oddechu: przyspieszona
<b>Ocena krążenia (C)</b>	częstotliwość tętna: przyspieszona tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej do niewyczuwalnego skóra: chłodna, biała, spocona nawrót kapilarny wydłużony > 2 sekund
<b>Objawy</b>	<p>uraz, uczucie pragnienia głowa i szyja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: żyły szyjne zapadnięte</li> </ul> <p>klatka piersiowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie, niesymetryczne unoszenie się klatki piersiowej, paradoksalne ruchy klatki piersiowej</li> <li>▪ <u>dotykaniem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, odma podskórna</li> </ul> <p>brzuch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, wytrzewienie, zwiększenie obwodu brzucha</li> <li>▪ <u>dotykaniem</u>: bolesność, napięcie, twardość</li> </ul> <p>miednica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykaniem</u>: bolesność, niestabilność, trzeszczenie</li> </ul> <p>kończyny dolne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykaniem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość</li> </ul> <p>kończyny górne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykaniem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk, zachowane czucie i ruchomość</li> </ul> <p>plecy i pośladki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>ogłądaniem</u>: siniaki, rany, krwawienie, zniekształcenie</li> <li>▪ <u>dotykaniem</u>: bolesność, niestabilność, obrzęk</li> </ul>
<p><b>Objawy wstrząsu względnie hipowolemicznego (rdzeniowego):</b>  zaburzenia świadomości różnego stopnia (skala AVPU) uszkodzony może być splątany, niespokojny, agresywny; oddech przyspieszony; tętno prawidłowe lub wolne; tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej do niewyczuwalnego; nawrót kapilarny może być prawidłowy; skóra: bez odchylenia od normy, sucha; żyły szyjne: zapadnięte; napięcie mięśni wzdłuż kręgosłupa;  ból szyi lub pleców; zniekształcenie obrysów kręgosłupa; klatka piersiowa: może być bez odchylenia od normy; brzuch: może być bez odchylenia od normy; miednica: może być bez odchylenia od normy;  kończyny dolne: zaburzenia czucia (drętwienie, mrowienie), ubytki/utrata czucia, zaburzenia ruchowe (osłabienie lub brak ruchów czynnych);  kończyny górne: zaburzenia czucia (drętwienie, mrowienie), ubytki/utrata czucia, zaburzenia ruchowe (osłabienie lub brak ruchów czynnych); niedowład lub obniżenie napięcia mięśniowego;  utrata kontroli nad zwieraczami (mimowolne oddanie moczu i/lub stolca).</p>	
<p><b>Objawy wstrząsu kardiogenego:</b>  zaburzenia świadomości różnego stopnia (skala AVPU) uszkodzony może być splątany, niespokojny, agresywny; oddech przyspieszony; tętno przyspieszone; tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej do niewyczuwalnego; nawrót kapilarny wydłużony &gt; 2 sekund; skóra: chłodna, biała, spocona; żyły szyjne: poszerzone; tchawica: możliwość przesunięcia z linii pośrodkowej ciała;  klatka piersiowa: mogą występować obrażenia penetrujące lub stłuczenia, <u>dotykaniem</u>: trzeszczenia</p>	

**Pamiętaj!** Wstrząs jest stanem bezpośredniego zagrożenia życia

### Inne rodzaje wstrząsu:

- **wstrząs względnie hipowolemiczny:** spowodowany jest zwiększeniem pojemności układu naczyniowego przy niezmięnionej objętości krwi krążącej.

Przyczyny: uraz rdzenia kręgowego, toksyny (np. ukąszenie przez owady), leki.

Objawy wstrząsu względnie hipowolemicznego (**rdzeniowego**):

- zaburzenia świadomości różnego stopnia (skala AVPU) uszkodzony może być splątany, niespokojny, agresywny,
- oddech przyspieszony,
- tętno prawidłowe lub wolne,
- tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej do niewyczuwalnego,
- nawrót kapilarny może być prawidłowy,
- skóra: bez odchyłań od normy, sucha,
- żyły szyjne: zapadnięte,
- napięcie mięśni wzdłuż kręgosłupa,
- ból szyi lub pleców,
- zniekształcenie obrysów kręgosłupa,
- klatka piersiowa: może być bez odchyłań od normy,
- brzuch: może być bez odchyłań od normy,
- miednica: może być bez odchyłań od normy,
- kończyny dolne: zaburzenia czucia (drętwienie, mrowienie), ubytki/utrata czucia,
- zaburzenia ruchowe (osłabienie lub brak ruchów czynnych),
- kończyny górne: zaburzenia czucia (drętwienie, mrowienie), ubytki/utrata czucia,
- zaburzenia ruchowe (osłabienie lub brak ruchów czynnych),
- niedowład lub obniżenie napięcia mięśniowego,
- utrata kontroli nad zwieraczami (mimowolne oddanie moczu i/lub stolca).

**Uwaga!** Rozpoznanie wstrząsu rdzeniowego można ustalić po wykluczeniu innych możliwych przyczyn wstrząsu.

**Uwaga!** Towarzyszące obrażeniom narządów wewnętrznych krwawienia mogą być trudne do wykrycia, ponieważ uszkodzony z uszkodzeniem rdzenia kręgowego nie odczuwa dolegliwości bólowych w okolicy brzucha.

- **wstrząs kardiogeny:** spowodowany zmniejszeniem wydolności mięśnia sercowego, którego rzut nie odpowiada zapotrzebowaniu organizmu. Przyczyny: tamponada serca, stłuczenie serca, zawał mięśnia sercowego, odma opłucnowa. Objawy wstrząsu kardiogenego:

- zaburzenia świadomości różnego stopnia (skala AVPU), uszkodzony może być splątany, niespokojny, agresywny,
- oddech przyspieszony,
- tętno przyspieszone,
- tętno słabo wyczuwalne na tętnicy promieniowej do niewyczuwalnego,
- nawrót kapilarny wydłużony > 2 sekund,
- skóra: chłodna, biała, spocona,
- żyły szyjne: poszerzone,
- tchawica: możliwość przesunięcia z linii pośredniej ciała,
- klatka piersiowa: mogą występować obrażenia penetrujące lub stłuczenia,
- dotykem: trzeszczenia.

### Literatura

1. *Pierwsza pomoc i resuscytacja krążeniowo-oddechowa*, J. Andres (red.), Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2011.
2. *Mnogie i wielonarządowe obrażenia ciała*, L. Brongiel, K. Duda (red.), PZWL, Warszawa 2001.
3. *Złota godzina*, L. Brongiel (red.), Wydawnictwo Medyczne, Kraków 2007.
4. Campbell J. E., *International Trauma Life Support. Ratownictwo przedszpitalne w urazach*, Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków 2009.
5. Ciećkiewicz J., *Medycyna ratunkowa. Rażenie piorunem*, „Medycyna Praktyczna”, 2008, 6, s. 132-136.
6. Domanasiewicz A., *Wytyczne postępowania okołourazowego w ciężkich urazach kończyn ze szczególnym uwzględnieniem amputacji*, [www.szpital-trzebnica.pl/chir/wytyczne.htm](http://www.szpital-trzebnica.pl/chir/wytyczne.htm)
7. *Ratownik Medyczny*, J. Jakubaszko (red.), Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2003.
8. Jastrzębski J., *Zaburzenia oddechowe w oparzeniach*, „Postępy Nauk Medycznych”, 2009, 8, s. 590-596.
9. Gaszyński W., *Intensywna terapia i wybrane zagadnienia medycyny ratunkowej. Repetytorium*, PZWL, Warszawa 2008.
10. *Poradnik dyżuranta*, M. Maciejewska, A. Torbicki (red.), wyd. PZWL, Warszawa 2007.
11. Mejza F., *Gazometria i pulsoksymetria*, <http://www.pochp.mp.pl>
12. *Klinika ostrych zatruc dla ratowników medycznych*, J. Pach (red.), wyd. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu, Nowy Sącz 2011.
13. Mayzner-Zawadzka E., *Anestezjologia kliniczna z elementami intensywnej terapii i leczenia bólu*, t. 2, wyd. PZWL, Warszawa 2009.
14. Rasmus A., Balcerzyk-Bardzo E., Sikorski T., Piotrowski D., *Zasady postępowania z kobietą*

- ciężarną po urazie*, „Anestezjologia Intensywna Terapia”, 2005, 4, 274-276.
15. Skoczylas J. J., *Prawo ratownicze*, LexisNexis, Warszawa 2007.
  16. Styka L., *Ewakuacja i transport poszkodowanego*, wyd. Górnicki, Wrocław 2008.
  17. Szułdryński K., Jankowski M., *Techniki zabiegów. Technika leczenia tlenem*, „Medycyna Praktyczna”, 2010, 4, 106-114.
  18. Sylwanowicz W., Michalik A., Ramotowski W., *Anatomia i fizjologia człowieka*, wyd. PZWL, Warszawa 1985.
  19. *Intensywna terapia dzieci*, T. Szreter (red.), wyd. PZWL, Warszawa 2002.
  20. Szreter T., *Tlenoterapia bierna*, „Medycyna Praktyczna Pediatria”, 2000, 2, s. 172-178.
  21. *Medycyna ratunkowa i katastrof*, A. Zawadzki (red.), PZWL, Warszawa 2008.
  22. Wytyczne RKO 2010, Kraków 2010.
  23. *Zaawansowane zabiegi resuscytacyjne u dzieci*, Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2005.
  24. Ciećkiewicz J., *Medycyna ratunkowa. Amputacja urazowa*, „Medycyna Praktyczna”, 2008, 4, s. 171-174.
  25. *Hipotermia u pacjentów z obrażeniami ciała*, „Medycyna Praktyczna – Chirurgia”, 2000, 3.
  26. *Stosowanie tlenu w stanach nagłych u osób dorosłych – wytyczne British Thoracic Society*, „Medycyna Praktyczna”, 2010, 4, s. 58-71.
  27. *Praktyczne wskazówki dotyczące oceny stanu dziecka po urazie i wstępnego postępowania*, „Medycyna Praktyczna Chirurgia”, 2004, 1, s. 7.
  28. *Europejskie wytyczne udzielania pierwszej pomocy*, „Medycyna Praktyczna”, 2008, 3.
  29. *Ratownictwo medyczne w Straży Pożarnej*, Medline, Zielona Góra 2003.
  30. *Ustawa z dnia 8 września 2006 r. o Państwowym Ratownictwie Medycznym* (Dz. U. 06.191.1410).
  31. *Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej*.
  32. *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego* (Dz. U. 11.46.239).
  33. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 4 lipca 1992 r. w sprawie zakresu i trybu korzystania z praw przez kierującego działaniem ratowniczym* (Dz. U. Nr 54, poz. 259).
  34. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 czerwca 2003 r. w sprawie szczegółowych zadań zespołów ratownictwa medycznego* (Dz. U. z dnia 24 lipca 2003 r.).
  35. *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2009 r. w sprawie organizacji i funkcjonowania centrów powiadamiania ratunkowego i wojewódzkich centrów powiadamiania ratunkowego* (Dz. U. z dnia 18 sierpnia 2009 r.).
  36. *Zasady organizacji ratownictwa medycznego w KSRRG*, Warszawa 2013.
  37. *Zasady udzielania wsparcia psychicznego osobom uczestniczącym w działaniach ratowniczych*, KG PSP, Warszawa 2012.
  38. [www.nfz.gov.pl](http://www.nfz.gov.pl).
- st. kpt. lek. Mariusz Chomonicz**, jest koordynatorem ratownictwa medycznego w SA PSP w Krakowie, specjalistą anestezjologii i intensywnej terapii.