

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique



Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique

Kwartalnik CNBOP-PIB



Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego

Józefów 2011

KOMITET REDAKCYJNY

dr inż. Eugeniusz W. ROGUSKI – przewodniczący – PCA
mł. bryg. dr inż. Dariusz WRÓBLEWSKI – redaktor naczelny
dr inż. Stefan WILCZKOWSKI
dr Tomasz WĘSIERSKI
mł. bryg. mgr inż. Jacek ZBOINA
bryg mgr inż. Krzysztof BISKUP
mgr Joanna CYBULSKA – sekretarz redakcji

Przygotowanie do wydania
mgr Joanna Cybulska

Projekt okładki:
Barbara Dominowska

Zamówienia na kolejne wydania oraz prenumeratę przyjmuje
Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa
tel. 22 850 11 12, fax 22 433 50 09
e-mail: edura@edura.pl

ISSN 1895-8443

© Copyright by Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego
05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213
centrala: +48 22 769 33 00
internet: www.cnbop.pl
e-mail: cnbop@cnbop.pl

Nakład 500 egzemplarzy

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

Wydawnictwo dofinansowywane ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Artykuły zamieszczone w numerze są dopuszczone do druku decyzją Komitetu Redakcyjnego
na podstawie recenzji naukowo-badawczych i inżyniersko-technicznych
przygotowanych przez niezależnych recenzentów.

**Kwartalnik CNBOP „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” jest czasopismem
punktowanym z listy Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (6 pkt.).
Informacja na podstawie Komunikatu nr 16 Ministra Nauki i Szkolnictwa
Wyższego z dnia 21 czerwca 2010 roku.**

SPIS TREŚCI

| | |
|------------------------------|---|
| Od Redakcji | 5 |
|------------------------------|---|

I. ROZDZIAŁ AUTORSKI

| | | |
|-----------------|---|----|
| 1. W. Peterson | Nowa wersja krajowej strategii skutecznego reagowania kryzysowego w przypadku wystąpienia kataklizmu: Wnioski z przebiegu huraganu Katrina cz. II | 9 |
| 2. L. Pastusiak | Postamerykański świat. | 19 |

II. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE

| | | |
|---------------|---|----|
| 1. T. Sawicki | Dochodzenia popożarowe - niedoceniana szansa na poprawę bezpieczeństwa. | 25 |
|---------------|---|----|

III. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

| | | |
|-------------|---|----|
| 1. A. Leleń | Zarządzanie zasobami ludzkimi przedsiębiorstwa. | 31 |
|-------------|---|----|

IV. BADANIA I ROZWÓJ

| | | |
|--|---|----|
| 1. R. Porowski A. Teodorczyk | Some comments on Srock tube measurements of gaseous detections | 43 |
| 2. P. Maciejewski Z. Zielonka J. A. Wrzesiński | New method for removal of radioactive particles from waste water after decontamination. | 51 |
| 3. T. Węsierski | Właściwe zastosowanie ochron osobistych a bezpieczeństwo pracy | 59 |

V. CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

| | | |
|--------------|---|----|
| 1. J. Zboina | Ocena zgodności wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej w praktyce - systemy kontroli dostępu | 67 |
|--------------|---|----|

VI. TECHNIKA I TECHNOLOGIA

| | | |
|---|---|----|
| 1. Кицак А.И Поляков В.Е. Есипович Д.Л. | Система пожарной сигнализации с повышенной устойчивостью к воздействию электромагнитных помех (art. w wersji ros.) | 71 |
| 2. R. Czarnecki | Bezpieczeństwo eksploatacji drabin przenośnych. | 75 |
| 3. A. Połec | Analiza porównawcza metod badań i wymagań stawianych działkom wodno-pianowym ze względu na ich przeznaczenie i zastosowanie | 85 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 4. T. Sowa | Podstawowe aspekty ochrony przeciwpożarowej elektrowni wiatrowych. | 103 |
|------------|--|-----|

VII. SZKOLENIA I PROPAGOWANIE WIEDZY

| | | |
|------------------|---|-----|
| 1. M. Kędziarska | Wykorzystanie środków dydaktycznych w procesie projektowania działań szkoleniowych. | 109 |
|------------------|---|-----|

VIII. Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

| | | |
|---------------------------------|--|-----|
| 1. A. Adamski P. Wysoczyński | Dowożenie wody podczas akcji gaśniczych. | 121 |
|---------------------------------|--|-----|

| | | |
|------------------------------------|--|-----|
| Wymagania dla autorów | | 129 |
| Recruitments for authors | | 130 |

Szanowni Czytelnicy,

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy zgłosił do konkursu „Teraz Polska” innowacyjne rozwiązanie przeznaczone dla społeczności lokalnych z terenów pozamiejskich. Zgłoszony projekt „**Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z klęskami żywiołowymi i katastrofami**”, to zestaw materiałów edukacyjnych dotyczących zasad zachowania się i postępowania w sytuacjach zagrożenia, z przeznaczeniem dla członków Ochotniczych Straży Pożarnych oraz dla ludności zamieszkałej na terenach wiejskich. Głównym celem projektu jest podniesienie kwalifikacji oraz umiejętności reagowania społeczności lokalnej i społecznych służb ratowniczych na występujące zagrożenia. Innowacja zgłoszona przez nasz Instytut została nominowana do IV edycji Konkursu „Teraz Polska” dla Przedsięwzięć Innowacyjnych. To dla nas wielki zaszczyt i radość, którą chcemy się podzielić z naszymi Czytelnikami.

Projekt ten został również doceniony przez międzynarodowe Jury 110 Międzynarodowych Targów Wynalazczości CONCOURS – LÉPINE 2011 w Paryżu.

Na tych samych Targach równie wysoko oceniony został projekt **Regionalne zarządzanie bezpieczeństwem – narzędzie wspomagające zarządzanie – „PomRisc**”, który jest narzędziem wykorzystywanym do oceny stopnia zaawansowania integracji systemu ratownictwa na szczeblu wojewódzkim, powiatowym i gminnym.

Obydwa innowacyjne rozwiązania nagrodzone zostały brązowymi medalami oraz dyplomami honorowymi. Osiągnięcia naszego Instytutu zostały także docenione przez Ambasadę Rzeczypospolitej Polskiej we Francji, czego wyrazem był list gratulacyjny.

Szanowni Czytelnicy, zbliża się lato, a więc także pora większej liczby pożarów. Podczas prowadzenia akcji gaśniczych strażacy bardzo często spotykają się z problemem i sposobami dostarczenia odpowiedniej ilości wody. Dlatego też specjalnej uwadze Państwa pragniemy polecić artykuł Panów **mł. bryg. mgr. inż. Aleksandra Adamskiego** oraz **mł. bryg. mgr. inż. Przemysława Wysochańskiego** ze Szkoły Głównej Służby Pożarniczej dotyczący „Dowożenia wody podczas akcji gaśniczych”. W ocenie Komitetu Redakcyjnego naszego Kwartalnika jest to najlepszy artykuł w bieżącym numerze, wysoko oceniony również przez recenzentów.

Od bieżącego numeru wprowadzamy również zmiany w rozdziale „Certyfikaty, aprobaty i rekomendacje”. Ich istotę wyjaśnia artykuł Pana **mł. bryg. mgr. inż. Jacka Zboiny**, Zastępcy Dyrektora CNBOP-PIB ds. Certyfikacji i Dopuszczeń.

Przedstawiamy także wiele tekstów dotyczących problematyki wybuchowości, dekontaminacji czy zarządzania kryzysowego. To bardzo interesujący numer, tak więc życzymy Państwu ciekawej lektury.

Komitet Redakcyjny:

dr inż. Eugeniusz W. Roguski – Przewodniczący

mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski – Redaktor Naczelny

dr Tomasz Węsierski – członek Komitetu Redakcyjnego

dr inż. Stefan Wilczkowski – członek Komitetu Redakcyjnego

mł. bryg. mgr inż. Jacek Zboina – członek Komitetu Redakcyjnego

bryg mgr inż. Krzysztof Biskup – członek Komitetu Redakcyjnego

mgr Joanna Cybulska – Sekretarz Redakcji



Państwowa Straż Pożarna i Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy to przede wszystkim ludzie, ale również organizacja i ważny dla mnie obszar zainteresowania – wyposażenie, sprzęt i ochrony osobiste strażaka, w tym ich właściwa eksploatacja.

Dlatego lekturę kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” od dawna zaczynam od rozdziałów poświęconych technice i technologii oraz badaniom i rozwojowi w tej dziedzinie.

Wszystkim zainteresowanym tym wyjątkowym wydawnictwem polecam jednak, także wszystkie pozostałe działy tematyczne. Każdy z nas znajdzie tu coś ważnego, a przede wszystkim ciekawego dla siebie.

nadbryg. Marek Kowalski

Zastępca Komendanta Głównego
Państwowej Straży Pożarnej

Zastępca Szefa Obrony Cywilnej Kraju

William PETERSON BA, MA, FIFireE, CEM
Były Administrator Regionalny
Departament Bezpieczeństwa Krajowego USA
Federalna Agencja Zarządzania Kryzysowego

NOWA WERSJA KRAJOWEJ STRATEGII SKUTECZNEGO REAGOWANIA KRYZYSOWEGO W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA KATAKLIZMU: WNIOSKI Z PRZEBIEGU HURAGANU KATRINA CZ. II

Redefining a national strategy for successful response to catastrophic incidents: Lessons learned from hurricane Katrina part II

Streszczenie

Artykuł przedstawia kolejne etapy opracowania Krajowego Ramowego Planu Reagowania Kryzysowego w oparciu o wnioski wyciągnięte z działań podjętych w przypadku huraganu Katrina jako pierwszego kroku na drodze ku niezbędnej krajowej strategii, która umożliwi lepsze przygotowanie Stanów Zjednoczonych na przyszłe kataklizmy, naturalne lub wywołane przez człowieka.

Summary

The article presents development of the National Response Framework, born from the lessons learned from the response to Hurricane Katrina, marked just the first step in a much needed national strategy that better prepares the United States to respond to future disasters, be they either man made or natural in nature.

Słowa kluczowe: reagowanie kryzysowe, huragan Katrina, kataklizmy, Stany Zjednoczone;

Keywords: crisis response, hurricane Katrina, disasters, United States;

Działania w zakresie reagowania kryzysowego w sezonie huraganowym 2008

Departament Bezpieczeństwa Krajowego Stanów Zjednoczonych/Federalna Agencja Zarządzania Kryzysowego (DHS/FEMA) Region VI podszli do sezonu huraganowego 2008 z poczuciem zaangażowania, konieczności poprawy i bezzwłocznego działania, mając za podstawę solidny fundament w postaci zespołu doświadczonych specjalistów i wniosków ze skutków huraganu Katrina, a także trzy lata usprawniania planów reagowania kryzysowego i ćwiczeń instruktażowych.

W odniesieniu do huraganów istniały dwa zające się, niemniej jednak odrębne, obszary stanowiące źródło obaw, które mogą mieć wpływ na operacje Regionu VI FEMA. Pomimo tego, że organom stanowym i lokalnym przysługuje na mocy Konstytucji USA pierwszeństwo w zakresie działań ratowniczych w przypadku sytuacji kryzysowej, Region VI FEMA został przygotowany do wsparcia władz stanowych oraz koordynacji zasobów przekazywanych przez rząd federalny, z naciskiem na rolę re-

gionalnej jednostki pomocniczej w obliczu nadciągającego zagrożenia. Plan koncepcyjny dla Regionu VI stanowił podstawę kontynuacji procesu planowania na szczeblu regionalnym, stanowym i lokalnym. Działania, priorytety i ramy czasowe podane w Planie koncepcyjnym były weryfikowane na bieżąco, nawet w sezonie huraganowym 2008, oraz aktualizowane, o ile było to niezbędne i odpowiednie w celu odzwierciedlenia zmian w zakresie znajomości zagrożenia huraganowego na poziomie regionu, prognoz Krajowych Służb Meteorologicznych oraz statusu stosownych federalnych, stanowych i lokalnych środków reagowania kryzysowego.

W pierwszej kolejności obawy budziły działania Regionu VI FEMA podejmowane w odpowiedzi na sztormy powstające w głębi akwenu Oceanu Atlantyckiego oraz nadanie komunikatu ostrzegawczego o uderzeniu sztormu w Luizjanie i/lub Teksasie z 120-godzinnym wyprzedzeniem. Skutki takich sztormów można było w pierwszej kolejności odczuć w Regionach II i IV FEMA (Puerto Rico, Wyspy Dziewicze, Floryda, Alabama, Missisipi), przy czym istnieje prawdopodobieństwo przedłuże-

nia okresu nadawania komunikatów ostrzegawczych i działań przygotowawczych do uderzenia huraganu w Regionie VI wzdłuż wybrzeża w stanie Teksas lub Luizjana. W drugiej kolejności obawy budziła, dużo bardziej krytyczna, sprawa bezzwłocznego podjęcia działań, co jest niezbędne w przypadku sztormów powstających na terenie akwenu Zatoki Meksykańskiej. Sztormy te często powstają gwałtownie i niemal bez możliwości nadania wcześniejszego komunikatu ostrzegawczego dla lokalnych, stanowych i federalnych agencji o konieczności przygotowania się do uderzenia sztormu gdzieś wzdłuż wybrzeża w Teksasie lub Luizjanie. W przeszłości, około 50% huraganów, które uderzały na terenie wybrzeża Zatoki Meksykańskiej, formowało się nad ciepłymi wodami tropikalnymi, przy czym istniała możliwość nadania komunikatu ostrzegawczego przed uderzeniem z mniej niż 60-godzinnym wyprzedzeniem. W planie kryzysowym dla Regionu VI FEMA zostały wyszczególnione krytyczne etapy, które musiał podjąć personel Regionu VI, Funkcji Wsparcia Kryzysowego (ESF) oraz innych agencji federalnych w celu przygotowania do skutecznego przeprowadzenia działań ratowniczych oraz odbudowy po przejściu potężnego zjawiska meteorologicznego w 2008 r. i późniejszych sezonach huraganowych.

Plan kryzysowy dla Regionu VI zawierał wytyczne dotyczące poziomu gotowości, działań ratowniczych i etapu początkowego odbudowy, przewidzianych do realizacji przez Region VI FEMA, organy ESF oraz inne agencje federalne. Wszelkie niezbędne działania miały być koordynowane przez władze stanowe i partnerów z sektora prywatnego w Regionie VI w celu przygotowania do sezonu huraganowego 2008 (1 czerwca – 30 listopada 2008 r. w Stanach Zjednoczonych i terytoriach zależnych). W Planie kryzysowym jednoznacznie stwierdzono, że bezpieczne zorganizowanie niezbędnych środków transportu w celu pomyślnej ewakuacji aż 2 milionów mieszkańców z obszaru zagrożonego huraganem kategorii 3 mogłoby zająć aż 120 godzin.

Plan kryzysowy dla Regionu VI FEMA został opracowany w oparciu o Krajowy ramowy plan reagowania kryzysowego (NRF), przygotowany na podstawie Krajowego systemu zarządzania kryzysowego (NIMS), w celu koordynacji regionalnych działań planistycznych w zakresie zarządzania kryzysowego i przygotowań do sezonu huraganowego 2008. Wszystkie departamenty i agencje regionalne, którym zostały powierzone zadania w zakresie zarządzania kryzysowego, o których mowa w planie NRF, zostały przygotowane w zakresie działań na wypadek, gdy sztorm tropikalny lub huragan uniemożliwią zastosowanie środków przygotowanych przez stan w Regionie VI.

Cele przewidziane do realizacji przez Regionalne Centrum Koordynacji i Reagowania Kryzysowego (RRCC), Służby Operacji Początkowych (IOF)

oraz Biuro Wspólnych Operacji Połowych (JFO) przy wsparciu ze strony jednostek ratowniczych:

1. ratowanie życia,
2. utrzymywanie przy życiu,
3. minimalizacja szkód majątkowych,
4. stabilizacja i rekonstrukcja minimalnej funkcjonalności krytycznej infrastruktury,
5. ustanowienie infrastruktury umożliwiającej działania ratownicze i odbudowę,
6. opracowanie i utrzymywanie wspólnego planu operacyjnego.

Plan kryzysowy dla Regionu VI zawiera wytyczne dotyczące poziomu gotowości, działań ratowniczych i wstępnej odbudowy, przewidziane do realizacji przez jednostki Regionu VI FEMA, organy ESF oraz inne agencje federalne. Działania podlegają koordynacji przez władze stanowe i organizacje partnerskiego z sektora prywatnego w Regionie VI w celu przygotowania do sezonu huraganowego 2008 (1 czerwca – 30 listopada 2008 na terenie Stanów Zjednoczonych i terytoriach zależnych). Region VI FEMA korzysta z Krajowego ramowego planu reagowania kryzysowego (NRF), przygotowanego w oparciu o Krajowy System Zarządzania Kryzysowego (NIMS), jako elementu umożliwiającego koordynację regionalnych planów zarządzania kryzysowego i przygotowań do sezonu huraganowego. Wszystkie departamenty i agencje, którym powierzono zadania w zakresie zarządzania kryzysowego, o których mowa w planie NRF, miały być przygotowane do podjęcia działań, w przypadku gdy sztorm tropikalny lub huragan uniemożliwią zastosowanie środków przewidzianych w ramach indywidualnego potencjału stanu należącego do Regionu VI.

Jednostki wstępnych działań ratowniczych

Jednostki wstępnych działań ratowniczych, dostępne w ramach Regionu VI FEMA, obejmowały Zespół Reagowania Kryzysowego – Oddział Przedni (ERT-A), który tworzą członkowie określonych organów ESF i Zespołu Koordynacji Obrony Regionu VI (DCE). DCE to komponent ze strony Departamentu Obrony, V Armia na stałe przydzielona na rzecz Regionu VI FEMA, dysponująca zarówno personelem jak i zaawansowanymi urządzeniami łącznościowymi. Jednemu zespołowi ERT-A i DCE z Regionu VI zostały powierzone szczególne zadania w zakresie wstępnych operacji reagowania kryzysowego w stanie Luizjana. Dodatkowemu zespołowi ERT-A dla Regionu VI i DCE z Regionu X FEMA zostały powierzone szczególne zadania w zakresie wstępnych operacji reagowania kryzysowego w stanie Teksas. Zarówno te jak i inne jednostki miały zostać zmobilizowane możliwie wcześnie po rozpoznaniu zagrożenia sztormowego dla danego stanu w oparciu o rozmiary i przewidywany zasięg zjawi-

ska. Zgodnie z planem kryzysowym Region X FEMA miał zapewnić rezerwowego personelu dla Regionu VI w razie zaistnienia takiej potrzeby. Przewidywano, że Region X przekazałby na rzecz najbardziej dotkniętego stanu w Regionie VI pomocnicze oddziały w celu wzmocnienia Regionalnego Zespołu Wsparcia Zarządzania Kryzysowego (IMAT/ERT-A). W zależności od stopnia konieczności operacji federalnego Biura Wspólnych Operacji Połowych (JFO) w ramach danego regionu w obliczu sztormu tropikalnego lub huraganu zagrażającego stanom w Regionie VI, istnieje możliwość zwrócenia się do Regionu X lub Regionu VII o przekazanie dodatkowych jednostek w celu wsparcia przygotowanych operacji JFO. Regionalne Centrum Koordynacji i Reagowania Kryzysowego (RRCC) Regionu VI zostało wskazane jako podstawowy ośrodek dowodzenia, kontroli i koordynacji w odniesieniu do dowolnych operacji w regionie obejmującym 5 stanów. Ośrodek RRCC Regionu VI jest odpowiedzialny za utrzymanie łączności i koordynację działań z Krajowym Centrum Koordynacji Reagowania Kryzysowego (NRCC) FEMA, znajdującym się w Waszyngtonie, DC. Region VI FEMA cały czas utrzymuje możliwość koordynacji z Krajowymi Służbami Meteorologicznymi (NWS), Biurem Regionu Południowego znajdującym się w Fort Worth, w Teksasie. Ośrodek NWS ma za zadanie zapewnić koordynatora do kontaktu z RRCC Regionu VI FEMA po uruchomieniu tego ostatniego w celu przekazywania aktualizacji prognoz meteorologicznych w ramach działań Jednostki Informacyjnej w celu wsparcia operacji podejmowanych w obliczu zagrożenia huraganowego w Luizjanie lub w Teksasie.

Założenia planistyczne

Zgodnie z założeniami planistycznymi Planu kryzysowego dla Regionu VI można stwierdzić jednoznacznie, że usuwanie skutków wystąpienia huraganu lub innego poważnego w skutkach zjawiska meteorologicznego w Regionie VI miało być realizowane na możliwe najniższym szczeblu administracyjnym i organizacyjnym. Dotychczasowe doświadczenia wskazują zdecydowanie, że sztorm tropikalny lub huragan, który uderzy w miejscu oddalonym o około 1 021 mil od wybrzeża Luizjany i teksańskiego wybrzeża Zatoki Meksykańskiej, mógłby pozbawić zdolności działania jeden lub oba stany i wymagałyby długotrwałej pomocy federalnej w ramach Krajowego ramowego planu reagowania kryzysowego (NRF), jak również działań w ramach indywidualnych i publicznych programów pomocy na rzecz organów administracji publicznej, ocalałych i ofiar na terenach dotkniętych kataklizmem. W celu zapewnienia skutecznej reakcji bezpośrednio po przejściu huraganu należy zaplanować przeniesienie regionalnych zasobów na potencjalnie za-

grożony obszar jeszcze przed wystąpieniem wiatrów o sile sztormu tropikalnego. W celu umożliwienia pokrycia pokaźnych kosztów działań kryzysowych w ramach przygotowania na potencjalnie katastrofalny w skutkach sztorm, prezydent miał przyznać możliwość ogłoszenia stanu wyjątkowego na wniosek władz stanowych jeszcze przed wystąpieniem takiego zdarzenia kryzysowego. Wszelkie regionalne Funkcje Wsparcia Kryzysowego (ESF) można uruchomić przed uderzeniem sztormu, przy pełnej gotowości do świadczenia pomocy i wsparcia na rzecz wszelkich federalnych struktur koordynacyjnych, ustanowionych w RRCC, i odpowiednich jednostek JFO.

Ze względu na podział wybrzeża nad Zatoką Meksykańską na Regiony VI i IV, działania przygotowawcze do sezonu huraganowego 2008 były wspólnie koordynowane ze względu na huraganowy „stożek błędu” i prognozowane skutki, które potencjalnie mogły obejmować kilka stanów leżących u wybrzeża Zatoki Meksykańskiej. Jeżeli prognozy wskazują, że nadciągający sztorm uderzy w stan leżący na wybrzeżu, do Operacyjnego Centrum Zarządzania Kryzysowego / Stanowego Centrum Operacyjnego (EOC/SOC), w ramach działań podejmowanych w odpowiedzi na zdarzenie, są skierowane Zespół Reagowania Kryzysowego – Oddział Przedni (ERT-A) i Zespół Wsparcia Zarządzania Kryzysowego (IMAT) Regionu VI FEMA z zadaniem udziału w operacjach planistycznych razem z władzami stanu Luizjany i/lub Teksas.

Najbardziej poważne wyzwanie w zakresie skutecznych działań podejmowanych w odpowiedzi na kataklizm w postaci huraganu stanowią kwestie logistyczne. Działania podejmowane w przypadku wystąpienia huraganu lub innego poważnego kataklizmu, sytuacji kryzysowej, będą prawdopodobnie wymagały dużej ilości obiektów tymczasowego zakwaterowania oraz znacznego wsparcia ze strony zazwyczaj niewykorzystywanych służb reagowania kryzysowego. W przypadku huraganów Katrina i Rita na terenie dotkniętym kataklizmem znajdowało się ponad 10 000 przedstawicieli służb ratowniczych i interwencyjnych. Analiza GAP stanowiła najlepsze źródło jednostek, które zostały wskazane jako niezbędne w stanach Teksas i Luizjany w celu spełnienia przewidywanych potrzeb logistycznych w zakresie artykułów pierwszej potrzeby (żywność, woda, lód) oraz miejsc schronienia dla członków służb ratowniczych i interwencyjnych.

W ramach Regionu VI FEMA oraz na poziomie stanów składających się na Region VI opracowano plany mające na celu zmniejszenie istniejących luk organizacyjnych i podjęcie stosownych działań w obliczu huraganu. Środki wystarczające na pierwsze 72 godzin kataklizmu zostały odpowiednio rozmieszczone w ramach działań przygotowawczych do nadejścia sztormu. Starając się zredukować odpa-

dy i poprawić potencjał w zakresie działań ratowniczych, agencja całkowicie zmodyfikowała założenia swojej strategicznej doktryny zarządzania logistycznego. Nowa doktryna wykorzystuje partnerstwo zarówno w sektorze publicznym, jak i prywatnym oraz uwzględnia najlepsze praktyki biznesowe w celu wsparcia w przypadku wewnętrznych sytuacji kryzysowych i zdarzeń szczególnych. Inne usprawnienia zarządzania logistycznego pozwalające zapewnić skuteczną reakcję obejmowały:

- modernizację i integrację Krajowej Sieci Łańcucha Dostawczego;
- wdrożenie kompleksowego planowania logistycznego w celu podniesienia potencjału w zakresie reagowania;
- opracowanie i dokumentację kluczowych strategii i procesów biznesowych;
- przeprowadzenie analizy oraz wdrożenie systematycznych metod w celu przydzielania zadań i wydawania postanowień.

Ogólnie, cel logistyczny polegał na modernizacji i całkowitym zintegrowaniu poszczególnych systemów w celu osiągnięcia maksymalnej efektywności w ramach dostępnego potencjału.

Dodatkowe usprawnienia, wdrożone w wyniku doświadczenia zdobytego podczas huraganu Katrina, obejmowały instalację systemów umożliwiających skuteczną komunikację, niezbędnych w celu wsparcia działań ratowniczych i odbudowy na terenie dotkniętym kataklizmem. Na szczeblu stanowym i federalnym zostały wdrożone dodatkowe plany i zamówienia w celu zapewnienia odpowiednich środków transportowych (transport naziemny, kolejowy i lotniczy), niezbędnych do przeprowadzenia efektywnej ewakuacji w pierwszej kolejności mieszkańców, którzy nie dysponują odpowiednimi środkami fizycznymi lub finansowymi w celu samodzielnej ewakuacji przed wystąpieniem skutków huraganu. Działania ewakuacyjne, wspierane na szczeblu stanowym i federalnym, były konieczne nie tylko w przypadku Nowego Orleanu w Luizjanie, lecz również w przypadku Houston i Galveston w dolnym biegu rzeki Rio Grande w południowym Teksasie.

Dodatkowe działania planistyczne obejmowały wykorzystanie organów ścigania w celu koordynacji wraz z władzami stanu potencjalnie zagrożonego katastrofą, identyfikacji wymagań w zakresie bezpieczeństwa i przekazania odpowiednich jednostek w celu zapewnienia minimalnego poziomu bezpieczeństwa publicznego przed, podczas i po zdarzeniu. Organy ścigania zostały oddelegowane nie tylko przez lokalne i stanowe organy administracji w stanie dotkniętym kataklizmem, lecz również przez lokalne i stanowe organy administracji w stanach leżących poza granicami oddziaływania kataklizmu, na mocy umowy EMAC podpisanej przez wszystkie 50 stanów.

Zarówno w Luizjanie w okręgach położonych na wybrzeżu, na obszarach przybrzeżnych, jak również w dolnym biegu rzeki Rio Grande w stanie Teksas znaczna liczba ludności mieszka w przyczepach samochodowych, przenośnych domach i innych obiektach mieszkalnych, które doznały umiarkowanych zniszczeń. Chociaż każdy obywatel jest sam odpowiedzialny za swoją ewakuację z zagrożonego terenu, przyjmuje się, że nie zawsze jest to możliwe. W ramach szczegółowego planu działań strategicznych zostały określone i uwzględnione zasoby lokalnych, stanowych i federalnych Służb Ratowniczych i Poszukiwawczych (SAR) w celu rozwiązania kwestii związanych z utratą życia przez osoby, które zdecydowały się pozostać na obszarze potencjalnie zagrożonym przez huragan.

Misja w sezonie huraganowym 2008

Misja Regionu VI na sezon huraganowy 2008 była prosta: koordynować operacje federalne w zakresie działań ratowniczych i odbudowy po przejściu sztormu tropikalnego lub huraganu, który uderzył w Region VI, w celu ulżenia cierpieniom ludzkim i ograniczenia szkód majątkowych.

Skutki sezonu huraganowego 2008

Sezon huraganowy na Oceanie Atlantyckim w 2008 r. oficjalnie zakończył się w niedzielę, dnia 30 listopada. Doświadczenia wyniesione z 2008 r. wyznaczyły koniec sezonu obejmującego rekordową liczbę kolejno następujących sztormów, które nawiedziły terytorium Stanów Zjednoczonych, przy czym sezon został zakwalifikowany jako jeden z najbardziej aktywnych sezonów huraganowych na przestrzeni 64 lat, od kiedy są prowadzone kompleksowe zestawienia danych.

W sezonie 2008 odnotowano w sumie 16 nazwanych sztormów, zgodnie z szacunkowymi danymi operacyjnymi Krajowej Administracji Oceaniczno-Atmosferycznej (NOAA) przy Krajowym Centrum Huraganów. Zarejestrowane sztormy obejmowały 8 huraganów, w tym pięć potężnych huraganów kategorii trzeciej lub wyższej. Powyższe dane zgadzały się z danymi przewidywanymi przez NOAA w ramach przed- i śródsezonowych prognoz opublikowanych w maju i sierpniu 2008 r. Sezon huraganowy 2008 stanowił ciąg dalszy ostatniej ery aktywnych huraganów oraz dziesiąty z kolei sezon, w którym odnotowano ponadnormalną aktywność na przestrzeni ostatnich 14 lat.

Ogólnie rzecz biorąc, sezon 2008 został zaklasyfikowany jako czwarty z kolei najbardziej aktywny okres w kategorii ilości nazwanych sztormów (16) i potężnych huraganów (5), jak również jako piąty z kolei najbardziej aktywny okres w kategorii liczby huraganów (8) od 1944 r. pierwszego roku, w któ-

rym samoloty wykonujące misję wleciały w sztormy tropikalne i huragany. Na Diagramie 4 została przedstawiona mapa tras huraganów i sztormów tropikalnych, obejmująca wszystkie sztormy, które miały miejsce w sezonie 2008.

Po raz pierwszy zarejestrowano sześć cyklonów tropikalnych (Dolly, Edouard, Fay, Gustav, Hanna i Ike), które jeden po drugim uderzyły na terytorium Stanów Zjednoczonych. Cztery z tych sztormów uderzyły na terytorium stanów Luizjana i Teksas, natomiast dwa rekordowo potężne huragany (Gustav i Ike) uderzyły w Regionie VI FEMA w przeciągu poniżej dziesięciu (10) dni na przełomie sierpnia i września 2008 r.

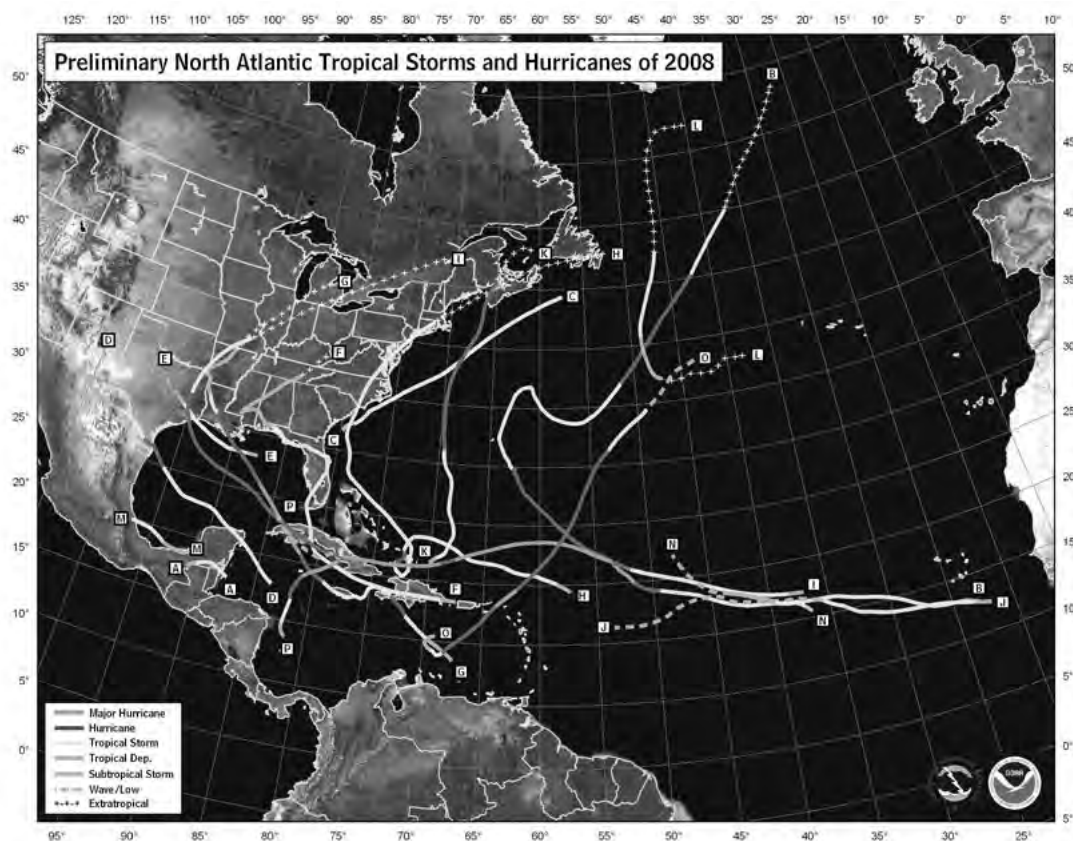
Huragan DOLLY

Huragan Dolly powstał w wyniku fali tropikalnej, która pojawiła się od strony wybrzeża Afryki dnia 11 lipca 2008 r. W ciągu kilku kolejnych dni huragan gwałtownie przemieścił się w kierunku zachodnim, przeszedł nad Wyspami Nawietrznymi dnia 17 lipca, następnie przemieścił się w kierunku północno-zachodnim i tymczasowo uległ rozproszeniu w pobliżu północno-wschodniego wierzchołka półwyspu Jukatan. Następnie huragan Dolly ponownie pojawił się nad Zatoką Meksykańską dnia 21 lipca i skierował się w kierunku WNW w stronę północnego Meksyku i południowego Teksasu. Dnia 22 lipca Huragan Dolly zmienił kierunek ku północnemu zachodowi, przy czym jego prędkość postępowania uległa zmniejszeniu i dnia 23 lipca osiągnęła

wartość szczytową 100 mil/godz., w momencie gdy oko huraganu uderzyło w wyspę South Padre w Teksasie, po czym sztorm zaczął systematycznie słabnąć przechodząc nad rzeką Rio Grande. Nadal trwały intensywne opady wzdłuż całej trasy huraganu, powodując poważne powodzie w dolnym biegu rzeki Rio Grande na terenie Teksasu. Wartość szkód powstałych w wyniku huraganu Dolly oceniono wstępnie na 750 mln USD – 1 miliard USD.

Sztorm tropikalny EDOUARD

Sztorm tropikalny Edouard stanowił krótkotrwałe zjawisko. Uformował się jako niż baryczny w Zatoce Meksykańskiej, około 160 mil na południe od półwyspu Florydy, dnia 3 sierpnia 2008 r. Sztorm przemieszczał się powoli w kierunku zachodnim i uległ wzmocnieniu do sztormu tropikalnego jeszcze tego samego dnia. Stopniowo przybierał na sile w miarę zbliżania się do wybrzeża Teksasu pod koniec 4 sierpnia. Uderzył wczesnym rankiem dnia 5 sierpnia i dotarł do lądu jeszcze zanim uległ rozproszeniu później tego samego dnia. Skutki przejścia sztormu Edouard były stosunkowo niegroźne, jednakże przypomniały mieszkańcom tego regionu o podobnym sztormie, który miał miejsce w Teksasie w 1995 r. i stanowił jeden z dziesięciu najbardziej kosztownych kataklizmów w historii Stanów Zjednoczonych. Szkody powstałe w wyniku sztormu obejmowały jedynie powodzie w rejonie przybrzeżnym na północnym-wschodzie Teksasu i dalej w południowo-zachodniej Luizjanie.



Ryc. 4. mapa tras huraganów i sztormów tropikalnych 2008

Huragan GUSTAV

Sztorm tropikalny Gustav uformował się w poniedziałek, 25 sierpnia 2008 r. na Morzu Karaibskim, na południu od Dominikany. Już we wtorek rano, 26 sierpnia, gdy przemieszczał się w kierunku północno-zachodnim ku Haiti, gwałtownie uległ nasileniu do huraganu kategorii 1. Gdy przechodził nad górzystym rejonem na południu półwyspu Haiti pod koniec tego samego dnia, z powrotem osłabł do poziomu sztormu tropikalnego i zaczął przemieszczać się w południowo-zachodnim kierunku ku Jamajce. Gustav w dalszym ciągu utrzymywał się na poziomie sztormu tropikalnego, gdy przechodził nad południowym wybrzeżem Jamajki w czwartek i piątek, 28–29 sierpnia. Przejście nad Jamajką spowodowało, że sztorm mógł ponownie osiągnąć siłę huraganu dopiero po dotarciu nad ciepłe wody na zachód od Jamajki.

W piątek wieczorem, 29 sierpnia, sztorm Gustav odzyskał siłę huraganu kategorii pierwszej po osiągnięciu wybrzeża Wysp Kajmana. Przez następną noc gwałtownie uległ nasileniu do huraganu katego-

rii drugiej przy maksymalnym porywie wiatru 110 mil/godz. wczesnym rankiem w sobotę, 30 sierpnia. W późniejszych godzinach osiągnął poziom potężnego huraganu o prędkości 120 mil/godz. (huragan kategorii trzeciej) po dotarciu do Wyspy Młodości od strony zachodniego wybrzeża Kuby. Huragan osiągnął szczytowe natężenie przy porywach wiatru dochodzących do 150 mil/godz. (huragan kategorii czwartej), gdy przechodził na Wyspę Młodości i zachodnim wierzchołkiem Kuby w sobotę, dnia 30 sierpnia.

Do tego momentu całkiem zgodnie prognozowano na podstawie modeli komputerowych, że huragan Gustav będzie kierował się w stronę środkowego/zachodniego wybrzeża stanu Luizjana w poniedziałek, 1 września. Trasa huraganu uległa nieznacznemu zakłóceniu, gdy przechodził na zachodnim wierzchołkiem Kuby i stopniowo osłabł w drodze w stronę Zatoki Meksykańskiej, pomimo tego, że przeszedł na ciepłymi wodami w północno-zachodniej części Kuby. Wczesnym popołudniem w niedzielę Gustav uległ nieznacznemu osłabieniu do huraganu kategorii 3. o maksymalnym porywie wiatru 115 mil/



Fot. 1. Stan przed i po przejściu sztormu wzdłuż wybrzeża teksańskiego

godz. i znajdował się około 270 mil na południowy-wschód od ujścia rzeki Missisipi.

Dnia 31 sierpnia prognostycy podali, że oko huraganu najprawdopodobniej ominie Nowy Orlean, w którym nadal trwała odbudowa po huraganie Katrina z 2005 r. Komunikaty ostrzegawcze obowiązywały dla Nowego Orleanu oraz terenów od wschodniego Teksasu do granicy pomiędzy stanami Alabama i Missisipi. Ze względu na zagrożenie powodziowe wskutek uderzenia potężnego huraganu wzdłuż wybrzeża w stanie Luizjana, w tym na miasto Nowy Orlean, w dniach od 29 do 31 sierpnia w południowej Luizjanie przeprowadzono szeroko zakrojone działania ewakuacyjne.

Mając wciąż świeżo w pamięci huragan Katrina – który trzy lata wcześniej spowodował śmierć 1 800 osób – władze federalne, stanowe i lokalne niezwłocznie przystąpiły do ewakuacji blisko 2 milionów mieszkańców z Nowego Orleanu i południowej Luizjany. Podczas ewakuacji lotniczej z zagrożonych terenów w Luizjanie wywieziono ponad 7 000 osób oraz przetransportowano około 337 pacjentów w stanie krytycznym samolotami wojskowymi

Departamentu Obrony i Gwardii Narodowej z zarówno Stanów Zjednoczonych jak i Kanady. Około 4 000 osób przewieziono pociągami z Nowego Orleanu do Memphis, a około 45 000 osób umieszczono w schronach jeszcze przed uderzeniem sztormu.

Kolejne 15 611 mieszkańców Luizjany ewakuowano prywatnymi autokarami do schronów w Arkansas, Oklahomie i Teksasie, natomiast niemal 11 000 mieszkańców przewieziono autokarami do schronów wewnątrzstanowych. Podczas sztormu w Nowym Orleanie przebywało jedynie około 10 000 osób. Ostatecznie sztorm Gustav uderzył dnia 1 września w odległości około 70 mil na południowy wschód od Nowego Orleanu jako potężny huragan kategorii 2. o maksymalnym porywie wiatru 110 mil/godz. Jeszcze jako huragan w dalszym ciągu przemieszczał się w głąb południowo-środkowej Luizjany, natomiast w poniedziałek wieczorem uległ osłabieniu do sztormu tropikalnego.

Prezydent George W. Bush, który był powszechnie krytykowany za opieszale działanie jego administracji w obliczu huraganu Katrina w 2005 r., odwołał swój udział w krajowej konwencji Partii Republi-



Fot. 2. Stan przed i po przejściu sztormu wzdłuż wybrzeża teksańskiego

kańskiej 1 września w St. Paul, w Minnesocie, i udał się do Teksasu, gdzie znajdowało się centrum dowodzenia operacji ratowniczych i odbudowy. Zniszczenia po przejściu huraganu Gustav były znaczne na obszarze od południowo-środkowej Luizjany poprzez większą część Baton Rouge. Region dotknięty przez katastrofę został na wiele dni odcięty od energii elektrycznej, przy czym w niektórych miejscach przerwa w dopływie energii była dłuższa, przy powalonych i poprzewracanych drzewach oraz innych zniszczeniach. Stopniowo słabnącemu huraganowi Gustav towarzyszyły ulewne deszcze, które padały w tym regionie do wtorku, 2 września.

Fala sztormowa stanowiła znaczny problem w niektórych częściach stanów Missisipi i Luizjana w miarę przemieszczania się huraganu. W zatoce St. Louis, w hrabstwie Hancock, Missisipi, poziom wody w poniedziałek rano był 10 stóp powyżej normy, a w Black Bay w okręgu Plaquemines Parish, Luizjana, odnotowano falę sztormową o wysokości 12 stóp, w Industrial Canal w okręgu Orleans Parish o wysokości 10,5 stopy, w Bayou Dupre w okręgu St. Bernanrd Parish – 9,5 stopy. W pobliżu wyspy Grand Isle w okręgu Jefferson Parish i w Port Fourchon w okręgu Lafourche Parish zaobserwowa-

no poważną erozję plaży, w obu przypadkach przy fali przyływu o wysokości 4,5 stopy. Wreszcie, na terenie dotkniętym przez huragan, w tym w znacznej części Baton Rouge i Nowego Orleanu, wystąpiły ulewne deszcze. W okresie od niedzieli 31 sierpnia do środy 3 września opady powyżej 12 cali stanowiły powszechne zjawisko.

Huragan IKE

Huragan Ike powstał pod koniec sierpnia 2008 r. w wyniku zaburzenia tropikalnego od strony zachodniego wybrzeża Afryki. Rankiem 1 września, około 1750 mil na wschód od Puerto Rico, uformowała się depresja tropikalna, która szybko uległa nasileniu i przekształciła się w sztorm tropikalny jeszcze tego samego dnia w godzinach popołudniowych. Poruszając się w kierunku WNW, Ike przybrał na sile i dnia 3 września po południu przeobraził się w huragan w odległości około 885 mil od ENE wybrzeża Puerto Rico. Następnie przerodził się w potężny huragan tego samego dnia po południu, osiągając maksymalną prędkość 145 mil/godz. we wczesnych godzinach porannych w czwartek, 4 września.



Fot. 3. Stan przed i po przejściu sztormu wzdłuż wybrzeża teksańskiego

W sobotę 6 września, przemieszczając się w dalszym ciągu na WSW, Ike zaczął zagrażać Wyspom Turks i Caicos. Następnego dnia, czyli w niedzielę 7 września, już jako huragan kategorii 4, uderzył w wyspę Great Inagua, natomiast w nocy dotarł do wybrzeża Kuby i po raz kolejny uderzył jako potężny huragan w pobliżu prowincji Holguin koło Punto de Sama przy maksymalnej prędkości wiatru około 125 mil/godz. Następnie przeszedł nad Kubą i ostatecznie w poniedziałek 8 września, w godzinach popołudniowych, opuścił południowo-zachodnie wybrzeże kubańskie w pobliżu Camaguey. Tego samego dnia w nocy Ike przemieścił się na północny zachód tuż u wybrzeża, wędrując równoległe do linii brzegowej Kuby, i po raz drugi uderzył na terytorium kubańskie w pobliżu miasta Puerto Padre we wtorkowe popołudnie 9 września. Tuż przed tym, jak osiągnął tego ranka północno-zachodni wierzchołek Kuby jako huragan kategorii 1 przy prędkości wiatru dochodzącej do 80 mil/godz., Ike spowodował powstanie wiatrów o sile sztormu tropikalnego w różnych punktach archipelagu Florida Keys. Na szczęście dla wysp tworzących archipelag huragan nie uderzył z pełną siłą i kontynuował wędrówkę w kierunku WNW, w stronę amerykańskiego wybrzeża. W nocy z wtorku na środę, 10 września,

przeszedł nad południowo-wschodnim fragmentem Zatoki Meksykańskiej.

Nad ciepłymi wodami Zatoki Meksykańskiej Ike przybrał na sile i tego samego wieczoru przeobraził się w potężny sztorm kategorii 2 o maksymalnej prędkości wiatru 100 mil/godz. Nadal przemieszczał się na północny zachód w kierunku teksańskiego wybrzeża, gdy przeszedł nad akwenem Zatoki Meksykańskiej w części centralnej i północno-zachodniej. Chociaż pod względem siły wiatru Ike utrzymywał się w kategorii 2, cyklon nieustannie rozrastał się i bardzo spotężniał. Średnica strefy wiatrów sztormowych wynosiła 425 mil na odcinku od północno-zachodu do południowo-wschodu, gdy Ike dotarł do górnego wybrzeża Teksasu w piątek, 12 września. Nad ranem o godz. 2:10 CDT następnego dnia, w sobotę 13 września, huragan uderzył w pobliżu Galveston w Teksasie jako huragan kategorii 2 o maksymalnym porywie wiatru 110 mil/godz.

Przeprowadzenie działań w momencie ostatecznego uderzenia huraganu Ike było skomplikowane, ponieważ w dziesięciodniowym okresie poprzedzającym ostateczne uderzenie w Galveston w stanie Teksas położenie punktu uderzenia, który zgodnie z prognoząmi Krajowego Centrum Huraganów (NHC) miał kolejno znajdować się na wschodnim wybrzeżu Florydy,



Fot. 4. Stan przed i po przejściu sztormu wzdłuż wybrzeża teksańskiego

zachodnim wybrzeżu Florydy, w Alabamie, Missisipi, Luizjanie oraz na południowym wybrzeżu teksańskim, ulegało zmianie wraz z każdym kolejnym cyklem symulacji komputerowej huraganu. Dnia 9 września, na podstawie kilku modeli huraganu, stwierdzono również, że prawdopodobny punkt uderzenia będzie znajdował się w głębi północnej części Meksyku. Dwa dni później, 11 września, okazało się, że sztorm zmienił kierunek na bardziej północny. Na podstawie ostatnich 4 lub 5 symulacji lokalizacja punktu uderzenia stopniowo ulegała zmianie coraz bardziej na północ od Galveston.

Podobnie jak w przypadku ewakuacji, która miała miejsce 2 tygodnie wcześniej ze względu na huragan Gustav, mieszkańców Houston i Galveston ewakuowano ze względu na sztorm, który – co przyznawano otwarcie – miał spowodować pewną śmierć każdego, kto nie opuści zagrożonego obszaru na wybrzeżu. W ciągu mniej niż 60 godzin przed uderzeniem, władze federalne, stanowe i lokalne w Teksasie pomyślnie ewakuowały w krótkim czasie blisko 2 miliony mieszkańców Houston i Galveston oraz północno-wschodniego wybrzeża Teksasu. Niestety, nie wszyscy wzdłuż teksańskiego wybrzeża Zatoki Meksykańskiej wzięli sobie do serca ostrzeżenia i komunikaty ewakuacyjne. W wyniku ponad 5-metrowej fali sztormowej zginęło 20 osób, przy czym kolejne 10 osób zostało zarejestrowanych jako zaginione podczas sztormu. Na zamieszczonych poniżej fotografiach 1 – 4 przedstawiających stan przed i po przejściu sztormu wzdłuż wybrzeża teksańskiego można zobaczyć przykładowe zniszczenia spowodowane przez sztorm. Huragan Ike spowodował powstanie niszczycielskiej, destrukcyjnej i śmiertelnej fali sztormowej na terenie górnego wybrzeża teksańskiego i południowo-zachodniej Luizjany oraz stanowił trzeci najbardziej kosztowny kataklizm w Stanach Zjednoczonych po huraganie Katrina w 2005 r. i huraganie Andrew w 1992 r.

Podsumowanie

Opracowanie Krajowego ramowego planu reagowania kryzysowego w oparciu o wnioski wyciągnięte z działań podjętych w przypadku huraganu Katrina to dopiero pierwszy etap w drodze ku niezbędnej krajowej strategii, która umożliwi lepsze przygotowanie Stanów Zjednoczonych na przyszłe kataklizmy, naturalne lub wywołane przez człowieka. Wiele udoskonaleń i usprawnień wprowadzono w okresie trzech lat po przejściu huraganu Katrina w odpowiedzi na kataklizmy, w obliczu których stanął naród amerykański. Pomyślnie przeprowadzone ewakuacje z Nowego Orleanu w Luizjanie w przypadku huraganu Gustav oraz miast Houston i Galveston w Teksasie w przypadku huraganu Ike wskazują jednoznacznie, że w zakresie reagowania kryzysowego

w obliczu potencjalnego kataklizmu wyraźnie poczyniono postępy w okresie tych trzech lat.

Od momentu przejścia huraganu Katrina plany i działania ratownicze podejmowane w przypadku sztormów i huraganów również jednoznacznie wskazują, że etap wcześniejszej ewakuacji oraz wstępnego przygotowania zasobów i artykułów pierwszej potrzeby to najłatwiejsza część procesu ratowniczego i odbudowy w przypadku kataklizmu. Proces odbudowy po przejściu huraganu Katrina był długi, trudny i budził kontrowersje. Odbudowa po przejściu huraganów Gustav i Ike również była trudna, w szczególności, w sytuacji gdy potrzeby w zakresie tymczasowych obiektów mieszkalnych znacznie przekraczają dostępność tychże w pobliżu obszaru dotkniętego kataklizmem. Transport pojedynczych osób i rodzin na znacznych odległościach od zniszczonych domostw stanowi podłoże wielu kwestii politycznych i społecznych, które w znacznym stopniu utrudniają i wydłużają proces powrotu do życia „przed katastrofą”. W Stanach Zjednoczonych istnieje wiele kwestii i problemów, które należy przezwyciężyć podczas świadczenia tymczasowej i długoterminowej pomocy mieszkaniowej osobom ocalałym po katastrofie.

Dość dużo pracy i wysiłku wymaga również przejście od etapu planowania, poprzez wdrożenie usprawnień operacyjnych w całym kraju, do etapu, w którym ludność rozumie, że stan gotowości stanowi środek umożliwiający podjęcie sprawnych i efektywnych działań w obliczu kataklizmów o zasięgu i intensywności podobnych do huraganu Katrina lub jeszcze potężniejszych. Znaczna poprawa koordynacji pomiędzy organami federalnymi, stanowymi, plemiennymi, lokalnymi, przedstawicielami sektora prywatnego i organizacjami pozarządowymi pomoże ocalić wiele istnień oraz umożliwi zapewnienie ochrony społeczeństwu amerykańskiemu dzięki wyższej sprawności, większej efektywności i wydajności działań w zakresie zarządzania kryzysowego. Informacje i doświadczenia zdobyte podczas oceny zdarzeń mających miejsce w sezonie huraganowym 2008 i późniejszym okresie, obok innych klęsk żywiołowych lub ataków terrorystycznych, umożliwią społeczeństwu, agencji FEMA, władzom stanowym oraz organizacjom partnerskim na szczeblu federalnym w przyszłości jeszcze skuteczniejsze działanie. Z tym bagażem doświadczeń czas przygotować się do stawienia czoła kolejnym wyzwaniom. Jedynie czas i działania podejmowane w obliczu kolejnego kataklizmu pokażą, jak skuteczny będzie ten proces doskonalenia oraz jaki postęp jest konieczny w celu efektywnego przeprowadzenia wszystkich działań ratowniczych w celu pełnej odbudowy.

Recenzenci:

mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski
bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup

prof. dr hab. **Longin PASTUSIAK**
Instytut Spraw Społecznych
i Stosunków Międzynarodowych
Akademia Finansów w Warszawie

POSTAMERYKAŃSKI ŚWIAT

Post-American world

Streszczenie

Bardzo ciekawy artykuł wybitnego znawcy problematyki amerykańskiej dotyczący pozycji Stanów Zjednoczonych we współczesnym świecie, siły i słabości tego kraju po zakończeniu zimnej wojny.

Summary

Very interesting paper given by the outstanding expert concerning US position in today world and also its strength and weakness after the Cold War.

Świat wprawdzie nigdy nie był amerykański, nie może więc być postamerykański. Ale wielu Amerykanów uważa, że dominacja USA polityczna, gospodarcza i militarna, a także w nauce i kulturze była tak duża, że potentat prasowy Henry Luce słusznie ogłosił wiek XX „wiekiem Ameryki”. XXI wiek nikt nie odważy się jednak określić wiekiem Ameryki. W wielu krajach na świecie, w tym również w Stanach Zjednoczonych pojawiły się publikacje przedstawiające wizje świata w którym Ameryka owszem pozostanie ważnym mocarstwem ale nie wszechmogącym i dominującym.

Taka perspektywa szczególnie niepokoi pravicę amerykańską, która chciałaby ocalić dominację Ameryki i wyraża nieufność wobec rosnącej siły i znaczenia innych państw. Z drugiej strony w USA pojawiają się publikacje realistycznie oceniające trendy we współczesnym świecie.

Do tych ostatnich publikacji należy książka, która ukazała się w USA p.t. „The Post-American World” (Świat Postamerykański). Jej autor Fareed Zakaria urodzony w Indiach, wykształcony w Ameryce jest znanym publicystą „Newsweeka”. Mieszka i pracuje w Stanach Zjednoczonych. Jest przyjacielem Ameryki, ale z racji swego pochodzenia potrafi zachować bardziej obiektywne spojrzenie na otaczającą go rzeczywistość. Lektura tej książki skłoniła mnie do napisania niniejszego artykułu. Nie ze wszystkimi bowiem tezami tej inspirującej książki zgadzam się.

Stany Zjednoczone są krajem o współczynnikach imperialnych, ale nie są imperium w klasycznym, historycznym tego słowa znaczeniu. Mają wpływy polityczne, starają się je umacniać ale nie podbijają innych państw by zająć nimi. Stany Zjedno-

czony są gotowe do sprawowania przywództwa we współczesnym świecie, ale nie wszystkie państwa gotowe są dać na to przyzwolenie. Siła Ameryki wynika także ze słabości innych państw. Niektórzy na świecie podejrzliwie patrzą na potęgę Stanów Zjednoczonych, ale to właśnie Stany Zjednoczone uratowały Europę w dwóch wojnach światowych oraz w zimnej wojnie.

Większość Amerykanów jest przekonana, że ich kraj jest źródłem dobra dla świata, że świat nie rozumie intencji Ameryki, a problemy wielu krajów polegają na tym, że nie chcą skopiować modelu amerykańskiego.

Główną tezą niniejszego artykułu jest teza, że mamy do czynienia z relatywnym słabnięciem pozycji Stanów Zjednoczonych w świecie. To znaczy, że Stany Zjednoczone są dziś bogatsze niż kiedykolwiek wcześniej, silniejsze niż kiedykolwiek w przeszłości, ale relatywnie ich pozycja w międzynarodowym układzie sił jest słabsza aniżeli w jakimkolwiek okresie po II wojnie światowej. W czasie drugiej wojny światowej wiele krajów doznało zniszczeń, lub przegrało wojnę albo też znalazło się w stanie zależności od Waszyngtonu. Stany Zjednoczone jako jedyne mocarstwo wyszło z drugiej wojny światowej wzmocnione pod każdym względem i absolutnie i relatywnie. Nigdy dotąd Ameryka nie zajmowała tak silnej pozycji ekonomicznej, militarnej i politycznej. Mając liczne bazy na świecie odstępowała od doktryny izolacjonizmu i przystąpiła do realizacji globalnego zaangażowania się w światową politykę.

W 1946 r. udział USA w produkcji przemysłowej świata zachodniego wynosił 62%, a w bankach amerykańskich znajdowało się $\frac{3}{4}$ wszystkich kapitałów

krajów zachodnich. Tonaż amerykańskiej floty handlowej przewyższał tonaż floty handlowej wszystkich krajów o gospodarce rynkowej razem wziętych. Amerykanie posiadali światowy monopol atomowy, najnowocześniejsze lotnictwo, marynarkę wojenną i siły lądowe.

Prezydent Truman głosił w swym orędziu o stanie państwa 14 stycznia 1946 r., co następuje: „Nie możemy uchylać się od odpowiedzialności, jaką nakłada na nas pozycja najsilniejszego państwa świata. Wszystkie wysiłki, wszystkie dążenia, cały rozum naszego rządu i narodu powinny być skoncentrowane na wykonaniu jednego zadania: na wywarciu maksymalnego wpływu na rozwój wydarzeń międzynarodowych”. Dzięki pomocy USA Europa zachodnia odbudowała się, uzyskała poczucie bezpieczeństwa i zintegrowała się. Stopniowo zmniejszał się dystans dzielący Stany Zjednoczone i zjednoczoną Europę, która stopniowo stawała się konkurentem gospodarczym. Jeżeli do tego dodamy procesy zachodzące w Trzecim Świecie zrozumiemy, że pozycja Stanów Zjednoczonych ulegała relatywnemu osłabieniu ponieważ inni rozwijali się szybciej. Wraz z tym rosły ambicje reszty świata do odgrywania większej roli w polityce międzynarodowej.

Relatywnie Ameryka słabnie, ale w sensie absolutnych wskaźników jest silniejsza dziś aniżeli w całej dotychczasowej historii. Oto kilka danych na temat **obecnej pozycji gospodarczej USA w świecie**.

Mając 5% ludności świata Stany Zjednoczone wytwarzają ponad 20% światowego produktu. Dla porównania, udział Chin ocenia się na 11%, a Indii na ok. 9%. Udział USA w potencjale militarnym świata szacuje się na około 27%, Chin 6%, a Indii 2%.

Stany Zjednoczone mają największy produkt krajowy brutto. W 2008 r. jego wartość wynosiła 14,3 bln USD i wyprzedzają pod tym względem Chiny – 8,0 bln USD, Japonię – 3,4 bln USD, Indie 3,3 bln USD, Niemcy 2,9 bln USD, Rosję – 2,3 bln USD, Wielką Brytanię – 2,2 bln USD, Francję 2,1 bln USD, Brazylię – 2,0 bln USD, Włochy 1,8 bln USD. Dochód narodowy 27 państw Unii Europejskiej niewiele przewyższa PKB Stanów Zjednoczonych. Często porównuje się dochód narodowy poszczególnych państw do dochodu wytwarzanego w niektórych stanach USA. I tak np. porównywalne są dochody Kanady i Teksasu, Francji i Kalifornii, Meksyku i Illinois, Brazylii i Nowego Jorku, Indonezji i Luizjany, Arabii Saudyjskiej i Tennessee, Szwajcarii i Georgii, Nigerii i Hawajów, Rosji i New Jersey.

Pod względem dochodu narodowego na głowę mieszkańca Stany Zjednoczone z dochodem 46,9 tys. USD ustępują Luksemburgowi – 81,0 tys. USD i Norwegii 59, 3 tys. USD. Niewiele niższy od amerykańskiego dochodu per capita ma Irlandia – 45,3 tys. USD, Islandia – 41,8 tys. USD, Austria

– 40,2 tys. USD, Kanada – 39,1 tys. USD, Dania – 37,1 tys. USD.

Amerykanie mają największe (rządowe i banków centralnych) rezerwy złota i wyprzedzają pod tym względem Niemcy i Francję. Rezerwy złota w USA są ponad dwa razy większe niż w Niemczech i prawie trzy razy większe niż we Francji i Włoszech. Pod względem płacy za godzinę Amerykanie ustępują wielu krajom m.in. Norwegom, Niemcom, Belgom, Szwajcarom, Finom, Szwedom i Luksemburczykom. Robotnik amerykański choć nadal jest bardzo wydajny, to pod tym względem ustępuje robotnikom w innych krajach. Jeżeli wydajność robotnika amerykańskiego przyjąć za 100, to więcej wytwarza w ciągu godziny Luksemburczyk – 127, Norweg – 125, Francuz – 112 i Irlandczyk – 105.

Stany Zjednoczone odgrywają ważną rolę w handlu międzynarodowym. W 2008 r. obroty handlu zagranicznego wynosiły 3391 087, 7 mln USD, w tym eksport 1287 442,0 mln USD, import zaś 2103 640,7 mln USD. Deficyt handlowy wyniósł więc 816 198,7 mln USD. Największy deficyt Stany Zjednoczone miały w handlu z Chinami – 268 039,8 mln USD, następnie z Kanadą 78 341,6 mld USD, z Japonią – 74 120, 4 mld USD, z Meksykiem 64 721, 6 mld USD oraz Niemcami – 42 991,3 mld USD.

Zdaniem amerykańskiego ekonomisty Jeremy Rifkina Amerykanie są światowymi liderami w przemyśle farmaceutycznym, telekomunikacyjnym. Przewodzą w produkcji filmów, książek oraz oprogramowania. Silną stroną Europejczyków jest m.in. bankowość, ubezpieczenia, handel międzynarodowy, produkcja żywności.

Stany Zjednoczone są największym trucicielem naturalnego środowiska. Mając 5% ludności świata emitują 25% gazów cieplarnianych. Choć mają piękne parki narodowe, władze amerykańskie nie przywiązują takiej wagi do zrównoważonego rozwoju jak np. Japonia czy Europa. Rząd amerykański nie ratyfikował *Protokołu z Kioto* o ograniczeniu emisji substancji szkodliwych dla środowiska człowieka.

W wyniku kryzysu gospodarczego 2007–2009 Stany Zjednoczone straciły na rzecz Japonii pozycję największego producenta samochodów w świecie. Również w 2009 r. po raz pierwszy w historii Chińczycy kupili najwięcej samochodów na świecie (13,6 mln, Amerykanie 10,9 mln) i pokonali Amerykanów, którzy od ponad 100 lat byli liderem motoryzacji.

Dolar amerykański jest nadal największą rezerwową walutą świata, choć nie ma już pokrycia w złocie i nie ma już tej pozycji w świecie jaką miał przed laty. Wśród 10 największych banków na świecie w 2009 r. były tylko dwa banki amerykańskie.

Mimo, że społeczeństwo amerykańskie należy do zamożnych, aż 37 mln Amerykanów (12,6%) żyje poniżej oficjalnej granicy ubóstwa, a ponad 40 mln osób nie posiada żadnego ubezpieczenia

zdrowotnego. W 2009 r. 36 mln Amerykanów korzystało z bonów żywnościowych przyznawanych dla najbardziej potrzebujących. Amerykę trapi wysoki stopień przestępczości (21,3 mln przestępstw w 2008 r.) i inne patologie, np. narkomania, napięcia etniczne, rasowe, wybujały indywidualizm i egoizm osłabiają spójność wewnętrzną społeczeństwa.

Mimo swego bogactwa gospodarka amerykańska nie jest w pełni samowystarczalna. Stany Zjednoczone w 100% polegają na dostawach m.in. następujących surowców (w nawiasie podano kraje, z których importują dany materiał): azbest (Kanada), boksyty (Australia, Jamajka, Gwinea, Surinam), grafit (Chiny, Meksyk, Kanada, Brazylia), mika (Indie, Belgia, Chiny, Niemcy), kryształy kwarcu (Brazylia, Niemcy, Madagaskar), ziemie rzadkie (Chiny, Francja, Japonia, Estonia), stront (Meksyk, Niemcy) rubid (Kanada).

Zaopatrzenie w platynę w 91% pochodzi z importu RPA, Wielkiej Brytanii, Niemiec, Kanady i Rosji. Cyna w 82% importowana jest z Peru, Chin, Boliwii i Brazylii. Diamenty przemysłowe w 85% z Irlandii, Szwajcarii, Wielkiej Brytanii i Rosji. Chrom w 72% pochodzi z RPA, Kazachstanu, Zimbabwesi i Rosji. Srebro w 54% to import z Meksyku, Kanady, Wielkiej Brytanii i Peru.

Wymieniono wyżej niektóre tylko minerały, które uzależniają gospodarkę USA od dostaw z zagranicy. Niektóre z krajów dostarczających surowce dla gospodarki Stanów Zjednoczonych postrzegane są jako politycznie niestabilne i zdolne uciec się do embarga motywowanego politycznie, jak było w przypadku dostaw ropy naftowej do USA przez kraje arabskie w czasie wojny na Bliskim Wschodzie w 1973 r. Jest to źródło pewnych obaw w USA. Obecnie ok. 65% ropy naftowej używanej w USA pochodzi z importu.

Wielu Amerykanów niepokoi fakt, że zmniejsza się udział produkcji w strukturze gospodarki amerykańskiej. Obecnie w dochodzie narodowym udział usług wynosi 80%, produkcji 19% i rolnictwa 1%. Skrajni pesymiści w USA alarmują, że kraj, który nie produkuje ma niepewną przyszłość.

Zmniejsza się konkurencyjność niektórych towarów amerykańskich z uwagi na wysokie koszty siły roboczej w Stanach Zjednoczonych. Chroniczny deficyt bilansu handlowego, wysoki deficyt budżetowy osłabiają pozycję dolara w międzynarodowym systemie walutowym.

Mocarstwowość Stanów Zjednoczonych ma również swój **wymiar militarny**.

Zimna wojna zakończyła się zwycięstwem Zachodu i Stany Zjednoczone wyszły z niej wzmocnione pod każdym względem, zwłaszcza że główny adwersarz ideologiczny wyszedł z zimnej wojny znacznie osłabiony.

Rocznie Stany Zjednoczone wydają na zbrojenie ponad 600 mld. dol. co stanowi ok. 48% wszystkich

światowych wydatków zbrojeniowych. Symbolem oraz instrumentem globalnego zaangażowania Stanów Zjednoczonych są bazy i obecność wojsk amerykańskich w różnych krajach. Pentagon posiada na własność lub dzierżawi ponad 820 baz i instalacje wojskowych w 135 krajach. Są to różnego rodzaju obiekty, zarówno duże bazy, jak i mniejsze instalacje wojskowe.

Oprócz wymienionych już wpływów politycznych, atutów gospodarczych i militarnych na pozycję Stanów Zjednoczonych w świecie wpływają osiągnięcia w **nauce, kulturze i rozwoju współczesnej cywilizacji**. *American dream*, marzenie amerykańskie istnieje nie tylko wśród mieszkańców USA, ale podziela je miliony ludzi na świecie. *To jest Ameryka, to słynne USA* – śpiewano w Polsce. Jedni chcieliby realizować swoje marzenia emigrując do Stanów Zjednoczonych, inni zaś chcieliby sukces amerykański kopiować w swoim kraju. W amerykańskim marzeniu sukces jest indywidualny. Jak powiedział amerykański ekonomista i politolog Jeremy Rifkin – w Ameryce liczy się bogactwo. W Europie – jakość życia. W amerykańskim świecie rację mają silni, czyli Amerykanie. W europejskim – każdy ma swoje prawa.

Ameryka w popularnym odczuciu jest dobrą marką samą w sobie. Jako kraj szans dla każdego i wielkich możliwości, ma ogromną siłę przyciągania i oddziaływania na świadomość ludzi na różnych kontynentach.

Żaden inny kraj nie ma tylu produktów wszechobecnych w świecie co Stany Zjednoczone i symbolizujących Amerykę, np. coca-cola, dzinsy czy Microsoft. Przez prawie sto lat Amerykanie dominowali w przemyśle samochodowym. Dziś już nie mają takiego prymatu jak niegdyś. Nadal jednak odgrywają wiodącą rolę w innowacyjności i wynalazczości.

Nauka amerykańska jest wiodącą w świecie i ten prymat utrzyma się w przyszłości, ponieważ nakłady na naukę, na badania i rozwój są w USA większe aniżeli w innych krajach, np. dwukrotnie większe aniżeli w Japonii, która jest na drugim miejscu w świecie pod względem wysokości nakładów na działalność badawczą i rozwojową. W stosunku do produktu krajowego brutto Amerykanie wydają 2,7% na badania i rozwój. Pod tym względem ustępują jedynie Izraelowi (4,4%), Szwecji (3,6%), Finlandii (3,5%) oraz Korei Północnej (2,9%). Kraje Unii Europejskiej średnio wydają 1,8% na badania i rozwój.

O pozycji nauki amerykańskiej w świecie świadczy liczba laureatów Nagrody Nobla. Najwięcej laureatów to Amerykanie, bądź uczeni pracujący w ośrodkach badawczych w USA. 75% wszystkich laureatów Nagrody Nobla w dziedzinie nauki, medycyny i ekonomii prowadzi badania i mieszka w USA.

Spośród 10 najlepszych uczelni na świecie aż osiem to uczelnie amerykańskie, a wśród 50 najlepszych uczelni świata jest aż 30 uniwersytetów ze Stanów Zjednoczonych. Stany Zjednoczone również przodują pod względem liczby studentów zagranicznych. W 2009 r. na uczelniach amerykańskich studiowało ponad 600 tys. studentów zagranicznych.

Przytoczyłem wyżej niektóre tylko dane świadczące zarówno o sile jak i słabościach Stanów Zjednoczonych. Świadomość tych ostatnich powoduje, że wielu analityków zastanawia się nad pytaniem jak długo utrzyma się jednobiegunowa dominacja Ameryki? Odpowiedzi padają różne, często przeciwstawne, jedni twierdzą, że hegemonia amerykańska utrzyma się w daleko idącej przyszłości, ponieważ opiera się nie tylko na sile militarnej, ale także na przewadze gospodarczej, technologicznej, na obecności kultury amerykańskiej w świecie. Christopher Coker wykładowca London School of Economics twierdzi, że kraj, do którego należy 80% wszystkich badań na świecie nad doskonaleniem techniki wojskowej jest w stanie długo utrzymać swą dominującą pozycję. Stratedzy amerykańscy uważają, że w ciągu najbliższego ćwierćwiecza nie pojawi się na świecie kraj, który będzie w stanie zagrozić Stanom Zjednoczonym. Doradca prezydenta George'a Busha, Charles Krauthammer, już w 1990 r. wyraził pogląd, że hegemonia amerykańska w jednobiegunowym świecie utrzyma się około 30 lat.

Stany Zjednoczone mają również swoje słabości, swoje tzw. miękkie podbrzusza. Na zewnątrz czyli na arenie międzynarodowej mają sporo przeciwników. Większość populacji światowej to ludzie znacznie biedniejsi lub wręcz żyjący w nędzy i nie darzą sympatią bogatych narodów. Nie darzą oni Amerykanów sympatią choć wielu z nich chciałoby żyć jak Amerykanie albo żyć w Ameryce. Antyamerykanizm jest silny w wielu rejonach świata również z przyczyn politycznych. Zarzuca się Amerykanom chęć dominacji, arogancję i pychę polityczną.

Nie ma pewności na ile i jak długo społeczeństwo amerykańskie będzie popierało politykę rządu globalnego zaangażowania w sprawach międzynarodowych. W niektórych kręgach USA widoczne są tendencje neoizolacjonistyczne postulujące politykę ostrożniejszego, bardziej selektywnego zaangażowania się Stanów Zjednoczonych w konflikty za granicą. Społeczeństwo amerykańskie jest w gruncie rzeczy zorientowane do wewnątrz, zainteresowane sprawami lokalnymi, wewnętrznymi a nie światowymi. Nawet jedna czwarta członków Kongresu nie wyrobiła sobie paszportu.

Międzynarodową pozycję Stanów Zjednoczonych osłabia preferowanie rozwiązań siłowych nad dyplomatycznymi w wielu konfliktach i napięciach międzynarodowych, niedocenianie roli ONZ i prawa międzynarodowego, odmowa przystąpienia do Międzynarodowego Trybunału Karnego i odmowa

przekazania żołnierzy amerykańskich podejrzanych o przestępstwa wojenne międzynarodowym trybunałom. Stany Zjednoczone są jedynym obok Somali krajem, który nie ratyfikował konwencji o prawach dziecka z 1989 r. *Faktem jest* - pisał Tony Judt, profesor New York University - że *USA w swojej polityce zagranicznej często zachowują się w sposób arogancki - uważają, że wolno im ingerować, gdzie tylko im się spodoba i postępują tak, jak uznają za stosowne, nie przejmując się zbytnio konsekwencjami własnych poczynań dla reszty świata.*

Nic więc dziwnego, że w wielu krajach nastąpił spadek pozytywnych ocen Stanów Zjednoczonych. Według sondażu amerykańskiego Pew Center w latach 2002-2005 spadek ten wystąpił m.in. w Turcji z 30% do 23% ankietowanych, w Indonezji z 61% do 38%, w Niemczech z 61% do 41%, we Francji z 63% do 43%. Jedynie w Pakistanie nastąpił wzrost ocen pozytywnych Stanów Zjednoczonych z 10% do 23% oraz w Indiach z 54% do 71%. Ostatnio jednak, w 2010 nastąpił spadek poparcia dla polityki Waszyngtonu do kilkunastu procent.

Stany Zjednoczone mimo swej potęgi przegrały wojnę w Wietnamie, z trudem radzą sobie w Iraku i w Afganistanie, poniosły lokalne porażki z rąk terrorystów, m.in. w Libanie, Kenii, Somalii i Panamie.

Stany Zjednoczone są potężne, ale nie wszechpotężne, a ich dominacja nie jest absolutna. Amerykanie nie są w stanie posłużyć się swą siłą militarną czy ekonomiczną by rozwiązać wszystkie konflikty w świecie. Potrzebują sojuszników. Sojusznicy z kolei nie są w stanie w pełni zapewnić sobie bezpieczeństwa bez pomocy Stanów Zjednoczonych. Świat potrzebuje tej współzależności i współpracy. I w oparciu o nią powinno dojść do stworzenia nowego ładu światowego w postzimnowojennym świecie. Nowy ład światowy nie może być jednak narzucony przez jedno mocarstwo czy grupę państw.

Stany Zjednoczone nie wykorzystały swej silnej mocarstwowej pozycji w jednobiegunowym świecie by zapobiec dryfowaniu świata i wystąpić z inicjatywą stworzenia nowego ładu światowego. Nie rozwiązały również wielu problemów, konfliktów i zagrożeń jakie pojawiły się w postzimnowojennym świecie. Uradowane ze zwycięstwa w zimnej wojnie zadowolili się swą dominującą pozycją w świecie i faktem, że nie ma obecnie kraju, który byłby w stanie zagrozić bezpieczeństwu Stanów Zjednoczonych.

Modny dziś jest pogląd, że Stany Zjednoczone i Europa oddalają się od siebie. O ile w okresie zimnej wojny poczucie zagrożenia było silnym spoiwem wspólnoty atlantyckiej, tak obecnie coraz wyraźniej dają znać o sobie nie tylko różnice polityczne, sprzeczności gospodarcze, ale także odmienności kulturowo - cywilizacyjne. Dość popularny jest w USA pogląd, że Amerykanie są mężni, zdetermi-

nowani bronić swoich wartości, twardzi, nieustępliwi, a Europejczycy są mięczakami, ludźmi wahlowymi preferującymi dyplomację w miejsce siły zbrojnej w rozwiązywaniu problemów międzynarodowych.

W jakim kierunku zmierza świat? Na pewno stopniowo odchodzimy od świata jednobiegunowego. Kto traci? Oczywiście Stany Zjednoczone. Kto zyskuje? Oczywiście zjednoczona Europa, Chiny, Indie i wiele krajów określanych do niedawna mianem Trzeciego Świata. Niektórzy Amerykanie pokładają nadzieję we współpracy z Chinami („Chimeryka”). Inni obawiają się współpracy Chin i Indii („Chindie”).

Fareed Zakaria we wspomnianej na początku niniejszego artykułu książce „Świat postamerykański” uważa, że obecnie świat się otwiera, a Ameryka się zamyka ponieważ staje się coraz bardziej podejrzliwa wobec świata zewnętrznego. Jego zdaniem świat przeszedł ewolucję od proamerykanizmu do antyamerykanizmu i obecnie ewoluuje w kierunku postamerykanizmu. W nowym wielobiegunowym świecie wzrośnie znaczenie „reszty świata” - pisze Fareed Zakaria.

Rekomendacja

Rekomendacja dotyczy artykułu „Postamerykański świat” autorstwa prof. dr. hab. Longina Pastusiaka, Dyrektora Instytutu Spraw Społecznych i Stosunków Międzynarodowych Akademii Finansów w Warszawie.

W artykule tym profesor Pastusiak przedstawił w zarysie gospodarczą, finansową i naukową pozy-

cję Stanów Zjednoczonych we współczesnym Świecie, na bazie osobistych obserwacji i przeżyć w czasie czternastoletniego pobytu w tym kraju.

Artykuł bardzo ciekawy i pełen ważnych informacji, ważny zwłaszcza dla twórczych pracowników naukowych zatrudnionych w instytutach badawczych i wyższych uczeniach. Profesor Pastusiak udowadnia, że potęga gospodarcza, militarna i finansowa Stanów Zjednoczonych Ameryki wynika z innowacyjności, wdrożeń wyników badań naukowych i technicznych do przemysłu i z wielkiej ofensywy towarów amerykańskich na rynki świata. Nauka amerykańska jest wiodącą w świecie i ten prymat utrzyma się w przyszłości, ponieważ nakłady na naukę, na badania i rozwój są w USA są zdecydowanie większe niż w innych krajach.

O pozycji nauki USA świadczy liczba laureatów Nagrody Nobla – 75% wszystkich laureatów tej nagrody w dziedzinie nauki, medycyny i ekonomii prowadzi badania i mieszka w USA. Spośród 10 najlepszych uczelni na Świecie, aż osiem to uczelnie amerykańskie, a wśród 50 najlepszych uczelni świata jest 30 uniwersytetów ze Stanów Zjednoczonych.

Z uwagi na przytoczone fakty i wiele innych ważnych informacji zawartych w artykule wydrukowanie tekstu profesora Longina Pastusiaka w kwartalniku naukowym CNBOP – PIB jest w pełni uzasadnione i celowe.

Józefów, 20.05.2011r.

dr inż. Stefan Wilczkowski

mgr **Tomasz SAWICKI**
Biegły sądowy z zakresu pożarnictwa
przy Sądzie Okręgowym w Legnicy

DOCHODZENIA POPOŻAROWE – NIEDOCENIANA SZANSA NA POPRAWĘ BEZPIECZEŃSTWA

Fire investigations – a chance for the better safety

Streszczenie

W artykule omówiono problematykę bezpieczeństwa powszechnego związanego z prowadzeniem dochodzeń popożarowych w Polsce. Przeprowadzono analizę statystyczną pożarów powstałych w naszym kraju oraz porównano sytuację pożarową w Polsce na tle wybranych krajów świata. Autor wyraża swój niepokój związany z brakiem nadania właściwego znaczenia dochodzeniom popożarowym w naszym kraju, które stanowią jedną z form uzyskiwania materiału poznawczego, niezbędnego dla określenia prawidłowej polityki państwa w zakresie bezpieczeństwa wewnętrznego.

Summary

The paper discusses some problems on public safety connected with conducting fire investigations in Poland. A statistical analysis of fires arose in the country has been conducted and comparison of fire situation in Poland and some other countries in the world has been presented. The author expresses his concern caused by not giving the right value to fire investigation in the country, which is one of the forms of obtaining study material, necessary for defining the right national policy in respect to the internal security.

Słowa kluczowe: pożary, ochrona przeciwpożarowa, przyczyny pożarów, statystyka pożarowa, dochodzenia popożarowe, kryminalistyka, bezpieczeństwo;

Key words: fires, fire protection, fire causes, fire statistics, fire investigation, forensics, safety;

Pożary są nieodłącznym, towarzyszącym człowiekowi zjawiskiem i przeważnie przez działalność człowieka są powodowane. Pożar jako społecznie niebezpieczne zjawisko, szczególnie kiedy stwarza zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi oraz dla mienia, jest przede wszystkim przedmiotem zainteresowania organów ścigania i wymiaru sprawiedliwości. Niezmierna szkodliwość społeczna pożarów, pomijając oczywistą utratę życia, zdrowia czy zatrudnienia, polega głównie na bezpowrotnej utracie dóbr zarówno o bezcennej wartości materialnej – w przypadku zabytków, jak i wielkiej lub znacznej wartości – w przypadku innych obiektów budowlanych, maszyn i urządzeń czy też szkód spowodowanych przerwą w produkcji itd.

Określenie przyczyny pożaru nierzadko rodzi sytuację prawną, konieczną do ustalenia odpowiedzialności karnej za sprowadzenie pożaru oraz za powstałe straty, będące jego konsekwencją. Nieprofesjonalne lub nieobiektywne określenie przyczyny pożaru w wyniku prowadzonego dochodzenia popożarowego może mieć istotny wpływ na przebieg oraz kierunek postępowania przygotowawczego prowadzonego przez właściwe organy państwa. Na-

tomiast właściwe (obiektywne, jednoznaczne, poparte dowodami i udokumentowane) przygotowane i przeprowadzone dochodzenia popożarowe często pozwalają zidentyfikować i wyeliminować podpalaczy, którzy jak się szacuje, są sprawcami 20-30% wszystkich pożarów na świecie [1].

Dochodzenia popożarowe mieszczą się w zakresie nauk o ochronie przeciwpożarowej i tylko ze względu na zaawansowane metody badawcze, stanowią obecnie odrębną wiedzę specjalistyczną, która wykorzystuje najnowsze techniki badawcze w zakresie chemii, fizyki, biologii, metaloznawstwa, kryminalistyki i inne [2]. Ustalanie przyczyn pożarów jest również naturalnym elementem ochrony przeciwpożarowej, której nadrzędnym celem jest ochrona życia, zdrowia, mienia lub środowiska. Badania prowadzone nad pożarami i ich przyczynami stanowią jedną z form uzyskiwania materiału poznawczego, niezbędnego dla określenia prawidłowej polityki państwa w zakresie bezpieczeństwa wewnętrznego. Poznawanie i analizowanie przyczyn powstawania pożarów, oraz ich związku z warunkami technicznymi może dać właściwym organom państwa nieoceniony materiał do analizowania zagrożeń po-

żarowych, do sprawowania nadzoru nad przestrzeganiem przepisów przeciwpożarowych oraz do inicjowania przedsięwzięć w zakresie ochrony przeciwpożarowej, w tym do tworzenia skuteczniejszego prawa z zakresu bezpieczeństwa pożarowego. Aby wypracować długoterminową strategię obniżania ryzyka powstania pożaru konieczna jest rzetelna wiedza gdzie i z jakich powodów powstają pożary. Wreszcie ustalenia z dochodzeń popożarowych stanowią niezbędny element rozwoju inżynierii bezpieczeństwa pożarowego.

Pożary stanowią duże pole do wyłudzeń odszkodowań od firm ubezpieczeniowych. Ubezpieczyciel bowiem, odpowiada za szkody pożarowe również wtedy gdy są one efektem podpaień. Może jednak uwolnić się od odpowiedzialności tylko wówczas, gdy zostanie wykazane jednoznacznie, że podpalenia dokonał sam ubezpieczony lub ktoś za jego namową. Dlatego w działalności ubezpieczeniowej ustalanie przyczyn i okoliczności pożarów pozwala na skuteczną walkę z tzw. przestępczością ubezpieczeniową. Należy pamiętać, że przestępczość ubez-

pieczeniowa to nie tylko większe straty finansowe dla ubezpieczycieli, ale również uczciwych klientów, którzy muszą ponosić finansowe konsekwencje za nieuczciwość innych ubezpieczonych.

Do właściwej oceny ryzyka u klienta niezbędna jest wiedza o zagrożeniach mogących wystąpić w danym zakładzie (obiekcie). W tym celu konieczna jest wiedza o faktycznych przyczynach pożarów, jakie mogą wystąpić podczas bieżącej działalności ubezpieczonego podmiotu. Znając potencjalne przyczyny pożarów, można budować scenariusze powstania szkód ogniowych oraz ich wpływu na możliwość i wysokość powstania tych szkód.

Polska od kilku lat znajduje się w czołówce krajów europejskich, w których powstaje najwięcej pożarów. W ostatnich latach, w naszym kraju rejestruje się średnio około 177 tys. pożarów rocznie [3] tj. trzykrotnie więcej niż na początku lat 90-tych i pięciokrotnie więcej niż w latach 80-tych XX wieku (tabela), które tylko w roku 2009 spowodują bezpośrednie straty materialne szacowane na ponad 1 miliard złotych [4].

Tabela 1.

Pożary zarejestrowane w Polsce w latach 1980-2009 [6]

| Rok | Ilość pożarów | Ilość pożarów na 1 000 mieszk. | Ilość podpaień | Odsetek podpaień w % | Ilość ofiar śmiertelnych / rannych w pożarach | Ilość ofiar śmiertelnych na 1 mln mieszkańców | Ilość ofiar śmiertelnych na 1 000 pożarów |
|------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------------|---|---|---|
| 1980 | 18 200 | 0,51 | 1 381 | 7,58 | 391 | | |
| 1981 | 19 937 | 0,55 | 1 884 | 9,44 | 309 | | |
| 1982 | 29 920 | 0,82 | 3 477 | 11,62 | 258 | | |
| 1983 | 29 738 | 0,80 | 3 442 | 11,57 | 253 | | |
| 1984 | 46 705 | 1,26 | 10 264 | 21,97 | 380 | | |
| 1985 | 36 527 | 0,94 | 5 750 | 15,74 | 399 | | |
| 1986 | 38 489 | 1,02 | | 17,4 | 383 | | |
| 1987 | 31 446 | 0,83 | | 12,9 | 417 | 11,12 | 13,19 |
| 1988 | 31 604 | 0,83 | | | 350 | 9,25 | 11,07 |
| 1989 | 33 163 | 0,87 | | | | | |
| 1990 | 53 706 | 1,40 | 12 308 | 22,91 | 381/1296 | 9,74 | 6,90 |
| 1991 | 59 064 | 1,54 | | | 452/1533 | | |
| 1993 | 72 401 | 1,88 | | | 493/1764 | 12,81 | 6,79 |
| 1994 | 96 945 | 2,50 | | 31,8 | 535/2485 | 13,9 | 5,44 |
| 1995 | 96 569 | 2,52 | | 32,8 | 544/2358 | 14,1 | 5,56 |
| 1996 | 109 346 | 2,83 | | 40,1 | 524/2396 | 13,6 | 4,75 |
| 1997 | 119 218 | 3,08 | | 41,3 | 546/2281 | 14,1 | 4,53 |
| 1998 | 115 557 | 2,98 | | 41,7 | 475 | 12,27 | 4,11 |
| 1999 | 136 284 | 3,52 | | 41,7 | 527 | 13,79 | 3,86 |
| 2000 | 135 889 | 3,51 | 57 177 | 42,07 | 489/1808 | 12,65 | 3,59 |
| 2001 | 116 602 | 3,04 | 48 043 | 41,20 | 481/1889 | 12,42 | 4,12 |
| 2002 | 151 026 | 3,95 | 64 503 | 42,70 | 485/2011 | 12,69 | 3,21 |
| 2003 | 220 855 | 5,78 | 101 603 | 46,00 | 515/2525 | 13,85 | 2,33 |
| 2004 | 146 728 | 3,84 | 61 646 | 42,01 | 482/2604 | 12,64 | 3,28 |
| 2005 | 184 316 | 4,83 | 79 610 | 43,19 | 605/2869 | 15,85 | 3,28 |
| 2006 | 165 227 | 4,33 | 66 645 | 40,33 | 606/2941 | 15,89 | 3,66 |
| 2007 | 151 069 | 3,96 | 61 942 | 41,00 | 605/2905 | 15,86 | 4,00 |
| 2008 | 161 799 | 4,20 | 60 506 | 37,39 | 594/3397 | 15,4 | 3,67 |
| 2009 | 159 122 | 4,13 | 61 216 | 38,47 | 584/3943 | 15,1 | 3,67 |

W roku 2006 średnia liczba pożarów w Polsce na 1000 mieszkańców stawiała Polskę ze średnią 4,33 na szóstym miejscu w Europie (badane były 23 kraje) po Estonii – 11,1 pożarów, Łotwie – 7,7, Wielkiej Brytanii – 7,2, Holandii – 6,9, Litwie – 6,7 i Francji – 5,9. Obecnie w Polsce rejestrujemy prawie tyle samo pożarów, co w 80 mln. Niemczech i 60 mln. Włoszech i ponad trzykrotnie więcej niż w 46 mln. Ukrainie [5].

Według danych statystycznych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej [7], od roku 1996 podpalenia umyślne, każdego roku stanowią już ponad 40% wszystkich pożarów w naszym kraju. W ostatnich kilku latach, rocznie dochodzi do 4,5 tys. podpaleń w budynkach mieszkalnych i do ponad 800 podpaleń w budynkach użyteczności publicznej. W polskich lasach dokonuje się rocznie ponad 4,7 tys. podpaleń (podobną ilość podpaleń podają Lasy Państwowe) [8]. W naszym kraju każdego roku w pożarach ginie coraz więcej osób. Liczba ofiar śmiertelnych w 2001 r., wynosiła 481 osób gdy w 2007 r. już 605 osoby. Od roku 2001 w ciągu następných sześciu lat, w Polsce na 1 mln mieszkańców ilość ofiar śmiertelnych wzrosła z 11 do 15. W liczbach bezwzględnych, ilość ofiar śmiertelnych jest jedna z najwyższych w Europie. Więcej osób ginie tylko w Rosji, na Ukrainie, Białorusi i Kazachstanie. W pożarach w naszym kraju rocznie około 3 tys. osób zostaje rannych.

Nie sposób nie zgodzić się z Lechem Forowiczem, który w artykule pt. „W roli detektywa” opublikowanym w nr 7/2009 „Przeglądu Technicznego” stwierdza: *„Profesjonalne dochodzenia popożarowe najczęściej pozwalają zidentyfikować i wyeliminować podpalaczy. Oprócz wymiernych korzyści polegających na ograniczaniu liczby podpaleń, śledztwa przyczyniają się także do lepszego zrozumienia ogólnych przyczyn pożarów i ich rozwoju. Ułatwiają wprowadzanie skuteczniejszego prawa z zakresu bezpieczeństwa pożarowego. Skłaniają też do wycofywania z rynku urządzeń i maszyn, które stwarzają zagrożenie wskutek wadliwego zaprojektowania i wyprodukowania”*.

Jako przykład autor artykułu podaje, że w roku 2005 w wyniku badań prowadzonych przez NFPA (National Fire Protection Association) ustalono, że świeczki w USA były przyczyną 15,6 tys. pożarów w budynkach mieszkalnych. W pożarach tych 150 osób straciło życie a 1270 zostało rannych. Pożary te spowodowały straty finansowe na kwotę 539 mln USD. Po analizie tych pożarów i przeprowadzonych odpowiednich badań doprowadzono do tego, że do sprzedaży wprowadzono produkt bezpieczniejszy [9].

Innym przykładem z USA są zapalniczki, które używane przez dzieci były rocznie przyczyną ponad 5 tys. pożarów w tym kraju. Pożary te powodowały 1150 przypadków obrażeń ciała oraz 170 wypadków śmiertelnych. W wyniku podjętych działań i prze-

prowadzonych badań spowodowano, że do produkcji zostały dopuszczone tylko zapalniczki zabezpieczone przed uruchomieniem przez dzieci. Według badań przeprowadzonych w USA w 2002 roku dotyczących skuteczności tego wymogu, okazało się, że nastąpił 60% spadek występowania pożarów, przypadków obrażeń ciała i wypadków śmiertelnych.

Warto też podać przykład z pracy amerykańskich ekspertów ds. dochodzeń popożarowych, których zainteresował niepokojący wzrost pożarów w modelach samochodów marki Ford Expedition, Ford F-150 i Ford Explorer [10]. Eksperci odnotowali 559 pożarów, które powstawały w komorze silnika w okolicy przegrody czołowej, po stronie kierowcy i dochodziło do nich podczas postoju zaparkowanego pojazdu z wyłączonym zapłonem. Na podstawie szczegółowych analiz pożarów samochodów oraz przeprowadzonych badań i doświadczeń eksperci doprowadzili do wykrycia przyczyny, którą był nieprawidłowo działający (przegrzewający się) wyłącznik układu sterowania prędkością (tempomat). W Stanach Zjednoczonych akcją serwisową objęto ponad 5 mln samochodów marki Ford. Kampania została następnie przeprowadzona w innych krajach, w tym w Europie. W Polsce paradoksalnie, działania amerykańskich ekspertów ds. dochodzeń popożarowych, doprowadziły do akcji naprawczej 43 pojazdy wadliwego modelu Explorer.

Natomiast w Szwecji [11], dzięki realizacji Krajowego Programu Dochodzeń Popożarowych (National Fire Investigation Program), eksperci ds. dochodzeń popożarowych spowodowali wprowadzenie zmian konstrukcyjnych przekładników rozruchowych firmy Danfoss AS, które były montowane w lodówkach i zamrażarkach powodując w ciągu dwóch lat prawie 150 pożarów w tych urządzeniach. Ponadto dzięki pracy szwedzkich ekspertów udało się ustalić wady techniczne, które przyczyniały się do powstania pożarów w 100 różnych urządzeniach. W wyniku konsekwentnej realizacji Programu producenci tych urządzeń dokonali ich modyfikacji, które przyczyniły się do poprawy bezpieczeństwa pożarowego.

W Wielkiej Brytanii po tragicznym w skutkach pożarze na stacji metra King Cross w 1987 roku (31 ofiar śmiertelnych), eksperci ds. pożarów poddali szczegółowej analizie przedmiotowy pożar. Na podstawie badań oraz dowodów naukowych, specjaliści wykluczyli podpalenie i w sposób jednoznaczny stwierdzili, że pożar spowodowała lekkomyślnie rzucona na ruchome schody zapalona zapalka. W badaniach nad powstaniem i przebiegiem pożaru wykorzystano m.in. komputerową symulację pożaru, dokładną analizę konstrukcji stacji oraz wybudowanie modelu sytuacyjnego w skali 1:3, który następnie podpalono. Jednym z efektów pracy zespołu ekspertów było zaobserwowanie i zidentyfikowanie nowego zjawiska, które nazwano „efektem

okopowym” (trench effect). Ponadto dzięki skrupulatnej pracy ekspertów, wprowadzono 146 ulepszeń zwiększających bezpieczeństwo pasażerów korzystających z londyńskiego metra.

Jak stwierdza Lech Forowicz w swoim artykule: „...wzrasta znaczenie dochodzeń popożarowych. Przygotowują je kompetentne firmy eksperckie. Ich raporty są w krajach wysoko rozwiniętych a szczególnie w USA, bardzo uważnie analizowane. Osiągnięto już wymierne efekty takiej polityki w postaci ograniczenia szkód powodowanych przez pożary czy też wybuchy. W skali gospodarki USA są to miliardy dolarów oszczędności zarówno po stronie poszkodowanych jak po stronie towarzystw asekuracyjnych”.

Należy zwrócić uwagę, że na przestrzeni lat w krajach wysokorozwiniętych społecznie i gospodarczo zauważa się tendencję zmniejszania się liczby przypadków pożarów. Taka tendencja jest wynikiem m.in.: wysokiej świadomości społecznej dot. znajomości zagrożeń pożarowych, systematycznej działalności profilaktycznej, rozwiniętej nowoczesnej techniki systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych, stosowania bezpiecznych pożarowo technologii wytwarzania i produkcji oraz materiałów pożarowo bezpiecznych, zastosowania podstaw naukowych w ustalaniu przyczyn i okoliczności powstawania pożarów. Na przykład według Raportu Nr 10 opublikowanego w roku 2006 przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Służb Pożarniczo-Ratowniczych - CTIF [1] (pozarządowej organizacji zrzeszającej służby pożarniczo-ratownicze z 48 krajów), w USA zmniejszono ryzyko powstawania pożarów 2-6 krotnie w ostatnich 40 latach. Zostały tam podjęte energiczne wysiłki w zakresie, zarządzania ryzykiem pożarowym. Wszystkie prowadzone w USA dyskusje związane z problematyką pożarową i wypracowane na tej podstawie zalecenia i rozwiązania zostały opublikowane w znanym sprawozdaniu dla prezydenta USA pt. „American Burning” w roku 1973 i „American Burning Revisited” w 1987 r. W tym samym raporcie CTIF podaje się, że w Niemczech w ostatnich 40 latach zmniejszyło się zagrożenie pożarowe 2-3 krotnie. Wg własnych analiz, opartych na statystykach Straży Pożarnej, w Polsce w tym samym okresie ilość pożarów wzrosła ponad sześciokrotnie a ilość ofiar śmiertelnych licząc na 1 mln mieszkańców wzrosła dwukrotnie.

W naszym kraju wprowadzanie zmian w prawie z zakresu bezpieczeństwa pożarowego obiektów i procesów technologicznych następował najczęściej po spektakularnych i tragicznych pożarach, takich jak na przykład: w Rafinerii Nafty w Czechowicach-Dziedzicach w 1971 roku. Wówczas zginęło 33 strażaków i żołnierzy, 105 osób zostało rannych a w wyniku odniesionych ran i oparzeń zmarło jeszcze 4 ratowników; w Żmigrodzkich Zakładach Roszarniczych „Żmilen” w 1976 roku gdzie zginęło 20 osób, a 3 zostały ciężko ranne; w Kombinacie

Gastronomicznym „Kaskada” w Szczecinie w 1981 roku, w którym zginęło 14 osób; czy wybuchu gazu w wieżowcu w Gdańsku w 1995 roku gdzie śmierć poniosły 22 osoby a 12 osób zostało rannych. Być może i tak będzie po tragicznym w skutkach pożarze w Kamieniu Pomorskim w roku 2009, w którym zginęły 23 osoby w tym 13 dzieci a 21 osób zostało rannych.

Podzielam również opinię st. bryg. Piotra Guzewskiego z-cy Komendanta Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu, który na stronie internetowej Szkoły, w zakładce „Dochodzenia” napisał: „Dochodzenia popożarowe to nadal niedoceniany i niedofinansowany obszar w działalności służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo w Polsce” [12]. W naszym kraju bowiem nie ma zarówno opracowanych procedur prowadzenia dochodzeń popożarowych jak i systemu przygotowania ekspertów do profesjonalnego ustalania przyczyn powstawania pożarów. Co więcej, w Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Policji i laboratoriach kryminalistycznych komend wojewódzkich policji, od 2004 roku nie ma już dyscypliny ani specjalności kryminalistycznej w zakresie badań pożarniczych, które były przez wiele lat rozwijane w tej instytucji [13]. Brak odpowiednich narzędzi śledczych w dochodzeniach popożarowych ma wpływ zarówno na niepokojącą ilość pożarów powstałych z przyczyny podpalenia jak i na obniżenie jakości prowadzonego postępowania przygotowawczego, a w konsekwencji udowodnienie sprawcy przestępczego działania.

Próby zmiany tego stanu rzeczy podjęła się właśnie Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu organizując już trzykrotnie międzynarodowe konferencje poświęcone tematyce dochodzeń popożarowych, a także kursy z zakresu wstępnego ustalenia przyczyn powstawania pożarów oraz realizując cykliczne warsztaty z zakresu dochodzeń popożarowych dla biegłych i kandydatów na biegłych sądowych z zakresu ustalania przyczyn pożarów. Te cenne i innowacyjne działania poznańskiej szkoły – jak oceniam – niestety nie spotykają się z szerszym zainteresowaniem odpowiednich organów państwowych.

W roku ubiegłym z inicjatywy ekspertów dochodzeń popożarowych wywodzących się spośród funkcjonariuszy Państwowej Straży Pożarnej zawiązało się Polskie Towarzystwo Ekspertów Dochodzeń Popożarowych z siedzibą w Poznaniu, którego celem jest m.in.:

- propagowanie i szerzenie wiedzy i postępu w zakresie dochodzeń popożarowych,
- popularyzowanie zagadnień z zakresu dochodzeń popożarowych,
- wnioskowanie o potrzebie weryfikacji i doskonalenia norm i przepisów z zakresu dochodzeń po-

pożarowych oraz innych mających związek z jakością dochodzeń popożarowych,

- opracowywanie własnych standardów z zakresu dochodzeń popożarowych,
- wymiana doświadczeń na drodze utrzymywania więzi z liczącymi się ośrodkami i instytucjami z zakresu dochodzeń popożarowych w Polsce i na świecie,
- podejmowanie działań dla zapewnienia wysokiej jakości usług w zakresie dochodzeń popożarowych.

W Polsce instytucją rządową, która ma obowiązek gromadzenia informacji o większości powstałych w naszym kraju pożarach jest Państwowa Straż Pożarna (Komenda Główna, komendy wojewódzkie oraz komendy powiatowe/miejskie). Ta specjalistyczna, państwowa formacja, powołana przede wszystkim do walki z pożarami, klęskami żywiołowymi i innymi miejscowymi zagrożeniami a także do rozpoznawania zagrożeń pożarowych i innych miejscowych zagrożeń oraz sprawująca nadzór nad przestrzeganiem przepisów przeciwpożarowych ma obowiązek analizować dane zawarte w gromadzonych informacjach, a wypływające z nich wnioski stosować w swojej bieżącej działalności. Co więcej, informacje te służą nierzadko do opracowania przez Państwową Straż Pożarną zestawień statystycznych, z którymi zapoznawane są organy administracji rządowej i samorządowej. Problem polega jednak na tym, że przedstawiane w tych zestawieniach przyczyny, w wyniku których powstały pożary, nie są poparte badaniami i dowodami, a jedynie opierają się na wstępnych ustaleniach, a nierzadko tylko na przypuszczeniach osób kierujących działaniami ratowniczo-gaśniczymi. Taka sytuacja – jak oceniam – spowodowana jest przede wszystkim tym, że Państwowa Straż Pożarna nie jest organem uprawnionym do prowadzenia postępowania przygotowawczego w sprawach o pożary.

Niewątpliwie, sytuacja pożarowa w naszym kraju, wskazuje już od lat na potrzebę posiadania rzetelnej wiedzy na temat przyczyn powstawania pożarów. Organy odpowiedzialne za bezpieczeństwo wewnętrzne kraju powinny mieć rozeznanie z jakich rzeczywiście powodów (przyczyn), co 3-4 minuty dochodzi w Polsce do pożaru?

Jestem przekonany, że nadanie nowego znaczenia dochodzeniom popożarowym w naszym kraju, chociażby na wzór niektórych krajów Unii Europejskiej, przyniosłoby wszechstronne i wymierne korzyści zarówno dla społeczeństwa jak i dla gospodarki a co najważniejsze, wpłynęłoby na poprawę naszego bezpieczeństwa.

Wnioski

Oceniam, że Państwowa Straż Pożarna, po jej przygotowaniu organizacyjnym i technicznym a wcześniej po zmianach w przepisach prawnych, powinna być organem uprawnionym do prowadzenia dochodzeń w zakresie ustalania przyczyn i okoliczności powstania oraz rozprzestrzenienia się pożarów a przynajmniej tych dochodzeń, które nie uprawdopodobniają podpażeń umyślnych. Przemawiają za tym rozwiązaniem m.in. następujące przesłanki:

- nie wszystkie powstałe pożary w naszym kraju są badane przez organy procesowe w zakresie ich przyczyny powstawania oraz odpowiedzialności za ich sprowadzenie,
- Państwowa Straż Pożarna z racji wykonywanego nadzoru nad przestrzeganiem przepisów przeciwpożarowych winna dysponować rzetelną wiedzą na temat faktycznych przyczyn powstawania oraz rozprzestrzeniania się pożarów,
- Państwowa Straż Pożarna posiada dobrze wykształconą i wyszkoloną kadrę strażaków, którą można szybko i profesjonalnie przygotować do prowadzenia dochodzeń popożarowych,
- Państwowa Straż Pożarna posiada bazę naukowo-badawczą tj.: Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej i Szkołę Główną Służby Pożarniczej, które od wielu lat zajmują się analizą i badaniem przyczyn powstawania pożarów, a SGSP prowadzi także zajęcia dydaktyczne z przedmiotu „*Metodyka badań przyczyn pożarów*”,
- Państwowa Straż Pożarna posiada bazę szkoleniową tj. szkoły aspirantów PSP i Centralną Szkołę PSP, w której można by przygotowywać stosowne kadry do prowadzenia dochodzeń popożarowych. Na przykład Szkoła Aspirantów PSP w Poznaniu od lat organizuje: międzynarodowe konferencje poświęcone tematyce dochodzeń popożarowych, cykliczne warsztaty szkoleniowe dla ekspertów zajmujących się problematyką dochodzeń popożarowych, czy specjalistycznie szkolenia z zakresu wstępnego ustalania przyczyn powstawania pożarów, a ponadto posiada własne stanowisko do ćwiczeń z zakresu metodyki prowadzenia oględzin miejsca pożaru na poligonie szkolnym,
- większość ustanowionych przy sądach okręgowych biegłych sądowych z zakresu badań przyczyn powstawania pożarów to obecni lub byli strażacy PSP.

Literatura

1. Brushlinsky N., Sokolov S., Wagner P., *World Fire Statistics – Report № 10, Second Edition*, Center of Fire Statistics of CTIF, 2005;
2. Wolanin J., *Wykorzystanie matematycznych modeli pożarów do badań ich przyczyn*. [w]: Badanie przyczyn powstawania pożarów – zbiór referatów z I Międzynarodowej Konferencji, pod red. Guzewski P. Izba Rzecznawców SITP, Poznań 2003;
3. Praca zbiorowa, *Biuletyn Informacyjny Państwowej Straży Pożarnej za rok 2006, 2007, 2008*. Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Warszawa 2007, 2008, 2009;
4. Dane KG PSP;
5. Brushlinsky N., Sokolov S., Wagner P.: *World Fire Statistics – Report № 13*, Center of Fire Statistics of CTIF, 2008;
6. Opracowanie własne na podstawie danych KG SP i KG PSP;
7. Praca zbiorowa, *Biuletyn Informacyjny Państwowej Straży Pożarnej za rok 1996, ..., 2007*, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Warszawa 1997, ..., 2008;
8. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe. *Raport o stanie lasów w Polsce 2008*. Warszawa 2009;
9. Forowicz L., *W roli detektywa*. Przegląd Techniczny, nr 7/2009;
10. Reiter D.A., McLellan R.B., *Szczególny przypadek dochodzeń popożarowych w serii pojazdów*, [w]: Badanie przyczyn powstawania pożarów – zbiór referatów z III Międzynarodowej Konferencji, pod red. Guzewski P. Izba Rzecznawców SITP, Poznań 2007;
11. Erlandsson U., *Dochodzenia popożarowe w Szwecji*, [w]: Badanie przyczyn powstawania pożarów – zbiór referatów z II Międzynarodowej Konferencji, pod red. Guzewski P. Izba Rzecznawców SITP, Poznań 2005;
12. http://saps.edu.pl/strona.php/34_dochodzenia.html;
13. Zarządzenie nr 1 Komendanta Głównego Policji z dnia 12 stycznia 2004 r. w sprawie nadawania i weryfikacji uprawnień do wykonywania w policji ekspertyz kryminalistycznych.

Recenzenci

st. kpt. mgr inż. Daniel Malozięć

st. kpt. mgr inż. Rafał Porowski

Anna LELEŃ

Dział Spraw Pracowniczych
i Organizacyjnych CNBOP

ZARZĄDZANIE ZASOBAMI LUDZKIMI PRZEDSIĘBIORSTWA

Human resources management

Streszczenie

Niniejszy artykuł jest kontynuacją artykułu, który ukazał się w kwartalniku nr 2010/2. W poprzednim artykule zdefiniowano podstawowe pojęcia, cel i zakres zarządzania zasobami ludzkimi. Omówiono najistotniejsze elementy procesu planowania zasobów ludzkich, pozyskiwania pracowników, jak również ich motywowanie w toku pracy. Natomiast w tej części artykułu zaprezentowano kolejne elementy procesu zarządzania zasobami ludzkimi takie jak: rozwój zawodowy, ocenianie i kształtowanie wynagrodzeń. Przedstawione zagadnienia rozwoju zawodowego obejmują istotne aspekty planowania rozwoju, karier zawodowych i zarządzania karierami zawodowymi. Kolejno wyjaśniono istotę i znaczenie oceniania pracowników oraz zaprezentowano główne elementy systemu oceniania pracowników. W prezentacji zagadnień dotyczących kształtowania wynagrodzeń szczególną uwagę zwrócono na motywacyjną funkcję wynagradzania oraz elementy systemu wynagradzania.

Summary

The article is a continuation of an article which appeared in the quarterly no 2010/2. In a previous paper describes the basic concepts, purpose and scope of human resource management. Discusses the key elements of human resources planning, recruitment, as well as their motivation in the course of work. However, in this part of the article presents further components of human resource management such as: professional development, evaluated and wage formation. Presented professional development issues include the relevant aspects of development planning, careers and career management. In turn explained the nature and importance of assessing the staff and presented the main elements of the evaluation of employees. In the presentation of issues relating to wage a particular emphasis on incentive compensation function and the elements of the remuneration system.

Słowa kluczowe: personel, zasoby ludzkie, rozwój, ocenianie, wynagradzanie;

Keywords: personnel, human resources, development, evaluation, remuneration;

Wstęp

Współczesne koncepcje zarządzania wyraźnie ukierunkowują zainteresowania organizacji na zasoby ludzkie i traktują je jako podstawowy kapitał niezbędny dla rozwoju organizacji, jak również dla zapewnienia jej możliwości sprawnego funkcjonowania w zmiennym i konkurencyjnym otoczeniu. Zarządzanie zasobami ludzkimi to bardzo ważny proces, zarówno pod względem struktury jego elementów, jak i metod postępowania możliwych do stosowania w każdym etapie tego procesu. Umiejętność zarządzania zasobami ludzkimi traktowana jest jako jedna z podstawowych umiejętności w strukturze kompetencji kierowniczych.

Kontynuacja artykułu ma na celu przybliżenie kolejnych zagadnień dotyczących zarządzania zasobami ludzkimi, takich jak: rozwój zawodowy pracowników, ocenianie pracowników oraz kształtowanie wynagrodzeń.

Rozwój zawodowy jest procesem związanym z rozwojem umiejętności, zdolności, wiedzy, oraz cech osobowości odnoszących się do pracy zawodowej. Przedsięwzięcia te prowadzą do wzrostu efektywności oraz do podniesienia wartości rynkowej zasobów ludzkich.

Ocenianie pracowników ma wpływ na decyzje personalne w zakresie przyjęć, przemieszczeń wewnętrznych i wynagradzania pracowników. Dostarcza menedżerom danych o tym, jak pracują ich podwładni, a pracownikom danych o ich mocnych i słabych stronach. Jest czynnikiem motywującym do rozwoju osobistego i doskonalenia efektywności ich pracy.

Kształtowanie wynagrodzeń zajmuje szczególne miejsce w zarządzaniu zasobami ludzkimi. Wynagrodzenie jest ważnym narzędziem w skutecznym pozyskiwaniu, stabilizowaniu i motywowaniu pracowników oraz integrowaniu zasobów ludzkich wokół realizacji strategii organizacji i rozwijaniu kapitału ludzkiego.

Informacje zawarte w tym artykule będą pomocne dla wszystkich osób wykonujących ważną i odpowiedzialną pracę, jaką jest kierowanie ludźmi w firmie.

Rozwój pracowników

„Jednym z podstawowych założeń zarządzania zasobami ludzkimi jest traktowanie ludzi zatrudnionych w przedsiębiorstwie jako jego zasobu, w który należy i warto inwestować. Z założenia tego rodzi się zagadnienie dotyczące rozwoju pracowników i tworzenia programów tego rozwoju. Rozwój pracowników obok tworzenia strategii firmy ma decydujący wpływ na rozwój przedsiębiorstwa, czego efektem jest powstanie organizacji uczącej się.”¹

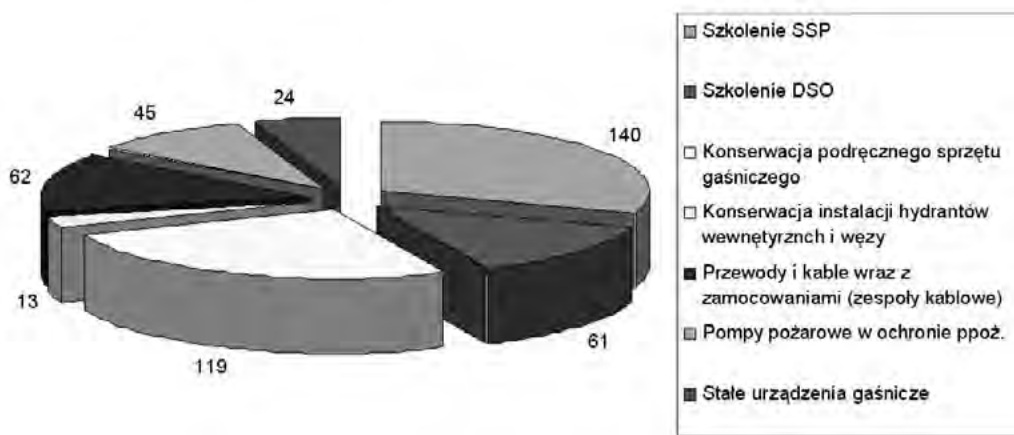
Rozwój pracowników coraz bardziej uzyskuje na znaczeniu i coraz powszechniej jest uznawany za podstawę sukcesu firmy. Wiąże się to z tworzeniem przez firmę planów rozwoju pracowników, które z jednej strony mają dać im szansę rozwoju i samorealizacji przy wykonywaniu zadań na obecnym i przyszłym stanowisku pracy, a z drugiej strony stworzyć odpowiedni potencjał zasobów ludzkich firmy dla realizacji jej strategii, celów oraz zadań w ramach obecnych i przyszłych struktur.

Plan rozwoju pracowników

Plan rozwoju pracowników to zbiór działań polegających na rozpoznaniu i zweryfikowaniu jego potrzeb, aspiracji i możliwości oraz na utworzeniu



Ryc. 1 Miejsce rozwoju personelu w zintegrowanym modelu rozwoju organizacji
Źródło: A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, PWN, Warszawa 2003, s. 293.



Ryc. 2. Procedura tworzenia planu rozwoju pracownika

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, AE, Wrocław 1999, s.64-67.

¹ M. Strużycki, (pod red.), *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Wydanie II, DIFIN, Warszawa 2004, s. 395.

programu umożliwiającego samorealizację pracownika w organizacji (ryc. 2).²

Planowanie karier zawodowych

Istotnym elementem w planowaniu rozwoju pracownika jest tworzenie planu ścieżki kariery zawodowej, który dotyczy zarówno wykazu coraz to wyższych stanowisk, jak i specjalizacji. Sporządzanie tego planu wymaga:³

- opisu istniejącej struktury organizacyjnej,
- określenia czasu pozostawania pracownika na stanowisku pracy lub w danej specjalności,
- określenia możliwości awansu,
- określenia możliwości nabycia doświadczeń w pracy, a także odpowiednich programów szkoleniowych,
- wyboru pracowników, którzy mają być objęci programem na podstawie ustalonych kryteriów.

Plany ścieżki kariery zawodowej pracowników dostosowane do potrzeb kadrowych firmy stanowią podstawy dla sformułowania konkretnych programów przedsięwzięć w zakresie rozwoju pracowników.

Postrzeganie kariery zawodowej przez pryzmat pozycji i wartości rynkowej kapitału ludzkiego odzwierciedla się w koncepcji „Akcja Ja”, zakładającej że:⁴

- kapitał ludzki ma określoną wartość rynkową,
- wartość tę można świadomie podwyższyć,
- człowiek jako właściciel kapitału ludzkiego ma wpływ na ocenę tej wartości oraz innych uczestników rynku,
- sukces zawodowy wymaga zachowań prorynkowych w okresie nauki i pracy,
- trzeba być przedsiębiorcą własnego „Ja”.

„Kształtowanie kariery zawodowej zgodnie z koncepcją „Akcja Ja” zakłada, że należy opracować strategię postępowania na rynku pracy, której integralną częścią jest ustawiczne inwestowanie w rozwój kapitału ludzkiego.”⁵

Zarządzanie talentami

„Zarządzanie talentami to proces zapewniający przyciąganie, zatrzymywanie, motywowanie i roz-

wijanie uzdolnionych pracowników zgodnie z potrzebami organizacji.”⁶

W obecnych czasach, przy tak rozwiniętym systemie rozwoju zawodowego utalentowanych pracowników i procesów wspierających zarządzanie talentami wiele firm ma poważne kłopoty z obsadzeniem kluczowych stanowisk kierowniczych. A to w oczywisty sposób znacznie ogranicza ich potencjał wzrostu. Niektórzy uważają, że zarządzanie talentami dotyczy tylko osób z górnej półki, jednak każdy pracownik ma zdolności, więc procesy zarządzania talentami nie powinny ograniczać się do tych niewielu wyróżnionych osób. Przeważnie jednak będą skupiały się na pracownikach posiadających duże możliwości osiągnięcia sukcesu i mających rzadkie umiejętności.⁷

Podstawowe procesy zarządzania talentami to:⁸

- stworzenie organizacji będącej „pracodawcą z wyboru” u którego ludzie chcą pracować,
- stosowanie procedur selekcji i rekrutacji zapewniających zatrudnienie wysoko wykwalifikowanych pracowników, którzy rozwiną się i pozostaną na długi czas w organizacji,
- zapewnienia uzdolnionym pracownikom możliwości rozwoju i awansu,
- projektowanie stanowisk pracy i tworzenie ról zapewniających wykorzystywanie i rozwijanie posiadanych przez ludzi umiejętności,
- docenianie uzdolnionych pracowników przez nagradzanie fachowości, perfekcjonizmu i osiągnięć,
- planowanie ciągłości stanowisk – dbanie o to, aby organizacja miała kim zastąpić wakaty wynikające z awansu, czy odejścia na emeryturę,
- przeprowadzanie audytu talentów pozwalającego na wyszukanie osób mających szansę na osiągnięcie sukcesu oraz tych, którzy mogą odejść z organizacji.

Program przedsięwzięć w zakresie rozwoju pracowników

Program ten obejmuje wszelkie działania przygotowujące pracowników do wykonywania pracy i zajmowania stanowisk o większej odpowiedzialności podczas okresu zatrudnienia w przedsiębiorstwie. Chodzi to o ocenianie pracowników, ich doskonalenie (szkolenie) i przemieszczanie.

„Decyzje w zakresie potrzeb szkolenia i przemieszczania pracowników podejmowane są w oparciu o system ocen pracowniczych. Ocenianie spełnia również funkcję motywującą pracowników do roz-

² Zob. T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, AE, Wrocław 1999, s. 63.

³ Zob. A. Gick, W. Tarczyńska, *Motywowanie pracowników*, PWN, Warszawa 1999, s. 127.

⁴ Zob. W. Lanthaler, J. Zugmann, *Akcja Ja. Nowy sposób myślenia o karierze*, Twigger, Warszawa 2000, s. 15.

⁵ Zob. A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie- procesy- metody*, PWE, Warszawa 2003, s. 354.

⁶ M. Armstrong, *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Oficyna ekonomiczna, Kraków 2005, s. 354.

⁷ D. A. Douglas, J.A. Konger, *Przekształcić firmę w fabrykę talentów*, Harvard Business Review, wrzesień 2008, s. 107-110.

⁸ Zob. M. Armstrong, *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, dz. cyt., s. 354-360.

woju i samodoskonalenia. Szkolenia ma na celu podniesienie kwalifikacji pracowników poprzez zdobycie wiedzy i umiejętności dla zwiększenia sprawności działania na danym stanowisku pracy. Szkolenie pozwala podnosić poziom profesjonalizmu pracowników w szczególności w długim okresie.

Przemieszczanie jako kolejny przejaw rozwoju pracowników dotyczy przesunięć pionowych (awans, degradacja) i poziomych oraz spełnia przede wszystkim funkcję motywującą do odpowiednich zachowań np. pogłębiania wiedzy, zdobywania nowych umiejętności, do większych starań i zaangażowania.⁹

Warunkiem powodzenia realizacji planów rozwoju pracowników jest przede wszystkim zapewnienie wsparcia ze strony menadżerów wszystkich szczebli zarządzania i zapewnienie możliwości kariery utalentowanym pracownikom. Korzyści wynikające z tworzenia i wspierania planów rozwoju pracowników wiążą się z:¹⁰

- wzrostem efektywności pracy (większe zaangażowanie, motywacja do pracy, satysfakcja),
- zaspokajaniem przyszłych potrzeb kadrowych,
- lepszym wykorzystaniem potencjału pracowników (pod względem ilości i jakości),
- większą lojalnością pracowników (konkretyzacja celów pracownika, realizacja ich potrzeb).

Proces szkoleniowy

W zarządzaniu zasobami ludzkimi szkolenie rozumiane jest jako pewien element systemu kadrowego, skierowane na utrzymanie i poprawę efektywności pracowników w firmie. Jest zatem procesem ukierunkowanym na uzyskanie przez uczestników nowych umiejętności i zmianę ich zachowań. Zmiana ta ma umożliwić osiągnięcie ustalonych celów i zakładanych wyników.

„W zależności od konkretnych celów szkolenia można wyróżnić trzy ich rodzaje. Pierwszym z nich są szkolenia przygotowujące i wprowadzające do pracy. Ich celem jest wyposażenie nowo przyjmowanych pracowników w specyficzne elementy wiedzy fachowej, umiejętności i zachowań, których nie można uzyskać w pozazakładowych instytucjach systemu edukacji.

Drugi rodzaj szkolenia zawodowego, który można określić jako szkolenie dostosowawcze, polega na pogłębianiu i rozszerzaniu istniejących elementów wiedzy zawodowej, umiejętności oraz postaw pracowniczych w celu dostosowania ich do zmienionych wymogów na zajmowanym przez danego pracownika stanowisku pracy.¹¹

⁹ M. Strużycki (pod red.), *Zarządzanie przedsiębiorstwem*, dz. cyt., s. 396-397.

¹⁰ Zob. T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, dz. cyt., s. 71.

¹¹ A. Pocztoński, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie ...*, dz. cyt., s. 306-307.

Trzecim rodzajem jest szkolenie zmieniające profil zasobów ludzkich, które można określić jako przekwalifikowanie zawodowe. Różni się on od poprzednich tym, że pracownik uzyskuje nowy zawód lub nową specjalizację zawodową. Ten rodzaj szkolenia może być stosowany w sytuacji radykalnych zmian strukturalnych w przedsiębiorstwie (likwidacja stanowisk i powstawanie w ich miejsce nowych), a także w procesie wtórnej aktywizacji zawodowej, np. w stosunku do kobiet powracających do pracy po dłuższej przerwie, czy też do osób, które z powodu wypadku przy pracy nie mogą wykonywać dotychczasowej pracy.¹²

Szkolenia należą do najbardziej rozpowszechnionych narzędzi rozwoju zasobów ludzkich i jako takie nie powinny się odbywać przypadkowo ani mieć charakteru akcyjności, lecz powinny stanowić system ustawicznego szkolenia, który obejmuje:

- określenie potrzeb szkoleniowych,
- opracowanie planu szkoleń,
- realizację zaplanowanych szkoleń,
- ocenę przebiegu i efektów szkoleń.

Zarządzanie szkoleniem i rozwojem pracowników

W przedsiębiorstwie często jest zatrudniona osoba, która zajmuje się realizacją polityki szkoleniowej. Sporządzanie każdego planu powinno być poprzedzone rozmowami z kierownikami poszczególnych działów. Pracownik ds. szkoleń ma za zadanie ustalić, które ze zgłaszanych przez kierowników problemów można rozwiązać za pomocą programu szkolenia.

Informacje tego rodzaju uzyskuje on z:¹³

- analizy okresowych ocen pracowników,
- analizy opisu stanowisk pracy i określenia standardów kwalifikacyjnych,
- obserwacji pracowników, wywiadów z nimi,
- analizy dokumentacji personalnej dotyczących wypadków przy pracy,
- analizy planów strategicznych organizacji.

Planowanie szkolenia powinno składać się z następujących etapów:

Określenie potrzeb szkoleniowych na poziomie:¹⁴

- organizacji – ogólna polityka rozwoju kadr,
- stanowiska pracy – zamierzenia bezpośrednich przełożonych co do rozwoju,
- pracownika – indywidualne potrzeby pracownika.

¹² Zob. Tamże, s. 307.

¹³ Zob. A. Szałkowski, *Rozwój personelu*, AE, Kraków 2002, s. 56.

¹⁴ Zob. A. Pocztoński, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, Antykwa, Kraków 1998, s. 228.

Wybór metod i technik szkolenia – można wyróżnić dwie podstawowe metody:¹⁵

- Szkolenie na stanowisku pracy, gdzie stosuje się, np.: rotacje na stanowisku pracy, udział w pracach projektowych, wzorowanie się itp.
- Szkolenie poza stanowiskiem pracy – wykorzystuje się: wykład, analizę przypadków, konferencje, seminaria, kursy na świeżym powietrzu, treningi wrażliwości, itd. Można tu mówić o szkoleniach wewnętrznych i zewnętrznych.

Wybór poszczególnych metod i technik zależy od:

- treści szkolenia,
- podmiotu szkolącego,
- podmiotu szkolonego,
- kosztu szkolenia,
- dotychczasowego szkolenia.

Określenie metod oceny skuteczności szkolenia

Ocena tego typu powinna składać się z ocen częściowych uzyskiwanych na każdym z czterech następujących poziomów:¹⁶

- reakcji – czyli jest to jakościowa ocena szkolenia przez uczestników. Oceniają oni szkolącego, jakość materiałów, przydatność zajęć, poziom merytoryczny trenerów. Pytani są oni czy szkolenie spełniło ich oczekiwania, jaki jest stopień zrozumienia programu. Informacje takie uzyskuje się na podstawie przeprowadzonych wywiadów, ankiet oraz obserwacji uczestników,
- nauki – ocenia się czy i w jakim stopniu uczestnik w wyniku odbytego szkolenia posiadał nową wiedzę,
- zachowań – można to sprawdzić testując nabytą wiedzę i umiejętności w określonym czasie,
- organizacji – podstawowe pytanie czy szkolenie przyczyniło się do rozwoju organizacji czy było zgodne z strategią. Ocena ta odbywa się na podstawie analizy punktu krytycznego, czyli tego, w którym dochody zrównają się z nakładami, oraz metodę kosztów i korzyści.

Ocenianie pracowników

Celem zarządzania zasobami ludzkimi i miernikiem jego skuteczności jest racjonalne wykorzystanie potencjału pracowników, ich wiedzy, umiejętności, doświadczenia oraz zaangażowania w realizacji strategii i celów przedsiębiorstwa.

System oceniania pracowników

Jedną z ważniejszych funkcji zarządzania zasobami ludzkimi w firmie jest ocenianie pracowników. Określić je można jako wyrażony w formie ustnej lub pisemnej proces wartościowania ich postaw, cech osobowych, zachowań oraz poziomu wykonania zadań istotnych z punktu widzenia ustalonych celów i misji danej organizacji. Do najważniejszych elementów systemu oceniania pracowników zaliczyć można:

- cele oceniania,
- zasady jego stosowania,
- podmiot i przedmiot oceniania,
- kryteria oceniania,
- metody i techniki oceniania.¹⁷

Wyniki ocen stanowią podstawę do podjęcia określonych decyzji personalnych i planowania w sferze polityki personalnej (np. planowanie zatrudnienia, rozwoju, szkolenia, działań motywacyjnych). Ocena pozwala również na porównanie potrzeb, celów, aspiracji pracowników z potrzebami, celami i planami firmy oraz ma wpływ na ich postawy i zaangażowanie. System ocen pracowniczych ma zatem znaczenie nie tylko dla pracodawcy, ale także dla pracownika.

Jednym z najważniejszych elementów tego systemu jest ustalenie celu oceniania. Według różnych autorów ocenianie może spełniać różnorodne funkcje. Zdaniem M. Kostery ocena pracowników spełnia dwie funkcje:

- „ewaluacyjną – ocenia się dotychczasowy i obecny poziom pracy, jej jakość, wywiązywanie się z powierzonych obowiązków, stopień przydatności na zajmowanym przez pracownika stanowisku,
- rozwojową – ocenia się pracownika pod kątem jego potencjału rozwojowego, umiejętności i chęci współpracy”.¹⁸

Zasady stosowania systemu oceniania pracowników

Tworzenie racjonalnego systemu oceniania pracowników i jego efektywne zastosowanie w praktyce zależne jest od przestrzegania szeregu zasad. Poniższa tabela przedstawia zasady systemu ocen pracowniczych (SOP).

Projektowanie skutecznego systemu ocen pracowniczych

Powinno opierać się zarówno na uwzględnieniu wyróżnionych celów, jak i zasad. Przed zaprojektowaniem

¹⁵ Tamże, s. 229-300.

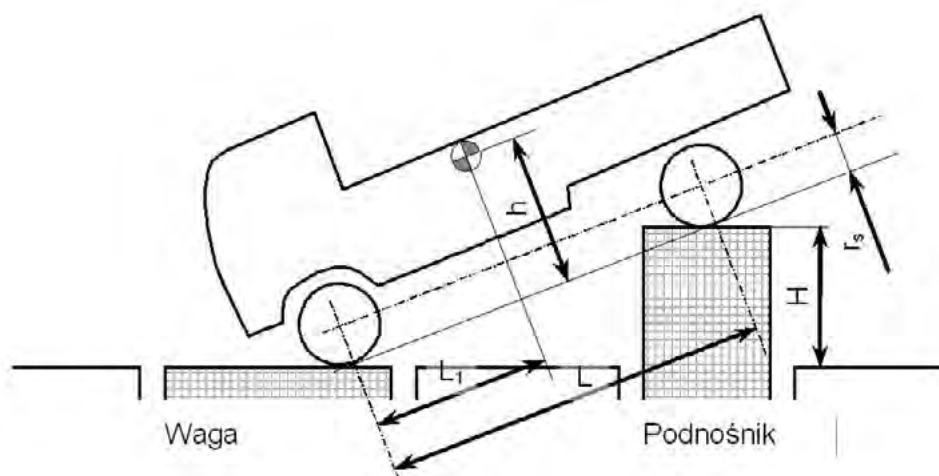
¹⁶ Zob. A. K. Koźmiński, W. Piotrowski (pod red.), *Zarządzanie potencjałem społecznym w organizacji, Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2000, s. 434.

¹⁷ Zob. *Encyklopedia Organizacji i Zarządzania*, PWE, Warszawa 1981, s. 309-310.

¹⁸ M. Kostera, *Zarządzanie personelem*, PWE, Warszawa 1994, s. 70.

| Lp. | Główne zasady SOP | Charakterystyka SOP |
|-----|----------------------|--|
| 1. | Celowość | System ocen pracowniczych wspomaga realizację przyjętych celów |
| 2. | Użyteczność | Wyniki SOP są wykorzystywane do prowadzenia bieżącej i długofalowej polityki personalnej w firmie |
| 3. | Powszechność | SOP dotyczy wszystkich zatrudnionych, od najwyższych stanowisk kierowniczych aż po stanowiska wykonawcze |
| 4. | Jednolitość | Stosowane kryteria oceny gwarantują porównywalność wyników ocen w poszczególnych kategoriach zatrudnionych |
| 5. | Kompleksowość | Ocena dokonywana jest z punktu widzenia różnorodnych aspektów bieżącej i długofalowej działalności pracowników (ocenianych) |
| 6. | Adekwatność | Uwzględnienie specyfiki działalności poszczególnych kategorii pracowników przy określaniu kryteriów ocen |
| 7. | Stażość i okresowość | Umożliwianie porównania poszczególnych pracowników i analiza ich rozwoju według ściśle określonych przedziałów czasowych (np. pół roku, rok) |
| 8. | Ciągłość | Każda kolejna ocena jest poprzedzona analizą wyników poprzednich ocen, ze szczególnym uwzględnieniem realizacji zawartych wniosków |
| 9. | Systemowość | Powiązanie oceniania z pozostałymi podsystemami polityki personalnej, głównie z motywowaniem, doбором, szkoleniem |
| 10. | Fachowość | Korzystanie z usług profesjonalistów (psychologów, socjologów) w zakresie prawidłowego wykorzystania narzędzi oceny |
| 11. | Etapowość | Ocenianie przebiega etapowo, zgodnie z hierarchią organizacji – od góry do dołu |
| 12. | Poufność | Każdy oceniany ma prawo do utajnienia jego wyników oceny |

Źródło: Opracowanie na podstawie: A. Ludwicyński, „System okresowych ocen pracowniczych”, *Personel* nr 5/1996, s. 13.



Ryc. 3 Projektowanie systemu ocen pracowniczych

Źródło: M. Strużycki (pod red.), *Zarządzanie przedsiębiorstwem*, wyd. II, DIFIN, Warszawa 2004, s. 400.

waniem systemu ocen istotne jest sprecyzowanie, które z celów powinny być realizowane jako pierwsze, np. identyfikacja obecnego i przyszłego potencjału pracowników, rozpoznanie potrzeb pracowników w zakresie doskonalenia.

Projektowanie systemu ocen pracowniczych obejmuje zatem określone czynności i zależności między nimi, co zostało przedstawione na ryc. 3.

Kolejnym krokiem po projektowaniu systemu ocen pracowniczych jest jego wdrożenie. „Etap ten obejmuje następujące czynności:

- szkolenie kadry kierowniczej w zakresie istoty oceniania,

- przeprowadzenie ocen pracowników,
- opracowanie wyników ocen i ich omówienie z ocenianym pracownikiem,
- wykorzystanie wyników systemu ocen (np. ocena wyników pracy stanowi podstawę do podjęcia decyzji dotyczącej wynagrodzenia, przemieszczania czy też doskonalenia).¹⁹

Przedmiotem oceniania powinni być wszyscy pracownicy. Ze względu na rodzaj zajmowanego

¹⁹ M. Strużycki (pod red.), *Zarządzanie przedsiębiorstwem*, dz. cyt., s. 401.

stanowiska stosuje się różne metody oceny i określa właściwe jej kryteria.

Uczestnicy procesu oceniania

Wśród istotnych elementów systemu oceniania na uwagę zasługuje podmiot i przedmiot oceniania oraz częstotliwość dokonywania ocen. W procesie oceniania z reguły uczestniczą co najmniej dwie osoby, tj. oceniający i oceniany. Oceny może dokonać także sama osoba oceniana, w tym przypadku mówimy o samoocenie.²⁰

Podmiotem oceniania jest ten, kto dokonuje oceny pracowników. Może nim być:

- bezpośredni przełożony,
- podwładni ocenianego,
- współpracownicy (koledzy z zespołu, do którego należą oceniani),
- obsługiwani klienci: wewnętrzni (pracownicy innych komórek) i zewnętrzni (podmioty spoza firmy),
- eksperci zewnętrzni,
- komisja oceniająca, w której skład mogą wchodzić: bezpośredni przełożony, kierownik działu, przedstawiciel załogi, przedstawiciel związków zawodowych, pracownik działu personalnego, psycholog,
- sam oceniany, czyli pracownik, który dokonuje samooceny.

Przedmiotem oceny może być natomiast:

- pracownik, jego osobowość, postawy i zachowania,
- efekty pracy pracownika.

Obecnie uważa się, że zasadniczym przedmiotem oceny powinny być efekty pracy. Jednak nie można pominąć faktu, że tak określony przedmiot oceny stosowny w zakresie awansowania pracowników może doprowadzić do efektu określonego poziomem niekompetencji.²¹

Ocena daje podstawę informacyjną do planowania działań, które zmierzają do podnoszenia kwalifikacji zatrudnionych. Jest procesem, który ujawnia mocne i słabe strony każdego z ocenianych pracowników, dzięki czemu można określić, jakiego rodzaju szkoleń potrzebują konkretne osoby.²²

Kryteria oceniania

Kryteria oceny obejmują cechy będące przedmiotem oceny i sposobu ich pomiaru. Są one różnicowane w zależności od celów, jakim służą oraz od momentu, w którym się odbywają. Można przyjąć,

²⁰ J. Dzieńdziora, *Ocenianie pracowników. Ujęcie teoretyczne i praktyczne*, Oficyna Wydawnicza Humanista, Sosnowiec 2008, s. 52.

²¹ H. Bieniok (praca zbiorowa), *Podstawy zarządzania przedsiębiorstwem*, cz. I, AE, Katowice 2003, s. 306.

²² J. Dzieńdziora, *Ocenianie pracowników. Ujęcie teoretyczne i praktyczne*, Oficyna Wydawnicza Humanista, Sosnowiec 2008, s. 52.

że oceny dokonuje się najczęściej w trzech różnych momentach aktywności zawodowej:

- przy przyjmowaniu kandydatów do pracy,
- w okresie zatrudnienia ludzi w firmie,
- przy odchodzeniu ludzi z firmy.

„W każdym z tych trzech przypadków inne będą cele, warunki i związane z nimi kryteria oceniania. Ponadto ważne jest, by kryteria oceniania były jasno i jednoznacznie określone, w celu ograniczenia subiektywizmu w ocenianiu.”²³

Kryteria oceniania można zatem podzielić na trzy główne grupy:

- kryteria kompetencyjne,
- kryteria efektywnościowe,
- kryteria behawioralne.

Kryteria kompetencyjne – obejmują tradycyjne kryteria kwalifikacyjne oraz kryteria w postaci cech osobowości.

Przykłady kryteriów kompetencyjnych w ocenianiu to:²⁴

a. elementy kwalifikacji:

- tradycyjne, takie jak: wykształcenie, wiedza fachowa, umiejętności praktyczne, wprawa w wykonywaniu określonych czynności, znajomość języków obcych,
- dodatkowe, specjalistyczne umiejętności, takie jak: pracy w zespole, rozwiązywania problemów, przywództwo, orientacja na klienta,
- oraz kryteria odpowiadające specyficznym wymagom stawianym pracownikom na poszczególnych stanowiskach pracy.

b. **cechy osobowości**, obejmujące względnie stałe cechy psychiki człowieka, które są istotne z punktu widzenia skutecznego wykonywania pracy. Znaczenie tych cech jako kryteriów oceniania jest różne na różnych stanowiskach pracy czy w różnych zawodach. Jako przykłady kryteriów osobowościowych można wymienić:

- energię, rzetelność, odpowiedzialność, kreatywność, wyobraźnię, opanowanie, asertywność, dynamizm działania, zrównoważenie, temperament, odporność na stresy,
- oraz inteligencję i zdolności, mimo że nie należą one do składników psychiki człowieka.

Ocena cech osobowościowych może być dokonana za pomocą odpowiednich: testów, wywiadów, lub analizy grafologicznej i powinna być powierzona specjalistom.

Cechy osobowości powinny być uwzględnione w zakresie kryteriów oceniania, gdy jego celem jest

²³ A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie ...*, dz. cyt., s. 268.

²⁴ A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003, s. 269-270.

dobór kandydata do pracy wymagającej specjalnych predyspozycji psychicznych lub zdolności.

Kryteria kompetencyjne mają istotne znaczenie w procesie oceniania przy:

- przyjmowaniu kandydatów do pracy,
- przemieszczeniach wewnątrz firmy,
- szkoleniach i awansowaniu pracowników.

Kryteria efektywnościowe – obejmują wyniki pracy w ujęciu rzeczowym i wartościowym, osiągnięte przez indywidualnego pracownika lub zespół pracowniczy.

Do kryteriów efektywnościowych oceniania należą:²⁵

- ilość wykonanej pracy w wymiarze rzeczowym lub wartościowym,
- jakość i terminowość wykonywanych czynności,
- koszt realizacji powierzonych zadań,
- uzyskane oszczędności jako wynik pracy osoby ocenianej, wartość sprzedaży,
- pozyskanie nowych klientów,
- skrócenie czasu realizacji określonego przedsięwzięcia.

W przypadku opisanego kryterium najważniejszą i najtrudniejszą zarazem sprawą jest ustalenie sposobu pomiaru efektywności pracy indywidualnych pracowników lub zespołów.

Kryteria efektywnościowe powinny być stosowane, jeżeli ocenianie ma służyć:

- sprawdzeniu przydatności pracownika na zajmowanym przez niego stanowisku pracy,
- nagradzaniu i premiowaniu pracowników,
- zwalnianiu pracowników.

Kryteria behawioralne – służą do oceniania zachowań pracowników lub zespołów, stosowanie ich wynika przede wszystkim z faktu, iż nie wielu stanowiskach pracy trudne lub niemożliwe jest mierzenie efektów pracy.

Do najczęściej stosowanych kryteriów zachowań należą:²⁶

- wytrwałość i systematyczność w działaniach,
- gotowość doskonalenia zawodowego,
- staranność w wykonywaniu powierzonych zadań,
- profesjonalizm w działaniu, uczciwość, lojalność,
- przestrzeganie dyscypliny pracy,
- stosunek do klientów, przełożonych, współpracowników.

Metody i techniki oceniania

Metodą oceniania jest podejście do wartościowania cech, zachowań i efektów pracy, oparte na określonych zasadach teoretyczno-metodologicznych.

Technika oceniania jest natomiast pojęciem węższym i oznacza sposób zbierania, rejestrowania oraz analizowania informacji będących podstawą oceny.²⁷

Do technik oceniania kwalifikuje się również skalę oceniania, która stanowi jedynie instrument pomiaru natężenia występowania danego kryterium. Mianem technik oceniania określa się też sposoby zestawiania i porządkowania wyników oceny na przykład w postaci rankingu.

Techniki oceniania

Ogół technik oceniania dzieli się na techniki o **charakterze absolutnym** (charakteryzujące się tym, że określa się konkretne wzorce oceny, stanowiący wspólny standard odniesienia dla wszystkich pracowników ocenianych pod względem danego kryterium) oraz o **charakterze relatywnym** (wzorzec oceny jest wówczas zmienny, a stanowi go wyliczona wartość danego kryterium występująca u innego pracownika).²⁸

Do technik absolutnych zalicza się:

- **ocenę opisową** (polega na udzieleniu przez przełożonego odpowiedzi na pytania dotyczące interesujących organizację problemów);
- **porównywanie z standardami** (polega na porównaniu rezultatów pracy ocenianych pracowników z ustalonymi wcześniej standardami, które mogą odnosić się do: ilości, jakości i czasu pracy, oszczędności narzędzi i materiałów czy terminowości wykonania określonych zadań);
- **technikę wydarzeń krytycznych** (polega na sporządzeniu przez przełożonego „na gorąco” zapisów o zachowaniach ocenianych pracowników, które odbiegają od „zachowań normalnych”);
- **arkusz ocen** (powinien być adekwatny do rodzajów stanowisk pracy; oznacza to, że do wszystkich stanowisk nie można zastosować uniwersalnego arkusza, zaś duża liczba rodzajów arkuszy w organizacji powoduje trudność w interpretowaniu otrzymanych wyników);
- **testy** (polegają na skonstruowaniu formularza złożonego z pytań i przyporządkowanych do nich różnych wariantów odpowiedzi);
- **porównanie parami** (to pewna odmiana techniki rankingowej. Polega na przeprowadzeniu, w ramach wcześniej ustalonego kryterium, porównań

²⁵ A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003, s. 270-271.

²⁶ Tamże, s. 271.

²⁷ A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003, s. 272.

²⁸ A. Suchodolski, *Ocenianie pracowników, w: Zarządzanie kadrami*, pod red. T. Listwan, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 296.

każdego pracownika z każdym, temu pracownikowi. Jest to dobra technika oceniania w małych grupach).

Metody oceniania

Metody oceniania łączą w sobie zarówno instrumenty pomiaru kryteriów oceniania, jak i techniki oceniania oparte na instrukcjach. Procedura stosowania określonej metody może również sugerować przyjęcie określonej techniki zestawienia informacji. Najlepiej poznawczo opracowanymi metodami oceniania są:²⁹

- *Assessment Center*,
- metoda 360 stopni,
- zarządzanie przez cel.

Assessment Center (metoda i miejsce oceniania) oznacza kompleksową, złożoną z wielu innych metod i technik, metodę oceniania przede wszystkim kadry zarządzającej i wybranych specjalistów. Polega ona na poddaniu kilkudniowym badaniom małych grup pracowniczych w warunkach gwarantujących im całkowite oderwanie się od pracy. Badania prowadzone są przez doświadczonych, profesjonalnie przygotowanych specjalistów, dotyczą uzdolnień, umiejętności, cech osobowościowych oraz zachowań, a efektem tych badań poza oceną behawioralną są indywidualne profile osobowości, zorientowane na potencjał rozwojowy ocenianych osób. Metoda ta jest czasochłonna i kosztowna.³⁰

Metoda 360 stopni charakteryzuje ją to, iż oceniany pracownik otrzymuje informację zwrotną na temat swojej pracy od wielu osób, z którymi współpracuje na co dzień. Mogą to być przełożeni, współpracownicy, klienci zewnętrzni i wewnętrzni oraz podwładni. Takie podejście do oceniania zwiększa poziom obiektywizmu oceny, stwarza korzystne warunki do partycypacji pracowników w życiu organizacji. Jej mankamentem jest duża czasochłonność przygotowania narzędzi oraz wysiłek związany z analizą i prezentacją wyników.³¹

Zarządzanie przez cel polega na tym, że oceniany i oceniający razem wyznaczają cele, które mają być osiągnięte w określonym czasie, a następnie wspólnie analizują osiągnięte rezultaty. Proces oceniania jest w tej metodzie ukierunkowany na umożliwienie pracownikom świadomego uczestniczenia w osiąganiu celów organizacji oraz na wskazywaniu obszarów doskonalenia zawodowego pra-

cowników. Zastosowanie tej metody wymaga wysokiej odpowiedzialności i kompetencji kierownika i podwładnych.

Błędy w procesie oceniania

Nieumiejętnie przeprowadzone ocenianie może wyrządzić więcej szkód niż przynieść korzyści. Do najczęstszych niedociągnięć występujących w procesie oceniania należą:³²

- błąd oślepienia – polega on na zasugerowaniu się przez oceniającego jedną cechą ocenianego pracownika i w efekcie tego uogólnieniu całej oceny na podstawie tej jednej cechy;
- zbytnia pobłażliwość lub zbytnia surowość w ocenianiu pracownika, niezależnie od jego faktycznych osiągnięć i zachowań;
- uśrednianie wydawanych ocen – brak różnicowania ocen poszczególnych pracowników;
- błąd projekcji – polegający na podświadomym przenoszeniu przez oceniającego własnych cech na osoby oceniane;
- efekt hierarchii – polega on na zawyżaniu oceny w miarę wyższej pozycji osoby ocenianej w hierarchii stanowisk pracy;
- niedoinformowanie pracowników o wynikach oceny – efektem tego błędu jest nieosiągnięcie celu motywacyjnego oceniania.

Przytoczone przykłady nie są wyczerpującą listą błędów w procesie oceniania. Ryzyko popełnienia tych błędów można ograniczyć przez fakt uświadomienia sobie możliwości ich wystąpienia, a następnie przestrzegania zasad oceniania oraz przez profesjonalne zarządzanie całym procesem oceniania.

Skutki popełnienia błędów w procesie oceniania mogą dotknąć ocenianego pracownika, całą grupę pracowniczą, a także negatywnie wpłynąć na funkcjonowanie organizacji. Skutkiem błędów popełnianych w trakcie oceniania, bezpośrednio dotyczącym pracownika, może być jego niezadowolenie z uzyskanej oceny przekładające się w efekcie na niezadowolenie z pracy, rozgoryczeni, poczucie krzywdy, które mogą prowadzić do agresji, sabotowania pracy, a nawet odejścia pracownika z organizacji. Błędy w ocenie mogą prowadzić do podejrzeń i konfliktów w grupie pracowniczej, powodować spadek dyscypliny pracy, zaangażowania w pracę i w końcu obniżenia efektywności pracy.³³

²⁹ A. Suchodolski, *Ocenianie pracowników, w: Zarządzanie kadrami*, pod red. T. Listwan, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 298.

³⁰ Cz. Zając, *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 2007, s. 178.

³¹ A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie - procesy - metody*, PWE, Warszawa 2003, s. 280-281.

³² Zob. A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie ...*, dz. cyt., s. 289-291.

³³ J. Litwin, *Okresowe oceny pracownicze w: Zarządzanie zasobami ludzkimi*, praca zbiorowa pod red. W. Golnau, CeDeWu Wydawnictwa Fachowe, Warszawa 2004, s. 337.

Kształtowanie wynagrodzeń

Kształtowanie wynagrodzeń należy do podstawowych procesów personalnych w każdej organizacji, niezależnie od jej rozmiarów, rodzaju prowadzonej działalności i celu, dla którego została utworzona. Zajmuje ono szczególne miejsce w zarządzaniu zasobami ludzkimi na poziomie zarówno operacyjnym (pozyskiwanie, stabilizowanie i motywowanie pracowników), jak i strategicznym (integrowanie ludzi wokół realizacji strategii organizacji, rozwijanie kapitału ludzkiego).³⁴

Pojęcie i funkcje wynagrodzeń

„Pojęcie wynagrodzenia obejmuje ogół wydatków pieniężnych i innych świadczeń wypłacanych pracownikom z tytułu zatrudnienia w podmiocie gospodarczym, obliczanych według zasad statystyki zatrudnienia i wynagrodzeń”³⁵

Wynagrodzenie pełni następujące funkcje w organizacji:

- funkcja dochodowa – wynagrodzenie stanowi dla większości ludzi podstawowy dochód, który umożliwia nabywanie pożądaných dóbr, służących do zaspokajania potrzeb;
- funkcja kosztowa – wynagrodzenie stanowi dla firmy istotny składnik kosztów, które pracodawca stara się zmniejszyć;
- funkcja motywacyjna – wynagrodzenie stanowi instrument kształtowania postaw i zachowań pracowników zgodnie z oczekiwaniami zatrudniającej ich firmy;
- funkcja społeczna – system wynagradzania pracowników wywiera istotny wpływ na relacje zachodzące w systemie społecznym organizacji.³⁶

Strategie wynagradzania

Najbardziej znane strategie wynagradzania to:

- strategia uzależniania wynagradzania od rodzaju wykonywanej pracy, który charakteryzuje stopień trudności pracy na danym stanowisku;
- wynagradzanie według efektów pracy – istotą tego wynagradzania jest ścisły związek składników wynagrodzenia z osiągniętymi efektami indywidualnych osób, zespołów oraz całej organizacji;
- strategia wynagradzania według kompetencji – uzależnia się poszczególne składniki wynagrodzenia od posiadania przez pracowników określonych trwałych cech osobowych, czyli od kompetencji oraz od ich zastosowania w procesie pracy;

- strategia wynagradzania według wkładu wnoszonego do organizacji – jej istotą jest zróżnicowane, elastyczne i dostosowane do warunków organizacji wynagrodzenie za osiągnięcia w obszarze celów zespołowych i indywidualnych;
- strategia wynagradzania według wartości rynkowej pracy – odzwierciedla sposób odniesienia poziomu i struktury wynagrodzeń do sytuacji na rynku pracy.³⁷

Formy wynagrodzeń

Najbardziej znanymi i opisanymi w literaturze przedmiotu formami wynagrodzeń są:³⁸

- forma czasowa wynagrodzeń – jest uzależniona od czasu przepracowanego, czyli od czasu, w którym pracownik jest w gotowości do świadczenia pracy. W tej formie nie występuje bezpośredni związek między wynagrodzeniem a osiąganymi efektami pracy, wiąże się zwykle z wykonywaniem konkretnych zadań;
- forma premiowa – płaca zależy od efektów; warunkiem uzyskania premii jest spełnienie przez pracownika wcześniej ustalonych kryteriów, które powinny być na tyle wymierne, by można było je kontrolować;
- forma akordowa wynagrodzeń – wyraża się tym, że pracownik jest opłacany proporcjonalnie do ilości wykonanej pracy (np. wykonanymi produktami lub ich elementami);
- forma prowizyjna – znajduje zastosowanie zwłaszcza w grupie przedstawicieli handlowych. Oblicza się ją jako procent od transakcji dokonanych przez pracownika;
- forma kafeteryjna wynagrodzeń – „jej istotą jest indywidualizacja wynagrodzenia poprzez stworzenie pracownikowi możliwości wyboru sposobu zapłaty premii lub przysługujących mu dochodów pozapłacowych z oferowanego przez firmę zestawu świadczeń rzeczowych i finansowych”;³⁹
- forma pakietowa – „charakteryzuje ją to, iż punktem wyjścia w tworzeniu wynagrodzenia dla poszczególnych osób (najczęściej na najwyższych stanowiskach) lub określonych grup pracowników jest ogólna pula środków, która następnie jest dzielona na różne składniki obejmujące wynagrodzenia stałe, zmienne oraz świadczenia dodatkowe.”⁴⁰

³⁴ Zob. A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie ...*, dz. cyt., s. 356.

³⁵ Tamże, s. 357.

³⁶ Tamże, s. 359 – 360.

³⁷ Zob. A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie ...*, dz. cyt., s. 364 – 370.

³⁸ Tamże, s. 371-377.

³⁹ A. Sajkiewicz (pod red.), *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja, kierowanie, ekonomika*, POLTEXT, Warszawa 2004, s. 288.

⁴⁰ A. Poczowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie ...*, dz. cyt., s. 380.

System wynagrodzeń

System wynagrodzeń powinien tworzyć integralną część zarządzania zasobami ludzkim. Jedną z najważniejszych spraw w budowaniu systemu wynagradzania jest ustalenie jego składników, które tworzą wewnętrzną strukturę wynagrodzenia. Składniki te wiążą się z omówionymi wcześniej strategiami oraz formami wynagrodzenia i można je sklasyfikować w różny sposób. „W podziale według podstawy wynagrodzenia wyróżniono składniki związane z wkładem pacy, z efektami pracy, z czasem pracy, z warunkami pracy oraz okresem zatrudnienia.”⁴¹

Składniki wynagrodzenia można ująć również w dwóch grupach jako wynagrodzenie zasadnicze oraz składniki dodatkowe. Do składników dodatkowych należą:⁴²

- premie, będące ekwiwalentem za wyniki pracy indywidualnej lub zespołowej;
- nagrody, będące rodzajem uznaniowego świadczenia pracodawcy na rzecz pracowników;
- dodatki, czyli świadczenia o stałym lub przejściowym charakterze;
- dopłaty, będące rodzajem świadczenia o charakterze wyrównawczym;
- świadczenia w naturze np. deputaty, używanie samochodu;
- prowizje z osiągniętych obrotów firmy;
- gratyfikacje, rozumiane jako świadczenia ilościowe (jubileusze, święta);
- odprawy, czyli jednorazowe, obligatoryjne świadczenia wypłacane w związku z zakończeniem pracy w danej firmie.

Wśród innych spotkanych podziałów głównych składników wynagrodzeń można wyróżnić też klasyfikację, w której wyodrębniono trzy ich rodzaje:⁴³

- wynagrodzenie podstawowe, mające z reguły największy udział w wynagrodzeniu całkowitym;
- część bodźcowa, obejmującą takie komponenty, jak bonusy, prowizje, udziały w zysku, opcje na akcje;
- wynagrodzenia pośrednie, na które składają się dodatki obligatoryjne i świadczenia dobrowolne.

„W ogólnym ujęciu można przyjąć, iż punktem wyjścia w tworzeniu systemu wynagrodzeń jest analiza stanowisk pracy lub analiza ról pełnionych przez pracowników w organizacji, której efektem jest opis stanowisk lub ról. Stanowi on z kolei podstawę wartościowania pracy, którego celem jest oszacowanie stopnia trudności poszczególnych prac.”⁴⁴

⁴¹ Z. Jacukowicz, *Zmiany wewnętrznej struktury wynagrodzeń*, IPiSS, Warszawa 1996, s. 8.

⁴² Zob. M. Piotrowski, *Prawo pracy*, Wyd. Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 2000, s. 154.

⁴³ Zob. J. A. Mello, *Strategic Human Resource Management*, South Western College Publishing, Cincinnati, OH, 2002, s. 328.

⁴⁴ A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie ...*, dz. cyt., s. 386.

Zakończenie

Warunki funkcjonowania współczesnych przedsiębiorstw są nader złożone. Na efektywność poszczególnych organizacji wpływa wiele czynników. Umiejętne ich wykorzystanie ma między innymi doprowadzić do zwycięstwa nad konkurencją. Warunkiem sukcesu zawodowego człowieka i rynkowego organizacji jest stałe, systematyczne i regularne budowanie kapitału intelektualnego, opartego na wiedzy i doświadczeniu.

Współcześnie jednym ze strategicznych czynników budowania przewagi konkurencyjnej firmy staje się rozwój zasobów ludzkich. Organizacja musi ciągle określać własne możliwości, pozwalające na sprostanie wymogom otoczenia co zapewni długookresową przewagę konkurencyjną.

Silnym argumentem zapewniającym rozwój firmy jest inwestowanie w kapitał ludzki. Podnosząc umiejętności zawodowe pracowników i wzbogacając ich wiedzę, pobudzane są nowe rozwiązania i pomysły wspierające rozwój firmy, poprawiana jest jej konkurencyjność. Stwarza się w ten sposób nowe możliwości dające siłę samej firmie.

Literatura:

1. Armstrong M., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Oficyna ekonomiczna, Kraków 2005;
2. Bieniok H., (praca zbiorowa), *Podstawy zarządzania przedsiębiorstwem*, cz. I, AE, Katowice 2003;
3. Douglas D. A., Konger J. A., *Przekształcić firmę w fabrykę talentów*, Harvard Business Review, wrzesień 2008;
4. Dzieńdziora J., *Ocenianie pracowników. Ujęcie teoretyczne i praktyczne*, Oficyna Wydawnicza Humanista, Sosnowiec 2008;
5. *Encyklopedia Organizacji i Zarządzania*, PWE, Warszawa 1981;
6. Gick A., Tarczyńska W., *Motywowanie pracowników*, PWN, Warszawa 1999;
7. Jacukowicz Z., *Zmiany wewnętrznej struktury wynagrodzeń*, IPiSS, Warszawa 1996;
8. Kostera M., *Zarządzanie personelem*, PWE, Warszawa 1994;
9. Koźmiński A. K., Piotrowski W., (pod red.), *Zarządzanie potencjałem społecznym w organizacji. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2000;
10. Lanthaler W., Zugmann J., *Akcja Ja. Nowy sposób myślenia o karierze*, TWIGGER, Warszawa 2000;
11. Listwan T., (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, AE, Wrocław 1999;
12. Litwin J., *Okresowe oceny pracownicze w: Zarządzanie zasobami ludzkimi*, praca zbiorowa pod red. W. Golnau, CeDeWu Wydawnictwa Fachowe, Warszawa 2004;
13. Mello J. A., *Strategic Human Resource Management*, South Western College Publishing, Cincinnati, OH, 2002;

14. Piotrowski M., *Prawo pracy*, Wyd. Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 2000;
15. Poczowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003;
16. Poczowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, Antykwa, Kraków 1998;
17. Sajkiewicz A., (pod red.), *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja, kierowanie, ekonomika*, POLTEXT, Warszawa 2004;
18. Strużycki M., (pod red.), *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Wydanie II, DIFIN, Warszawa 2004;
19. Suchodolski A., *Ocenianie pracowników*, w: *Zarządzanie kadrami*, pod red. T. Listwan, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2010;
20. Szałkowski A., *Rozwój personelu*, AE, Kraków 2002;
21. Zając Cz., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Wydawnictwo WSB, Poznań 2007.

Recenzenci
dr inż. Zbigniew Ciekanski
dr Kazimierz Piotrkowski

mgr inż. **Rafał POROWSKI**
Laboratory of Combustion Processes and Explosibility
Scientific and Research Centre for Fire Protection
prof. dr hab. inż. **Andrzej TEODORCZYK**
Institute of Heat Engineering
Warsaw University of Technology

SOME COMMENTS ON SHOCK TUBE MEASUREMENTS OF GASEOUS DETONATIONS

Kilka komentarzy na temat pomiarów detonacji gazowych w rurze uderzeniowej

Streszczenie

Celem naszej pracy była próba zaadoptowania techniki klasycznej rury uderzeniowej do badań doświadczalnych nad zjawiskiem propagacji i inicjacji fali detonacyjnej. W przeprowadzonych badaniach wykorzystaliśmy w sekcji napędzającej rury uderzeniowej stechiometryczne mieszaniny wodorowo-tlenowe oraz acetylenowo-tlenowe. Sekcja testowa wypełniona została stechiometryczną mieszaniną wodorowo-powietrzną. Podczas badań doświadczalnych i numerycznych badaliśmy wpływ mieszanin w sekcji napędzającej na ciśnienie oraz prędkość detonacji w sekcji testowej. Znaleźliśmy kilka interesujących relacji pomiędzy wynikami obliczeń, a wynikami badań doświadczalnych.

Summary

Our goal was to adopt the classical shock tube technique for the experimental investigation of the propagating shock-induced detonation wave. We used different gaseous mixtures in the driver section, namely both stoichiometric hydrogen-oxygen and acetylene-oxygen mixtures. The driven section was filled only with stoichiometric hydrogen-air mixture. An influence of the driver section mixture on the pressure and velocity of the propagating and reflected detonation wave in the driven section of the shock tube was investigated experimentally and computationally. We found some interesting observations and correlations between calculated results and experimental data. Calculated pressure and velocity values for tested mixture are in a quite good agreement with our shock tube results for the propagating detonation wave. We also tried to give some theoretical introduction on modeling the shock-induced initiation process that can place in the classical shock tube.

Keywords: detonation, shock tube, explosion hazards, hydrogen, acetylene;

Słowa kluczowe: detonacja, rura uderzeniowa, zagrożenie wybuchem, wodór, acetylen;

Introduction

Shock tube consists of two sections: one called the driver section and the other called the driven or test section [1]. These two sections are filled with gas at different pressures and are initially separated by a thin diaphragm. The pressure in the driver section is greater than in the test section and is slowly increased until the diaphragm ruptures. The rupture of the diaphragm creates a shock wave propagating in the test section and an expansion wave propagating in the driver section, as shown on Figure 1. The moving boundary between the shock-processed fluid and the expanded fluid is called a contact surface. The conditions across the contact surface are constant pressure and constant velocity. The incident shock wave travels all the way along the test section until it reflects off of the end wall. Similarly,

the expansion wave reflects at the end of the driver section. The reflected shock then interacts with either the contact surface or the reflected expansion wave [2].

A very good explanation of the plane shock wave formation was given by Becker [4]. If we imagine a long tube with a piston at the one end (Figure 2 a) and if we let a piston to accelerate with a constant velocity along the tube, which is greater than the sound speed of the gas, the velocity will be reached by the small increments in a short but finite time. The first increment will cause a weak compression wave propagation in the gas at a certain speed (Figure 2 b). The gas between the piston and the wave front will be compressed uniformly and adiabatically. If we let the piston acquire another velocity increment (Figure 2 c) then the second compression wave will be sent out through the moving gas in pursuit of the first if

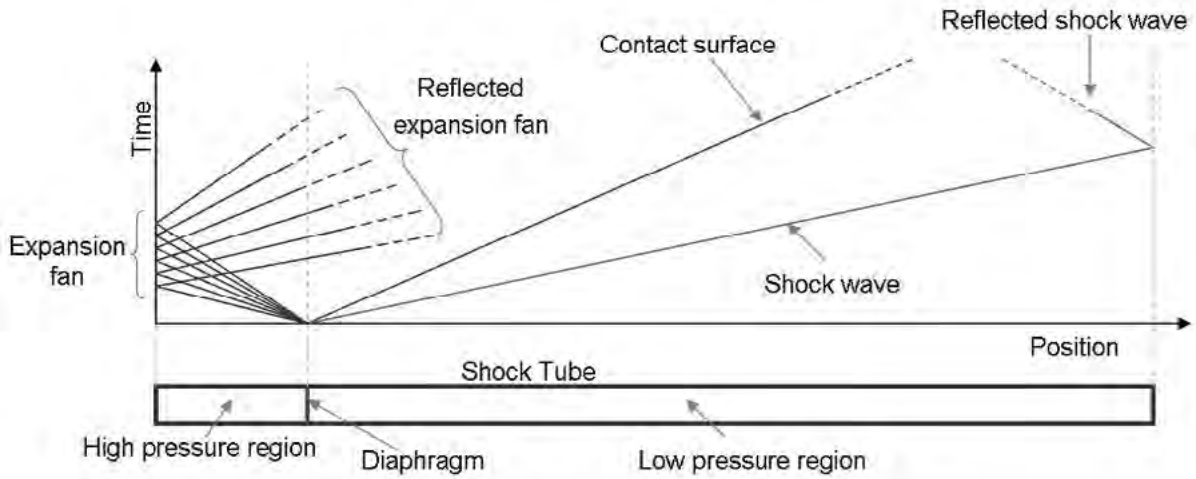


Figure 1. Shock tube theory and wave propagation diagram [5]

it will travel at a higher velocity relative to the tube. After many such increments the piston will reach its final velocity. At this stage a series of waves of increasing strength will exist between the initial wave and the piston (Figure 2 d). A flow velocity of the gas in the individual waves will increase immediately. Finally, these waves will be able to form a single steep wave front (Figure 2 e), where the large gradients of pressure, density and temperature can be noticed. This is called the shock front moving with high-speed velocity.

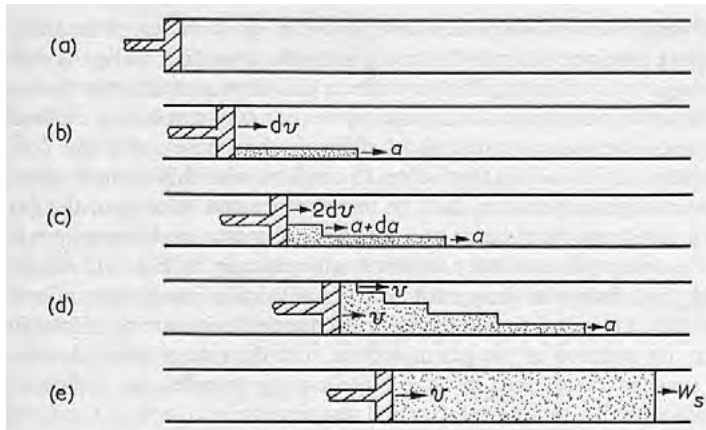


Figure 2. Schematic model of the shock wave formation [1]

Any changes in pressure, density, temperature and velocity profiles of the gas across the shock front occur at a fast but finite rate. The fast change in these parameters seems to be physically impossible. From the microscopic perspective, the initial changes in state are due to the imparting of kinetic energy on collision of the gas molecules and the rate of these changes is determined by the finite energy transfer per collision. Considering macroscopic point of view, the infinite velocity and temperature gradients at the front would be counteracted by the large viscous forces and rates of heat conduction [1].

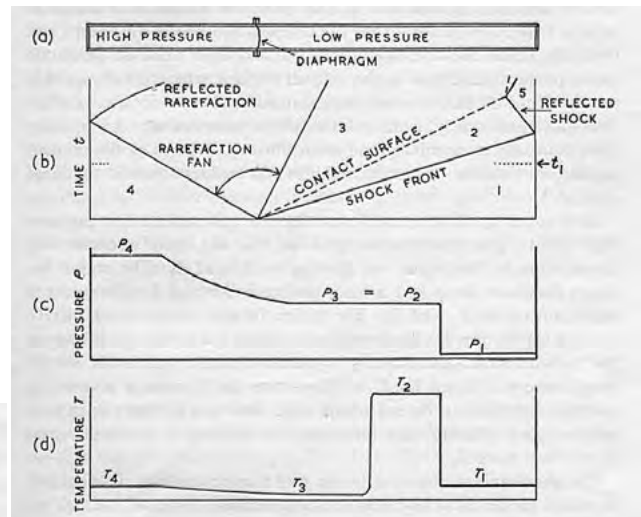


Figure 3. The X-t diagram of progressing shock wave in the shock tube with the pressure and temperature distributions at time [1]

A shock wave is a very thin region of the flow across which there is a rapid variation of state. It can almost always be idealized as a surface of discontinuity. This surface propagates into the fluid and all fluid properties: pressure, velocity and density across it are discontinuous. The flow across a shock wave satisfies the conditions of balance for mass, momentum, and energy. Applying these conditions yields the following classical results for a normal shock wave in a perfect gas. The pressure jump, density jump, temperature jump, and velocity jump cross the shock wave are given as well as the Mach number of the flow behind the shock.

Considering above, expansion waves are the continuous changes in the state of a fluid. These waves propagate relative to the fluid at the speed of sound. They tend to spread and the change in properties across them is smooth. The fluid is expanded and accelerated in the direction opposite to the direction of propagation of the wave. Most importantly, ex-

pansion waves are isentropic, which is not the case for a shock. In the shock tube problem, we will have to deal only with expansion fans, which are series of waves starting from a common space-time location. The flow across an expansion fan can be solved using the method of characteristics. It uses invariants along characteristics going across the expansion fan. A Prandtl-Meyer expansion fan is a centered expansion process, which turns a supersonic flow around a convex corner. The fan consists of an infinite number of Mach waves, diverging from a sharp corner. In case of a smooth corner, these waves can be extended backwards to meet at a point. Each wave in the expansion fan turns the flow gradually (in small steps). Across the expansion fan, the flow accelerates (velocity increases) and the Mach number increases, while the static pressure, temperature and density decrease. Since the process is isentropic, the stagnation properties remain constant across the fan [2,6].

In the shock tube technology, diaphragms are in common use to separate a driver section from driven one. Diaphragms are usually chosen according to the strength of the shock front and should be designed for the so-called “bursting pressure” which is depended on the mechanical properties of diaphragm material (e.g. aluminum, steel copper, nickel, etc.). The bursting processes can be perform either naturally under an increasing pressure [1,8] or hydraulically by operating plunger as was described by Gould [9].

When a diaphragm is allowed to burst naturally a fundamental question is: what is a variation of the bursting pressure with the diaphragm thickness and diameter? Natural bursting pressure for a diaphragm made from a particular material is proportional to its

thickness and inversely proportional to its exposed diameter [1, 8]. Table 1 shows some diaphragm materials and their bursting characteristics. If the values of bursting pressures are known then the linear relation will allow extrapolation over the rest of the pressure range in the shock tube.

The shock wave formation combining with a supersonic chemically reacting flow can be easily found in the detonation phenomenon for combustible gaseous mixtures. According to characteristic features of the detonation process given by Lee and Moen [13], the phenomenon of detonation propagation can be generally divided in two phases, in particular:

- creation of conditions for the onset of detonation by processes of flame acceleration, vorticity production, formation of jets and mixing of products and reactants,
- formation of the detonation wave itself or the onset of detonation.

Numerous experimental studies and accidents in the industry have shown that if a combustible gaseous mixture is not too close to the flammability limits then a flame propagation in an obstacle area can accelerate very rapidly to high supersonic velocities. Such high-speed flame can drive shock waves with substantial overpressures. If the mixture is sufficiently sensitive, the highly accelerated flame may undergo transition to detonation. It was shown by Lee [14] that the smaller a cell size the more detonation sensitive is the mixture. Depending on the fuel concentration and initial and geometrical conditions, steady flame propagation in obstructed tube progresses in the one of following regimes [10, 15]:

Table 1.

Selected diaphragm materials and their bursting characteristics [1, 8].

| Diaphragm material | Thickness [mm] | Tube diameter [mm] | Bursting pressure [bar] | References |
|--------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Cellophane | 0.02 | 25.4 | 1.52 | Henshall (1957) |
| Polyethylene | 0.05 | 76.2 | 3.24 | Henshall (1957) |
| Copper | 0.19 | 31.75 | 34.47 | East (1960) |
| Copper | 0.25 | 31.75 | 55.16 | East (1960) |
| Copper | 0.41 | 31.75 | 89.63 | East (1960) |
| Copper | 0.56 | 31.75 | 131.00 | East (1960) |
| Copper | 0.68 | 31.75 | 165.47 | East (1960) |
| Aluminum | 0.04 | 63.5 | 1.59 | Gaydon (1963) |
| Aluminum | 0.1 | 63.5 | 4.48 | Gaydon (1963) |
| Aluminum | 0.15 | 63.5 | 7.03 | Gaydon (1963) |
| Aluminum | 0.25 | 63.5 | 10.34 | Gaydon (1963) |
| Aluminum | 0.3 | 63.5 | 13.44 | Gaydon (1963) |
| Aluminum | 0.81 | 81.28 | 27.58 | East (1960) |
| Aluminum | 1.62 | 81.28 | 55.16 | East (1960) |
| Aluminum | 1.27 | 31.75 | 110.32 | East (1960) |
| Aluminum | 1.57 | 31.75 | 137.89 | East (1960) |
| Nickel | 0.09 | 76.2 | 43.92 | Schultz and Henshall (1957) |
| Nickel | 0.38 | 76.2 | 64.19 | Schultz and Henshall (1957) |
| Steel S.3 | 1.78 | 444.5 | 206.84 | Hufton (1957) |

- flame quenching – flame fails to propagate,
- subsonic low-velocity flame – flame propagates at a speed much lower than the speed of sound in the combustion products,
- CJ deflagration – high-speed flame propagating with the velocity close to the speed of sound in the combustion products (600 – 1200 m/s),
- quasi-detonation – flame propagates with the velocity between the speed of sound in the combustion products and the CJ value,
- DDT and detonation – flame velocity is close to CJ value.

Our goal was to observe the propagation of the shock-induced detonation wave using different gaseous mixtures in the driver section and the influence on the pressure and velocity of the propagating and reflecting detonation in the driven section of the shock tube.

Experimental set-up

Our shock tube has a total length of 6.8 m. The driven section is consisted of four sub-sections (2 x 2 m and 2 x 1 m) jointed together with inner diameter of 140 mm and 6 m long. The driver section is 0.8 m long with inner diameter equal to 90 mm. We performed our experiments using stoichiometric hydrogen-

-air mixtures in the driven section at initial pressure of 1 atm and temperature of 293 K and both stoichiometric acetylene-oxygen and stoichiometric hydrogen-oxygen mixtures filled in the driver section at 0.5 atm and also temperature of 293 K. Figure 4 shows schematically our experimental set-up and Figure 5 presents some pictures of our shock tube.

The driver and driven sections were separated by a thin aluminum diaphragm A1-Z4 and 0.75 mm thick. The flame propagation and pressure wave were monitored along the driven section by pressure transducers and ion probes.

Pressure transducers were located at different positions along the channel to collect data concerning the detonation development. To validate our experimental results from the shock tube we did some calculations of CJ and ZND parameters using CANTERA open-source and Matlab and we found both results in a good agreement.

Results and discussion

Using the standard PCB gauges located along the driven section of our shock tube we collected data about the propagation velocities of the detonation wave. To initiate a combustion process in driver section we used a weak ignition source – an electrical plug. After ignition both acetylene-oxygen and

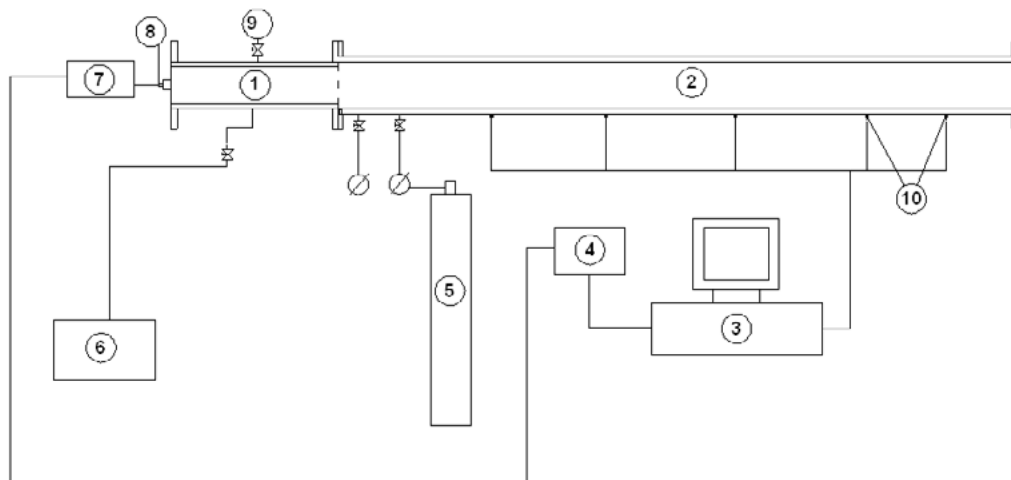


Figure 4. Experimental set-up where: 1 – driver-section tube, 2 – driven-section channel, 3 – PC and data acquisition system, 4 – time sequencer, 5 – hydrogen-methane-air cylinder, 6 – pump, 7 – ignition device, 8 – ignitron plug, 9 – dillution valve, 10 – pressure transducers and ion probes



Figure 5. Some pictures of our shock tube

hydrogen-oxygen mixtures broke a diaphragm and a shock induced a tested mixture let the combustion process accelerate and form a detonation wave in the driven section. Both acetylene-oxygen mixture and hydrogen-oxygen mixture detonate in the driver section before the diaphragm bursting. A rapid pressure increase at the shock front for both mixture broke the diaphragm and let the hydrogen-air mixture detonate also. Before our experiments we did some thermodynamic calculations of our tested mixture.

Computations were done with CANTERA open-source and MATLAB software for the CJ and ZND parameters of the stoichiometric hydrogen-air mixture. For example, the CJ velocity for our experimental set-up ($P_0 = 1 \text{ atm}$, $T_0 = 293 \text{ K}$) is equal to 1974 m/s (Figure 6).

Comparing this CJ value to the calculated CJ velocity in the driver section, for stoichiometric acetylene-oxygen mixture (2420 m/s) or hydrogen-oxygen mixture (2020 m/s), we should expect the similar velocities taken from experiments. As we noticed, our experimental data are quite different than computational results.

Tables 2 and 3 give us some details regarding detonation velocities of the stoichiometric hydrogen-air mixture in the driven section induced by both hydrogen-oxygen and acetylene-oxygen mixtures in the driver section. Data are chosen from three repeatable tests in both cases. We can observe that detonation velocities in the driven section initiated by the acetylene-oxygen mixture are slightly higher than in other case. A reasonable explanation of this fact

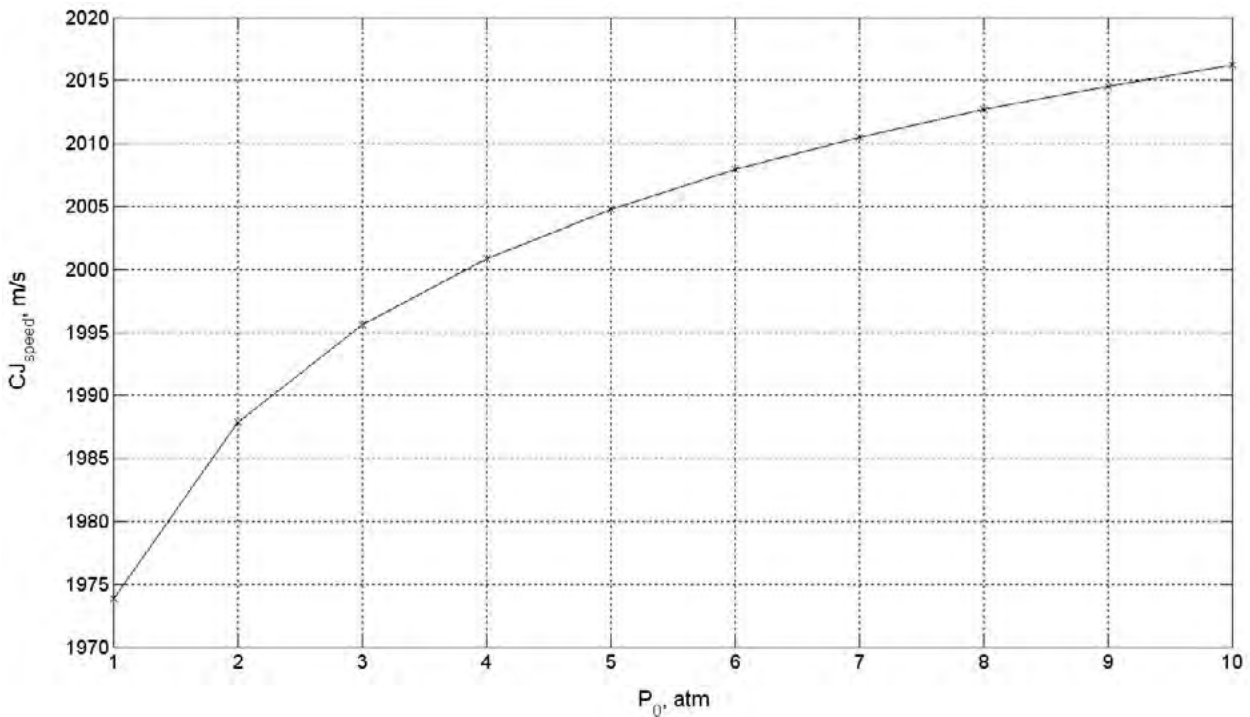


Figure 6. Detonation CJ velocities for stoichiometric hydrogen-air mixture vs. initial pressures of the mixture, calculated by CANTERA open-source and MATLAB software

Table 2.

Experimental data concerning velocities in the driven section from the shock tube

| Tested mixture: stoichiometric hydrogen-air mixture, $P_1 = 1 \text{ bar}$ | | | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Driver mixture: stoichiometric hydrogen-oxygen, $P_1 = 0.5 \text{ bar}$ | | | | | | |
| Test no. | Δt_1 [μs] | Δt_2 [μs] | Δt_3 [μs] | V_1 [m/s] | V_2 [m/s] | V_3 [m/s] |
| 01 | 254.2 | 127.1 | 124.0 | 1968.5 | 1968.5 | 2016.1 |
| 02 | 251.1 | 127.1 | 127.1 | 1992.0 | 1968.5 | 1968.5 |
| 03 | 254.2 | 124.0 | 127.1 | 1968.5 | 2016.1 | 1968.5 |

Table 3.

Experimental data concerning velocities in the driven section from the shock tube

| Tested mixture: stoichiometric hydrogen-air mixture, $P_1 = 1 \text{ bar}$ | | | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Driver mixture: stoichiometric acetylene-oxygen, $P_1 = 0.5 \text{ bar}$ | | | | | | |
| Test no. | Δt_1 [μs] | Δt_2 [μs] | Δt_3 [μs] | V_1 [m/s] | V_2 [m/s] | V_3 [m/s] |
| 01 | 235.6 | 124.0 | 124.0 | 2122.2 | 2016.1 | 2016.1 |
| 02 | 257.3 | 127.1 | 130.2 | 1943.2 | 1966.9 | 1920.1 |
| 03 | 232.5 | 117.8 | 120.9 | 2122.2 | 2122.2 | 2067.8 |

can be either the higher CJ velocity and pressure of acetylene-oxygen mixture or the higher detonation sensitivity [14] of this mixture itself rather than hydrogen-oxygen mixture. If we look at Figure 7, we can easily find that there are some “common” point at the velocities profiles in the driven section. This point was noticed at a distance of 5250 mm from the ignition point. At this point the propagating detona-

tion wave was stable and the velocity was comparable to the calculated CJ value.

We also did some computations using CANTERA and MATLAB on ZND parameters for detonating stoichiometric hydrogen-air mixture with the shock front propagating with CJ speed. Figure 8 shows some data obtained from our calculations. For our tested mixture the maximum pressure at the travelling shock front reached a value of 27.1 atm and then

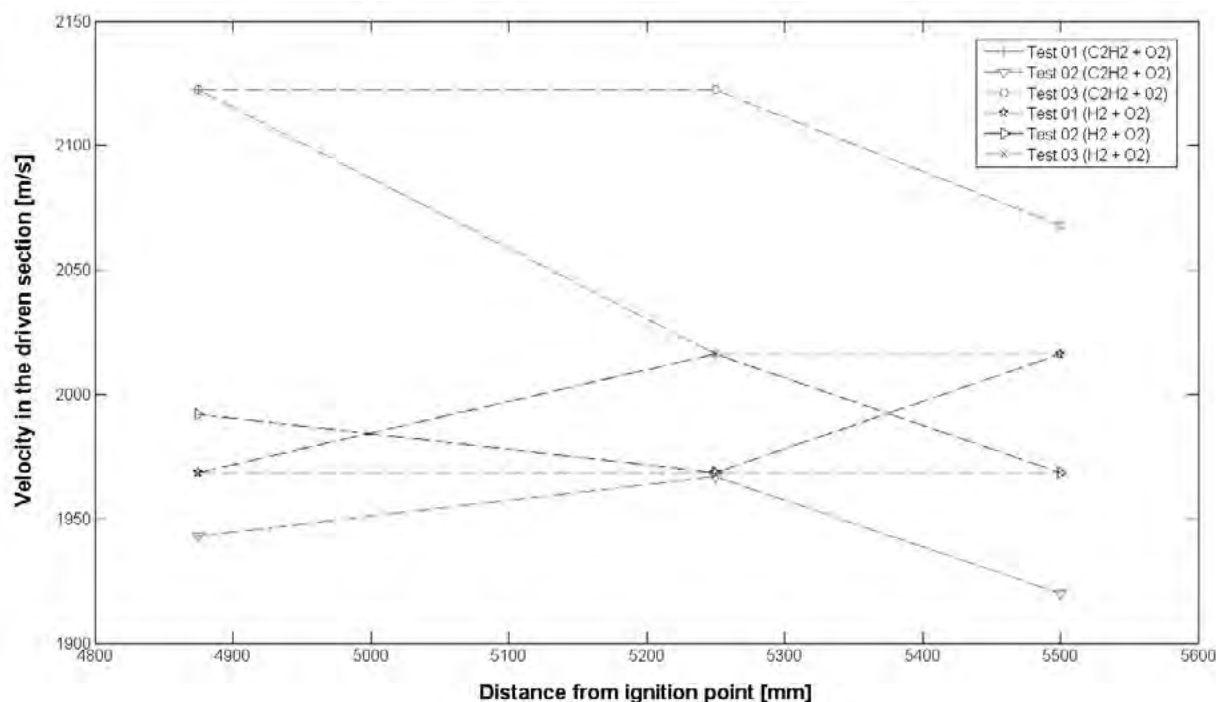


Figure 7. Velocity profiles at the driven section in the shock tube. Red lines: driver section with stoichiometric acetylene-oxygen mixture, driven section with stoichiometric hydrogen-air mixture. Blue lines: driver section with stoichiometric hydrogen-oxygen mixture, driven section with stoichiometric hydrogen-air mixture

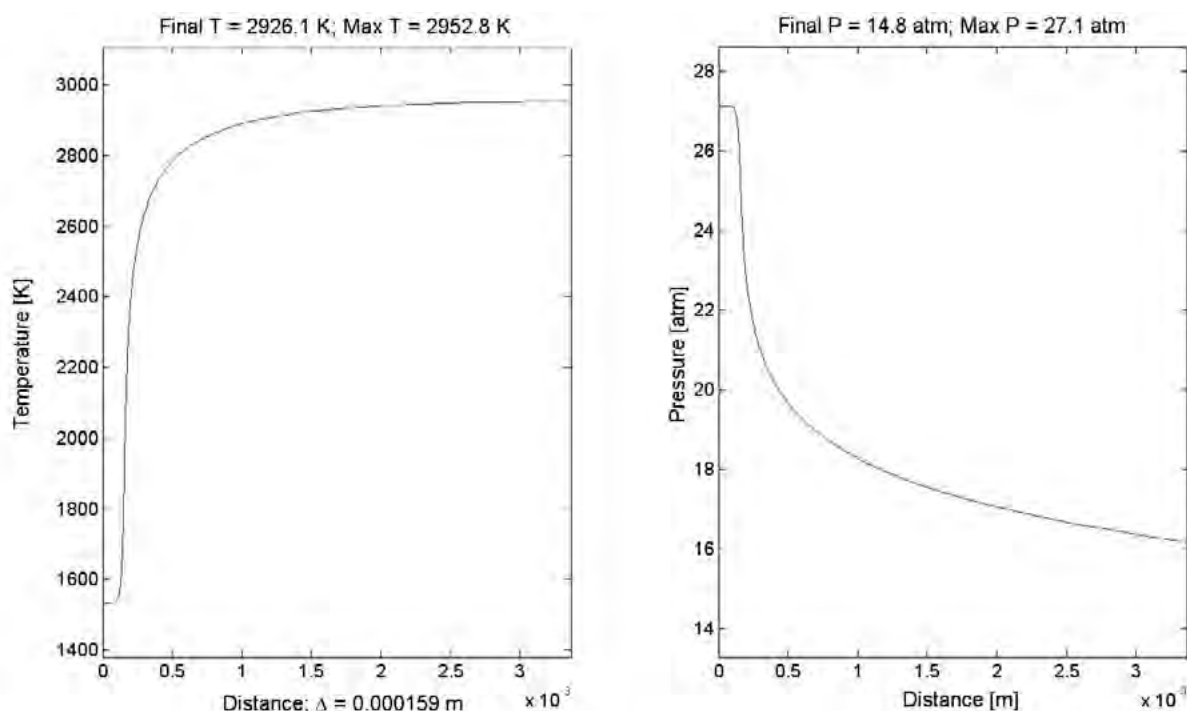


Figure 8. Pressure and temperature profiles for detonating stoichiometric hydrogen-air mixture with the shock front propagating with CJ speed

decreased to 14.8 atm. For the temperature profile we observe a rapid growth up to max. 2952.8 K.

According to our results shown at Figure 9 the maximum experimental pressure at the propagating shock front in the driven section was slightly higher than calculated value, reaching approx. 31.5 atm. This pressure value was observed at the same distance where the detonation wave reached a stable propagating regime. The same distance (5125 mm) from the ignition point, as in the velocity measurements, was a so-called run-up distance for the onset of detonation in our experiments. The propagating detonation wave became a stable at the time close to 1.25 ms traveling more than 5 m from the initiation point. The last pressure gauge located at the distance about 5.6 m recorded the arrived shock front at the

time close to 1.5 ms leaving a distance about 0.4m from the end of our shock tube.

Due to a shock front reflection from the closed end of the tube we noticed a classical Taylor expansion wave [15]. Taylor expansion wave in the detonation phenomenon can be explained as following [16]. Product gases behind the onset of detonation expand isentropically and then accelerate. This makes a high distribution of particle velocities. This distribution was investigated in details by G.I. Taylor. This theory provides a possibility to predict the velocity decay behind the CJ detonation wave. If look at Figure 9 we can see the Taylor expansion waves for a single pressure records obtained in the driven section. For the last pressure gauge record at the distance approx. 5.6 m from ignition point we

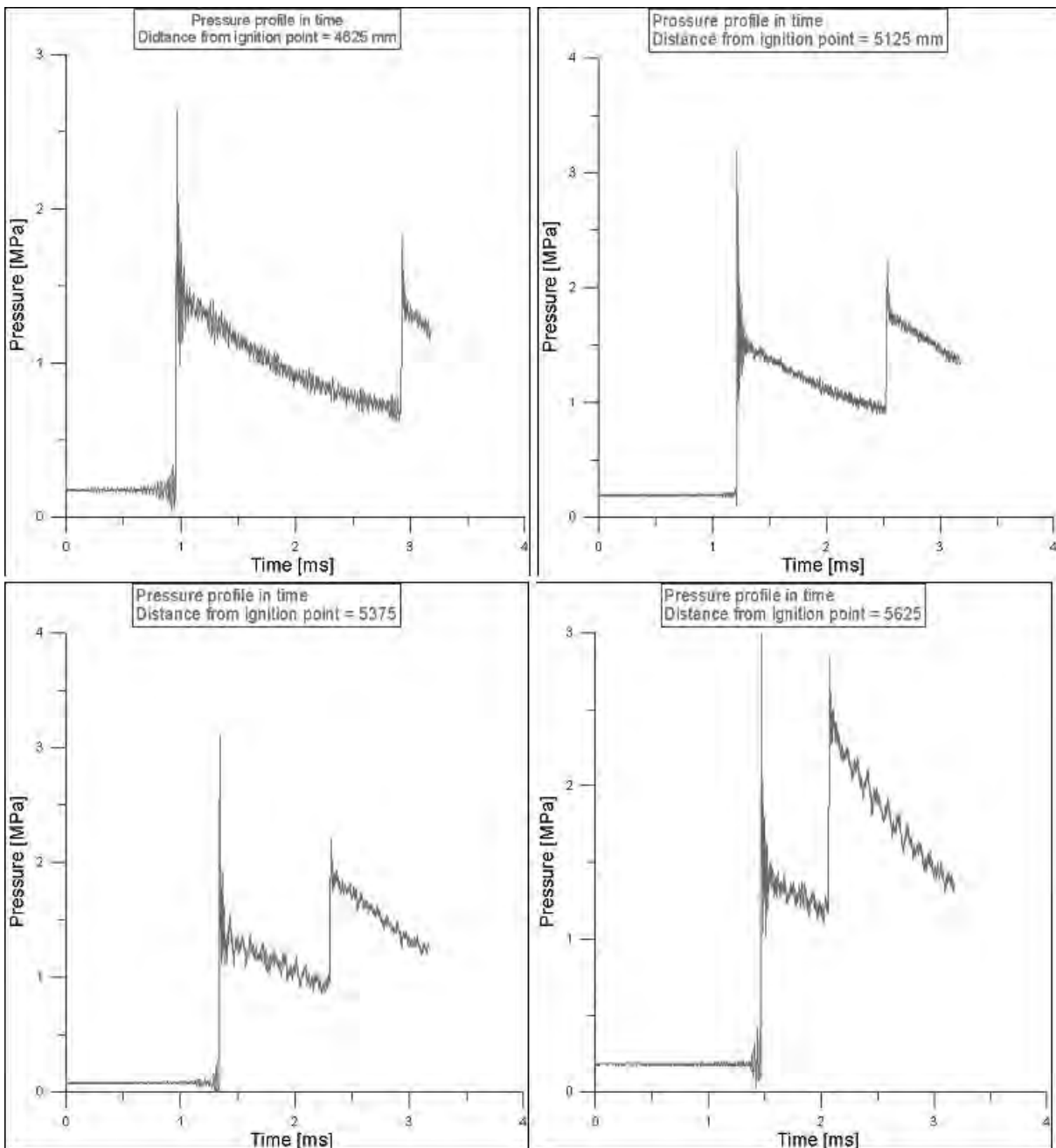


Figure 9. Single pressure profiles for stoichiometric hydrogen-air mixture at the driven section in the shock tube. Driver section was filled with stoichiometric acetylene-oxygen mixture

can observe the expansion wave lasting approx. 0.5 ms and then pressure at the shock front immediately rises up to the value slightly below the state just before the wave reflected from the tube wall. This is the case where the reflected shock wave is the strongest. Analyzing other pressure records (coming back from the last one) we notice that the Taylor waves are longer and consequently reflected shock wave propagating backward is slower with the pressure reaching almost 19 atm at distance approx. 4.6 m from ignition point.

The shock-induced initiation process that can occur in the classical shock tube in the detonation theory can be determined as the ignition via turbulent mixing. In that case it is extremely difficult to model theoretically since it involves many processes including turbulent mixing, shock waves and chemical reactions simultaneously. Experimentally, it is also difficult to obtain a detailed, quantitative observation of the gas dynamics and chemical processes in the mixing zone at the head of the jet. Thus, it is of value to analyze some simple theoretical limiting cases to deduce some qualitative information on the jet initiation phenomenon. We shall assume the hot inert gas (initially at the constant volume state) to first expand isentropically to $M = 1$. Then we shall investigate the non-equilibrium chemical reactions when different amounts of unburned mixtures are mixed with the expanded hot inert gas. By computing the temperature after mixing, T_m the induction time, τ , and the adiabatic temperature, T_a after mixing of hot inert gas and unburned mixtures for different mixing volume ratio, $R = v_{jet} / v_u$, we can gain some insight into most favorable conditions for ignition process of combustible mixtures.

The jet parameters of hot inert gas can be estimated with the assumption of sonic ($M = 1$) and isentropic flow. The temperature and pressure at the jet exit cross section are equal to, respectively:

$$\frac{T_{jet}}{T_r} = \frac{2}{\gamma + 1}$$

$$\frac{P_{jet}}{P_r} = \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

Where P_r and T_r are the pressure and temperature of gas in driven section of the experimental setup behind reflected shock wave, T_{jet} and P_{jet} are temperature and pressure of gas at the exit from orifice. Next, we shall assume that the given volume of expanded hot inert gas v_{jet} to be mixed simultaneously with a certain volume of cold unburned combustible mixture v_u (at room temperature). The temperature after constant pressure adiabatic mixing T_m can readily be determined from energy conservation, i.e.

$$\rho_{jet} v_{jet} C_{p_{jet}} T_{jet} + \rho_u v_u C_{p_u} T_u = (\rho_{jet} v_{jet} C_{p_{jet}} + \rho_u v_u C_{p_u}) T_m$$

And solving for T_m gives:

$$h = r_s + \frac{M'_1 - M_1}{M} \cdot \frac{L}{H} \cdot \sqrt{L^2 - H^2};$$

Where $R = v_{jet} / v_u$ is the volume ratio of the given volume of hot inert gas to unburned cold combustible mixtures in the mixing zone. Knowing T_m the ignition induction time τ and adiabatic temperature T_a after reaction of mixed inert gas and combustible mixture can be determined using of CANTERA and MATLAB software.

References

1. Gaydon A.G., Hurle I.R., *The shock tube in high-temperature chemical physics*, Chapman and Hall LTD, 1963;
2. Liepmann H., Roshko A., *Elements of Gas Dynamics*. GALCIT Aeronautical Series. Wiley and Sons, 1957;
3. Petersen E., Hanson R., *Nonideal effects behind reelected shock waves in a high-pressure shock tube*, Shock Waves, 10/2001;
4. Becker R., 1922, Z. Phys., 8, 321;
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Shock_tube;
6. Shapiro, Ascher H., *The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow*, Volume 1, Ronald Press;
7. Liepmann H., Bowman R., *Shape of shock fronts in shock tubes*, Physics of Fluids, 7(12):2013 {2015, 1964;
8. Ferri A., *Fundamental data obtained from shock-tube experiments*, Pergamon Press, 1961;
9. Gould D.G., *UTIA Report*, Inst. Of Aerophysics, University of Toronto, 1952;
10. Teodorczyk A., Chapter 8.4 in Jarosiński J., Veysiere B., *Combustion phenomena. Selected mechanisms of flame formation, propagation and extinction*, CRC Press, 2009;
11. Zel'dovich Ya. B., Raizer Yu. P., *Physics of shock waves and high-temperature hydrodynamic phenomena*, Dover Publications Inc., 2002;
12. Piskorek A., *Podstawy matematyczne propagacji fal uderzeniowych*, 2003;
13. Lee J.H.S., Moen I.O., *The mechanism of transition from deflagration to detonation in vapour cloud explosion*, Progress in Energy and Combustion Science, 6, 1980;
14. Lee J.H.S., Ng H.D., *Comments on explosion problems for hydrogen safety*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 21, 2008;
15. Lee J.H.S., *The detonation phenomenon*, Cambridge, 2008;
16. Mannan S., *Lee's Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 2, Third Edition, Elsevier, 2005.

Recenzenci

dr hab. inż. Adam Markowski,
prof. PŁ, prof. dr hab. Kazimierz Lebecki

ppłk. dr inż. **Paweł MACIEJEWSKI**
Akademia Obrony Narodowej
kpt. mgr inż. **Zbigniew ZIELONKA**
Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych
im. Tadeusza Kościuszki
mł. kpt. dr inż. **Janusz Adam WRZESIŃSKI**
Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej
We Wrocławiu

NEW METHOD FOR REMOVAL OF RADIOACTIVE PARTICLES FROM WASTE WATER AFTER DECONTAMINATION

Nowa metoda usuwania radioaktywnych zanieczyszczeń z roztworów poakcyjnych

Streszczenie

Atak terrorystyczny z użyciem substancji radioaktywnych wymaga podjęcia odpowiednich działań zmierzających do dekontaminacji skażonych powierzchni. Istotą działania jest mechaniczne usunięcie substancji radioaktywnych z użyciem wodnych roztworów związków powierzchniowo czynnych, co jednak skutkuje postawianiem dużych objętości radioaktywnych ścieków (roztworów poakcyjnych). Rozwiązaniem problemu może być zastosowanie szybkiej i efektywnej metody wydzielania substancji promieniotwórczych z roztworów wodnych, tj. flotacji jonowej. W pracy przedstawiono wyniki badań wydzielania radioizotopów Ba-133, Sr-85 i Cs-137 z rozcieńczonych, zasolonych NaNO_3 ($1.0 \cdot 10^{-3}$ M) roztworów wodnych z użyciem nowej grupy związków makrocyclicznych, tj. jonizowanych eterów lariatowych o stężeniu $1 \cdot 10^{-5}$ M w obecności niejonowego roztworu spieniacza – Tritonu X-100 ($1 \cdot 10^{-5}$ M). Stężenie każdego radioizotopu w mieszaninie wynosiło $1 \cdot 10^{-5}$ M i założenia odpowiadało składem radioaktywnym ściekom po dekontaminacji obiektów po ataku bombą radiologiczną. Na bazie uzyskanych wyników zaproponowano zastosowanie „modułu flotacyjnego”, który umożliwiłby szybkie usuwanie zanieczyszczeń promieniotwórczych z roztworów poakcyjnych, a przez to zasadniczą redukcję objętości ścieków radioaktywnych.

Summary

A terrorist attack involves the release and dispersion of radioactive material among civilian population or over vital area causes a permanent radioactive contamination, which should be removed in decontamination process. Finally, after this procedure, a large amount of radioactive waste water is made, which should be collected and stored in a special nuclear waste stockpile. We present results of experimental work, which was focused on removal of radioactive substances from waste water from decontamination process after using “dirty bomb”. The ion flotation process was used to remove radioisotopes from slightly salty ($< \text{NaNO}_3$ $1.0 \cdot 10^{-3}$ mol/L) aqueous solutions. Effect of the structure of proton-ionizable lariat ethers on removal of Ba-133, Sr-85 and Cs-137 in ion flotation process from dilute aqueous solutions has been studied. The initial volume of each feed solution was 100 ml and the initial concentration of Ba-133, Sr-85 and Cs-137 in floated solution was $1.0 \cdot 10^{-5}$ M. According to results of experiments, “the ion flotation module can be proposed”. From practical point of view the application of this module can significantly reduce amount of radioactive waste water and cost of decontamination process.

Słowa kluczowe: flotacja jonowa, Cs-137, Sr-85, Ba-133, jonizowalny eter lariatowy;

Key words: ions flotation, Cs-137, Sr-85, Ba-133, proton-ionizable crown ether;

Introduction

Current threats include the proliferation of CBRN (chemical, biological, radiological and nuclear) weapons are known to have been highlighted the most challenges task for the National System of Crisis Emergency. Furthermore, a wide range of Toxic

Industrial Materials (TIM) including various insecticides, industrial chemicals and potent toxins may be relatively easy to produce or otherwise acquire. TIM is a generic term for toxic chemical, biological and radioactive substances in solid, liquid, aerosolized, or gaseous form created for industrial, commercial, medical, or domestic purposes. One of TIM

is Toxic Industrial Radiological (TIR) and its possible sources are: civil nuclear production, research, recycling and storage facilities, waste containment sites, industrial and medical sources, materials and sources in transit, stolen or smuggled nuclear weapons grade material [1]. Sealed medical and industrial sources, such as cobalt-60, cesium-137, strontium-90, and iridium-192, could be targets for terrorists. Recently, the threat of radiation event as a result of terrorist activity has arisen, and a "radiological bomb" seems to be excellent "psychological" weapon to cause the ensuing panic and psychological distress. The attack can be prepared with using radiological dispersal devices (RDD), which can spread or disperse radioactive materials to produce contamination hazards over vital area. Terrorists and other adversaries deploying RDDs will likely choose delivery means which maximize the dispersion of radioactive particles. These can include explosive dissemination, direct spraying or scattering, or dispersal of solid or liquid aerosols downwind. Fire and smoke can also be used to disperse radioactive material. Terrorist may also attempt to attack a nuclear installation (such as a power plant or waste respiratory in an effort to disperse radioactive material. In the worst-case scenario, terrorists may manage to obtain a nuclear weapon for detonation.

The people have been concerned with radiation injuries for the last 50 years, but the threat has been centred around nuclear power plant accidents and using a nuclear weapon in a war setting. However, with today's widespread use of radiation technology in medicine, research, industry, power production, there is a growing potential for radiation injuries. According to U.S. Department of Energy, the Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REACTS) 426 radiation accidents have been recorded worldwide a total of 133,811 victims; 3063 had significant exposure and there were 134 fatalities since 1944. The 1986 Chernobyl accident accounted for 116,500 individuals and 28 acute fatalities [2]. There have also been some limited attacks on nuclear power facilities worldwide; numerous unsubstantiated threats to trigger a nuclear explosive device; and at least one reported case of the use of radiological materials-albeit in a very limited manner (the placing of a medical cesium capsule by Chechen rebels in a Moscow park in 1995) by terrorists [3].

The chemical rescue groups are responsible for decontamination and they must have the radioactive contamination of people or vital area cleaned. Decontamination is the process of making personnel, objects or areas safe by removing radioactive material to below personnel health effects. Finally, after this procedure, a large amount of radioactive waste water is made, which should be collected and stored in a special nuclear waste stockpile.

Authors present results of experimental work, which was focused on removal of radioactive substances from waste water from decontamination process after using "radiological bomb" in the ion flotation process. In the experiments, models of radioactive waste water were studied, containing Cs-137, Sr-85, Ba-133 (single radioisotope in the aqueous solution). The composition of aqueous solution is known to be the most important factor in ion flotation process. Therefore, the addition of foreign cations, concentration of lariat ethers and non-ionic foaming agent as well as an impact of pH on ion flotation process were studied.

I. Methods for removal of ions from water solution – quick review

In the decontamination process of radioactive contamination, there will be made a large amount of radioactive waste water. The radioactive substances are known, to be in solution in different forms, but the most challenging is to remove ionic form. From practical point of view, the process of removal radioactive particles from waste water should be fast and simple. There is a lot of physicochemical methods of the mixtures separation and removal of radioactive substances, but the ion flotation process seems to be the most appropriate for this task.

The ion flotation process is a simple and an effective method for removal and separation of metals ions from dilute aqueous solutions ($c < 1.0 \cdot 10^{-4}$ mol/L). In this process, an ionic surface active compound (collector) is introduced to the aqueous solution to transport non-surface active colligend of the opposite charge from a bulk aqueous solution to the interface of solution and vapour. Counter ions must be co-adsorbed to neutralize the charge. If a sufficiently large aqueous solution/gas interface is provided by sparging gas through the solution, the colligend ions can be concentrated and removed along with the collector in a foam phase. The rate and efficiency of the ion flotation process separation is a function of many factors, but the most important is the composition of aqueous solution from which ions are floated [4-11]. Flotation of ions has been known since the early sixties [12]. Unfortunately, the selectivity of a regular ionizable surfactant towards cations and/or anions is limited and might be roughly attributed to the hydration/ionization/complexation behavior of an individual ion. On the other hand, serious environmental hazards originating from liquid radioactive wastes [13] and certain industrial effluents containing traces of extremely dangerous ionic species substantiate the search for other, efficient and specific separation techniques. This is the reason why inclusion compounds having a cage, such as crown ethers, calixarenes or cryptands, and their deri-

vatives have been investigated for many systems of metal ions selective removal in recent years. Since the discovery of the first crown ether in 1967 by Pedersen [14], i.e. dibenzo-18-crown-6, the macrocyclic compounds hold great interest and potential. They have applied successfully for many metal ion separations in solvent extraction, transport across liquid membranes, and ion-exchange systems [15-18]. The recent advances of the crown ethers chemistry have been reviewed [19-21]. There are only few papers which deal with application of macrocycles in the ion flotation process. Koide et al. [25] used phosphate ethers of

namide, sulfonic, carboxylic and phosphonic were used (from prof. Bartsch, R.A., Department of Chemistry and Biochemistry, Texas Tech University, Lubbock, USA, see Tab.1). The lariat ethers were added as ethanol solutions. The gamma-radioactive isotopes, i.e. Cs-137 and Sr-85 were purchased from the Atomic Energy Institute (Swierk/Otwock, Poland), Ba-133 from Institute of Nuclear Chemistry and Technology (Warsaw, Poland).

Ion Flotation Procedure. The flotation experiments were carried out in ambient temperature ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) in a glass column 45.7 cm in height and 2.4 cm

Table 1.

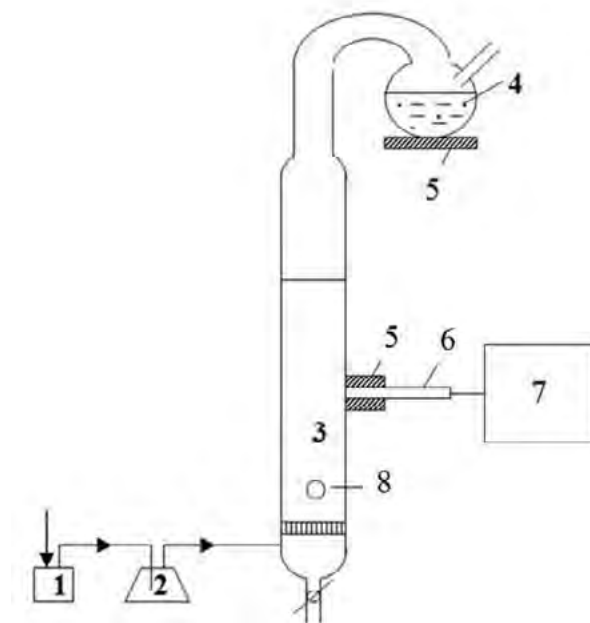
List of lariat ethers and nonionic foaming agent



C-undecylcalix resorcinarenes for uranium flotation from seawater and calix[4]arenes derivatives for alkali metal cations flotation [26]. Schulz and Warr [27] applied cryptand 222, and 18-crown-6 together with anionic surfactant, i.e. bis (2,2')-ethylhexylsulfosuccinate (AOT) for alkali metal cations separation. Another approach to application of macrocycles for flotation of metal cations was done by Charewicz et al. [28]. They used the macrocycles proton-ionizable lariat ethers with sulphonic, phosphate and carboxylic acid groups for flotation of Sr^{2+} and Cs^+ cations. Ulewicz et al. [29-30] used proton-ionizable lariat ethers with foaming agent for flotation of Zn(II) and Cd(II) ions from aqueous solutions. Maciejewski et al. studied selective removal of Cs^+ , Sr^{2+} and Ba^{2+} cations with proton-ionizable lariat ethers in the ion flotation process.

II. Experimental Section

Reagents. The aqueous solutions were prepared with doubly distilled water of $5 \mu\text{S/m}$ conductivity at 25°C . Analytical grade inorganic compounds: NaNO_3 , HNO_3 , NaOH , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, (POCh Gliwice, Poland), CsNO_3 (Fluka), $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (Aldrich), Triton X-100 (nonionic foaming agent, Merck). As the collectors 4 lariat ethers with cavity DB-16-C-5 and four different acidic groups, i.e. sulfo-



- 1 – gas flow and pressure meter,
- 2 – humidifier,
- 3 – flotation column,
- 4 – foam receiver,
- 5 – lead screen,
- 6 – spectrometric scintillation probe,
- 7 – gamma radiation spectrometer with computer,
- 8 – injection capable valve (for collector).

Fig. 1. Scheme of ion flotation apparatus

in diameter. The argon gas was saturated with water, and the flow rate was maintained at 12 mL/min through a sintered glass sparger of 20-30 μm nominal porosity (Fig. 1). The initial volume of each feed solution was 100 mL. Concentrations of Cs^+ , Sr^{2+} and Ba^{2+} in aqueous solutions were $1.0 \cdot 10^{-5}$ mol/L. The floated cations concentration in the bulk solution (c) versus time was recorded continuously during the ion flotation experiments by means of radioactive analytical tracers (Cs-137 , Sr-85 , Ba-133) and gamma radiation spectrometry following a procedure described by Ulewicz et al. [29]. The single channel gamma radiation spectrometer was used as the detector of radiation intensity of specific energy. The maximal percent removal (W) was calculated by the equation:

$$W = (1 - c_r/c_i) \cdot 100\% \quad (1)$$

where: c_i - initial metal ion concentration and c_r - metal ion concentration in the residual solution after foam cease.

1. Results and discussion

1.1. Parameters influencing Cs-137, Sr-85 and Ba-133 flotation removal

First, results of Cs-137, Sr-85, Ba-133 flotation with four lariat ethers possessing DB-16-C-5 cavity, decyl lipophilic group and a different acidic groups, i.e. sulfonamide (**1**), sulfonic **2**, carboxylic **3** and phosphonic **4** are presented. All flotation experiments were performed from dilute aqueous solutions containing a single metal cation in the presence of nonionic foaming agent Triton X-100 **5**. All radioisotopes in aqueous solution were in cationic form.

Effect of pH. The important factor which influences flotation ability of proton-ionizable lariat ethers is the pH of aqueous solution. The pH of the aqueous solution was in the range of 4.0 - 10.0 and was measured after each experiment. Generally, for all lariat ethers, removal of mentioned cations increases with increasing pH, excluding crown ether with sulfonic group **2**. The maximal removal of metals ions depends upon the aqueous solution's pH for carboxylic crown ether **3** and it increases linearly with increasing pH. The percent removal for **4** is high and increases with increasing pH up to 5.0 and then remains constant (Fig. 2). The results for **1** are similar to the results for **4**. On the other hand, the maximal removal for sulfonic crown ether **2** is independent from the pH of aqueous solution (over 97%).

Effect of Collector Concentration. In the experiments lariat ethers: **1**, **2**, **3**, **4** were used at concentration $1.0 - 5.0 \cdot 10^{-5}$ mol/L and in the presence of nonionic foaming agent (**5**) in the optimal values of

aqueous solutions pH appropriate for the lariat ether. The lariat ethers were added as ethanol solutions. All experiments were conducted from a single metal cation solution. The initial concentration of lariat ethers possess a strong influence on floated radioisotopes removal. The fastest and practically complete flotation of Sr-85 and Ba-133 is observed at $3.0 \cdot 10^{-5}$ mol/L initial collector concentration. The maximal removal of metals depended upon initial concentration of crown ether, for Sr-85 especially (Fig. 3). In all experiments there is a small amount of foam (< 1 g), which means that the enrichment ratio of metals in foam is high.

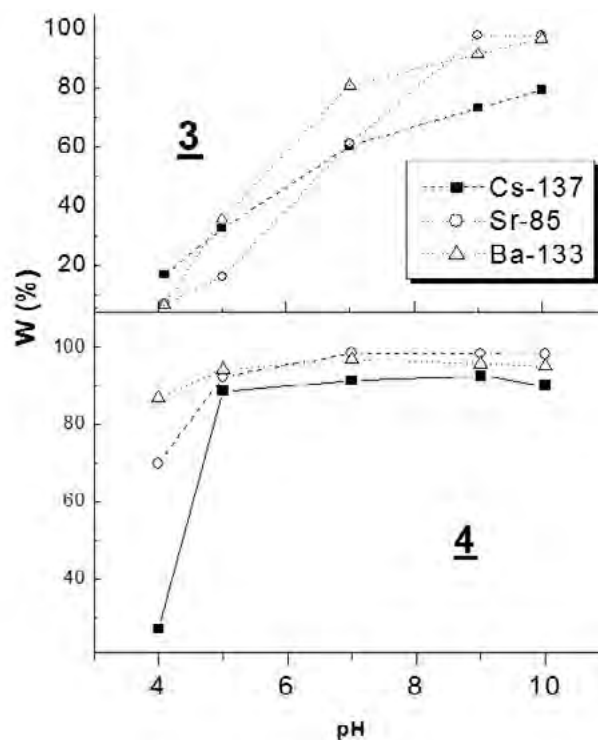


Fig. 2. The maximal percent removal of Cs-137, Sr-85, Ba-133 in ion flotation process with **3**, and **4** crown ethers in the presence of nonionic foaming agent (**5**); $[\text{M}^+] = 1 \cdot 10^{-5}$ mol/L, $[\text{3}, \text{4}] = 5 \cdot 10^{-5}$ mol/L, $[\text{5}] = 2 \cdot 10^{-5}$ mol/L

Finally, the correlation between the flotation efficiency of metal cations (W) and pH as well as crown ether concentration (c) was found for carboxylic crown ether derivative (**3**) as follow:

$$W = (15.724 \pm 1.044) \cdot \text{pH} + (7.356 \pm 2.203) \cdot c - (87.923 \pm 16.062)$$

$$r^2 = 0.961, \text{ s.d.} = 1.326, F = 136, N = 20,$$

where: c – the initial concentration of ether **3**, s.d. - standard deviation, F - Fischer-Sedecor test function (F-statistic), N- represents the number of experimental data.

From the statistical point of view, the obtained correlation is significant. It is also important that the

deviation of experimental points from the correlation is lower than ± 3 s.d. According to this equation, efficiency of flotation (W) increases with pH value as well as with initial concentration of lariat ether.

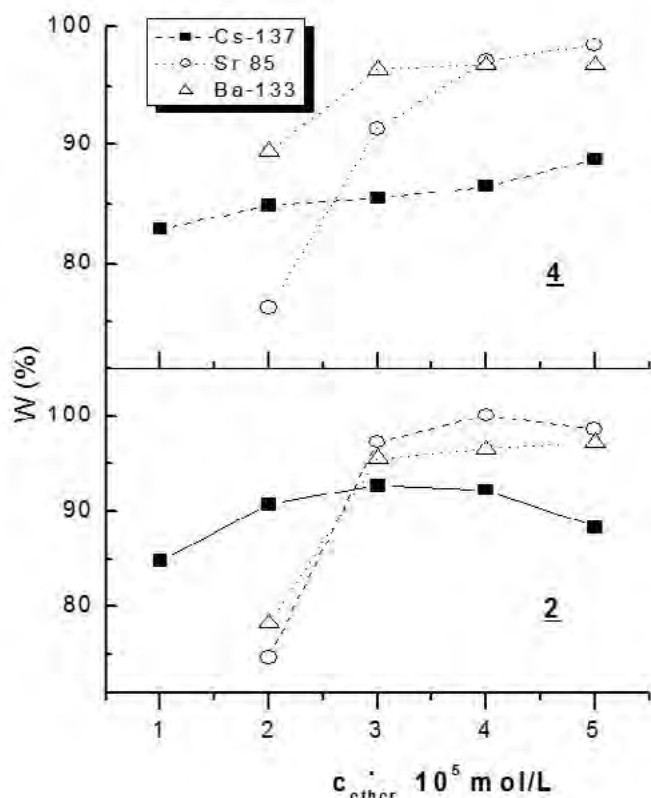


Fig. 3. The maximal percent removal of Cs-137, Sr-85, Ba-133 with crown ethers **4** and **2**; $[M^{2+}] = [M^+] = 1 \cdot 10^{-5}$ mol/L, $[S] = 2 \cdot 10^{-5}$ mol/L, at pH aqueous solution 4.0 for **2** and 7.0 for **4**

Influence of Foaming Agent Concentration.

The preliminary experiments revealed that the lariat ethers with sulfonamide **1** and carboxylic **3** groups exhibited insufficient foaming ability, so that they had to be used simultaneously with the foaming agent. On the other hand, crown ethers with sulfonic **2** and phosphonic **4** groups independently possess a sufficient foaming ability itself and they behave like the regular ion flotation collectors.

Effect of Alkali Metal Cations. The practical meaning of the studied separation process depends strongly on its resistibility against the ionic strength of a feed solution. Therefore, we have studied the effect of alkali metal nitrate (Na^+) on the efficiency and rate of Cs-137, Sr-85, Ba-133 flotation with sulfonic **2** and carboxylic **3** lariat ether derivatives. The addition of $NaNO_3$ as the source of foreign cations depressed the removal of Cs-137, Sr-85, Ba-133 remarkably and when the concentration of $NaNO_3$ was higher than $1.0 \cdot 10^{-3}$ mol/L the removal of all floated cations was very low. Up to 100-fold molar excess of added salts over the floated cations do not depress flotation of the studied cations with **3** and **2** lariat ethers as collectors. Past 100, however, the higher

excess of added salts strongly decreases the flotation of metal ions.

We also found a correlation between alkali metal concentrations and the maximal percent removal (W) for Cs-137, Sr-85, Ba-133 flotation with crown ether **2** in the presence of Na^+ nitrates and with **3** crown ether for Cs-137 flotation in the presence of $NaNO_3$:

$$W = - (687.53 \pm 23.20) c_{salt}^{0.5} + const$$

where: c_{salt} – the initial concentration of the appropriate alkali metal nitrate

| Ether No. | Floated cation | Cations presence | Const value |
|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 2 | Sr-85, Ba-133 | Na^+ | 100.58 ± 1.32 |
| 2 | Cs-137 | Na^+ | 77.20 ± 3.92 |
| 3 | Cs-137 | Na^+ | 81.38 ± 1.32 |

$$r^2 = 0.985, s.d. = 1.983, F = 972, N = 49$$

Conclusions

Proton-ionizable crown ethers with sufficient surface activity and water solubility seem to be the new generation of collectors for flotation of Cs-137, Sr-85, Ba-133 radioisotopes (cations) from dilute aqueous solutions. Sulfonamide and carboxylic lariat ether derivatives exhibit insufficient foaming ability, so they have to be used together with a nonionizable foaming agent. On the other hand, lariat ethers with sulfonic and phosphonic acidic groups behave like a regular ion flotation collector and have a sufficient foaming ability. The use of lariat ethers as collectors for flotation of metal cations allow practically complete removal of Cs-137, Sr-85, Ba-133 radioisotopes even at the stoichiometric lariat ethers concentration to floated cations. The addition of nonionic foaming agents (Triton X-100) does not significantly affect the efficiency of radioisotopes flotation with the lariat ethers.

The acidic group character of lariat ethers determines range of pH, resulting on various effectivity on ion flotation. The maximal removal of metals depends upon the pH of the aqueous solution and particularly for crown ether carboxylic derivative, which increases linearly with pH increase. The percent removal for sulfonamide and phosphonic derivative ethers increases with increasing pH up to 5.0 and then remains constant. On the other hand, the maximal removal for sulfonic derivatives ether are independent from the pH of the aqueous solution. Because of different acidity strengths of acidic groups tested, lariat ethers could be used in ion flotation process at pH as follows: for carboxylic derivatives > 9.0 , sulfonamide and phosphonic derivatives > 5.0 , and for sulfonic lariat ether derivatives from 4.0 to 10.0.

The addition of NaNO₃ as the source of foreign cations depresses the removal of Cs-137, Sr-85, Ba-133 remarkably. When the concentration of alkali metal nitrates was higher than 1.0·10⁻³ mol/L the removal of all floated radioisotopes was very low.

The ion flotation process allows the efficient decontamination of slightly salty aqueous solutions containing Sr-85, Ba-133 and Cs-137 radioisotopes. The ion flotation process can be realized in period or continuous system. It is fast method, with final removal reached in just 30 minutes, which might have a practical usage for the decontamination of radioactive waste aqueous solutions, e.g. after decontamination. According to results of experiments, the ion flotation module can be proposed (Fig. 4). From practical point of view the application of this module can significant reduce amount of radioactive waste water and cost of decontamination process.

$$\beta = \arctg \frac{0,5 b - e}{h}$$

Fig. 4. Scheme of ion flotation module

References

1. AJP-3.8 *Allied joint doctrine for chemical, biological, radiological, and nuclear defence*;
2. Catlett, C.L., Piggot, P.L. (2004) *Radiation injures*, [in]. Emergency medicine, E. Tintinalli [ed.], 6. Edition McGraw-Hill, New York, pp. 50-59;
3. [http://www.csis-scrc.gc.ca /Canadian Security Intelligence Service/](http://www.csis-scrc.gc.ca/Canadian%20Security%20Intelligence%20Service/);
4. Sebba, F. (1959) *Concentration by ion flotation*, Nature, Vol. 184, pp. 1062-1063;
5. Grives, R.B. (1975) *Foam separation: A review*, Chem. Eng. J., Vol. 9, pp. 93-106;
6. Lemich, R. (1972) *Adsubble methods*, [In]: Recent development in Separation Sciences, Chem. Rubber Co. Press, Cleveland 1, pp. 113-127;
7. Walkowiak, W. (1992) [In:] *Innovation in ion flotation technology*, [Eds.] Marvos P., and Matis K. A., NATO ASI Series, Series E, Kluwer Acad. Publ. London, pp. 455-473;
8. Zoubulis, A.I. and Matis, K.A. (1987), *Ion flotation in environmental technology*, Chemosphere, Vol. 16, pp. 623-631;
9. Zoubulis A.I., Matis K.A., Stalidis G.A. (1990), *Parameters influencing flotation in removal of metal ions*, Intern. J. Environmental Studies, 35, pp. 183-196;
10. Okamoto Y., Chou E.J. (1997) *Foam separation*

- processes*, Handook of Sep. Tech. Chem. Eng. (3rd Ed), 2, pp. 173-186;
11. Doyle F.M. (2003) *Ion flotation – its potential for hydrometallurgical operations*, Intern. J. Miner. Process., Vol. 72, pp. 387-399;
12. Sebba F., (1962) *Ion Flotation*, Elsevier, Amsterdam. Sowada, R. and McGowan, J.C., (1992) 'Calculation of HLB values', *Tenside Surf. Det.*, Vol. 29, pp. 109-113;
13. Schulz W.W., Bray, L.A., (1987) *Solvent Extraction Recovery of product ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr from HNO₃ Solutions*, A Technology Review and Assessment'. Sep. Sci. Technol. Vol. 22, pp. 191-207;
14. Pedersen C.J., (1967), *Cyclic polyethers and their complex with metal salts*, J. Am. Chem. Soc., Vol. 89, pp. 7017-7036;
15. Bond H., Dietz M.L., Rogers, R.D., (eds.) (1999) *Metal-Ion Separation and Preconcentration*, Progress and Opportunities, ACS Symposium Series 716, Washington, DC;
16. Bartsch R.A., Way J.D. (eds.) (1996) *Chemical Separations with Liquid Membranes*, ACS Symposium Series 642, Washington, DC;
17. Nghiem L.D., Mornane P., Potter I.D., Perera J.M., Cattall R.W., Kolev S.D. (2006) *Extraction and transport of metal ions and small organic compounds using polymer inclusion membranes (PIMs)*, J., Membrane Sci., Vol. 281, pp. 7-41;
18. Ulewicz M., Lesinska U., Bochenska M., Walkowiak W. (2006) *Facilitated transport of Zn(II), Cd(II) and Pb(II) ions through polymer inclusion membranes with calix[4]-crown-6 derivatives*, Sep. Purif. Technol.;
19. Ludwig R., (2000) *Foam separation*, Fresenius J., Anal. Chem., Vol. 367, pp. 103-128;
20. Alexandratos S.D., Stine Ch.L., (2004) *Synthesis of ion-selective polymer- supported crown ethers: a review*, *Reactive & Functional Polymers*, Vol. 60, pp. 3-16;
21. Robak W., Apostoluk W., Maciejewski P., (2006) *Analysis of liquid-liquid distribution constans of nonionizable crown ethers and their derivatives*, Anal. Chim. Acta, Vol. 569, pp.119-131;
22. Walkowiak W., Kang S.I., Stewart L.E., Ndip G., Bartsch R.A. (1990) *Effect of structural variations within lipophilic dibenzocrown ether carboxylic acids on the selectivity and efficiency of competitive alkali metal cation solvent extraction into chloroform*, Anal. Chem., Vol. 62, pp. 2018-2020;
23. Talanova G.G., Elkarim N.S.A., Hanes JR.R.E., Hwang H.S., Rogers R.D., Bartsch R.A. (1999) *Extraction selectivities of crown ethers for alkali metal cations: differences between single species and competitive solvent extractions*, Anal. Chem., Vol. 71, pp. 672-677;
24. Deng Y., Sachleben R.A., Moyer B.A., (1995) *Equilibrium and ring size aspects of the extraction of CsNO₃ by Dicyclohexano-21-crown-7, Dibenzo-21-crown-7, and Bis-[tert-alkylbenzo]-21-crown-7*, J. Chem. Soc., Faraday Trans., Vol. 91, pp. 4215-4222;
25. Koide Y., Terasaki H., Sato S., Shosenji H., Yamada

- K. (1996) *Flotation of uranium from sea water with phosphate ethers of C-undecylcalix[4]resorcinaren'e*, Bull. Chem. Soc. Jpn., Vol. 69, pp. 785-790;
26. Koide Y., Oka T., Imamura A., Shosenji H., Yamada K. (1993) *The selective flotation of cesium ion with resorcinol type calix[4]arenes with alkyl side chains*, Bull. Chem. Soc. Jpn., Vol. 66, pp. 2137-2132;
27. Schulz C., Warr, G.G. (1998) *Comparison of variables in ion and precipitate flotation*, Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 37, pp. 2807-2809;
28. Charewicz W., Grabowska J., Bartsch R.A. (2001) *Flotation of Co(II), Sr(II), and Cs(I) cations with proton-ionizable lariat ethers*, Sep. Sci. Technol., Vol. 36, pp.1479-1494;
29. Ulewicz M., Walkowiak W., Jang Y., Kim J.S., Bartsch R.A. (2003) *Ion flotation of cadmium(II) and zinc(II) in the presence of proton-ionizable lariat ethers*, Anal.Chem., Vol. 75, pp. 2276-2279.
30. Ulewicz M., Walkowiak W., Bartsch R.A. (2006) *Ion flotation of zinc(II) and cadmium(II) with proton-ionizable lariat ethers. Effect of cavity size*, Sep. Purif. Technol., Vol. 48, pp. 264-269;
31. Maciejewski P., Robak W., Ulewicz M., Walkowiak W., (2007) *Proton - ionizable lariat ethers - new generation of collectors in ion flotation process*, Zeszyty Naukowe WSOWL, 3 (145) 2007, 108-127.

Recenzenci
dr inż. Anna Dmochowska
dr inż. Dariusz Dmochowski

dr Tomasz WĘSIERSKI
CNBOP-PIB

WŁAŚCIWE STOSOWANIE OCHRON OSOBISTYCH A BEZPIECZEŃSTWO PRACY

Proper use of personal protection and safety at work

Streszczenie

Praca strażaka wiąże się z szeregiem niebezpieczeństw występujących na miejscu zdarzenia. Jednym z nich jest oddziaływanie bodźca termicznego, który może być przyczyną dyskomfortu pracy, poważnych poparzeń, a w skrajnych przypadkach doprowadzić do śmierci ratownika. Celem niniejszego artykułu jest wykazanie, iż właściwe użytkowanie ubrań specjalnych posiadających odpinaną podpinkę znacznie zmniejsza ryzyko doznania uszczerbku zdrowotnego na skutek oddziaływania bodźca termicznego.

Summary

Work of firemans is connected with a lot of dangerous situations in place of work. One of them is the impact of the thermal stimulus, which can cause discomfort of work, severe burns and in extreme cases lead to the death. The aim of this paper is to demonstrate that the appropriate use of special clothing with removable lining significantly reduces the risk of suffering health prejudice as a result of the impact of the thermal stimulus.

Słowa kluczowe: bodziec termiczny, ubranie specjalne, poparzenia pierwszego stopnia, poparzenia drugiego stopnia, ryzyko pracy strażaka;

Keywords: thermal stimulus, special clothing, First degree burns, second degree burns, the risk of firefighter jobs;

Wstęp

Pomimo, iż % udział pożarów w ostatnich latach w ogólnej liczbie zdarzeń maleje (tabela 1) obserwuje się wyraźny wzrost ilości pożarów obiektów mieszkalnych, które to stanowią największe zagrożenie nie tylko dla poszkodowanych ale i dla ratowników. Liczbę zdarzeń obejmującą sumę pożarów domków jednorodzinnych, obiektów mieszkalnych wielorodzinnych oraz obiektów mieszkalnych w gospodarstwach rolnych na przestrzeni obejmującej lata 1993-2010 przedstawiono na rysunku 1. Nachylenie prostej regresyjnej wyraźnie wskazuje, iż liczba pożarów obiektów mieszkalnych rośnie rocznie przeciętnie o 552 pozycje. Zatem prosto można wywnioskować, iż ryzyko narażenia ratownika na czynniki termiczne w tego typu pożarach wzrasta. Przyjęte założenia nie są przypadkowe. Wymienione grupy pożarów stanowią przeciętnie około 90% wszystkich pożarów obiektów mieszkalnych i są łatwo definiowalne ze względu na miejsce występowania.

Ciekawych wniosków do analizy dostarczyć nam mogą dane dotyczące śmiertelności oraz ilości osób rannych spośród strażaków (tabela 2). Wartość przedziału ufności Δx oraz współczynnik zmienności V_x wyraźnie wskazuje na duży rozrzut i nieprzewidy-

Tabela 1.

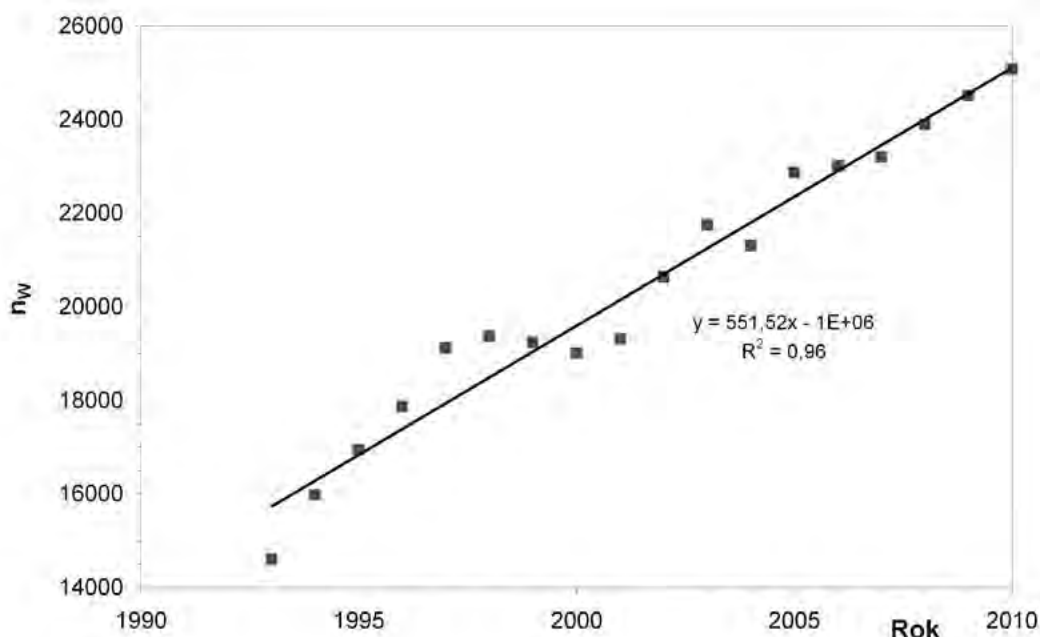
**Liczba zdarzeń (F – pożary w tysiącach,
M – miejscowe zagrożenia w tysiącach)
oraz ich procentowy udział w strukturze
(%F – pożarów, %M – miejscowych zagrożeń)**

| Rok | F [1000] | M [1000] | %F | %M |
|------|----------|----------|------|------|
| 2000 | 135,889 | 122,983 | 52,5 | 47,5 |
| 2001 | 116,602 | 166,912 | 41,1 | 58,9 |
| 2002 | 151,026 | 197,491 | 43,3 | 56,7 |
| 2003 | 220,855 | 169,221 | 56,6 | 43,4 |
| 2004 | 146,728 | 200,553 | 42,3 | 57,7 |
| 2005 | 184,316 | 201,781 | 47,7 | 52,3 |
| 2006 | 165,353 | 261,344 | 38,8 | 61,2 |
| 2007 | 151,069 | 274,624 | 35,5 | 64,5 |
| 2008 | 165,19 | 280,832 | 37,0 | 63,0 |
| 2009 | 159,122 | 277,887 | 36,4 | 63,6 |

walność statystyki w grupie badanej co potwierdzają dodatkowo bardzo niskie współczynniki korelacji regresji R^2 (tabela 3) pomiędzy ilością zdarzeń (pożary, miejscowe zagrożenia), a skutkami (ofiary śmiertelne, ranni). Ich wielkość wyraźnie wskazuje również na zdecydowanie większą nieprzewidywalność ryzyka podczas przebiegu pożarów ($R^2 \sim 0,014$) niż ma to miejsce w przypadku miejscowych zagro-

żeń ($0,2 < R^2 < 0,3$). Analiza ryzyka wyrażająca skutki na 1000 zdarzeń wyrażona poprzez R_{Ms} , R_{Mr} , R_{Fs} , R_{Fr} także wyraźnie wskazuje na wyższą urażowość akcji pożarowych w stosunku do miejscowych za-

grożeń ($R_{Fs}/R_{Ms}=1,47$; $R_{Fr}/R_{Mr}=1,20$). A zatem właściwa ochrona ratownika podczas akcji pożarowych wydaje się niezwykle istotna.



Wykres 1. Sumaryczna liczba pożarów w wybranych grupach obiektów mieszkalnych za okres 1993-2010. Sumowaniu podlegały pożary 1. obiektów mieszkalnych wielorodzinnych 2. domków jednorodzinne 3) obiektów mieszkalnych w rolnictwie

Tabela 2.

Liczba rannych oraz ofiar śmiertelnych oraz ryzyko zajścia skutku na 1000 zdarzeń wśród strażaków w okresie pomiędzy 2000 a 2010 rokiem. Oznaczenia:

| Rok | Miejscowe zagrożenia | | Pożary | | R_{Ms} | R_{Mr} | R_{Fs} | R_{Fr} |
|--------------|----------------------|-------|------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| | śmiertelne | ranni | śmiertelne | ranni | | | | |
| 2000 | 0 | 153 | 2 | 338 | 0,0000 | 1,13 | 0,0163 | 2,75 |
| 2001 | 2 | 181 | 3 | 238 | 0,0172 | 1,55 | 0,0180 | 1,43 |
| 2002 | 0 | 200 | 2 | 268 | 0,0000 | 1,32 | 0,0101 | 1,36 |
| 2003 | 2 | 175 | 5 | 350 | 0,0091 | 0,79 | 0,0295 | 2,07 |
| 2004 | 4 | 188 | 4 | 304 | 0,0273 | 1,28 | 0,0199 | 1,52 |
| 2005 | 2 | 162 | 0 | 315 | 0,0109 | 0,88 | 0,0000 | 1,56 |
| 2006 | 0 | 162 | 3 | 274 | 0,0000 | 0,98 | 0,0115 | 1,05 |
| 2007 | 0 | 262 | 1 | 238 | 0,0000 | 1,73 | 0,0036 | 0,87 |
| 2008 | 1 | 226 | 0 | 271 | 0,0061 | 1,37 | 0,0000 | 0,96 |
| 2009 | 1 | 183 | 1 | 284 | 0,0063 | 1,15 | 0,0036 | 1,02 |
| $\Sigma x =$ | 12 | 1892 | 21 | 2880 | - | - | - | - |
| $x_{sr} =$ | 1,2 | 189,2 | 2,1 | 288,0 | 0,0077 | 1,22 | 0,0113 | 1,46 |
| $S_x =$ | 1,2 | 31,4 | 1,6 | 36,4 | 0,0085 | 0,28 | 0,0092 | 0,55 |
| $\Delta x =$ | 0,8 | 19,5 | 1,0 | 22,5 | 0,0053 | 0,17 | 0,0057 | 0,34 |
| $V_x =$ | 104 | 17 | 75 | 13 | 111 | 23 | 82 | 38 |

R_{Fs} = ilość ofiar śmiertelnych wśród strażaków przypadająca na 1000 pożarów

R_{Fr} = ilość rannych strażaków przypadająca na 1000 pożarów

R_{Ms} = ilość ofiar śmiertelnych wśród strażaków przypadająca na 1000 miejscowych zagrożeń

R_{Mr} = ilość rannych strażaków przypadająca na 1000 miejscowych zagrożeń

$\Sigma x =$ suma; x_{sr} = wartość średnia; S_x = odchylenie standardowe w populacji; Δx = przedział ufności na poziomie istotności $\alpha = 0,05$; V_x = współczynnik zmienności

Tabela 3.
Wartość współczynnika korelacji R² wyrażająca zależność skutek-zdarzenie dla pożarów i miejscowych zagrożeń. Zakres analizy: 2000 – 2009

| | |
|---|----------------|
| Współczynnik korelacji pomiędzy; | R ² |
| ilością ofiar śmiertelnych a ilością pożarów | 0,014 |
| ilością rannych a ilością pożarów | 0,014 |
| ilością ofiar śmiertelnych a ilością miejscowych zagrożeń | 0,229 |
| ilością rannych a ilością miejscowych zagrożeń | 0,290 |

Skutki działania strumienia ciepła

Często stosowanym narzędziem w celu określenia prawdopodobieństwa wystąpienia urazów ponoszonych w skutek działania bodźców zewnętrznych jest wykorzystanie funkcji probitowych [1,2]. Modelowanie tego typu można wykorzystać do obliczenia prawdopodobieństwa nie tylko dla zjawiska strumienia ciepłego ale również dla określenia skutków toksycznych czy też fali ciśnieniowej. Warunkiem stosowania odpowiednich funkcji jest istnienie odpowiedniej bazy literaturowej i doświadczalnej o rozkładach statystycznych wiążących prawdopodobieństwo obrażeń z całkowitą wielkością przyjętej dawki. Należy jednak zauważyć, iż otrzymana wartość określa nam jedynie prawdopodobieństwo wystąpienia co najmniej danego skutku opisanego funkcją, gdyż u organizmów żywych nawet tego samego gatunku ze względu na ich zróżnicowanie osobnicze objawy mogą być stanowczo odmienne. Czas ekspozycji standardowo określany jest dla wartości 10 i 30 sekund zakładając, iż w pierwszym przypadku osoba znajdzie w tym czasie schronienie, natomiast w drugim przypadku osoba nie ewakuuje się natychmiastowo lub też brak jest środków ochrony indywidualnej. Funkcje probitowe wyrażające efekty strumienia ciepłego przedstawione w tym artykule stosuje się dla krótkich czasów ekspozycji.

Równanie probitu (funkcji probitowej) ma ogólną postać:

$$P_r = A + B \ln(L)$$

przy czym;
 P_r - funkcja probitowa będąca miarą procentową ludzi, którzy w wyniku ekspozycji na dany typ obciążenia doznają uszkodzenia opisanego daną funkcją probitową
 A - stała równania probitowego zależna od typu urazu oraz rodzaju obciążenia
 B - stała równania probitowego zależna od typu obciążenia
 L - obciążenie (w naszym przypadku ciepły ładunek obciążający).

Opis działania strumienia ciepła możemy poczynić dla dowolnego typu urazu dla którego dysponujemy danymi eksperymentalnymi. I tak przykładowo dla opisanego oddziaływania strumienia ciepłego ze skutkiem śmiertelnym oraz poparzeń pierwszego stopnia parametry A, B oraz L są następujące;

Należy jednak zauważyć, iż tak przedstawiony opis charakteryzuje jedynie obrażenia wynikłe z działania stałego co do wartości strumienia ciepła. W sytuacji zmiennej wartości strumienia ciepłego obliczenia ładunku obciążającego należy dokonać przez całkowanie dopasowanej funkcji strumienia ciepła w czasie $f=q(t)$ podniesionej do potęgi 4/3 według wzoru;

$$L = \int_0^t q(t)^{4/3} dt$$

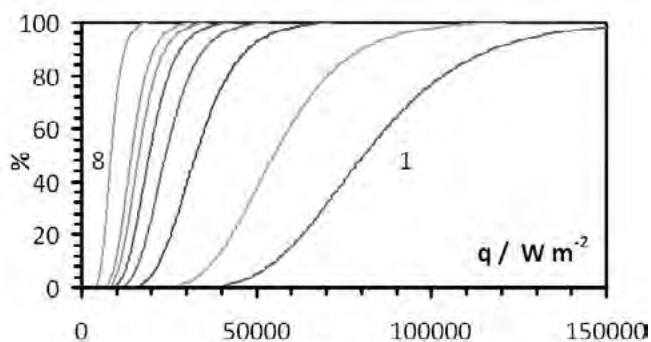
Przekształcając równanie probitu oraz uwzględniając przelicznik miar procentowych możemy wyrazić procentowy udział danego zjawiska (np. śmiertelności, rys 1) w funkcji strumienia ciepła dla ściśle określonego czasu działania. Taki opis jest łatwy do zastosowania w przypadku gdy rozpatrujemy stały strumień ciepła.

W przypadku zmiennego strumienia ciepła poprawny odczyt daje nam wyrażenie procentowego udziału śmiertelności w funkcji dawki promieniowania ciepłego L (rys 2).

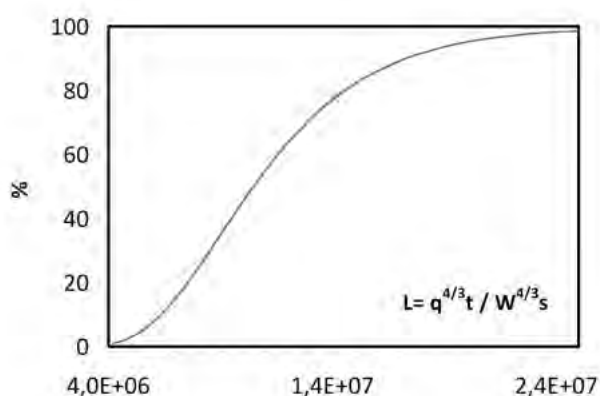
Tabela 4.

Wartości parametrów równań probitowych dla skutku a) zgon (ciało niechronione) b) oparzenia I stopnia (ciało niechronione) c) oparzenia II stopnia (ciało niechronione) [3, 4]

| Skutek \ Parametr | A | B | L | Postać funkcji probitowej dla stałego strumienia ciepła |
|----------------------|--------|--------|------------|---|
| Zgon (nagie ciało) | -36,38 | 2,56 | $tq^{4/3}$ | $P_r = - 36,38 + 2,56 \ln(tq^{4/3})$ |
| Oparzenia I stopnia | -39,83 | 3,0186 | $tq^{4/3}$ | $P_r = - 39,83 + 3,0186 \ln(tq^{4/3})$ |
| Oparzenia II stopnia | -43,14 | 3,0188 | $tq^{4/3}$ | $P_r = - 43,14 + 3,0188 \ln(tq^{4/3})$ |



Ryc. 1. Wykres zależności procentu zgonów (śmiertelności) w funkcji strumienia ciepła [W/m²] przy jego stałym strumieniu dla czasów ekspozycji równych 1) 3 sekundy 2) 5 sekund 3) 10 sekund 4) 15 sekund 5) 20 sekund 6) 25 sekund 7) 30 sekund 8) 60 sekund. Obliczone wartości dotyczą nieosłoniętego ciała



Ryc. 2. Wykres zależności procentu zgonów (śmiertelności) w funkcji dawki promieniowania cieplnego. Obliczone wartości dotyczą nieosłoniętego ciała

Należy jednak przy tym pamiętać, iż stosując akurat wymienione w tym artykule funkcje probitowe otrzymane wartości odnoszą się do nieosłoniętej skóry. Często w literaturze pojawia się słowny opis skutków działania dla danego strumienia ciepła na podstawie obserwacji powstałych w trakcie dużych pożarów. Opisy te są jednak czasami rozbieżne co do działania w porównaniu z funkcjami probitowymi, gdyż obserwacje prowadzono dla ludzi standardowo osłoniętych ubraniem. Przykład takiej analizy przedstawiłem w tabeli 5.

Podczas analizy kilku rodzajów urazów powodowanych przez to samo zjawisko należy uważać aby nie popełnić błędu przy analizie na skutek tzw. efektu podwójnego liczenia. Z takim przypadkiem możemy mieć do czynienia dla opisu działania strumienia ciepła, gdy chcemy oszacować jednocześnie liczbę osób ulegających poparzeniom pierwszego, drugiego, trzeciego stopnia jak i również liczby ofiar śmiertelnych. Ten sam mechanizm szkód powoduje różne typy uszkodzeń w populacji badanej. I tak omawiając uszkodzenia powstałe w wyniku strumienia cieplnego ofiary klasy ulegającej poparzeniu ze skutkiem śmiertelnym są włączeni do klas pozostałych obrażeń. Wynika to z tego, iż dany strumień ciepła u jednej osoby wywoła poparzenia pierwszego stopnia a u innego osobnika może już spowodować śmierć. Zatem np. funkcja probitowa opisująca prawdopodobieństwo zajścia poparzenia pierwszego stopnia mówi nam, iż dany procent osób osiągnie poparzenia przynajmniej tej klasy. Zasymu-

Tabela 5.

Opis skutków oddziaływania dla ludzi i sprzętu narażonego na oddziaływanie strumienia cieplnego. Dane dla ludzi sporządzono na podstawie obserwacji wielkich pożarów i obejmują osoby będące w ubraniu[4]

| Strumień cieplny kW m ⁻² | Skutki dla sprzętu | Skutki dla ludzi |
|-------------------------------------|--|---|
| 1,2 | | - nie stwarza dyskomfortu dla długich ekspozycji |
| 2,1 | | - wartość minimalna dla przekroczenia progu bólu po czasie 1 minuty |
| 4,7 | | - powoduje ból po czasie ekspozycji dłuższym niż 20 sekund - możliwość uszkodzenia ciała w przypadku ekspozycji dłuższej niż 30 sekund |
| 12,6 | - minimalna energia zapłonu drewna - topienie się rur z tworzywa sztucznego - cienka stal może osiągnąć poziom naprężeń termicznych mogących spowodować uszkodzenie strukturalne | - możliwość ofiar śmiertelnych w przypadku dłuższej ekspozycji - duże prawdopodobieństwo uszkodzenia ciała - 1% zgonów w ciągu 1 minuty - 1 stopień poparzenia |
| 23 | - spontaniczne zapalenie się drewna po długim czasie ekspozycji - stal niezabezpieczona osiągnie temperaturę naprężeń mogącego spowodować uszkodzenia - należy dokonać upustów awaryjnych dla zbiorników znajdujących się pod ciśnieniem | - możliwość ofiar śmiertelnych natychmiastowo w przypadku ekspozycji - 100% zgonów po 1 minucie - znaczne urazy po 10 sekundach |
| 35 | - uszkodzenie urządzeń instalacji procesowej - elementy zapalają się w ciągu 1 minuty | - znaczny odsetek ofiar natychmiast po rozpoczęciu ekspozycji - 100% zgonów po 1 minucie - 1% zgonów po 10 sekundach |

lujmy zdarzenie w którym mamy do czynienia z następującym rozkładem urazów wśród poszkodowanych na skutek działania strumienia ciepłego: 97% poparzeń pierwszego stopnia, 8% poparzeń drugiego stopnia, 4% poparzeń 3 stopnia oraz 1% poparzeń ze skutkiem śmiertelnym. Całościowa ilość zdarzeń dałaby nam absurdalny wynik 110%. W rzeczywistości rozkład przedstawiałby się następująco: 97% wszystkich osób ulegających poparzeniu a w tym: 89% poparzeń dotyczących tylko 1 stopnia, 3% poparzeń dotyczących tylko drugiego stopnia, 4% poparzeń dotyczących tylko 3 stopnia oraz 1% ofiar śmiertelnych. Schemat obliczeń funkcjami probitowymi przedstawiony w tym artykule możemy oczywiście zastosować dla dowolnego rodzaju zdarzenia w których chcemy uwzględnić oddziaływanie strumienia ciepła. Warunkiem jest jednak wcześniejsze określenie funkcji strumienia ciepła w czasie.

Część eksperymentalna

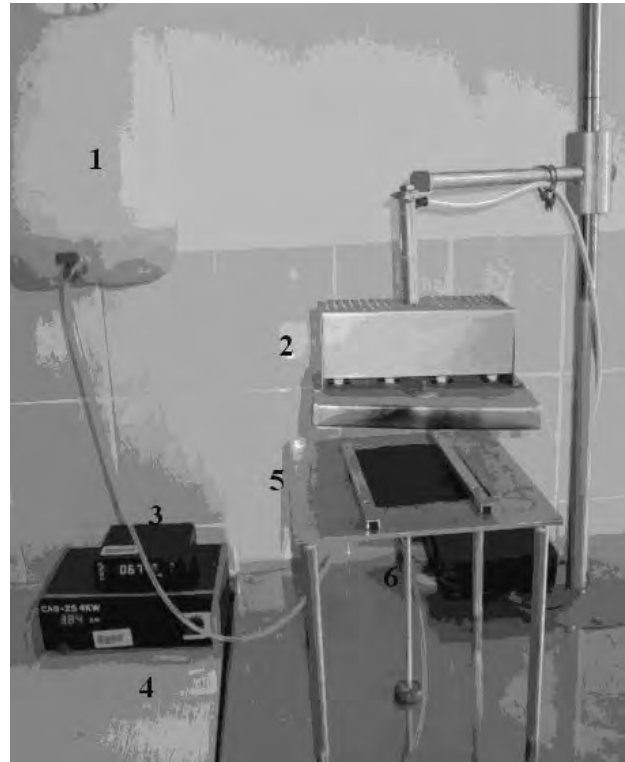
Pomiarów strumienia ciepła dokonano korzystając z zestawu aparaturowego przedstawionego na fotografii 1. Zestaw aparaturowy składał się z czujnika oraz miernika całkowitego strumienia ciepła, zasilacza promiennika ciepła oraz promiennika ciepła. Prawidłową pracę czujnika zapewniało chłodzenie wodą. Materiał badany przykrywający czujnik układany był równomiernie na stelażu. Pomiarów przeprowadzono w każdym cyklu pomiarowym dla nieosłoniętej oraz osłoniętej odpowiednim materiałem badanym powierzchni miernika strumienia ciepła. Przed każdym pomiarem oraz po jego wykonaniu sprawdzano, czy strumień ciepła dochodzący do nieosłoniętej powierzchni posiadał tę samą wartość. W czasie całego cyklu badań wahania wartości nie wynosiły więcej niż $0,2 \text{ kW/m}^2$. Jako stabilną wartość pomiarową określono natężenie promieniowania ciepłego wynoszące $11,6 \text{ kW/m}^2$ co odpowiada temperaturze 400°C . Jest to wartość temperatury panująca w odległości około 2 metrów od otwartych drzwi (1 x 2 m) pomieszczenia w którym panują warunki pożaru rozwiniętego [5]. Regulację wyjściowego strumienia ciepła dokonywano za pomocą wskazania zasilacza promiennika podczerwieni. Miernik strumienia posiadał zakres pomiarowy do 50 kW/m^2 z dokładnością odczytu wynoszącą $0,1 \text{ kW/m}^2$. Czas pomiaru określono na 90 s z interwałem odczytu wynoszącym 5 s przez pierwsze 30 s pomiaru a następnie co 10 sekund. Dla każdego materiału wykonano po trzy serie pomiarowe celem sprawdzenia odtwarzalności wskazań. Każda próbka była ważona z dokładnością do 0,1 g oraz wymiarowana z dokładnością do 1 mm.

Jako materiały badane użyto:

a. koszulkę bawełnianą koloru żółtego o gramaturze $m \pm \Delta m = 135 \pm 2 \text{ g/m}^2$

b. ubranie specjalne bez podpinki o gramaturze $m \pm \Delta m = 564 \pm 5 \text{ g/m}^2$

c. kompletne ubranie specjalne (z podpinką) o gramaturze $m \pm \Delta m = 709 \pm 6 \text{ g/m}^2$



Fot. 1. Zestaw pomiarowy przeznaczony do określenia strumienia ciepła. 1. Chłodzenie czujnika 2. promiennik ciepła 3. miernik strumienia ciepła 4. zasilacz promiennika ciepła 5. stelaż z otworem na czujnik 6. doprowadzenie czujnika

Wnioski

Wyniki eksperymentalne dla wartości strumienia ciepła przechodzącego po czasie t w 90-sekundowym cyklu pomiarowym dla badanych materiałów przedstawiono w tabelach 6-8. Całkowania powierzchni pod krzywą dokonano metodą trapezów. Wartość ładunku ciepłego dochodzącego do nieosłoniętej termopary przy stałym strumieniu ciepła ($11,6 \text{ kW/m}^2$) wynosi $23633053 \text{ [(W/m}^2)^{4/3}\text{s]}$. Wartości odpowiadające funkcjom probitowym dla skutku śmiertelnego oraz poparzeniom pierwszego oraz drugiego stopnia zestawiono w tabeli 9. Odczytane wartości przeliczone na % skutku zestawiono natomiast w tabeli 10. Podane w niej wartości zestawione są w sposób wykluczający efekt podwójnego naliczania.

Otrzymane wartości badań symulacyjnych (dla czasu narażenia 90 s strumieniem ciepła o wartości $11,6 \text{ kW/m}^2$) wyraźnie wskazują, iż użycie podpinki podczas zdarzenia powinno zredukować ryzyko poparzeń prawie 2,5 krotnie (91,6/38). Tak więc sto-

sowanie kompletnych ubrań specjalnych zwłaszcza w przypadku pożarów obiektów mieszkalnych jest czynnikiem koniecznym zapewniającym właściwą ochronę termiczną.

Tabela 6.

Wartość strumienia ciepła q [W/m^2] dochodzącego pod powierzchnię materiału bawełnianego koloru żółtego o gramaturze $m+/-\Delta m=135+/-2 g/m^2$ Cykl pomiarowy 90 s. Sumaryczna wartość docierającego ładunku cieplnego oznaczono jako L_{Σ}

| t [s] | q [W/m^2] | $q^{4/3}$ [$(W/m^2)^{4/3}$] | L [$(W/m^2)^{4/3}s$] |
|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| 0 | 400 | 2947 | |
| 5 | 4667 | 77985 | 202330 |
| 10 | 6567 | 122968 | 502382 |
| 15 | 7000 | 133905 | 642184 |
| 20 | 7100 | 136462 | 675917 |
| 25 | 7150 | 137745 | 685516 |
| 30 | 7133 | 137317 | 687653 |
| 40 | 7167 | 138173 | 1377448 |
| 50 | 7167 | 138173 | 1381729 |
| 60 | 7133 | 137317 | 1377448 |
| 70 | 7100 | 136462 | 1368893 |
| 80 | 7167 | 138173 | 1373174 |
| 90 | 7133 | 137317 | 1377448 |
| $L_{\Sigma} =$ | | | 11652123 |

Tabela 7.

Wartość strumienia ciepła q [W/m^2] dochodzącego pod powierzchnię materiału ubrania specjalnego bez podpinki (gramatura $m+/-\Delta m=564+/-5 g/m^2$) Cykl pomiarowy 90 s. Sumaryczna wartość docierającego ładunku cieplnego oznaczono jako L_{Σ}

| t [s] | q [W/m^2] | $q^{4/3}$ [$(W/m^2)^{4/3}$] | L [$(W/m^2)^{4/3}s$] |
|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| 0 | 400 | 2947 | |
| 5 | 2067 | 26330 | 73194 |
| 10 | 2267 | 29781 | 140277 |
| 15 | 2500 | 33930 | 159277 |
| 20 | 2733 | 38211 | 180353 |
| 25 | 2867 | 40729 | 197349 |
| 30 | 3233 | 47805 | 221335 |
| 40 | 3567 | 54501 | 511530 |
| 50 | 3800 | 59299 | 568998 |
| 60 | 3933 | 62082 | 606903 |
| 70 | 3833 | 59986 | 610341 |
| 80 | 3867 | 60697 | 603415 |
| 90 | 3900 | 61388 | 610426 |
| $L_{\Sigma} =$ | | | 4483399 |

Tabela 8.

Wartość strumienia ciepła q [W/m^2] dochodzącego pod powierzchnię materiału kompletnego ubrania specjalnego (gramatura $m+/-\Delta m=709+/-6 g/m^2$) Cykl pomiarowy 90 s. Sumaryczna wartość docierającego ładunku cieplnego oznaczono jako L_{Σ}

| t [s] | q [W/m^2] | $q^{4/3}$ [$(W/m^2)^{4/3}$] | L [$(W/m^2)^{4/3}s$] |
|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| 0 | 400 | 2947 | |
| 5 | 1233 | 13222 | 40422 |
| 10 | 1367 | 15171 | 70982 |
| 15 | 1400 | 15662 | 77083 |
| 20 | 1767 | 21362 | 92560 |
| 25 | 2200 | 28613 | 124938 |
| 30 | 2400 | 32133 | 151864 |
| 40 | 2433 | 32723 | 324280 |
| 50 | 2433 | 32723 | 327232 |
| 60 | 2466 | 33316 | 330198 |
| 70 | 2433 | 32723 | 330198 |
| 80 | 2400 | 32133 | 324280 |
| 90 | 2433 | 32723 | 324280 |
| $L_{\Sigma} =$ | | | 2518318 |

Tabela 9.

Wartości strumieni dochodzącego ciepła wraz z odpowiadającą wartością probitu dla skutku śmiertelnego, poparzenia I oraz II stopnia

| Materiał badany | Gramatura [g/m^2] | Strumień L_{Σ} [$(W/m^2)^{4/3}s$] | Probit P_a (zgon) | Probit P_a (II st) | Probit P_a (I st) |
|--------------------------------|-----------------------|--|---------------------|----------------------|---------------------|
| Czujnik nieosłonięty | 0 | 23633053 | 7,1 | 8,1 | 11,4 |
| Koszulka bawełniana | 135 | 11652123 | 5,3 | 6,0 | 9,3 |
| Ubranie specjalne bez podpinki | 558 | 4483399 | 2,8 | 3,1 | 6,4 |
| Kompletne ubranie specjalne | 708 | 2518318 | 1,4 | 1,4 | 4,7 |

Tabela 10.

Wartości % skutków działania badanego strumienia ciepła dla skutku śmiertelnego, poparzenia I stopnia, poparzenia II stopnia oraz sumarycznej ilości osób poparzonych

| Materiał badany | % zgonów | % poparzeń II stopnia | % poparzeń I stopnia | Poparzeni sumarycznie |
|--------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Czujnik nieosłonięty | 98,2 | 1,8 | 0,0 | 100,0 |
| Koszulka bawełniana | 62,0 | 22,5 | 15,5 | 100,0 |
| Ubranie specjalne bez podpinki | 1,5 | 1,4 | 88,7 | 91,6 |
| Kompletne ubranie specjalne | 0,0 | 0,0 | 38,0 | 38,0 |

Potrzeba stosowania właściwych ubrań chroniących przed oddziaływaniem strumienia ciepłego uwidacznia się nie tylko w przypadku działań PSP. 18 września 2009 roku w wyniku wybuchu metanu w kopalni „Wujek-Śląsk” w Rudzie Śląskiej doszło do poparzenia 30 górników z których 20 zmarło na skutek obrażeń termicznych. Analiza wykazała, iż jedną z przyczyn wysokiej śmiertelności był sposób pracy górników, którzy ze względu na wysoką temperaturę i wilgotność często pracują w spodniach lub tylko nawet w samej bieliźnie [6]. Efekt braku stosowania jakichkolwiek ochron osobistych można również zauważyć analizując wyniki otrzymane dla nieosłoniętej czujki i dla osłoniętej materiałem pochodzącym z koszulki bawełnianej o gramaturze 135 g/m². Symulacja wskazuje, iż ubranie zwykłej koszulki bawełnianej zmniejsza ryzyko wystąpienia śmierci w analizowanym przypadku prawie o 30% w porównaniu do ciała nieosłoniętego.

Literatura

1. Borysiewicz M., Furtek A., Potemski S., *Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi*, Instytut Energii Atomowej Otwock – Świerk 2000;

2. Khan F. I., Abbasi S.A., *Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol 11 Issue 4 (1998) 261 – 277;
3. van den Bosch C.J.H., Weterings R.A.P.M., *Methods for the Calculation of Physical Effects*, Committee for the Prevention of Disasters, CPR 14E (TNO “Yellow Book”), The Hague, 2005 (Third edition);
4. Borysiewicz M., Furtek A., Potemski S., *Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi*, Instytut Energii Atomowej Otwock – Świerk 2000;
5. Grabski R., Brein D., Pasch U., Neske M., Kunkelman J., Brandschutzforschung der Bundesländer. Bericht Nr. 161. Anforderungen und Prüfmethode für die Persönlichen Schutzausrüstungen der Feuerwehreinsatzkräfte im Brandeinsatz. Abschlussbericht. Teilschritt 1;
6. http://katowice.gazeta.pl/katowice/1,35063,7163298,Gornicy_z_holdingu_beda_testowac_zaroodporna_bielizne.html.

Recenzenci

dr hab. Marzena Pólka, prof. SGSP
dr inż. Waldemar Jaskółowski

mł. bryg. mgr inż. **Jacek ZBOINA**
Zastępca Dyrektora CNBOP PIB
ds. certyfikacji i dopuszczeń

OCENA ZGODNOŚCI WYROBÓW STOSOWANYCH W OCHRONIE PRZECIWPÓŻAROWEJ W PRAKTYCE – SYSTEMY KONTROLI DOSTĘPU

Conformity assessment of products used in fire protection in practice - access control systems

Streszczenie

W artykule przedstawiono podstawy prawne i wymagania techniczno-użytkowe stawiane elementom systemów kontroli dostępu na potrzeby uzyskania świadectwa dopuszczenia zgodnie z rozporządzeniem MSWiA (Dz. U Nr 85 poz. 553). W artykule nawiązano do nowelizacji tego rozporządzenia w 2010 roku i przedstawiono najważniejsze wprowadzone przez nowelizację zmiany dla central kontroli dostępu. W artykule opisano także wymagania techniczne dla elementów systemów kontroli dostępu konieczne do spełnienia w celu uzyskania dopuszczenia wydawanego przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej Państwowy Instytut Badawczy.

Summary

The article presents the legal and technical requirements placed on the elements of utility and access control systems in order to obtain the approval certificate in accordance with Ministry Regulation (Journal of Laws No. 85. 553). The article refers to the revision of the Regulation and Administration in 2010 and presents the most important changes introduced by an amendment to the central access control. The article also describes the technical requirements for access control system components necessary to meet in order to obtain a approval issued by the Scientific and Research Centre for Fire Protection National Research Institute.

Odpowiadając na potrzeby, a także wychodząc z nowymi propozycjami, dokonaliśmy zmian w rozdziale naszego kwartalnika zatytułowanym CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE. Od bieżącego numeru rozdział ten będzie zawierał artykuły z zakresu szeroko rozumianej oceny zgodności, w szczególności wyrobów, w których będą prezentowane aktualności i wybrane ważne zagadnienia związane z tym obszarem działalności. Tak więc w kolejnych numerach kwartalnika CNBOP PIB, właśnie w tym rozdziale, dostępne będą ważne informacje na temat zmieniających się przepisów dot. oceny zgodność, dokumentów odniesienia, zmian wymagań dla wyrobów, procedur postępowania przewidzianych w procesach certyfikacji i dopuszczeń, a także wybranych aspektów technicznych i innych związanych z tym zagadnieniem. Zmiana ta jest szczególnie istotna ze względu na liczne zapytania kierowane do CNBOP PIB dotyczące powyższej tematyki. Jak pokazuje praktyka, w zakresie oceny zgodności wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej, pojawia się wiele problemów związanych z właściwym określeniem wymagań dla nich, w tym sto-

sowaniem przepisów, dokumentów normatywnych, a także ich interpretacją. Nie mniejszych problemów przysparzają nowelizacje przepisów i zmiany w dokumentach normatywnych. Faktem jest również, iż już od dawna najważniejsze „wydarzenia” w tym zakresie były opisywane na łamach naszego Kwartalnika. Przykładem może być choćby artykuł¹ dotyczący nowelizacji rozporządzenia MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002)². W 2007 i 2008 roku na łamach kwartalnika szczegółowo przedstawialiśmy istotę ówczesnych zmian i nowego syste-

¹ Kowalski M., Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008, s.17

² Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27.04.2010 zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U Nr 85 poz. 553)

mu dopuszczeń wprowadzonego rozporządzeniem MSWiA.. Jednym z wartych przywołania artykułów na ten temat jest bez wątpienia publikacja Pana nadbryg. Marka Kowalskiego Z-cy Komendanta Głównego PSP zatytułowany „Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej”, w którym opisano główne kierunki zmian, jakie przyświecały nowelizacji rozporządzenia MSWiA dot. świadectw dopuszczenia.

Tak więc w celu pełniejszej prezentacji zagadnień oceny zgodności to właśnie artykuły w rozdziale kwartalnika CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE, zamiast dotychczasowych wykazów, przedstawiać będą w kolejnych numerach naszego kwartalnika między innymi: jakie praktyczne znacznie dla poszczególnych wyrobów ma przywołana powyżej nowelizacja rozporządzenia dot. świadectw dopuszczenia? W tym numerze w kilku słowach o systemach kontroli dostępu. Na wstępie wspomnieć należy, iż nowelizacja rozporządzenia MSWiA miała na celu przede wszystkim dostosowanie wymagań dla wyrobów do wciąż zmieniających się potrzeb jednostek ochrony przeciwpożarowej, przy jednoczesnym zdefiniowaniu wymagań przez samych użytkowników, tj. strażaków-ratowników. Założono, iż nowelizacja wymagań nie może powodować obniżenia poziomu ochrony strażaków-ratowników, ratowanych, a także nie może powodować obniżenia poziomu ochrony przeciwpożarowej w obiektach budowlanych, a tym samym możliwości prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych w tych obiektach przy wykorzystaniu technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych. Wymagania zostały sformułowane w taki sposób, aby nie narzuć konkretnych rozwiązań, a jedynie definiować potrzeby użytkownika, pozostawiając producentowi wyrobu całkowitą swobodę projektowania i rozwiązań konstrukcyjnych. Niemniej ważnym założeniem nowelizacji było ograniczenie wymagań do tych najważniejszych, usunięcie wymagań nieprecyzyjnych, usunięcie wymagań aktualnie już nieistotnych dla straży pożarnej. Najważniejsze wymagania techniczno –użytkowe (WTU) dla systemów kontroli dostępu zapisano w pkt. 11.6 dla central kontroli dostępu, a dla interfejsów przejść kontrolowanych w pkt. 11.7 załącznika do rozporządzenia MSWiA.³

Warte podkreślenia jest przede wszystkim, iż obowiązkiem uzyskania świadectwa dopuszczenia objęte są centrale kontroli dostępu współpracujące z urządzeniami przeciwpożarowymi, co wprost wynika z punktu 11.6 rozporządzenia. Tym samym świadectwo dopuszczenia jest wymagane dla tych central kontroli dostępu, które współpracują z urzą-

dzeniami przeciwpożarowymi takimi jak np. system sygnalizacji alarmu pożarowego. Istota zmiany (nowelizacji) w odniesieniu do tych wyrobów polega na tym, iż pozostałe centrale kontroli dostępu stosowane w sposób niezależny, które nie współpracują z urządzeniami przeciwpożarowymi, nie są objęte tym obowiązkiem. Decydujące zatem są tutaj warunki stosowania – współpraca z urządzeniami przeciwpożarowymi, a taki zakres dopuszczanych wyrobów dookreśliła nowelizacja rozporządzenia z 2010 roku.

Ogólne wymagania dla central kontroli dostępu współpracujących z urządzeniami przeciwpożarowymi nie uległy istotnym zmianom i opisuje je między innymi norma PN-EN 50133-1 w następującym zakresie: podziału i oznaczenia, realizacji procedury sterowania i nadzoru elementów składowych systemu kontroli dostępu, wymagań funkcjonalnych.

Do ważniejszych wymagań szczegółowych należą:

- Centrala powinna posiadać rozwiązania konstrukcyjne umożliwiające wprowadzenie systemu w stan bezpieczeństwa po odebraniu sygnału inicjującego z centrali sygnalizacji pożarowej (CSP) i/lub ręcznie przez osoby uprawnione. Jako stan bezpieczeństwa rozumie się odblokowanie (otwarcie) wszystkich przejść kontrolowanych na drogach komunikacyjnych w celu umożliwienia swobodnej ewakuacji osób przebywających w obiekcie w przypadku pożaru lub innego miejscowego zagrożenia oraz zapewnienia dostępu do obiektu ekipom ratowniczym.
- System kontroli dostępu może być stosowany na drogach ewakuacyjnych jeżeli zapewni w razie pożaru lub awarii systemu automatyczne i ręczne, samoczynne otwarcie przejść kontrolowanych, bez możliwości ich blokowania i pozostanie ich w stanie otwartym. (Jak widać powyższe wymaganie jest szczególnie ważne z punktu widzenia zasad stosowania systemu na drogach ewakuacyjnych.)

Wymagana funkcjonalne dla central kontroli dostępu współpracujących z urządzeniami przeciwpożarowymi to między innymi:

- Stan bezpieczeństwa powinien posiadać najwyższy priorytet przy przetwarzaniu sygnałów.
- Czas niezbędny do przetwarzania sygnałów związanych z wprowadzaniem stanu bezpieczeństwa nie powinien przekraczać 10 s.
- Centrala kontroli dostępu powinna posiadać wyjście umożliwiające przekazanie zwrotnego sygnału potwierdzającego wprowadzenie stanu bezpieczeństwa.(zadziałania) Centrala powinna uruchomić wyjście w ciągu 3 s od zasygnalizowania stanu bezpieczeństwa. Wyjście powinno być w stanie aktywnym do chwili skasowania stanu bezpieczeństwa.

³ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27.04.2010 zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U Nr 85 poz. 553)

- Centrala kontroli dostępu powinna sygnalizować, co najmniej w sposób optyczny, wprowadzenie stanu bezpieczeństwa oraz umożliwiać łatwą identyfikację wszystkich zablokowanych (zamkniętych) przejść kontrolowanych. W przypadku central zintegrowanych z interfejsem przejścia kontrolowanego wymagania dla central określa pkt 5.2.5 normy PN-EN 50133-1.
- Centrala powinna posiadać oznaczenia, opisy i podawać komunikaty w języku polskim.
- Do urządzenia powinna być dołączona opracowana przez producenta w języku polskim instrukcja przeprowadzenia odpowiednich prób i badań potwierdzających prawidłowość jego działania w systemie po zainstalowaniu w obiekcie. (W przypadku tego wymagania najistotniejsze wydaje się, aby przedmiotowa instrukcja pozwalała na zweryfikowanie poprawności działania systemu po jego zainstalowaniu w konkretnym obiekcie. Poprawność działania systemu jest to jednym z ważniejszych zagadnień, jednak niestety dość często bagatelizowanym przy projektowaniu, instalowaniu i eksploatacji systemów bezpieczeństwa).

Warto również zwrócić uwagę na wymagania w zakresie odporności i wytrzymałości na oddziaływanie środowiska – w zakresie parametrów eksploatacyjnych centrala kontroli dostępu powinna wykazywać właściwości odpornościowe i wytrzymałościowe określone w normie PN-EN 50133-1, przy ostrości narażeń właściwej dla I (grupy) klasy środowiskowej

Kolejne to wymagania w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej oraz zabezpieczenia elektrycznego – centrala powinna spełniać wymagania normy PN-EN 55022 w zakresie emisji oraz normy PN-EN 50130-4 w zakresie odporności na zakłócenia pochodzenia elektromagnetycznego. W zakresie zabezpieczenia elektrycznego centrala powinna spełniać wymagania normy PN-EN 60950-1.

W pkt. 11.7 załącznika do rozporządzenia MSWiA jw. określono wymagania dla interfejsów przejść kontrolowanych. Najważniejsze z nich to:

Zgodnie z normą PN-EN 50133-1 w zakresie klasyfikacji i oznaczenia, sterowania przejściem kontrolowanym. Dodatkowo, wyjście sterujące interfejsu przejścia kontrolowanego powinno być aktywowane w chwili wprowadzenia systemu w stan bezpieczeństwa lub wysterowania wejścia najwyższego priorytetu, w wyniku czego następuje otwarcie przyporządkowanego przejścia kontrolowanego. Interfejs powinien posiadać także dedykowane wejście najwyższego priorytetu przeznaczone do awaryjnego otwarcia przejścia kontrolowanego „na żądanie”. Linia wejściowa powinna być monitorowana.

Interfejs powinien umożliwiać realizację funkcji awaryjnego otwarcia przyporządkowanego prze-

ścia kontrolowanego w celu umożliwienia swobodnej ewakuacji użytkowników obiektu w następujących przypadkach:

- uaktywnienia wejścia najwyższego priorytetu;
- przerwy lub zwarcia w torze transmisji pomiędzy interfejsem a centralą kontroli dostępu, o ile interfejs nie jest przeznaczony do użytkowania z rezerwowym źródłem zasilania;
- zaniku zasilania podstawowego;
- błędu w realizacji programu (dotyczy interfejsów sterowanych programowo).

Interfejsy przejścia kontrolowanego powinny posiadać oznaczenia i opisy w języku polskim.

Wymagania w zakresie odporności i wytrzymałości na oddziaływanie środowiska - interfejs powinien wykazywać właściwości odpornościowe i wytrzymałościowe określone w normie PN-EN 50133-1, przy ostrości narażeń właściwej dla III (grupy) klasy środowiskowej. Wymagania w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej oraz zabezpieczenia elektrycznego - Interfejs powinien spełniać wymagania normy PN-EN 55022 w zakresie emisji oraz normy PN-EN 50130-4 w zakresie odporności na zakłócenia pochodzenia elektromagnetycznego. W zakresie zabezpieczenia elektrycznego interfejs powinien spełniać wymagania normy PN-EN 60950-1.

Należy podkreślić, iż prezentowane powyżej WTU dla central kontroli dostępu i tym samym obowiązek uzyskania świadectwa dopuszczenia określono już we wcześniejszym rozporządzeniu MSWiA (Dz. U. Nr 143 poz. 1002 z 2007 roku) Tym samym wymaganie prawne uzyskania świadectwa dopuszczenia CNBOP PIB dla wyrobu – centrale kontroli dostępu obowiązuje od 2007 roku. Nowelizacja rozporządzenia jw. z dnia 27.04.2010 (Dz. U Nr 85 poz. 553) wprowadziła kilka zmian w WTU dla tego wyrobu.

Mając na uwadze powyższe wymagania należy stwierdzić, iż tylko takie centrale kontroli dostępu, które spełniają powyższe wymagania mogą otrzymać świadectwo dopuszczenia CNBOP PIB. Tym samym tylko takie centrale mogą być stosowane do współpracy z urządzeniami przeciwpożarowymi. Dlatego warto nadmienić, iż CNBOP PIB prowadzi procesy dopuszczenia tych wyrobów i wydało już pierwsze świadectwo dopuszczenia dla central kontroli dostępu współpracujących z urządzeniami przeciwpożarowymi. Więcej informacji w zakresie nowelizacji rozporządzenia MSWiA oraz wyrobów objętych zakresem rozporządzenia MSIWA, aktualnie wymaganych dokumentów, które potwierdzają zgodność wyrobów, wymagań techniczno-użytkowych i innych, w sposób syntetyczny i przystępny dla czytelnika, przedstawione zostały w dokumentach - standardach CNBOP: ocena zgodności, które są dostępne bezpłatnie na stronie internetowej

CNBOP w zakładce http://www.cnbop.pl/dzialy/ts/standardy_cnbop.

Kolejne artykuły autorów z CNBOP - PIB dotyczące oceny zgodności wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej w kolejnych numerach naszego kwartalnika.

Literatura

1. Ustawa z dnia 30.08.2002 roku o systemie oceny zgodności Dz. U. Nr 166 poz.1360;
2. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U.04.92.881);
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27.04.2010 zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U Nr 85 poz. 553)
4. Standardy CNBOP: Ochrona przeciwpożarowa - ocena zgodności wyrobów budowlanych służących do ochrony przeciwpożarowej CNBOP-0001 2010;
5. Standardy CNBOP: Ochrona przeciwpożarowa- ocena zgodności wyrobów wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej CNBOP-0002 2010
6. Kowalski M., *Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008, s.17;
7. Zboina J., *Istotne zmiany w ocenie zgodności wyrobów*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 03/2007, str. 135.

Recenzenci

bryg dr inż. Waldemar Wnęk

st. bryg mgr inż. Piotr Wojtaszewski

Кандидат физико-математических наук **КИЦАК А.И.**
Кандидат физико-математических наук **ПОЛЯКОВ В.Е.**
Кандидат физико-математических наук **ЕСИПОВИЧ Д.Л.**
Научно-исследовательский институт пожарной безопасности
и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь

СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ПОВЫШЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ

Fire detection system with increased electromagnetic hindrances resistance

Содержание

Приведено описание оптической схемы лазерного оптоволоконного дымового извещателя, обеспечивающего повышенную устойчивость к воздействию электромагнитных полей системе пожарной сигнализации, использующей его в качестве средства обнаружения пожара. Обнаружение дыма данным извещателем осуществляется по реакции приемника излучения на уменьшение регистрируемой им интенсивности светового потока, вследствие частичного поглощения и рассеянии на частицах дыма. Высокая помехоустойчивость системы пожарной сигнализации с лазерным оптоволоконным дымовым извещателем обусловлена отсутствием подводимых к извещателю от прибора приема-контрольного длинных электропроводных линий питания и связи, играющих роль эффективных приемных антенн случайных электромагнитных полей. Изложены результаты апробации работоспособности предложенной схемы извещателя, свидетельствующие о надежности и высокой чувствительности обнаружения пожара

Summary

There is a description of the optical scheme of the laser fibre-optical smoke detector that provides increased electromagnetic fields stability in the fire alarm system using it as a fire detecting facility. Smoke detection by means of this detector is realized according to the radiation receiver reaction to the reduction of the light flux intensity registered by this receiver owing to partial absorption and dispersion on smoke particles. High noise immunity of the fire alarm system with the laser fibre-optical smoke detector is caused by the absence of the long electrically conducting supply and communication lines inputted to the detector from the receiving-monitoring device. Supply and communication lines play a part of the effective receiving aeriels of the casual electromagnetic fields. Approbation results of the working capacity of the offered scheme are represented

Ключевые слова: лазерный оптоволоконный извещатель, помехоустойчивость, электромагнитное поле;

Keywords: laser fibre-optical detector, noise immunity, electromagnetic field;

Введение

Основными требованиями, предъявляемым к качеству функционирования современных систем пожарной сигнализации (далее - СПС), являются высокая чувствительность и надежность обнаружения пожара с минимальной вероятностью появления извещений о пожаре при отсутствии возгорания (ложных сигналов). Одной из причин появления ложных сигналов является воздействие на чувствительные элементы СПС (например, входные и выходные каскады усиления извещателей [1]) случайных электромагнитных полей различного происхождения, индуци-

рующих импульсы тока, воспринимаемые в качестве сигнала о возгорании. Высокая восприимчивость извещателей к электромагнитным полям обусловлена работой их, как правило, на предельных чувствительностях и отсутствием эффективного экранирования. Вследствие этого возникающие в цепях СПС наведенные токи и напряжения могут быть сопоставимыми с уровнями токов и напряжений, сигнализирующих о пожаре. Проблема помехоустойчивости СПС постоянно усугубляется. Связано это с одной стороны с бурными темпами развития полупроводниковых технологий, приводящих к миниатюризации электронных компонентов и как следствие снижению

уровня управляющих сигналов, и с другой стороны – ростом уровней электромагнитных помех вследствие увеличения мощности современных средств коммуникации и энергонасыщенности производств.

Наиболее частой причиной появления ложных сигналов о пожаре является реакция электронных компонентов пожарной сигнализации на электромагнитные помехи, наведенные в линиях связи. Ввиду того, что протяженность линий связи (шлейфов сигнализации) может достигать сотен метров, напряжение индуцированного импульса помехи иногда составляет десятки, а то и больше вольт. Минимизировать влияние электромагнитных помех на работу СПС возможно организацией передачи извещений о пожаре по беспроводным (радиоканальным) линиям связи [2, 3]. Следует заметить, что такая помехоустойчивость сохраняется только в случае отсутствия преднамеренного искажения передаваемой информации сторонними техническими средствами, работающими на частоте передачи сигнала извещения. В связи с этим актуален поиск новых технических решений, позволяющих обеспечить высокую помехоустойчивость СПС при работе в сложной электромагнитной обстановке. Целью проведенной работы являлась разработка

схемы дымового пожарного извещателя, способного обеспечить устойчивую работу СПС в условиях, характеризующихся повышенным уровнем электромагнитных помех.

Оптическая схема лазерного оптоволоконного дымового извещателя

Формирование электрического сигнала о пожаре предлагаемой схемой извещателя осуществляется также как и в классическом линейном дымовом оптическом извещателе вследствие изменения (ослабления) интенсивности регистрируемого фотоприемником извещателя прямопрошедшего через дым светового потока. Особенностью предлагаемой конструкции извещателя является то, что в качестве источника излучения используется малогабаритный полупроводниковый лазер. Высокая направленность лазерного излучения позволяет канализировать его в оптоволокну и осуществить доставку по нему излучения в контролируемую область пространства. Аналогичным образом по оптоволокну излучение, прошедшее контролируемую зону, доставляется на приемник излучения, который вместе с источником и электронным устройством обработки сигнала может располагаться вдали от

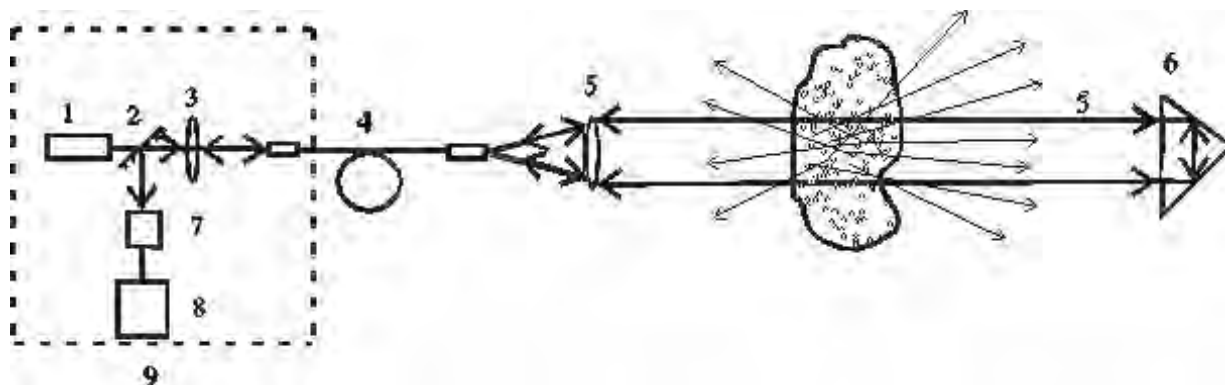


Рис. 1. Оптическая схема двухпроходного лазерного оптоволоконного дымового извещателя

1-полупроводниковый лазер, 2-полупрозрачная пластинка, 3, 5- короткофокусные линзы, 4-оптоволокну, 6-световозвращающий элемент, 7-приемник излучения, 8-контролер, 9-ППКП

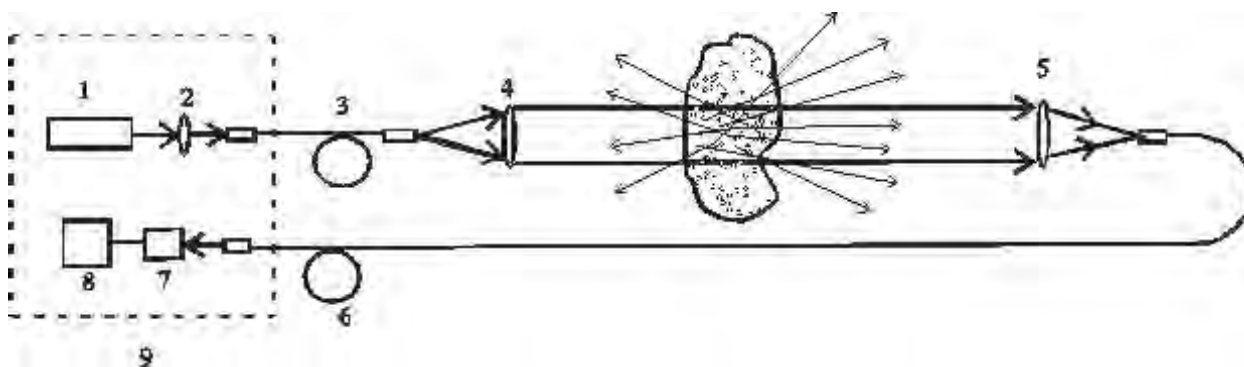


Рис. 2. Оптическая схема однопроходного лазерного оптоволоконного дымового извещателя

1-полупроводниковый лазер, 2,4,5-короткофокусные линзы, 3,6-оптоволокну, 7-приемник излучения, 8-контролер, 9-ППКП

объекта защиты, например, на пункте централизованного наблюдения в корпусе прибора приемно-контрольного пожарного (далее - ППКП), изготовленном из материала с хорошими экранирующими свойствами. При этом предполагается схемно-техническое сопряжение источника, приемника излучения и блока обработки сигнала извещателя с узлами питания и приема ППКП.

Предложены два модификации лазерного оптоволоконного дымового извещателя, оптические схемы которых представлены на рисунках 1 и 2.

В первом варианте оптической схемы извещателя (рис. 1) излучение полупроводникового лазера 1, пройдя полупрозрачное зеркало 2, вводится с помощью короткофокусной линзы 3 в оптоволокно 4. По данному оптоволокну излучение переносится к контролируемой области пространства. Линза 5 формирует параллельный пучок излучения, который, пройдя через зону контроля, попадает на светоотражающий элемент 6 (например, уголковый отражатель). Излучение, отраженное от данного элемента в направлении, строго обратном падающему на него, возвращается к линзе 5 и вводится обратно в оптоволокно 4. Пройдя по нему, часть излучения отражается от полупрозрачного зеркала 2 и регистрируется приемником 7. Появившийся фототок анализируется контролером 8, сопряженным с ППКП 9. Излучение, рассеянное на частицах дыма, фильтруется малой апертурой волноводной сердцевины оптоволоконна и практически не регистрируется приемником излучения. Вторая модификация оптической схемы извещателя (рис.2) отличается от первого варианта тем, что параллельный пучок, пройдя контролируемую зону, вводится линзой 6 в дополнительный отрезок многомодового оптоволоконна 6, по которому оно транспортируется к приемнику 7 и регистрируется им. При появлении дыма происходит ослабление интенсивности излучения, проходящего через задымленную зону вследствие поглощения и рассеяния его на аэрозольных частицах продуктов горения. Уровень данного ослабления постоянно контролируется по разности сигналов, регистрируемых приемниками 7 в отсутствии дыма и при его наличии. Когда ослабление интенсивности излучения достигает определенного значения, называемого порогом, блок обработки 8 выдает сигнал на ППКП, который формирует состояние «Пожар».

Отсутствие длинных электропроводных линий питания и связи, подводимых к источнику и приемнику излучения оптоволоконного извещателя от ППКП, обеспечивает высокую помехоустойчивость СПС, формируемой на базе данного извещателя. При этом дополнительные контролируемые СПС направления могут формиро-

ваться от одного мощного источника излучения при помощи стандартных оптоволоконных разветвителей излучения.

Эксперимент

Для апробации работоспособности предлагаемой конструкции извещателя и оценки эффективности обнаружения задымленности был проведен модельный эксперимент по схеме рис. 2. В качестве источника излучения использовался непрерывный полупроводниковый лазер типа ML1016R, мощностью 30 мВт, генерирующий излучение с длиной волны $\lambda = 658$ нм. Излучение лазера вводилось в оптоволокно микрообъективом 2 с фокусным расстоянием $f = 10$ мм и числовой апертурой, равной 0,3. Для передачи излучения в контролируемую зону использовалось многомодовое оптоволокно 3 из кварца с диаметром сердцевины ~ 60 мкм и длиной ~ 1 м. Параллельный пучок формировался линзой 4 с фокусным расстоянием $f = 15$ мм, и числовой апертурой 0,25. Пройдя контролируемую зону пространства, световой пучок заводился в оптоволокно 7 линзой 6 с оптическими параметрами, совпадающими с параметрами линзы 4. Оптические параметры оптоволоконна 7 были такими же, как и оптоволоконна 3. Длина его равнялась ~ 100 м. Приемником излучения служил фотодиод типа ФД-24, соединенный с запоминающим осциллографом С8-38. Имитация задымленности осуществлялась введением в световой пучок между линзами 4 и 6 нейтральных фильтров известной плотности. В ходе измерений регистрировались уровни сигналов и шумов приемного канала фотодиод - усилитель осциллографа, формируемые потоками излучения различной интенсивности. Средняя мощность излучения падающего на фотодиод в отсутствие фильтров между линзами 4 и 6 равнялась 0,01 мВт. Минимальное ослабление излучения, произведенное внесением аттенюатора в пучок, при котором был зарегистрирован сигнал, отличавшийся от сигнала, полученного в отсутствие фильтра на величину, равную двойной амплитуде шума измерительного тракта, составило 0,3 дБ.

Выводы

Полученные результаты модельного эксперимента подтвердили работоспособность предложенной конструкции дымового оптоволоконного извещателя. Применение лазерного источника излучения и оптоволоконна позволяет отказаться от использования длинных электропроводных линий питания и связи передатчика и приемника излучения извещателя с ППКП и, таким образом, обеспечить высокую помехоустойчивость

СПС. К достоинствам предложенной конструкции извещателя можно отнести также его высокую защищенность от посторонних засветок, связанную с малым размером приемной апертуры световолокна (~60 мкм), взрывопожарную безопасность (отсутствие электрических цепей) и термическую стойкость (температура плавления кварца ~ 800⁰ С).

Литература

1. Зайцев А.В., Неплохов И.Г. *Ложные срабатывания в системах пожарной сигнализации (Часть 1, 2)* / А.В. Зайцев//Системы безопасности. 2009, № 4, № 5;

2. Макаров С.Б., *Устойчивость систем пожарной сигнализации к электромагнитным помехам* / С.Б.Макаров // Системы безопасности. 2009, № 2, С. 170-172;

3. Здор В., Рыбаков И., *Преимущества и недостатки радиоканальных систем пожарной автоматики* / В.Здор//Алгоритм безопасности. 2008, № 2. С. 23-25.

Recenzenci

prof. dr hab. inż. Marek Konecki
dr inż. Stefan Wilczkowski

st. bryg. mgr inż. **Robert CZARNECKI**
CNBOP-PIB

BEZPIECZEŃSTWO PRACY NA DRABINIE

Portable ladders - safety of work

Streszczenie

Opracowanie poświęcone jest bezpieczeństwu pracy z przenośnymi drabinami pożarniczymi. Na wstępie wymieniono przepisy prawa dotyczące bezpiecznej eksploatacji drabin a następnie podano przykłady prawidłowego i nieprawidłowego stosowania drabin pożarniczych.

Summary

This elaboration gives an account of Health and Safety issues during operations where the portable ladders for fire service are being used. At the beginning, there is a list of relevant policies and procedures regarding safety of the ladders exploitation, which followed by the examples of appropriate as well as inappropriate ways of handling ladders for fire service.

Praca na wysokości prowadzona z zastosowaniem drabin pożarniczych wiąże się z niebezpieczeństwem upadku. Przyczyną upadku może być niewłaściwe sprawienie drabiny, nieprawidłowa asekuracji drabiny oraz czynniki zewnętrzne takie jak silny wiatr, siła reakcji podawanego prądu wodnego z prądownicy, nieprawidłowe lub całkowity brak zabezpieczenia ratownika i/lub linii gaśniczej na drabinie.

Przepisy prawne dotyczące bezpieczeństwa podczas pracy na drabinie

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. z dnia 10 października 2008 r. Nr 180 poz. 1115 w paragrafie 40 zwraca uwagę na:

- stateczność ustawienia i zabezpieczenia drabin;
- kompletność wyposażenia, prawidłowe założenie i stosowanie przez ćwiczących środków ochrony indywidualnej;
- zapewnienie asekuracji ćwiczących w miejscach grożących upadkiem oraz stałą kontrolę prawidłowego zabezpieczenia.

Paragrafy od 86 do 91 poświęcone są:

- zabezpieczeniu strażaka przed upadkiem z wysokości;
- sprawdzaniu stabilności drabiny;
- zabezpieczeniu przed zmianą położenia;
- wyposażeniu strażaka w szelki bezpieczeństwa z pasem biodrowym;

- zabezpieczeniu linii węzowej na drabinie podpinką węzową;
- sposobom ustawiania drabiny przy ścianach budynków.

W instrukcjach obsługi drabin pożarniczych wszyscy producenci zwracają uwagę na zachowanie szczególnej ostrożności podczas stosowania drabin w trudnym terenie typu, grząski, piaszczysty grunt, przy silnym wietrze oraz podczas prowadzenia linii gaśniczych po drabinie.

Analiza wypadków z użyciem drabin przenośnych wykazuje, że najczęściej wypadków następuje podczas sprawiania i korzystania z drabin w trudnym terenie typu, grząski, piaszczysty grunt, przy silnym wietrze oraz podczas prowadzenia linii gaśniczych po drabinie.

Również często pośpiech, stres wywołany zagrożeniem lub ewentualne błędy w obsłudze drabin jest przyczyną większości wypadków powstałych podczas użytkowania drabin pożarniczych. W celu wyeliminowania najczęstszych przyczyn i sytuacji, w jakich powstają wypadki z drabinami przenośnymi, omówiono i przygotowano materiał przedstawiający typowe niebezpieczne sytuacje, jakie mogą zdarzyć się podczas eksploatacji drabin.

Transport

Producenci drabin w instrukcjach obsługi zalecają transport drabiny na miejsce sprawiania przeważnie przez cztery lub dwie osoby, co może mieć wpływ na bezpieczeństwo zarówno dla osób transportujących drabinę jak i osób postronnych.

Zabroniony jest natomiast transport drabiny przez jedną osobę tak jak to przedstawiono na fotografii nr 1.



Fot. 1. Nieprawidłowy transport drabiny

Sprawianie

Jedną z najczęstszych przyczyn wypadków z zastosowaniem drabin są błędy w wyborze miejsca i podłoża sprawiania drabiny.

Zdajemy sobie sprawę że czasami wybranie optymalnego punktu podparcia drabiny jest niemożliwe jednak należy zachować podstawowe zasady wyboru miejsca.

Poniżej na fotografiach w czerwonych ramkach przedstawiono najczęściej popełniane błędy.



Fot. 2. Nieprawidłowe ustawienie drabiny

W sytuacji, gdy stopy drabiny postawiono na dwóch różniących się twardością podłożach (fot. 2, 3 i 4) może nastąpić zagłębienie stopy postawionej

na miękkim podłożu, co spowoduje pochylenie się drabiny z możliwością wywrócenia.



Fot. 3. i 4. Stopa lewej bocznicy zagłębiona w miękkim podłożu

W przedstawionych powyżej sytuacjach stopy drabiny nie ulegną zagłębieniu (fot. 5) ewentualnie pod obciążeniem będą się zagłębiały jednocześnie (fot. 6).

W czasie sprawiania drabiny należy uważać, aby nie postawić stóp drabiny np. na przewody elektryczne biegnące z agregatów prądotwórczych, przewody zasilające narzędzia hydrauliczne lub na wąż linii węzowej jak to przedstawiono na fotografii nr 7.



Fot. 5. i 6. Prawidłowo wybrane podłoże do sprawiania drabiny



Fot. 7. Stopa drabiny ustawiona na linii węzowej

W ostatnim przypadku, gdy linia węzowa zostanie wypełniona wodą nastąpi podniesienie stopy drabiny co może doprowadzić do przewrócenia drabiny oraz dodatkowo może dojść do przebicia linii węzowej.

Kolejnym istotnym dla bezpieczeństwa użytkowania drabiny jest kąt pochylenia względem podłoża. Wszyscy producenci drabin w instrukcjach obsługi podają jako optymalny kąt nachylenia bocznic względem podłoża 75° . Na fotografiach nr 8 przedstawiono pomiar kąta pochylenia drabiny względem podłoża. Na fotografii nr 9 przedstawiono widok prawidłowo ustawionej drabiny.



Fot. 8 i 9

W starych podręcznikach do nauki sprawiania drabin, w przypadku drewnianej drabiny wysuwanej typu D10W zezwalano na jej sprawianie jako wolnostojącej.

Obecnie obowiązująca norma PN-EN 1147 „Drabiny przenośne dla straży pożarnej” zabrania sprawiania jakiegokolwiek typu drabiny jako wolnostojącej. Drażki podporowe będące na wyposażeniu niektórych typów drabin służyć tylko i wyłącznie do sprawiania drabiny oraz do stabilizacji drabiny pracującej w podparciu.

Na fotografiach nr 10 i 11 przedstawiono przykład niewłaściwie sprawionej drabiny wysuwanej.

Pomimo prawidłowej asekuracji użytkowanie tak sprawionej drabiny jest zabronione.



Fot. 10 i 11 Widok nieprawidłowo sprawionej drabiny wysuwanej

Podczas sprawiania dowolnego typu drabiny należy przestrzegać zasady, aby co najmniej trzy szczeble wystawały powyżej krawędzi dachu ściany itp. (fot. nr 12).



Fot. 12 Widok prawidłowo sprawionej drabiny

Jednocześnie należy pamiętać, aby nie doprowadzić do sytuacji przedstawionej na fotografii nr 13 gdzie blisko połowa długości drabiny znajduje się ponad krawędzią dachu lub ściany, co może doprowadzić do wygięcia, a nawet złamania części drabiny położonej ponad krawędzią dachu w przypadku obciążenia przeszła powyżej punktu podparcia.



Fot. 13 Widok nieprawidłowo sprawionej drabiny

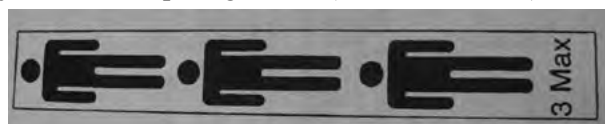
Kolejnym elementem bezpieczeństwa na drabinie jest sposób wchodzenia i schodzenia. Podczas wchodzenia i schodzenia należy przestrzegać zasady „prawa ręka - lewa noga”, tzn. że stawiając na kolejnym szczeblu lewą nogę chwytemy kolejny szczebel prawą ręką, tak jak przedstawiono to na fotografii nr 14.



Fot. 14 Wchodzenie po drabinie

Podczas eksploatacji drabin należy przestrzegać dopuszczalnego obciążenia drabiny.

Dopuszczalne obciążenie drabiny przedstawione jest w formie piktogramów (fot. nr 15 a, b i c).



a/ dopuszczalne obciążenie - trzy osoby



b/ dopuszczalne obciążenie - dwie osoby



c/ dopuszczalne obciążenie - jedna osoba

Fot. 15 a, b i c. Piktogramy oznaczające dopuszczalne obciążenie drabiny

Na fotografii nr 16 przedstawiono sytuację nieprawidłową, gdzie na drabinie dwuosobowej pracują trzy osoby. Na fotografii nr 16 przedstawiono również nieprawidłowo prowadzoną asekurację przez dwóch strażaków.



Fot. 16 Nieprawidłowe obciążenie drabiny dwuosobowej

Zagrożenie dla użytkowników powoduje opieranie drabiny o wystające i mało stabilne elementy budynków, wiat itp. W sytuacji przedstawionej na fotografii nr 17 może dojść do wygięcia elementu pokrycia dachu, co może spowodować niebezpieczeństwo obsunięcia drabiny. Dlatego też nie wskazane jest opieranie drabiny o mało stabilne elementy. Podobne zagrożenie obsunięcia drabiny może spowodować oparcie drabiny o skośną krawędź dachu jak to przedstawiono na fotografii nr 18.

Niewskazane ustawienia drabiny:



Fot. 17 Oparcie o wiotkie elementy konstrukcyjne dachu



Fot. 18 Oparcie o skośną krawędź dachu

Asekuracja

Podczas używania drabin jednym z najważniejszych czynników decydującym o bezpieczeństwie przebywającego na drabinie ratownika jest prawidłowa asekuracja przez pozostałych na ziemi członków załogi.

W sytuacji konieczności sprawienia drabiny w miejscu o skośnej krawędzi oparcia należy zabezpieczyć sprawianą drabinę poprzez rozstawienie drążków podporowych (jeżeli drabina takie posiada) lub/i dodatkowo, można zabezpieczyć drabinę za pomocą linek strażackich jak to przedstawiono na fotografii nr 19.



Fot. 19 Zabezpieczenie drabiny opartej o skośną krawędź dachu

Nieprawidłowa asekuracja może doprowadzić do przewrócenia się drabiny i upadku osoby pracującej na niej oraz może być przyczyną zranienia osób asekurujących.

Na fotografiach 20, 22, 23 przedstawiono najczęściej popełniane błędy podczas asekuracji.



Fot. 20 Nieprawidłowe zabezpieczenie stóp drabiny



Fot. 21 Prawidłowe zabezpieczenie stóp drabiny



Fot. 22 Nieprawidłowo wykonywana asekuracja

Wskazane jest, aby zabezpieczenie bocznic i stóp drabiny wykonywały tylko dwie osoby ponieważ w sytuacji przedstawionej na fotografii nr 22 trudno wskazać osoby odpowiedzialne za prawidłową asekurację, a ponadto może dojść do zranienia osób asekurujących w przypadku niekontrolowanego zsunęcia się wysuniętych przeseł drabiny.

W sytuacji przedstawionej na fotografii nr 23, osoby nieprawidłowo asekurują drabinę trzymając dłonie na szczeblach. Ratownik poruszający się po drabinie rozprasza swoją uwagę aby nie stanąć na dłoni któregoś z asekurujących strażaków, może również spowodować obrażenia dłoni asekurujących. Prawidłowo dłonie podczas asekuracji powinny znajdować się bezpośrednio pod szczeblami od strony wewnętrznej (fot. 24 i 25). Takie ułożenie dłoni gwarantuje bezpieczeństwo dla asekurujących i osobie pracującej na drabinie.



Fot. 23 Nieprawidłowe ułożenie dłoni na szczeblach podczas asekuracji



Fot. 24 i 25 Prawidłowe ułożenie dłoni podczas asekuracji

Na fotografii nr 26 przedstawiono prawidłowe ustawienie osób asekurujących w przypadku stosowania drabiny z drążkami podporowymi.



Fot. 26 Prawidłowe ustawienie strażaków podczas asekuracji

Asekuracja w czasie pracy z linią wężową

Podczas wchodzenia po drabinie w rozwinięta linią gaśnicza nie wolno trzymać prądownicy w dłoni jak to przedstawiono na fotografii nr 27.



Fot. 27 Nieprawidłowe wchodzenie z prądownicą w dłoń

Prawidłowy transport linii gaśniczej do góry i na dół przedstawiono na fotografiach nr 28 i 29, gdzie linia gaśnicza prowadzona jest między nogami i przewieszona jest przez ramię strażaka, co zapewnia mu wolne dłonie podczas wchodzenia i schodzenia po drabinie.



Fot. 28 i 29 Prawidłowe ułożenie linii gaśniczej podczas transportu po drabinie

Po zajęciu przez ratownika odpowiedniej pozycji na drabinie powinien:

- zabezpieczyć się przed upadkiem przy pomocy pasa i zatrzaśnika zapiętego na odpowiednim szczeblu drabiny;
- zabezpieczyć linię gaśniczą przed upadkiem przy pomocy podpinki węzowej;
- skierować prąd wody w wyznaczone miejsce.

Widok pracującego prądownika z linią gaśniczą przedstawia fotografia nr 30.



Fot. 30 Prawidłowo zabezpieczony ratownik i linia gaśnicza

Pracujący prądownik powinien być zawsze ubezpieczony przez drugiego ratownika stojącego poniżej na drabinie. Drugi asekurowujący ratownik również musi być zabezpieczony przed upadkiem za pomocą pasa i zatrzaśnika jak to przedstawiono na fotografii nr 31.



Fot. 31 Ratownicy podczas podawania prądu wody z drabiny

Należy pamiętać że podczas podawania prądu wody na prądownika działa siła reakcji prądownicy, która w zależności od wydatku może osiągnąć wartość 228 N.

Siłę reakcji można obliczyć ze wzoru:

$$R = 0,1 \times 2pa.$$

gdzie:

R – siła reakcji,

p – ciśnienie w węży przed prądownicą w barach,

a – powierzchnią wylotu dyszy w mm²



Fot. 32 Asekurowanie ratowników z zastosowaniem linek strażackich

Biorąc pod uwagę siłę reakcji pochodzącą od linii gaśniczej, zalecane jest aby asekurować prądownika dodatkowo za pomocą linek strażackich przywiązanych do wierzchołków bocznic drabiny i odciąganych jak to przedstawiono na fotografii nr 32.

W przypadku silnego wiatru lub/i niestabilnego podłoża, asekurowanie pracujących na drabinie w ww. sposób jest obowiązkowa.

WNIOSKI

W celu zapewnienia bezpiecznej pracy z zastosowaniem pożarniczych drabin przenośnych należy:

- Bezwzględnie przestrzegać zasad, określonych przez producenta drabin w instrukcji obsługi;
- Analizować nośność podłoża, na którym zamierza się sprawić drabinę;
- Oczyszczyć teren w obrębie stóp drabiny;
- Sprawiać drabinę pod kątem około 75° do podłoża;
- Starannie dobierać pod kątem wytrzymałości punkty oparcia wierzchołka drabiny;
- Przestrzegać zasady prawidłowego, zgodnego z informacją producenta, obciążenia drabiny;
- Podczas wchodzenia i schodzenia po drabinie przestrzegać zasady „prawa ręka – lewa noga”;
- Zabezpieczać prądownika i jego pomocnika przy pomocy pasa strażackiego lub szelek i zatrzaśnika w czasie podawania prądu wody;
- Przestrzegać zasad prawidłowej asekurowania w celu zapewnienia stabilności drabiny.

Literatura

Instrukcje obsługi drabin

1. „Drabina trzyosobowa, dwuprzęsłowa, wysuwana z obowiązkowymi drążkami podporowymi typ ZS 2100 i 2100H. Max. obciążenie 3 osoby”. Makros;
2. „Drabina nasadkowa, wysuwana, trzyprzędłowa typ DNW 3080”. Makros;
3. „Drabina ratownicza wysuwana, dwuprzęsłowa trzyosobowa”. Protekta;
4. „Drabina ratownicza wysuwana, trzyprzędłowa, trzyosobowa”. Protekta;
5. „Drabina nasadkowa”. Protekta;
6. „Dwuprzęsłowa, dwuosobowa drabina ratownicza typu 2×18 S”. Krause;
7. „Przystawna drabina ratownicza typu P18S”. Krause;
8. „Drabina słupkowa. Daniel;
9. Drabina drewniana nasadkowa D-2,73. Daniel;
10. Drabina drewniana, wysuwana D10W. Daniel;
11. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 września 2008 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwo-

- wej Straży Pożarnej Dz. U. z dnia 10 października 2008 r. Nr 180. poz. 1115;
12. Zarządzenie Nr 2/88 Komendanta Głównego Straży Pożarnych z dnia 30 maja 1988 r. w sprawie regulaminu ćwiczeń z podstawowym sprzętem ratowniczym;
 13. *Szkolenie strażaków ratowników OSP część I*, Pr. zb., CNBOP 2007;
 14. Bielicki P., *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*”, *Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej*, Kraków 1996;
 15. Bielicki P., *Taktyka działań gaśniczych*, Warszawa 2004;
 16. Gil D., *Poradnik realizacji ćwiczeń część I*, Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Bydgoszczy, Warszawa 2006;

Recenzenci

ml. bryg. mgr inż. Piotr Chudy

bryg. mgr inż. Jacek Jesionek

Andrzej POLEĆ

Zespół Laboratoriów Technicznego

Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych

Zabezpieczeń Przeciwpożarowych CNBOP - PIB

ANALIZA PORÓWNAWCZA METOD BADAŃ I WYMAGAŃ STAWIANYCH DZIAŁKOM WODNO-PIANOWYM ZE WZGLĘDU NA ICH PRZEZNACZENIE I ZASTOSOWANIE

**The comparative analysis of research methods and requirements for water –
foam monitors on account of their destination and applications**

Streszczenie

Artykuł zawiera podstawowe informacje dotyczące metod badań i wymagań stawianych działkom wodno-pianowym, wykonywanych w ramach wstępnego badania typu podczas ich dopuszczania do obrotu i stosowania na podstawie znaku budowlanego oraz świadectwa dopuszczenia. We wstępie opisano cechy funkcjonalne, rodzaje i zasadę działania działek gaśniczych, również zasady ich dopuszczania do obrotu i stosowania obowiązujące w Polsce. Zasadniczą część artykułu zawiera zestawienie wymagań i metod badawczych działek stosowanych jako wyroby budowlane oraz wyposażenie jednostek ochrony przeciwpożarowej. Do każdego zestawienia wymagań i metod badań w ramach sprecyzowanych cech funkcjonalnych wyrobu wykonano analizę porównawczą. Podstawą dla sporządzenia artykułu były informacje zawarte w dokumentach normatywnych oraz w pozycjach literaturowych z zakresu opisywanej dziedziny, wśród których najważniejsze to Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143 poz. 1002 z późniejszymi zmianami), polska norma PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 „Stałe urządzenia gaśnicze – urządzenia pianowe. Część 1: Wymagania i metody badań dla podzespołów”, polska norma PN-91/M-51270 „Sprzęt pożarniczy. Działka wodno – pianowe”.

Summary

The article contains basic information about water-foam monitors requirements and methods of tests, carried out as initial type testing in the process of authorization of the sale and usage on the basis of construction mark and certification. Functional characteristics, existing types, the rules of operation, the rules of authorization the sale and usage, which are obligatory in Poland for extinguishing monitors, were described in the introduction. The main part of the article consists of the list of the requirements and test methods for monitors used as construction products and equipment of fire brigade. For every list of the requirements and test methods detailed comparative analysis, considering specified functional product parameters have been carried out. The basis for preparing the article was information from standard documents and literature in the scope of the described field. The most important of them are as follows: Directive of The Minister of the Interior dated 20.06.2007 about the list of the products used for public safety or protection of health, life and property as well as the rules of issuing the certificates for usage of these products (Dz. U. Nr 143 poz. 1002 with later changes), Polish standard PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 „Fixed Extinguishing systems – foam systems. Part 1: Requirements and test methods for components”, Polish standard PN-91/M-51270 „Fire service equipment. Water – foam monitors”.

Słowa kluczowe: działka wodno-pianowe, sprzęt pożarniczy, instalacje przeciwpożarowe, stałe urządzenia gaśnicze

Key words: water – foam monitors, fire service equipment, fire protection system, fire extinguishing systems

Wstęp

Działka gaśnicze od wielu lat z powodzeniem są stosowane przez straż pożarną całego świata. Z biegiem lat konstrukcja działek była udoskonalana, co spowodowało z czasem zwiększenie zakresu stosowania tych wyrobów. Działko gaśnicze jest to urządzenie przeznaczone do podawania wody lub piany

w postaci strumienia zwartego lub rozproszonego, w celu lokalizacji lub likwidacji pożaru. Wysokie wartości natężenia przepływu dochodzące do 60000 dm³/min oraz możliwość podawania zwartych i rozproszonych prądów wodnych, jak również strumieni pian gaśniczych sprawiły, że działka wodno-pianowe zaczęto powszechnie stosować, jako wyposażenie samochodów pożarniczych oraz przenośny i sta-

cjonarny sprzęt pożarniczy szczególnie przydatny w przypadku pożarów rozwiniętych oraz o dużej powierzchni. Poza tym znaczące zasięgi rzutów strumieni gaśniczych oraz kąty obrotu w płaszczyźnie poziomej i pionowej sprawiają, że działka posiadają największy zasięg taktyczny spośród wszystkich wyrobów przeznaczonych do podawania środków gaśniczych. Pozwala to prowadzić skuteczne akcje gaśnicze na dużych frontach pożarów oraz na podawanie prądów gaśniczych ze znacznych odległości. Wylimitowanie konieczności zbliżania się do ogniska pożaru, w znaczący sposób zmniejsza ryzyko wypadków podczas prowadzenia akcji gaśniczych. Poza tym możliwość podawania prądu rozproszonego pozwala skutecznie prowadzić działania w obronie, osłaniając tym samym chronione obiekty przed oddziaływaniem promieniowania cieplnego. Możliwości podawania strumieni gaśniczych z działek wodno-pianowych przedstawiono na rys. 1 i 2.



Strumień piany

Fot. 1. Podawanie strumieni gaśniczych z działek wodno-pianowych

Źródło: <http://www.steo.com.pl/view/page/id/246>



Strumień zwarty



Fot. 2. Rodzaje strumieni gaśniczych działek wodno-pianowych

Źródło: http://prorexoil.ee.mikare.net/files/est_equipment_skum_kahurid/DSC00988.JPG



Strumień rozproszony

Podstawowymi elementami działka zgodnie z normą PN-91 M-51270 „Sprzęt pożarniczy” są: korpus, prądownica, blokada prądownicy, kierownica, blokada obrotu działka w płaszczyźnie pionowej i poziomej, ciśnieniomierz oraz rura pianowa. Różnorodność konstrukcji i rozwiązań technicznych sprawia, iż nie w każdym działku powyższe elementy muszą występować. Na rys. 3 przedstawiono budowę działka gaśniczego sterowanego ręcznie.



Ryc.1. Budowa działka gaśniczego sterowanego ręcznie (1-korpus, 2-prądownica, rura pianowa, 3-blokada prądownicy, 4-kierownica, 5-blokada obrotu działka w płaszczyźnie pionowej i poziomej oraz 6-ciśnieniomierz)

Źródło: <http://www.yeanchina.com/upload/PP24C%E5%9B%BE.jpg>

Zaletą działek jest bez wątpienia możliwość podawania przy ich pomocy strumieni pian gaśniczych. Wytwarzane piany posiadają niską liczbę spienienia i są zaliczane do pian ciężkich. Do wytwarzania pian gaśniczych z działek najczęściej wykorzystuje się syntetyczne środki pianotwórcze oraz te które tworzą film wodny np. (AFFF). Zastosowanie pian w znaczący sposób uskutecznia prowadzenie akcji gaśniczej oraz zmniejsza straty pożarowe, zwłaszcza dzięki możliwości gaszenia poprzez odcięcie dostępu tlenu oraz poprawę zwilżalności roztworu gaśniczego. Wytwarzana piana posiada liczbę spienienia niższą niż 20, co cechuje piany o dużej zawartości wody tzw. piany mokre. Wadą opisywanych urządzeń jest konieczności zapewnienia bardzo dużej wydajności wody, niezbędnej do prawidłowego działania działka i długotrwałego podawania środka gaśniczego. Przykładowo działko DWP 24 potrzebuje 2400 dm³ wody na minutę, a należy również pamiętać o zapewnieniu odpowiedniego ciśnienia wypływu. Za wadę działek należy również uznać stosunkowo mały lub zupełny brak mobilności stanowisk gaśniczych wykonanych przy ich użyciu. Ma to szczególne znaczenie w przypadku pożarów zmieniających często kierunki swojego rozwoju. Różne rodzaje montażu działek, mające największy wpływ na mobilność stanowisk gaśniczych przedstawiono na rys. 4 i 5.



Fot. 3. Przykład działka przenośnego i stacjonarnego

Źródło: [http://www.engineerlive.com/media/images/large/large_FJM-EL_Monitor_\(High_Res\).jpg](http://www.engineerlive.com/media/images/large/large_FJM-EL_Monitor_(High_Res).jpg)
http://navassafire.com/yahoo_site_admin/assets/images/cross_fire.358185737.jpg

Poza stosowaniem działek wodno-pianowych, jako wyposażenia jednostek ochrony przeciwpożarowej, są one również w szerokim zakresie używane, jako elementy stałych urządzeń gaśniczych. Zbiorniki z cieczami ropopochodnymi, hangary lotnicze, hale sportowe, magazyny i wiele innych obiektów budowlanych, w których zasadne jest stosowanie pian gaśniczych w bardzo wielu przypadkach zabezpieczane są przy użyciu stałych urządzeń gaśniczych wyposażonych w działka wodno - pianowe. W przypadku zastosowania działek, jako elementów systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych budynków, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa są one uznawane za wyroby budowlane. Podstawową różnicą wynikającą z zastosowania działek gaśniczych, jako elementów wyposażenia jednostek ochrony przeciwpożarowej oraz wyrobów budowlanych jest to, że w przypadku działek przenośnych, czy też

przewożonych na samochodach gaśniczych podawanie środka odbywa się niemal zawsze na przestrzeni otwartej. Odmiennie wymagania stawiane są również działkom stosowanym w budownictwie, ze względu na konieczność spełnienia przez nie odpowiednich wymagań projektów budowlanych oraz standardów projektowania stałych urządzeń gaśniczych. Z tego względu w zależności od przeznaczenia poszczególne parametry techniczno-użytkowe działek mają większe bądź mniejsze znaczenie dla ich prawidłowego i skutecznego działania. Sprawia to, iż ze względu na odmiennie parametry i specyfikę działania działkom gaśniczym stawia się różne wymagania techniczno-użytkowe. Z tego powodu na etapie dopuszczania do obrotu i stosowania są one poddawane odmiennym badaniom i sprawdzeniom.



Fot. 4. Przykłady działek przewożnych

Źródło: http://www.ruralmetrocitygo.com/refinery_station.html

<http://www.kmpsrybnik.pl/km/jrg/sprzet/dwp.jpg>

1. Zasady wprowadzania do obrotu i stosowania działek wodno-pianowych

Odmienna specyfika przeznaczenia i stosowania działek gaśniczych spowodowała, że w jednych przypadkach stanowią one wyroby budowlane (stałe urządzenia gaśnicze) a w innych wyposażenie jednostek ochrony przeciwpożarowej. Powyższy stan rzeczy sprawia, że wprowadzenie do obrotu i stosowania działek gaśniczych regulują inne przepisy prawa oraz stawia im się różne wymagania. W odniesieniu do działek stosowanych w stałych urządzeniach gaśniczych podstawowymi dokumentami mówiący-

mi o zasadach i sposobie ich dopuszczania do obrotu i stosowania są:

1. Dyrektywa Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw, rozporządzeń i przepisów administracyjnych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych;
2. Ustawa o wyrobach budowlanych z dnia 16 kwietnia 2004 r. Dz.U. nr 92 poz. 881 z późniejszymi zmianami;
3. Ustawa prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. wraz z późniejszymi zmianami (tekst jednolity ustawy z dnia 21.11.2003 Dz. U. Nr 207, poz. 2016);
4. Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz. U. Nr 147 poz. 1229 z 2002 r. z późniejszymi zmianami);
5. Ustawa o systemie oceny zgodności z dnia 30 sierpnia 2002 r. (Dz. U. Nr 166, poz. 1360, z późniejszymi zmianami);
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. Nr 198 poz. 2041 z późniejszymi zmianami);
7. PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 „Stałe urządzenia gaśnicze – urządzenia pianowe. Część 1: Wymagania i metody badań dla podzespołów”.

Dyrektywa Rady podaje, że państwa członkowskie są odpowiedzialne aby obiekty budowlane na ich terytorium spełniały tzw. wymagania podstawowe, którymi są między innymi bezpieczeństwo ludzi, zwierząt i mienia. Wymagania te są przywołane w przepisach krajowych między innymi w art. 5 ustawy Prawo Budowlane, który podaje, że obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno - budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając spełnienie wymagań podstawowych dotyczących między innymi bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego i bezpieczeństwa użytkowania. Również w Prawie Budowlanym w art. 10 podane jest, że w celu zapewnienia spełnienia w obiektach budowlanych wymagań podstawowych przy wykonywaniu robót budowlanych można stosować wyłącznie wyroby, które zostały wprowadzone do obrotu zgodnie z przepisami odrębnymi. Mowa tu między innymi o ustawie o wyrobach budowlanych jak również ustawie o systemie oceny zgodności czy też Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym. Powyższe akty prawne podają, jakie są zasady i wymagania niezbędne do wprowadzenia wyrobu budowlanego, jakimi są również elementy stałych urządzeń

gaśniczych, do obrotu i stosowania na terytorium Polski. Działka wodno-pianowe w myśl wymagań art. 5 ustawy o wyrobach budowlanych, z racji braku harmonizacji przedmiotowej normy, którą w tym przypadku jest Norma PN-EN 13565-1 podlegają dopuszczeniu w oparciu o znak budowlany. Z racji występowania krajowej specyfikacji technicznej, nie ma wymogu opracowania aprobaty technicznej, a po dokonaniu przez producenta oceny zgodności i wydaniu przez niego krajowej deklaracji zgodności z niniejszą normą może on znakować wyrób znakiem budowlanym. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym, działka wodno - pianowe należy poddać ocenie zgodności w tym systemie, co oznacza, że certyfikacja musi zostać wykonana przez akredytowaną jednostkę na podstawie zakładowej kontroli produkcji i badań uzupełniających producenta jak również wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego oraz wstępnego badania typu. Wynika z tego, że działka stosowane w stałych urządzeniach gaśniczych pianowych, przed wprowadzeniem ich do obrotu i stosowania powinny zostać poddane badaniom zgodnie z normą PN-EN 13565-1, w celu sprawdzenia ich parametrów użytkowych oraz spełnienia wymagań podstawnych.

Odmierna sytuacja występuje w przypadku działek stosowanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej. Specyfika prowadzenia działań gaśniczych z wykorzystaniem działek gaśniczych sprawia, że są im stawiane inne wymagania w porównaniu do działek stosowanych w stałych urządzeniach gaśniczych. Podstawowymi przepisami, które podają zasady i wymagania odnośnie dopuszczania, jak również badania działek gaśniczych stosowanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej są:

1. Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz. U. Nr 147 poz. 1229 z 2002 r. z późniejszymi zmianami).
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143 poz. 1002 z późniejszymi zmianami).
3. PN-91/M-51270 „Sprzęt pożarniczy. Działka wodno-pianowe”

Zgodnie z powyższymi przepisami, a w szczególności art. 7 ustawy o ochronie przeciwpożarowej, wyroby służące zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, wprowadzane do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywane przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym za-

grożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych, a także wyroby stanowiące podręczny sprzęt gaśniczy, mogą być stosowane wyłącznie po uprzednim uzyskaniu dopuszczenia do użytkowania. Dokument ten jest wydawany przez jednostki badawczo - rozwojowe Państwowej Straży Pożarnej, w formie świadectwa dopuszczenia ważnego, nie dłużej niż 5 lat. Świadectwo dopuszczenia może być wydane na podstawie:

- pozytywnej oceny właściwości użytkowych wykonanej w oparciu o Polskie Normy, a w przypadku ich braku - wymagania techniczno-użytkowe określone w rozporządzeniu w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania,
- pozytywnej oceny warunków techniczno-organizacyjnych producenta wyrobu wykonanej w oparciu o normy dotyczące systemów zarządzania jakością.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia [7], a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania podaje między innymi wykaz wyrobów, których dotyczy, ich wymagania techniczno - użytkowe, sposób znakowania wyrobów, jak również tryb wydawania, zmiany i cofania świadectwa dopuszczenia oraz przeprowadzania kontroli dopuszczanego wyrobu. W tabeli zamieszczonej w załączniku do niniejszego rozporządzenia w punkcie 3 podpunkt 19 w obszarze Armatury i osprzętu pożarniczego widnieją działka wodno-pianowe. Oznacza to, że powinny być one dopuszczane do użytkowania przez jednostki ochrony przeciwpożarowej na podstawie świadectw dopuszczenia. Z tej samej tabeli wynika również, że technicznym dokumentem odniesienia w przypadku do działek wodno-pianowych są wymagania techniczno-użytkowe, które zostały opisane w punkcie 3.19 niniejszego załącznika. Sytuacja taka ma miejsce, ponieważ, mimo iż istnieje polska norma PN-91/M-51270 „Sprzęt pożarniczy. Działka wodno-pianowe” nie wymienia ona w swoim zakresie wszystkich wydajności działek, jakie są stosowane przez straż pożarną. Wynika z tego, że nie można tej normy w całości przywołać, jako techniczny dokument odniesienia, jednak metody prowadzenia badań w niej opisane mogą być stosowane. W tej sytuacji mamy do czynienia z wymaganiami sprecyzowanymi przez zapisy rozporządzenia oraz metody badań zgodne z polską normą dla danego wyrobu.

2. Zestawianie wymagań oraz metod badań działek gaśniczych dopuszczonych do stosowania na podstawie świadectw dopuszczenia oraz znaku budowlanego

Wstępne badania typu niezbędne do wykonania oceny zgodności działek gaśniczych, są uzależnione od ich przeznaczenia. Zakres badań, wymagań oraz metod badań działek wodno-pianowych

w stosunku do obydwu możliwości ich zastosowania (wyroby budowlane oraz wyposażenie straży pożarnej) przedstawiono w tab. 1 i 2. W celu oceny różnic i podobieństw w obydwu przypadkach należy dogłębnie przeanalizować wszystkie zapisy z punktów przytoczonych we wspomnianych tabelach.

Tabela 1.

Wymagania i badania niezbędne do uzyskania przez działko świadectwa dopuszczenia

| Lp. | Badana cecha wyrobu | Dokumenty normatywne w oparciu, o które badana jest cecha wyrobu | |
|-----|---|--|--------------------------|
| | | Wymaganie wg MSWiA | Badanie wg PN-91/M-51270 |
| 1. | Wykonanie i znakowanie | p. 3.19.1.1. p. 3.19.1.2. p. 3.19.2.1. p. 3.19.2.2. p. 3.19.2.3. | p. 5.3.1. |
| 2. | Masa | p. 3.19.3.1. | p. 5.3.3. |
| 3. | Działanie | p. 3.19.3.2. p. 3.19.3.1. | p. 5.3.4. |
| 4. | Szczelność | p. 3.19.3.2. | p. 5.3.6. |
| 5. | Natężenie przepływu wody i wodnego roztworu środka pianotwórczego | p. 3.19.3.3. | p. 5.3.7. |
| 6. | Maksymalna długość oraz szerokość rzutu strumienia wody | p. 3.19.3.4. | p. 5.3.8. |
| 7. | Maksymalna długość rzutu strumienia piany | p. 3.19.3.5. | p. 5.3.9. |
| 8. | Liczba spienienia i szybkość wykraplania piany | p. 3.19.3.5. | p. 5.3.11. |

W mniejszej tabeli jak i pozostałej treści artykułu określenie „MSWiA”, „Rozporządzenie” oraz „Rozporządzenie MSWiA” dotyczy Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wyroku wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143 poz. 1002 z późniejszymi zmianami)

Tabela 2.

Wymagania i badania niezbędne do uzyskania przez działko certyfikatu zgodności

| Lp. | Badana cecha wyrobu | Dokumenty normatywne w oparciu, o które badana jest cecha wyrobu | |
|-----|---|--|--|
| | | Wymaganie wg PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 | Badanie wg PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 |
| 1 | Badania wstępne, identyfikacja, oględziny zewn. i zgodność z dokumentacją | PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 | PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 |
| 2 | Znakowanie | p. 11 | p. 11 |
| 3 | Ogólne wymagania konstrukcyjne | p. 4.1, 4.2 | p. 4.1, 4.2 |
| 4 | Wymagania dla elementów z tworzyw sztucznych | p. 4.6, 4.7 | Załącznik B Załącznik C |
| 5 | Natężenie przepływu | p. 5 | Załącznik E |
| 6 | Parametry piany | p. 6.1 | Załącznik F |
| 7 | Zasięg rzutu | p. 8.1 | Załącznik H |
| 8 | Odporność na korozję | p. 4.5 | Zał. I normy EN 12416-1:2001 Zał. K normy EN 12416-1:2001 Zał. D normy EN 671-1:2001 |
| 9 | Szczelność | p. 4.3.1 | Załącznik A |
| 10 | Wytrzymałość mechaniczna | p. 4.3.2 | Załącznik A |

3. Porównanie wymagań i metod badań dla działek wodno-pianowych

Pomimo innej terminologii użytej w tabeli 1 i 2 poszczególne cechy wyrobów zostały porównane w odpowiadających sobie zaprezentowanych poniżej grupach tematycznych. W przypadku braku odpowiadającej cechy wyrobu wstępnego badania opisanego w tabeli 1 lub 2 została ona potraktowana indywidualnie.

3.1. Znakowanie

Z analizy zapisu punktu 11 normy PN-EN 13565-1, wynika, iż oznakowanie działek wodno-pianowych powinno zawierać informacje dotyczące:

- nazwy lub znaku firmowego wytwórcy lub dostawcy;
- modelu lub typu;
- partii i miejsca wytworzenia, jeżeli wytwórni jest kilka, niezbędnych do zidentyfikowania danej partii przez dostawcę;
- ciśnienia roboczego;
- nominalnego natężenia przepływu w l/min.

Rozporządzenie MSWiA zakłada, iż na działku wodno-pianowym powinny być umieszczone, co najmniej następujące informacje:

- znak lub nazwa wytwórcy;
- rok produkcji;
- znak jednostki dopuszczającej;
- oznaczenie typu i nominalnego natężenia przepływu. Sposób znakowania działek:
 - wodno-pianowych - DWP
 - wodnych - DW,
 - pianowych - DP

Po jednym z powyższych skrótów powinna znajdować się liczba określająca nominalne natężenie przepływu działka podane w hektolitrach np. 16 – odpowiada nominalnemu natężeniu przepływu 1600 dm³/min, 16/24 – oznacza działko posiadającą możliwość zmiany nominalnego natężenia przepływu i uzyskanie wartości 1600 dm³/min lub 2400 dm³/min. Przykładowe oznakowanie może wyglądać następująco: DZIAŁKO WODNO-PIANOWE DWP 60

Z analizy powyższych zakresów wynika, że nie są one bardzo zbliżone jednak w niektórych punktach różnią się od siebie. Podstawową różnicą jest brak konieczności znakowania partii i miejsca wytworzenia wyrobów uzyskujących świadectwo dopuszczenia. Identyfikację partii tych wyrobów można określać jedynie przez ich rok produkcji, który z kolei nie jest wymagany przez normę PN-EN 13565-1, gdyż znakowanie partii jest zazwyczaj bardziej precyzyjne. Kolejną różnicą pomiędzy rozpatrywanymi dokumentami odniesienia jest brak konieczności znakowania wyrobów badanych w opar-

ciu o Rozporządzenie MSWiA wartością ciśnienia roboczego. Jednakże norma PN-91/M-51270 stawia wymaganie znakowania znakiem PN, mówiącym o dopuszczalnym ciśnieniu pracy wyrobu. Norma PN-EN 13565-1 nie wymaga znakowania wyrobów znakiem jednostki dopuszczającej, jednak w oparciu o odrębne przepisy prawa wymagane jest dla nich znakowanie znakiem budowlanym B. Sytuacja ta wynika z odrębnych zasad dopuszczania wyrobu oraz w przypadku działek stosowanych w stałych urządzeniach gaśniczych jako wyroby budowlane.

W kwestii trwałości oraz sposobu znakowania norma PN-EN 13565-1, podaje, iż powinno być ono nieodłączane z urządzeniem, niepalne, trwałe i czytelne. W przypadku wymagań rozporządzenia MSWiA odnośnie sposobu wykonania znakowania podane jest jedynie, że umieszcza się je bezpośrednio na dopuszczonym wyrobie albo na etykiecie przymocowanej do niego w sposób widoczny, czytelny, niedający się usunąć, wskazany w dokumentacji technicznej wyrobu. Jednakże zapis powyższy ujęty w § 17. 1. Rozporządzenia dotyczy jedynie znaku jednostki dopuszczającej dany wyrób (wydającej świadectwo dopuszczenia). Niemniej jednak pozostałe informacje ujęte w zakresie znakowania powinny być wykonane również w sposób trwały i czytelny, co potwierdza norma krajowa PN-91/M-51270 stawiająca w punkcie 3.8 powyższe wymaganie.

Określenie znakowania wyrobu w obu przypadkach należy wykonać przez oględziny zewnętrzne nieuzbrojonym okiem, celem sprawdzenia zgodności wykonania z wymaganiami.

3.2. Konstrukcja

Norma PN-EN 13565-1, w swoich wymaganiach konstrukcyjnych określa, iż połączenia trwałe i rozłączne wyrobu należy wykonać zgodnie z odpowiednią normą związaną, która ich dotyczy. Standard wymienia następujące możliwe normy związane dla połączeń: ISO 7-1, EN ISO 228-1, ISO 1179-1, ISO 7005-1 oraz ISO 7005-2. Dopuszcza ona jednak również inne specyfikacje techniczne, mające zastosowanie zamiennie dla danego podzespołu. Innym wymaganiem normy na badanie podzespołów stałych urządzeń gaśniczych pianowych jest konieczność zapewnienia, aby użyte w wyrobie odlewy nie były zaczopowane lub wypełnione oraz aby były wolne od przyłgniętego piasku i zgorzeliny. Ponadto mogą być one zaimpregnowane wyłącznie wtedy, gdy tak ustalono między producentem odlewu i nabywcą. W odniesieniu do rodzaju użytych w wyrobie materiałów norma PN-EN 13565-1, nie precyzuje konkretnych typów, niemniej jednak muszą one być takie, aby spełnione były pozostałe wymagania normy. Szczególną uwagę należy zwrócić na szereg badań z obszaru odporności na korozję oraz wytrzymałości hydrostatycznej i szczelności.

Zgodność powyższych wymagań należy określić przez oględziny zewnętrzne, analizę dokumentacji technicznej wyrobu, badania uniwersalnymi przyrządami pomiarowymi, jak również wykonanie testów zgodnie z metodami opisanymi w odpowiednich załącznikach norm PN-EN 13565-1, EN 12416-1:2001 oraz EN 671-1:2001.

Względem działek wodno-pianowych Załącznik do Rozporządzenia [7] w sposób dokładny określa wymagania konstrukcji oraz parametrów z nią związanych. Jedną z podstawowych cech jest konieczność wyposażenia działka podających wodę, w prądownicę umożliwiającą formowanie zwarte go i rozproszonego strumienia wody, a w przypadku działka pianowego i wodno-pianowego w prądownicę wytwarzającą strumienie piany. Rozporządzenie podaje precyzyjne możliwości i sposoby łączenia prądownicy z korpusem uzależnione od typu działka. Podana jest między innymi możliwość stosowania wymiennie prądownicy pianowej i wodnej oraz stosowanie prądownicy pianowej odchylanej z blokadą w pozycji i po odchyleniu. Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia [7] dopuszcza się stosowanie deflektorów do kształtowania strumienia piany. Konstrukcja działka posiadającego świadectwo dopuszczenia powinna umożliwiać zmianę położenia w płaszczyźnie poziomej minimum o kąt 360° , 330° (dla działek sterowanych za pomocą siłowników) lub 180° (dla działek przenośnych). Kąt obrotu działka w płaszczyźnie pionowej, powinien wynosić, co najmniej od -30° do $+80^\circ$ lub od 30° do 80° (dla działek przenośnych). Działko powinno posiadać ogranicznik pochylenia oraz zabezpieczenie przed przemieszczaniem pod wpływem siły reakcji strumienia wypływającego medium. Ponadto w zakresach podanych powyżej działko powinno mieć możliwość zablokowania w każdym położeniu oraz posiadać momenty obrotowe zmiany ustawienia nie przekraczające 50 Nm, przy ciśnieniu 8 bar mierzonego na wypływie. Rozporządzenie podaje, iż sterowanie działkiem może być zrealizowane za pomocą ergonomicznie ukształtowanej kierownicy lub siłowników. Kolejnym wymaganiem dziełek stosowanych, jako wyposażenie jednostek ochrony przeciwpożarowej jest konieczność wyposażenia ich w ciśnieniomierz zamontowany w korpusie i posiadający zakres pomiarowym $0 \div 25$ bar oraz dokładność nie gorszą niż 2,5. Zastosowany ciśnieniomierz dodatkowo powinien być widoczny i czytelny dla operatora działka. W odniesieniu do przyłącza zasilającego Rozporządzenie określa, iż powinno być ono wykonane w postaci kołnierza o odpowiedniej nominalnej średnicy wlotu lub postaci jednej lub kilku nasad strażackich wielkości 75 lub 110 zgodnych z normą PN-M-51038 (w przypadku działek przenośnych). Działkom przenośnym stawiane są również dodatkowe wymagania odnośnie wyposażenia ich w podstawę zapewniającą stabilną pracę przy

nominalnym natężeniu przepływu i minimalnym kącie pochylenia prądownicy nie większym niż 30° względem poziomu.

W przypadku działka wodno-pianowego przeznaczonego dla jednostek ochrony przeciwpożarowej przewiduje się przeprowadzenie oględzin nieuzbrojonym okiem oraz przy wykorzystaniu uniwersalnych przyrządów pomiarowych takich jak przyrząd wstęgowy zwijany, kątomierz elektroniczny, poziomica oraz dynamometr (metodyka pomiaru została dokładniej opisana w rozdziale pt. *Działanie*). Badania mają na celu określenie zgodności wykonania wyrobu z wymaganiami Załącznika do Rozporządzenia MSWiA [7].

W przypadku obydwu dokumentów należy również określić zgodność wyrobów z dokumentacją techniczną producenta.

Analizując powyższe zapisy poświęcone wymaganiom i metodom badań z obszaru konstrukcji działek stosowanych w budownictwie oraz jako wyposażenie straży pożarnej można dostrzec szereg różnic i niespójności. Wyraźnie widoczne jest ukierunkowanie wymagań na specyfikę stosowania i przeznaczenia wyrobu. Działka posiadające świadectwo dopuszczenia mają określony szereg precyzyjnych wymagań poświęconych możliwości sterowania działkiem oraz dostosowaniem ich do innego sprzętu pożarniczego z nimi współpracującego. Jest to niezbędne do odpowiedniej kompatybilności działek z takim wyposażeniem jak pożarnicze węże tłoczne czy samochody gaśnicze. Specyfika prowadzenia działań gaśniczych wymaga jak największej mobilności oraz pola pracy działek gaśniczych. Ponadto z racji częstej zmiany kierunków i parametrów strumieni gaśniczych występujących podczas prowadzenia akcji gaśniczej, działka stosowane przez straż pożarną wyposaża się w blokady ustawień położenia, możliwość zmiany wartości uzyskiwanych natężeń przepływu, układy umożliwiające podawanie strumieni zwartych, rozproszonych oraz pianowych. Wymagania te nie są konieczne do uzyskania w działkach stosowanych w stałych urządzeniach gaśniczych z racji odmiennej filozofii prowadzenia działań oraz ustalonych zasad działania urządzenia gaśniczego określonego przez projekt. Ponadto działka stosowane w budownictwie nie mają postawionego wymagania zastosowania w ich konstrukcji ciśnieniomierza oraz ich połączenia muszą odpowiadać odpowiednim normom branżowym w celu zapewnienia kompatybilności z pozostałymi podzespołami urządzenia gaśniczego oraz elementami budowlanymi. Działko zastosowane, jako część stałego urządzenia gaśniczego musi być stale związane z budynkiem, z tego powodu nie występują one w wykonaniu przenośnym i przewoźnym. Z tego względu specjalne wymagania dla działek przenośnych opisane w Załączniku do Rozporządzenia [7], takie jak wyposażenia w nasady strażackie czy za-

pewnienie stabilności podczas pracy nie mogą i nie mają zastosowania dla działek stosowanych jako wyroby budowlane.

3.3. Masa

Norma PN-EN 13565-1 oraz Rozporządzenie MSWiA nie stawiają wymagań, co do dopuszczalnej masy działek stacjonarnych oraz przewoźnych. Rozporządzenie określa natomiast wymagania maksymalnej masy dopuszczalnej dla działek przenośnych, która nie może przekraczać 50 kg. Pomiar masy działka przenośnego należy wykonać przy użyciu wagi o dokładności minimum 0,1 kg.

Stanowiska gaśnicze wykonane przy użyciu działek przenośnych, budowane przez strażaków podczas prowadzenia działań, mogą wymagać przenoszenia oraz zmian ustawienia stanowiska. Ponadto w czasie akcji gaśniczej może powstać konieczność zmiany ustawienia stanowiska gaśniczego, wywołana rozwojem pożaru. Podczas budowy stanowisk gaśniczych wykonanych przy użyciu działek przenośnych, zmiana jego ustawienia, pomimo iż nie jest prosta, jest możliwa do wykonania. Przenoszone elementy stosowane w straży pożarnej nie mogą posiadać znaczących wartości masy, gdyż stają się one trudne oraz mało praktyczne w obsłudze. Powyższe wymaganie nie dotyczy działek zastosowanych, jako stałe wyposażenie związane z budynkiem, gdyż dla nich nie zakłada się, że będzie konieczna zmiana ich lokalizacji podczas prowadzenia działań gaśniczych. Niemniej jednak dla wszystkich działek ich masa musi być zgodna z deklarowaną przez producenta, choćby dlatego, że nawet wyrób przewożony na samochodzie gaśniczym czy zastosowany w obiekcie budowlanym, nie może nadmiernie obciążać konstrukcji elementu, na którym jest posadowiony. Informacja o masie urządzenia może więc być przydatna do określenia wymagań nośności elementów, na których działko zostało zamontowane.

3.4. Działanie

Punkty 3.19.2.1 oraz 3.19.3.2 Załącznika do Rozporządzenia MSWiA określają wymagane parametry poprawności działania działek gaśniczych stosowanych w jednostkach ochrony przeciwpożarowej. Z zapisów zawartych w powyższych punktach i będących w korelacji z cechą poprawności działania należy wymienić między innymi możliwości uzyskiwania zwartych i rozproszonych prądów gaśniczych, łatwość sterowania działkiem, wartości momentów obrotowych oraz szczelności badanego działka. Dokładniejszy opis wymagań odnośnie działania działek stosowanych przez staż pożarną opisano w odpowiednich fragmentach rozdziałów *Konstrukcja* oraz *Szczelność*.

Metoda badania poprawności działania opisana przez normę PN-91/M-51270 polega na utrzymaniu ciśnienia wody i przełączeniu kilkakrotnie ze strumienia zwartego na rozproszony, jak również ocenie łatwości odchylenia i skutecznego zablokowania prądownicy. Ponadto należy wizualnie ocenić kształt strumieni, odczytać wskazania ciśnieniomierza oraz sprawdzić skuteczność zablokowania działka w jego różnych położeniach pracy. Niezbędny jest również pomiar wielkości momentów obrotowych sterowania działkiem a także czy podczas badania nie wystąpiły nieszczelności oraz nie pogorszyły się jego cechy użytkowe. Do określenia momentu obrotowego należy zaślepić wylot działka, odpowietrzyć układ, zadać ciśnienie zasilania, co najmniej 1,6 MPa i wykonać pomiar siły przy zmianie położenia kąтового w pionie i poziomie. Użyty dynamometr powinien posiadać minimalną dokładność 1 N i być zamocowany do kierownicy działka. Wartość momentu obrotowego należy wyliczyć, jako iloczyn uzyskanej siły w N oraz odległość zamocowania dynamometru względem osi wykonywanego obrotu w danej płaszczyźnie. Badanie momentów obrotowych działek gaśniczych posiadających świadectwo dopuszczenia jest zasadne wyłącznie dla wyrobów, w których przewidziano możliwość sterownia ręcznego.

W normie poświęconej badaniu działek stosowanych w budownictwie nie określono odpowiadającego badania. Niezawodność działania określa się przez jego zgodność z pozostałymi wymaganiami normy, które powinny być wykonane w odpowiedniej kolejności w zakresie zgodnym z tab. 3.

Tabela 3.

Kolejność i zakres badań dla działek gaśniczych zgodnie z normą PN-EN 13565-1

| Kolejność badań/Lp. | Badana cech wyrobu |
|---------------------|---|
| 1 | Dokumentacja i jej zgodność z próbką |
| 2 | Oględziny zewnętrzne |
| 3 | Współczynnik wypływu/ charakterystyka wypływu |
| 4 | Jakość piany (liczba spienienia i czasy wykraplania) |
| 5 | Zasięg rzutu strumienia piany |
| 6 | Odporność na korozję oraz wytrzymałość elementów z tworzyw sztucznych |
| 7 | Szczelność |
| 8 | Wytrzymałość mechaniczna |

W analizowanych dokumentach można zaobserwować zupełnie różną interpretację badanej cechy wyrobu. W normie PN-EN 13565-1 nie zostało wyszczególnione badanie określone jako poprawność

działania, jednakże można przez nie interpretować pozytywne zakończenie wszystkich badań wymienionych w tabeli 3. W przypadku działek wprowadzanych do obrotu i stosowania na podstawie świadectw dopuszczenia zostały sprecyzowane wymagania i odnosząca się do nich metoda badań. Główny nacisk położono w nich na funkcjonalne cechy wyrobu związane z jego obsługą, sterowaniem i szczelnością. Parametry te są szczególnie istotne dla jednostek ochrony przeciwpożarowej celem zapewnienia odpowiedniej skuteczności prowadzenia akcji gaśniczych oraz łatwości obsługi urządzenia. Ponadto możliwość podawania strumieni zwartych i rozproszonych sprawdzanych dla działek uzyskujących świadectwo dopuszczenia jest szczególnie przydatna podczas prowadzenia działań przez straż pożarną, gdyż w znaczący sposób zwiększa możliwości taktyczne prowadzenia działań oraz optymalizuje wykorzystanie środków gaśniczych. Inny stan rzeczy występuje w przypadku działek stosowanych w stałych urządzeniach gaśniczych, gdyż aby skutecznie ugasić pożar, przyjęto odpowiednie parametry projektowe takie jak zapas środka gaśniczego, natężenie przepływu, czas działania, czy ciśnienie pracy. Poprzez odpowiedni dobór działek na etapie projektowania urządzenia skuteczność gaśnicza zostanie osiągnięta, a sama łatwość sterowania, mobilność oraz zmiany strumienia mają mniej istotne znaczenie.

3.5. Szczelność i wytrzymałość mechaniczna

Ponieważ działka gaśnicze, to urządzenia pracujące pod wpływem oddziaływania ciśnienia cieczy, zarówno norma PN-EN 13565-1 jak i Rozporządzenie MSWiA stawiają im wymagania zapewnienia odpowiedniej szczelności i wytrzymałości hydrostatycznej. Działka stosowane w budownictwie nie mogą wykazywać żadnych przecieków poddane ciśnieniu cieczy odpowiadającemu 1,5 wartości ciśnienia roboczego deklarowanego przez producenta, przez okres minimum 10 min. Jednocześnie działka te muszą być wykonane w taki sposób i z takich materiałów, aby zapewniona była ich odporność mechaniczna i wytrzymałość na pęknięcia przy ciśnieniu cieczy o wartości trzykrotnie większej od wartości projektowanego ciśnienia roboczego w czasie minimum 10 min.

Obydwa opisane powyżej badania należy wykonać zgodnie z metodyką określoną w załączniku A normy PN-EN 13565-1. Zgodnie z nim badane działko należy zaślepić, napełnić wodą oraz odpowietrzyć układ pomiarowy. Następnie należy zwiększać ciśnienie wewnątrz działka z prędkością nieprzekraczającą 2 bar/s aż do osiągnięcia minimum wymaganego ciśnienia próby szczelności (1,5 ciśnienia roboczego) bądź próby hydrostatycznej

(3 ciśnienia roboczego) w zależności, które badanie jest wykonywane. Wartość ciśnienia należy utrzymywać, przez co najmniej 10min., a następnie odvodnić układ i poddać badaną próbkę oględzinom zewnętrznym w celu stwierdzenia, czy nie nosi ona znamion uszkodzeń mechanicznych, pęknięć, nieszczelności oraz oznak pogorszenia jej działania. Działko należy również obserwować podczas całego trwania badania. Pod kątem wystąpienia tych nieprawidłowości. Wartości zadanych ciśnień należy ustalić z dokładnością 1 bar.

Zgodnie z załącznikiem Rozporządzenia MSWiA [7], aby wymóg szczelności i jednocześnie wytrzymałości mechanicznej mógł zostać spełniony, działko powinno wytrzymać, co najmniej 3-minutową próbę szczelności wodą o ciśnieniu 18 bar, zachowując przy tym szczelność i nie wykazując uszkodzeń.

Badanie szczelności i wytrzymałości zgodnie z Rozporządzeniem [7] stanowią jedno badanie, po wykonaniu, którego działko nie może wykazywać nieszczelności oraz uszkodzeń. Załącznik do tego rozporządzenia w odniesieniu tej cechy podaje wymagania, aby próbka została narażona na ciśnienie wody równe 18 bar przez minimum 3 min. Norma PN-91/M-51270, w wymaganiach odnośnie szczelności przewiduje możliwość wystąpienia pewnej ilości wycieków, które należy zebrać do pojemnika pomiarowego podczas badania i wyrazić w mm/s. W wymaganiach rozporządzenia nie zostały jednak przewidziane żadne nieszczelności możliwe do wystąpienia.

Metoda badań szczelności i wytrzymałości podana w punkcie 5.3.5 normy PN-91/M-51270 podaje, że przed próbą wykręcić ciśnieniomierz, zaślepić jego otwór w korpusie działka, napełnić układ wodą i odpowietrzyć. W następnej kolejności należy podnieść ciśnienie wody w układzie do wartości 1,8 MPa, i obserwować ewentualne wycieki i uszkodzenia próbki. W przypadku nieszczelności należy zbierać je do pojemnika pomiarowego i wyrazić w mm³/s. Po trzech minutach należy odvodnić układ, a próbkę poddać oględzinom zewnętrznym.

Pomimo iż cechy szczelności i wytrzymałości występują w obydwu dokumentach odniesienia, wymagania i metody badań w nich ujęte posiadają wiele znaczących różnic. Najistotniejszą z nich są inne wartości ciśnień, jakim należy poddać badany układ oraz czas jego działania. Działka stosowane jako wyroby budowlane mogą mieć różne ciśnienia robocze. Z tego względu przy próbie szczelności należy zadać im wartości 1,5 większe niż przewidziane przez producenta. Brak stałej wartości ciśnienia roboczego dla różnych działek stosowanych w budownictwie powoduje, że nie ujednolicono wartości ciśnienia próby jak jest to zrobione w przypadku takich, które wprowadzono do obrotu na podstawie świadectw dopuszczenia. Ponadto badania szczelności i wy-

trzymałości wykonywane zgodnie z normą PN-EN 13565-1 przewidują znacznie dłuższe czasy narażenia próbki na oddziaływanie ciśnienia oraz precyzują maksymalną wartość przyrostu ciśnienia podczas próby. Określenie maksymalnej wartości przyrostu ciśnienia ma na celu wyeliminowanie zjawiska uderzenia hydraulicznego, co nie zostało uwzględnione w metodzie z normy PN-91/M-51270. Kolejną bardzo istotną kwestią różniącą rozpatrywane dokumenty odniesienia na badanie działek jest badanie przy ciśnieniu 18 bar dla sprzętu stosowanego w jednostkach ochrony przeciwpożarowej zarówno w przypadku szczelności, jak i wytrzymałości. Norma PN-EN 13565-1 rozbija je na dwa badania i ustala podczas próby wytrzymałości wartość zadanego ciśnienia na trzykrotność projektowego ciśnienia roboczego. To wszystko sprawia, że wymagania w odniesieniu do szczelności i wytrzymałości normy PN-EN 13565-1 są znacznie bardziej rygorystyczne w porównaniu z rozporządzeniem.

3.6. Wymagania dla elementów z tworzyw sztucznych

Jedynie norma poświęcona badaniom działek stosowanych w budownictwie dopuszcza i określa wymagania dla podzespołów wykonanych z tworzyw sztucznych lub wzmacnianych żywicami. Jednakże podaje, że zastosowane w działku elementy takie będą istotne z uwagi na prawidłowe działanie lub bezpieczeństwo obsługi wyrobu. W wymaganiach normy PN-EN 13565-1 podane jest, by elementy z tworzyw sztucznych i materiałów wzmacnianych żywicami stosowane w działku zachowywały odpowiednie cechy wytrzymałościowe oraz nie wykazywały żadnych pęknięć po badaniu starzenia oraz odporności na oddziaływanie cieczy.

Badanie starzenia tworzyw sztucznych opisane w normie PN-EN 13565-1 polega na umieszczeniu pięciu próbek badanego materiału w stanowisku utrzymującym temperaturę powietrza $100 \pm 2^\circ\text{C}$. Czas narażenia powinien wynosić 30 dni, a przed badaniem należy dokonać kondycjonowania próbek w temperaturze $23 \pm 3^\circ\text{C}$ przez 24 ± 4 godziny. W innych normach badanie to jest również określane, jako przyspieszone starzenie. Badania oddziaływania cieczy należy wykonać zgodnie z normą EN ISO 175 dla pięciu próbek w każdej z cieczy, z którymi materiały wchodzi w kontakt. Badanie powinno trwać 168 ± 4 godzin i przebiegać w temperaturze $70 \pm 2^\circ\text{C}$. Rozpatrywanymi cieczami powinny być woda pitna, woda morska, środek pianotwórczy lub wodny roztwór środka pianotwórczego. Następnie należy je zanurzyć w badanej cieczy o temperaturze $23 \pm 2^\circ\text{C}$ na 30 min.. Po przeprowadzeniu badania starzenia oraz oddziaływania cieczy próbki należy poddać oględzinom zewnętrznym celem stwierdzenia braku pęknięć oraz uszkodzeń materiału, jak

również poddać badaniom wytrzymałości na rozciąganie, wydłużenie oraz próbie udarowej.

Ponieważ norma PN-EN 13565-1 nie precyzuje materiałów, z jakich wyrób powinien być wykonany, należy przebadać go pod kątem spełnienia odpowiednich parametrów odporności na korozję oraz wytrzymałości tworzyw sztucznych. Niezbędne jest to do zapewnienia odpowiednich cech eksploatacyjnych wyrobu. Powyższa kwestia w normie PN-91/M-51270, została potraktowana w odmienny sposób gdyż podaje ona typy materiałów, z jakich dany element powinien być wykonany. Zestawienie to nie jest jednak precyzyjne, gdyż pomimo wykazu konkretnych materiałów zapisane jest również, że można używać innych typów o nie gorszych właściwościach, odpornych na korozję wody i wodnych roztworów środków pianotwórczych oraz dobrane tak, by nie występowało zjawisko korozji kontaktowej. Nie jest jednak określone, w jaki sposób należy powyższe cechy sprawdzić. W normie PN-EN 13565-1 z racji występowania badań korozji oraz wytrzymałości tworzyw sztucznych powyższe wątpliwości nie występują.

3.7. Parametry przepływu

Natężenie przepływu jest jednym z najbardziej istotnych paramentów działka niezbędnym do osiągnięcia odpowiedniej skuteczności gaśniczej. W znaczący sposób decyduje ono o ilości podawanego środka podczas prowadzenia działań gaśniczych. Nie jest, więc przypadkiem, że obydwa rozpatrywane dokumenty odniesienia przewidują we wstępnych badaniach typu określenie tego parametru.

Działka gaśnicze, jako podzespoły posiadające jedną dysze wylotową według normy PN-EN 13565-1 muszą posiadać współczynnik wypływu oraz charakterystykę ciśnienia od wydatku w przedziale $\pm 5\%$ wartości ustalonych przez producenta. Inna sytuacja występuje w przypadku Rozporządzenia MSWiA [7], które zakłada, że wartość natężenia przepływu wody lub wodnego roztworu środka pianotwórczego przy ciśnieniu 8 bar na wlocie działka, powinna odpowiadać wartościom podanym w tab. 4.

Tabela 4.
Wymagane natężenia przepływu odpowiadające odpowiedniej wielkości działka

| Nominalne natężenie przepływu (dm^3/min) | Wielkość działka |
|--|------------------|
| 1600 ± 160 | 16 |
| 2400 ± 240 | 24 |
| 3200 ± 320 | 32 |
| 4000 ± 400 | 40 |
| 5000 ± 500 | 50 |
| 6000 ± 600 | 60 |
| Dopuszcza się stosowanie działek o natężeniu przepływu większym niż $6000 \text{ dm}^3/\text{min}$ | |

Załącznik E normy poświęconej badaniu działek gaśniczych stosowanych w obiektach budowlanych, określa metodę prowadzenia badania przepływu. W postanowieniach ogólnych podane jest, że badania należy wykonać przy temperaturze powietrza $15 \pm 10^\circ\text{C}$, stosując metody pomiaru natężenia przepływu i ciśnienia z dokładnością $\pm 2\%$. Współczynnik wypływu należy wyznaczyć w oparciu o trzy punkty pomiarowe odpowiadające nominalnemu minimalnemu, nominalnemu średniemu i nominalnemu maksymalnemu ciśnieniu wlotowemu działek. Wartość współczynnika wypływu K określa się jako średnia arytmetyczna powyższych trzech pomiarów, z których każdy jest obliczony na podstawie wzoru:

$$K_n = \frac{Q_n}{P_n^{1/2}} \quad (1)$$

gdzie:

K_n - współczynnik K w n -tym punkcie pomiarowy, ($\text{dm}^3/(\text{min} \cdot \text{bar}^{1/2})$)

Q_n - natężenie przepływu dla n -tego punktu pomiarowego, (dm^3/min),

P_n - ciśnienie na wylocie w n -tym punkcie pomiarowym (bar).

Ponadto norma PN-EN 13565-1 określa wyznaczenie charakterystyki natężenia przepływu względem ciśnienia wlotowego wykonanej, dla co najmniej pięciu wartości ciśnienia w całym zakresie pracy działka.

Odnosnie metod badań natężenia przepływu podanych w rozporządzeniu należy wykonać pomiar objętości lub przepływu przy ciśnieniu wylotowym 8 bar. Podane jest również, że do pomiaru przepływu należy użyć odpowiedniego przepływomierza turbiny.

Rozporządzenie w porównaniu z normą PN-EN 13565-1 wykazuje wiele różnic w wymaganiach i metodzie badań. Najistotniejsze z nich to sprecyzowanie wartości wymaganych natężeń przepływu przy ciśnieniu 8 bar dla działek stosowanych przez straż pożarną, podczas gdy działka stosowane jako wyroby budowlane powinny posiadać wartości deklarowane przez producenta wyrobu. Ponadto z tabeli 4 wynika, że dopuszczalna odchyłka od wartości nominalnych wynosi $\pm 10\%$, podczas gdy dla działek badanych zgodnie z normą PN-EN 13565-1 odchyłka wynosi jedynie $\pm 5\%$ od wymaganej wartości. Kolejną różnicą jest inne podejście do badanej cechy wyrobu w obydwu dokumentach odniesienia. Dla działek stosowanych w budownictwie nie jest podawane natężenie przepływu lecz wartość współczynnika K oraz charakterystyka $p(Q)$. Jest to niezwykle istotne z tego względu, że podczas projektowania stałego urządzenia gaśniczego niezbędna jest

wiedza na temat całego zakresu pracy działka, gdyż może ono pracować przy różnych ciśnieniach panujących w układzie. Projektant dysponujący wiedzą na temat wartości współczynnika K oraz charakterystyki $p(Q)$, ma możliwość określenia, przy jakich parametrach przepływu działko będzie działało w danym punkcie instalacji. Wiedza na ten temat nie jest konieczna w przypadku działek stosowanych, jako wyposażenie straży pożarnej. Ponieważ istotne jest wtedy określenie ilości podawanego środka gaśniczego potrzebnej między innymi do zapewnienia odpowiedniego zasilania wodnego oraz skuteczności gaśniczej.

3.8. Maksymalny zasięg oraz szerokość rzutu strumienia

Maksymalna długość rzutu strumienia jest parametrem określanym zarówno przez normę PN-EN 13565-1 jak i Rozporządzenie MSWiA [7], z tą różnicą, że norma nie wymaga mierzenia zasięgu rzutu wody. Załącznik do Rozporządzenia [7] wyszczególnia pomiar zasięgu rzutu piany oraz zwartego i rozproszonego strumienia piany. Parametr szerokości rzutu strumienia działka gaśniczego jest określany również wyłącznie podczas wstępnego badania typu działek stosowanych, jako wyposażenie jednostek ochrony przeciwpożarowej i nie ma odzwierciedlenia w normie europejskiej.

W odniesieniu do zasięgu rzutu podstawowym wymaganiem działek uzyskujących świadectwo dopuszczenia jest spełnienie przez nie wymaganych wartości przedstawionych w tabeli 5. Szerokość rzutu strumienia zgodnie z rozporządzeniem dotyczy wyłącznie prądu rozproszonego działek wodnych i dla wszystkich wielkości powinna wynosić minimum 4 m. Podobnie jak miało to miejsce przy wymaganiach natężenia przepływu norma PN-EN 13565-1 stwierdza, że zasięg rzutu strumienia piany uzyskany podczas badań nie może być mniejszy od określonego przez producenta.

W założeniach do badania podano, że długość rzutu należy mierzyć od wylotu prądownicy do najdalszego miejsca w płaszczyźnie poziomej, w której wartość intensywności zraszania jest nie mniejsza niż 2 mm/min . (dla prądów wody) lub, w którym w ciągu 3s następuje całkowite pokrycie powierzchni pianą (dla prądów piany). Badania wykonuje się przy nachyleniu prądownicy działka pod kątem $32 \pm 1^\circ$ do poziomu (strumień zwarty oraz piany) i pod kątem $15 \pm 1^\circ$ (strumień rozproszony). Strumień rozproszony należy mierzyć przy kącie rozproszenia 30° . Dla wszystkich typów działek badanych w oparciu o Rozporządzenie [7] wylot prądownicy podczas pomiaru zasięgu rzutu powinien znajdować się na wysokości 1m od podłoża, a ciśnienie na wylocie działka powinno wynosić 8 bar. Warunki środowiskowe prowadzenia badań, powinny być na-

Długości strumienia rzutu działek gaśniczych

| Wielkość działka | Typ działka | Typ strumienia | | Długość rzutu strumienia (m) |
|------------------|-------------|----------------|-------------|------------------------------|
| 16 | DW | woda | zwarty | 50 |
| | | | rozproszony | 25 |
| | DP | piana | | 35 |
| | DWP | woda | zwarty | 50 |
| | | | rozproszony | 25 |
| | | piana | | 35 |
| 24 | DW | woda | zwarty | 55 |
| | | | rozproszony | 30 |
| | DP | piana | | 40 |
| | DWP | woda | zwarty | 55 |
| | | | rozproszony | 30 |
| | | piana | | 40 |
| 32 | DW | woda | zwarty | 60 |
| | | | rozproszony | 30 |
| | DP | piana | | 45 |
| | DWP | woda | zwarty | 60 |
| | | | rozproszony | 30 |
| | | piana | | 45 |
| 40 | DW | woda | zwarty | 65 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | DP | piana | | 50 |
| | DWP | woda | zwarty | 65 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | | piana | | 50 |
| 50 | DW | woda | zwarty | 65 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | DP | piana | | 50 |
| | DWP | woda | zwarty | 65 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | | piana | | 50 |
| 60 | DW | woda | zwarty | 70 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | DP | piana | | 55 |
| | DWP | woda | zwarty | 70 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | | piana | | 55 |
| >60 | DW | woda | zwarty | 70 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | DP | piana | | 55 |
| | DWP | woda | zwarty | 70 |
| | | | rozproszony | 35 |
| | | piana | | 55 |

stępujące: prędkość wiatru maksimum 2 m/s, temperatura powietrza $20 \pm 10^\circ\text{C}$ (podany zakres temperatury dotyczy tylko strumieni piany), brak opadów atmosferycznych, poziomy teren. Czas podawania ustabilizowanego strumienia powinien wynosić 30 s w przypadku wody oraz 3 s w przypadku piany, zaś dokładność pomiaru $\pm 0,5$ m dla piany oraz $\pm 0,1$ m dla wody. Powyższe założenia dotyczące badania zasięgu rzutu działek wodnych dotyczą również badania szerokości strumienia wody.

Metoda badań opisana w załączniku H normy PN-EN 13565-1 podaje, że badanie zasięgu należy przeprowadzić przy nachyleniu prądownicy działka względem podłoża o kąt 30° oraz przy ciśnieniu wlotowym minimalnym, średnim i maksymalnym określonym przez producenta. Podczas całego badania należy mierzyć prędkość przepływu powietrza, która nie może przekraczać 4,4 m/s, a kierunek podawania strumienia musi być zgodny z kierunkiem wiatru. Ponadto strumień piany, musi opadać na twarde podłoże zlokalizowane na tej samej wysokości co badane działko. Po podaniu strumieni piany należy wizualnie ocenić maksymalny i minimalny zasięg rzutu oraz punkt na podłożu, w którym spada najwięcej piany, a następnie zmierzyć ich odległość mierzoną od wylotu działka.

Badana cecha, podobnie jak miało to miejsce w przypadku parametrów przepływu, jest inaczej interpretowana w analizowanych dokumentach odniesienia. Podstawową różnicą nie jest określenie przez normę PN-EN 13565-1 cech przyporządkowanych strumieniom wodnym takich jak szerokość strumienia czy zasięg prądu rozproszonego. Jest to zasadne, gdyż działka oceniane przez normę europejską mają zastosowanie dla prądów pianowych w stałych urządzeniach gaśniczych, gdzie rozproszenie i szerokość strumienia nie są uwzględniane. Kolejna różnica polega na braku sprecyzowania przez normę PN-EN 13565-1 wymaganych wartości zasięgu rzutu, jak to podano w Rozporządzeniu [7]. Podobnie jak miało to miejsce dla parametrów przepływu muszą być one nie mniejsze od określonych przez producenta. W normie europejskiej wykonuje się również trzy serie badań zasięgu przy różnych ciśnieniach, a nie jak ma to miejsce w działkach uzyskujących dopuszczenie jedynie przy ciśnieniu 8 bar. Powodem tego są uwarunkowania związane z projektowaniem stałych urządzeń gaśniczych pianowych, opisane również w rozdziale *Parametry przepływu*. Znacząca różnica między dokumentami odniesienia występuje również w dopuszczalnej prędkości przepływu powietrza, która posiada znacznie większą wartość w metodyce opisanej w normie PN-EN 13565-1.

3.9. Jakość wytwarzanej piany

Jakość wytwarzanej piany ma kolosalne znaczenie dla skuteczności gaśniczej podczas prowadzenia

działań przez jednostki ochrony przeciwpożarowej, jak również gaszenia pożarów przy wykorzystaniu stałego urządzenia gaśniczego. Poza rodzajem zastosowanego środka pianotwórczego i jego stężeniem w roztworze, niezwykle istotny jest również sposób jej wytwarzania, gdyż decyduje on o takich parametrach jak stabilność, zdolność zwilżania, czy trwałość piany gaśniczej. Liczba spienienia i czas wykraplania to dwa najistotniejsze parametry cechujące piany gaśnicze i mówiące o ich właściwościach. Z tego względu ich określenie jest niezbędne do wyznaczenia we wstępnym badaniu typu działek gaśniczych bez względu na ich zakres stosowania. Nie jest więc przypadkiem, że badanie liczby spienienia i czasów wykraplania są ujęte w obydwu rozpatrywanych dokumentach odniesienia. Liczba spienienia jest to stosunek objętości piany do objętości roztworu, z którego została otrzymana. Za wykroplenie uznajemy czas wycieku 25%/50% początkowej objętości roztworu z wytworzonej piany.

Wymagania Rozporządzenia [7] podają, że bez względu na wielkość działka jego liczba spienienia nie może być mniejsza niż 12 a 50%-owy czas wykraplania krótszy niż 7 min. Warunkiem jest w tym przypadku to, że do badań będzie używany syntetyczny środek pianotwórczy. W przypadku piany wytwarzanej przez działka gaśnicze stosowane w stałych urządzeniach gaśniczych liczba spienienia i czas wykraplania piany muszą być zgodne z danymi producenta. W tym przypadku do badań należy użyć środka pianotwórczego zalecanego przez producenta oraz zgodnego z nomami EN 1568-1 do EN 1568-4. Natomiast załącznik do rozporządzenia MSWiA [7] określa liczbę spienienia, wynoszącą 12 oraz szybkość wykraplania piany na 7 min. w warunkach badania przy ciśnieniu 8 bar na wlocie działka, prędkości wiatru nie większej niż 2 m/s i temperaturze otoczenia $20 \pm 10^\circ\text{C}$, przy zastosowaniu syntetycznego środka pianotwórczego dla wszystkich wielkości działek.

Sposób ustawienia próbki, ciśnienie zasilania i warunki środowiskowe prowadzenia badania liczby spienienia oraz czasu wykraplania dla działek uzyskujących świadectwo dopuszczenia należy przyjąć w sposób opisany w rozdziale *Maksymalny zasięg oraz szerokość rzutu strumienia* we fragmentach poświęconych metodzie badania zasięgu rzutu piany. Pianę należy podawać na odpowiednią tarczę służącą do zbierania piany, pod którą umieszczony jest pojemnik pomiarowy wyposażony w odpowiedni zawór upustowy zlokalizowany w jego dnie. Odległość ustawienia tarczy od wylotu prądownicy powinna stanowić 2/3 maksymalnego zasięgu rzutu piany. Konstrukcja tarczy i pojemnika pomiarowego jest dokładnie określona przez normę PN-91/M-51270. Podczas napełniania pojemnika pomiarowego jego zawór powinien być zamknięty, a po jego napełnieniu powierzchnię piany nale-

ży zrównać z górną krawędzią pojemnika i określić masę piany w pojemniku z dokładnością do 0,020 kg. W następnej kolejności na podstawie wzoru (2), należy obliczyć liczbę spienienia wytworzonej przez działkę piany

$$L_s = \frac{V_p \cdot d}{G_p} \quad (2)$$

gdzie:

V_p - pojemność zbiornika pomiarowego piany, dm^3

G_p - masa piany w pojemniku, kg

d - gęstość roztworu środka pianotwórczego (można przyjąć 1), kg/dm^3

W celu sprawdzenia czasu wykraplania piany należy otworzyć zawór spustowy pojemnika pomiarowego, aby wykrapający się roztwór spłynął do podstawionego naczynia. Stopień otwarcia zaworu spustowego powinien być taki, aby nie było dławienia wypływającego roztworu, a piana nie wypływała do pojemnika pomiarowego roztworu. Szybkość wykraplania piany określa się przez pomiar czasu w min., w którym wykopli się 50% objętości roztworu z pojemnika pomiarowego.

Załącznik F normy europejskiej podaje, iż w celu określenia liczby spienienia i czasu wykraplania piany wytwarzanej przez działkę stosowane w stałych urządzeniach gaśniczych, powinny być wykorzystane procedury badań podane załączniku G normy EN 1568-3:2000, z tym zastrzeżeniem, że zamiast specjalnej prądownicy opisanej w załączniku G normy należy użyć badanego działka. Wypływającą pianę należy zebrać do naczynia ustawionego w odpowiedniej odległości od wylotu prądownicy działka, tak aby zapewniona była odpowiednia ilość i jakość zbieranej piany. Podczas badań działek o dużej wydajności mogą być wymagane kanały zbiorcze do piany i osłony miejsca poboru próbki. Badania należy przeprowadzić w następujących warunkach temperaturowych: temperatura powietrza $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, temperatura roztworu pianotwórczego $(17.5 \pm 2.5)^\circ\text{C}$, a wytworzona piana powinna być podawana na specjalną tarczę do łapania piany, pod którą ustawiony jest pojemnik pomiarowy do zbierania piany o objętości $1,6 \text{ dm}^3$ i dokładności wykonania do $\pm 1\%$. Konstrukcja tarczy i pojemnika pomiarowego jest dokładnie określona przez załącznik G normy EN 1568-3:2000. Dno pojemnika pomiarowego należy wyposażyć w odpowiedni zawór upustowy. Przed przystąpieniem do zbierania piany należy zwilżyć wewnątrz naczynie pomiarowego i zważyć je. Następnie należy ustawić ciśnienie na wlocie działka w zakresie $(6.3 \pm 0.3) \text{ bar}$ i po ustabilizowaniu strumienia zebrać pianę do naczynia z zamkniętym zaworem upustowym. Kiedy naczynie wypełni się w połowie, należy rozpocząć pomiar czasu. Po

napełnieniu naczynia w całości, należy wstrzymać podawanie piany i wyrównać poziom powierzchni piany z brzegiem naczynia, a następnie zważyć naczynie z zebraną pianą. Liczbę spienienia należy wyznaczyć na podstawie poniższego wzoru, przy założeniu, że gęstość roztworu pianotwórczego wynosi $1 \text{ kg}/\text{dm}^3$.

$$L_s = \frac{V_p}{m_2 - m_1} \quad (3)$$

gdzie:

V_p - objętość naczynia, dm^3

m_1 - masa pustego naczynia, kg

m_2 - masa pełnego naczynia, kg

Podczas badania jakości piany działek gaśniczych należy również wyznaczyć 25% - owo i 50% - owo czas wykraplania. W tym celu należy otworzyć wylot zbiornika i zmierzyć czas wykraplania odpowiednio 25% i 50% objętości roztworu pianotwórczego znajdującego się naczyniu pomiarowym. Pomiaru należy dokonać przez rejestrację utraty masy albo przez zbieranie wyciekającego roztworu do cylindra miarowego. Podczas wykraplania należy w taki sposób ustawić położenie zaworu upustowego, aby był możliwy wypływ roztworu, który wyciekł z piany oraz aby sama piana nie wydostawała się do naczynia z wykroploną cieczą. Badanie należy przeprowadzić trzy razy dla każdej próbki. Następnie należy obliczyć wartość średnią liczby spienienia, czasu wykraplania 25% i czasu wykraplania 50% roztworu, biorąc pod uwagę wartości otrzymane podczas trzech pomiarów.

Podstawową różnicą w wymaganiach stawianych przez Rozporządzenie [7] oraz normę PN-EN 13565-1, odnośnie jakości piany jest brak określenia dopuszczalnych wartości liczby spienienia i czasu wykraplania przez normę europejską. Podobnie jak miało to miejsce we wcześniejszych rozdziałach muszą to być wartości zgodne z danymi producenta. W przypadku metod badawczych podstawową różnicą jest konieczność dodatkowego badania czasu 25%-owego wykroplenia, który nie jest obligatoryjny w Rozporządzeniu. Sama metoda wyznaczenia liczby spienienia i czas wykraplania w obu dokumentach odniesienia są bardzo zbliżone jednak istnieją pewne różnice. Wśród nich najistotniejsze to między innymi wykorzystanie do badań zgodnie z rozporządzeniem syntetycznego środka pianotwórczego, podczas gdy norma PN-EN 13565-1 określa, że ma to być środek podany przez producenta. Różnice występują również w konstrukcji tarczy do zbierania piany jak również naczyń pomiarowych oraz sposobie podawania piany na tarczę (odległość względem prądownicy działka oraz ciśnienie podawanej piany). W badaniach jakości piany opisy-

wanych przez rozpatrywane dokumenty odniesienia istnieją również różnice w wymaganych warunkach środowiskowych oraz rozpoczęciu mierzenia czasu wykrapłania. Różnice w metodach badań sprawiają jednak, że uzyskanych wartości uzyskanych w jednej metodyce nie należy przenosić do innych wymagań.

3.10. Odporność na korozję

W odniesieniu do wymagań odporności na korozję działek gaśniczych są one sprecyzowane jedynie w normie poświęconej badaniu podzespołów stałych urządzeń gaśniczych pianowych. W danym obszarze norma ta określa trzy rodzaje badań: odporności na korozję zewnętrzną w mgłę solnej, korozję naprężeniową elementów ze stopu miedzi, (jeżeli takie występują w działku), odporność na korozję wewnętrzną kanałów wodnych. W wymaganiach normy PN-EN 13565-1, podane jest, że wszystkie elementy mechaniczne powinny działać prawidłowo i być odporne na oddziaływanie środowisk korozyjnych. Podane jest również, że w odniesieniu do podzespołów o dużych rozmiarach, badania korozji zewnętrznej oraz naprężeniowej mogą być wykonane przy wykorzystaniu reprezentatywnych próbek danego materiału. Po badaniu odporności na korozję zewnętrzne powłoki ochronne działka powinny zapewnić odpowiednią ochronę dla części metalowych. Na elementach wykonanych z metalu nie powinny być widoczne wyraźne ślady korozji. Badanie odporności na korozję wewnętrzną powinno dowieść braku znaczących uszkodzeń (wgłębienia, pęknięcia i pęcherze) wywołanych korozją oraz nie pogorszenie działania mechanicznych części działka.

Po badaniu odporności na korozję naprężeniową próbki powinny być oczyszczone i osuszone oraz poddane skrupulatnemu sprawdzeniu wizualnemu w celu sprawdzenia czy nie noszą oznak pęknięć, rozwarstwień oraz uszkodzeń materiału badanego działka.

Norma PN-EN 13565-1 nie zawiera załącznika z opisaną metodą badań odporności na korozję. Odwołuje się jednak do innych norm zgodnie, z którymi należy wykonać badania. W odniesieniu do: korozji zewnętrznej są to normy ISO 9227 i EN 12416-1:2001 (załącznik J), korozji naprężeniowej norma EN 12416-1:2001, (załącznik K), zaś korozji wewnętrznej norma EN 671-1:2001, (załącznik D). W celu wykonania badania korozji zewnętrznej elementów metalowych, element składowy działka wodno-pianowego należy poddać działaniu aerozolu solnego o zawartości $5 \pm 1\%$ chlorku sodu, umieszczony w komorze badawczej, w której panuje temperatura $35 \pm 2^\circ\text{C}$. Ciśnienie wypływu mgły solnej powinno wynosić między (0,6 - 1,5) bar, zaś czas narażenia próbki 240 h. Po zakończeniu działania aerozolu solnego należy wyjąć próbkę z komory i pozostawić do wyschnięcia przez 168 ± 5 godzin przy wilgotności względnej nie większej niż 70%. Załącznik D normy EN 671-1:2001 podaje, że armaturę wodną działka należy napęlić całkowicie, od wlotowego zaworu odcinającego 1% roztworu chlorku sodu. Podczas badania próbkę należy poddać oddziaływaniu roztworu przez 3 miesiące ± 5 dni, w temperaturze $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Korozję naprężeniową należy wykonać przy wykorzystaniu zbiornika wyposażonego w kapilarę odpowietrzającą. Zbiornik należy napęlić roztworem amoniaku o masie właściwej $0,94 \text{ kg/l} \pm 5\%$, w ilości $(10 \pm 0,5)$ ml na każdy litr objętości naczynia pomiarowego. Próbkę należy umieścić w naczyniu (40 ± 5) mm powyżej poziomu cieczy na okres 10 lub 11 dni. W tym czasie należy utrzymać temperaturę powietrza w naczyniu na poziomie $(34 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Dana cecha wyrobu w analizowanych dokumentach odniesienia została potraktowana w sposób analogiczny jak miało to miejsce w przypadku wytrzymałości elementów z tworzyw sztucznych. Z racji tego, że w normie PN-91/M-51270, zostały podane dopuszczalne typy materiałów, z jakich powinien być wykonany poszczególny element działka, nie było przewidziane wykonanie powyższej grupy badań. W normie PN-EN 13565-1 z racji braku podobnego zestawienia materiałowego badanie korozji jest niezbędne do wykonania na etapie wstępnego badania typu.

Dana cecha wyrobu w analizowanych dokumentach odniesienia została potraktowana w sposób analogiczny jak miało to miejsce w przypadku wytrzymałości elementów z tworzyw sztucznych. Z racji tego, że w normie PN-91/M-51270, zostały podane dopuszczalne typy materiałów, z jakich powinien być wykonany poszczególny element działka, nie było przewidziane wykonanie powyższej grupy badań. W normie PN-EN 13565-1 z racji braku podobnego zestawienia materiałowego badanie korozji jest niezbędne do wykonania na etapie wstępnego badania typu.

Podsumowanie

Podstawowe różnice w analizowanych dokumentach odniesienia miały miejsce podczas sprecyzowania wymagań, odpowiadających sobie cech wyrobów. Badane cechy w ramach dopuszczenia wyrobu, w oparciu o wstępne badania typu zgodne z rozpatrywanymi dokumentami odniesienia (nie we wszystkich przypadkach), pokrywały się w swoich zakresach. Rozporządzenie określa cechy wyrobu takie jak: zasięg rzutu strumienia, szerokość rzutu strumienia czy poprawność działania, podczas gdy w polskiej normie PN-91/M-51270 podobne wymagania nie zostały przywołane. Norma europejska precyzuje wymagania w odniesieniu do składu materiałowego wyrobu takie jak: odporność na korozję, starzenie tworzyw sztucznych, które to wymagania nie są przytoczone w rozporządzeniu. Największe różnice występowały w analizie metodyk badań: natężenia wypływu, długości rzutu strumienia oraz parametrów piany. Jedną z podstawowych cech różnicujących jest fakt, iż norma europejska dotyczy jedynie działek pianowych, a norma polska wodno-pianowych. Wykazano, iż ze względu na odmienne zastosowanie działek gaśniczych, cechuje je różna forma konstrukcji. Działka posiadające świadectwo dopuszczenia mają określony szereg precyzyjnych wymagań poświęconych możliwości ste-

rowania działkiem oraz dostosowania ich do innego sprzętu pożarniczego, który z nimi współpracuje. Działko zastosowane, jako część stałego urządzenia gaśniczego musi być stale związane z budynkiem. Z tego powodu nie występują one w wykonaniu przenośnym i przewoźnym, a ich wymagania muszą odpowiadać normom branżowym.

Analizie poddano działka wodno-pianowe stosowane jako wyroby budowlane oraz wyposażenie jednostek ochrony przeciwpożarowej. Omówiono szeroko wady i zalety ich wykorzystania. Szczegółowo porównano metodykę badania i wymagania stawiane działkom gaśniczym, wykonywanym w ramach wstępnego badania typu podczas ich dopuszczania do obrotu i stosowania na podstawie znaku budowlanego oraz świadectwa dopuszczenia.

Literatura

1. Cote A. E, *Fire Protection Handbook. Nineteenth Edition*. Volume I, National Fire Protection Association”, NFPA, Quincy, Massachusetts 2003;
2. Cote A. E, *Fire Protection Handbook. Nineteenth Edition*. Volume II, National Fire Protection Association”, NFPA, Quincy, Massachusetts 2003;
3. Dyrektywa Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw, rozporządzeń i przepisów administracyjnych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych;
4. PN-91/M-51270 „Sprzęt pożarniczy. Działka wodno – pianowe”;
5. PN-EN 13565-1:2003+A1:2007 „Stale urządzenia gaśnicze – urządzenia pianowe. Część 1: Wymagania i metody badań dla podzespołów”;
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. Nr 198 poz. 2041 z późniejszymi zmianami);
7. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143 poz. 1002 z późniejszymi zmianami);
8. Standard FM „Approval Standard for Monitor Assembly, Class Number 1421, FM Approvals edycja z czerwca 2007 r.;
9. Ustawa o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz. U. Nr 147 poz. 1229 z 2002 r. z późniejszymi zmianami);
10. Ustawa o systemie oceny zgodności z dnia 30 sierpnia 2002 r. (Dz. U. Nr 166, poz. 1360, z późniejszymi zmianami);
11. Ustawa prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. wraz z późniejszymi zmianami (tekst jednolity ustawy z dnia 21.11.2003 Dz. U. Nr 207, poz. 2016);
12. Ustawa o wyrobach budowlanych z dnia 16 kwietnia 2004 r. Dz.U. nr 92 poz. 881 z późniejszymi zmianami.

Recenzenci

dr inż. Bernard Król

dr inż. Jerzy Galaj

mgr inż. **Tomasz SOWA**
Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru
i Automatyki Pożarniczej CNBOP - PIB

PODSTAWOWE ASPEKTY OCHRONY PRZECIWOŻAROWEJ ELEKTROWNI WIATROWYCH

The basic aspects of fire protection of wind turbines

Streszczenie

Artykuł zawiera podstawowe informacje na temat ochrony przeciwpożarowej elektrowni wiatrowych lądowych jak również morskich, główne czynniki stwarzające zagrożenie pożarem, rozwiązania techniczne w zakresie detekcji pożaru i jego gaszenia. Opisano również działania prewencyjne, których podjęcie wpłynie pozytywnie na poziom bezpieczeństwa pożarowego.

Summary

The article contains Basic information about fire protection of onshore and offshore wind turbines, main possible ignition sources, technical solutions in fire detection and suppression. There are also described prevention actions, that help to improve fire safety level in wind turbines.

Słowa kluczowe: elektrownie wiatrowe, ochrona przeciwpożarowa, zasysające systemy detekcji, systemy gaszenia gazem, mgła wodna

Keywords: wind turbine, fire protection, aspirating smoke systems, gaseous extinguishing systems, water mist

Wprowadzenie

W ostatnich latach coraz bardziej popularne staje się pozyskiwanie energii elektrycznej za pomocą elektrowni wiatrowych. Choć na dzień dzisiejszy udział energii elektrycznej wytwarzanej za pomocą elektrowni wiatrowych w krajowej produkcji energii elektrycznej wciąż stanowi niewielką wartość (ok. 1%) to z roku na rok stale się zwiększa i tendencja ta z pewnością zostanie utrzymana, wiąże się to ze stałym zwiększaniem wielkości turbin wiatrowych i ich mocy. Mając na uwadze stabilny rozwój elektrowni wiatrowych i zapewnienie bezpieczeństwa ich funkcjonowania warto zwrócić uwagę na aspekt bezpieczeństwa pożarowego tego typu obiektów.

Dlaczego ochrona przeciwpożarowa elektrowni wiatrowych jest taka istotna i dlaczego nie wolno jej pominąć podczas realizacji projektu? Odpowiedź na to pytanie jest bardzo prosta, w tym przypadku chodzi przede wszystkim o pieniądze. Jednak nie tylko o ogromną wartość samej inwestycji, w większości przypadków zrealizowanej z kredytów lub/oraz dotacji zewnętrznych (krajowych, unijnych), ale również o straty finansowe wynikające z przestoju jednego masztu lub nawet części farmy wiatrowej. Dopuszczenie do powstania pożaru w gondoli (ta część jest najbardziej narażona i skutkuje największymi stratami) w rezultacie spowoduje konieczność jej

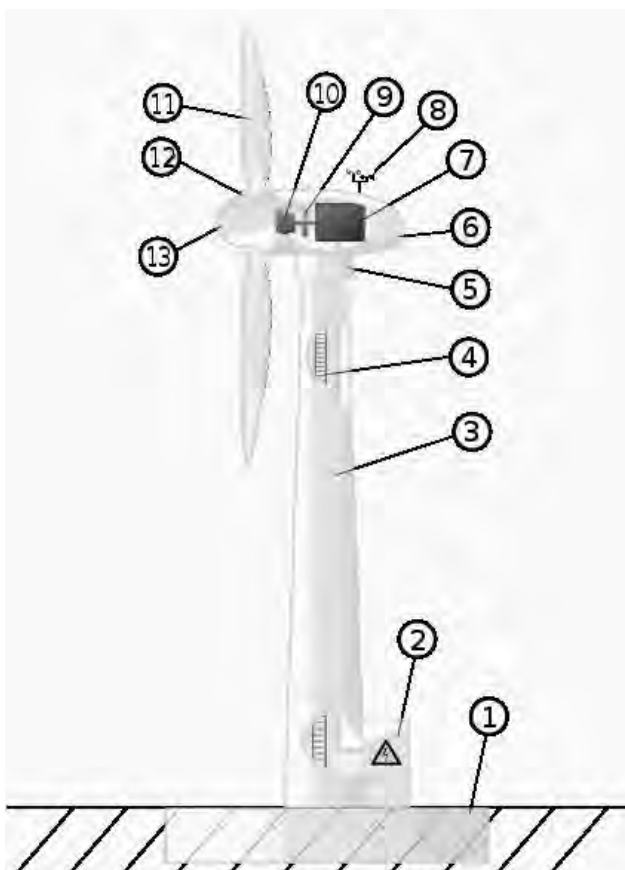
wymiany czyli dodatkowe koszty, a przestój w funkcjonowaniu może trwać nawet kilka miesięcy.

Budowa elektrowni wiatrowej

Rozpoczynając analizę bezpieczeństwa pożarowego elektrowni wiatrowych konieczne jest zaznajomienie się z ich budową. Nie są to bardzo skomplikowane urządzenia, główny element siłowni wiatrowej to rotor mający za zadanie przekształcać energię wiatru w energię mechaniczną, z której z kolei generator produkuje energię elektryczną. Osadzony na wale wolnoobrotowym wirnik posiada zwykle trzy łopaty, obraca się najczęściej z prędkością od 15 do 30 obrotów na minutę. Prędkość ta zostaje następnie zwiększona przez przekładnię do około 1500 obrotów na minutę, przekładnia połączona jest z wałem szybkoobrotowym, a ten z kolei z generatorem.

Generator, przekładnia, a także monitorujący siłownię system sterowania oraz układy smarowania, chłodzenia i hamulec umieszczone są w gondoli, zamocowanej wraz z wirnikiem na stalowej wieży o wysokości od 30 do 100 m. Na szczycie wieży znajduje się silnik i przekładnia zębata, których zadaniem jest obracanie wirnika i gondoli w kierunku wiatru. Wiele turbin wiatrowych posiada układy kontroli, których celem jest zapobieganie mechanicznego uszkodzenia elektrowni i umożliwia efek-

tywniejsze wykorzystywanie jej potencjału. W celu ochrony mechanizmów znajdujących się w gondoli przed przegrzaniem system kontroli uniemożliwia obracanie się wirnika przy zbyt dużych prędkościach wiatru. System kontroli, korzystający z danych dotyczących kierunku i prędkości wiatru ustawia gondolę za pomocą mechanizmu zmiany kierunku w najbardziej optymalne położenie. [7] Ponadto w gondoli znajdują się: transformator, łożyska, układy smarowania oraz hamulec zapewniający zatrzymanie wirnika w sytuacjach awaryjnych.



Budowa turbiny: 1. Fundament 2. Wyjście do sieci elektroenergetycznej 3. Wieża 4. Drabinka wejściowa 5. Serwomechanizm kierunkowania elektrowni 6. Gondola 7. Generator 8. Wiatromierz 9. Hamulec postojowy 10. Skrzynia przekładniowa 11. Łopata wirnika 12. Siłownik mechanizmu przestawiania łopat 13. Piasta

Ryc.1. Budowa elektrowni wiatrowej
(źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Turbina_wiatrowa)

Źródła zagrożeń pożarowych

Turbiny wiatrowe są narażone na powstawanie pożaru przede wszystkim dlatego, że ze względu na swoją znaczną wysokość (nawet 100 metrów) oraz metalową konstrukcją intensywnie oddziałują na nie wyładowania atmosferyczne. To one stanowią główne zagrożenie dla tego typu obiektów, dlatego bardzo istotną kwestią jest właściwe zaprojektowanie i wykonanie instalacji odgromowej, która skutecznie

będzie przejmowała pioruny przez zewnętrzne urządzenia piorunochronne i eliminowanie iskier wtórnych powodowanych przez przepływ prądu wyładowania. Każdy przypadek oceny zagrożenia piorunowego dla obiektu i jego otoczenia oraz potrzeb i sposobów wykonania instalacji piorunochronnej wymaga indywidualnej analizy. W analizie, należy uwzględnić zarówno bezpośrednie wyładowania piorunowe, jak również wyładowania pobliskie.

Inne możliwe przyczyny powstania pożaru to:

- przegrzanie mechanizmów wewnętrznych (przekładni, generatora) w wyniku zbyt dużej prędkości obrotowej wirnika;
- zwarcie, łuk elektryczny lub innego typu uszkodzenie elektryczne w generatorze lub transformatorze np. jeden z pożarów gondoli został spowodowany przez zbyt słabe dokręcenie zacisku przewodu w instalacji niskiego napięcia, tym samym doszło do zwiększenia się rezystancji między częściami przewodzącymi, wzrostu temperatury połączenia i zapalenia materiałów palnych znajdujących się w pobliżu połączenia, straty wyniosły ok. 2 mln PLN;
- aktywowanie przez harmoniczne równoległych obwodów rezonansowych składających się z kondensatorów i cewek. W obwodzie w wyniku powstania harmonicznych doszło do rezonansu prądów które uszkodziły kondensator, przebicie izolacji spowodowało spadek mocy oraz powstanie szybkich zakłóceń impulsowych. Zastosowane obwody ochronne okazały się niewystarczające i doszło do pożaru w wyniku którego została uszkodzona m.in. przetwornica prądu stałego na przemienny,
- wady techniczne podzespołów elektrycznych i elektronicznych;
- niewłaściwe zadziałanie wewnętrznych systemów kontrolnych;
- brak zabezpieczeń przed zakłóceniami udarowymi w transformatorach od strony średniego napięcia;
- powstawanie rezonansów w obwodach RC;
- uszkodzenia przełączników;
- nagrzewanie się do wysokich temperatur okładzin hamulców mechanicznych, oraz niezapewnienie odpowiedniego smarowania powierzchni przekładni biegowych co także może prowadzić do ich nagrzewania do wysokich temperatur, a w efekcie zapłonu łatwopalnych materiałów stałych lub olejów czy smarów;
- duże zagrożenie stwarza wykonywanie prac niebezpiecznych pożarowo, takich jak: spawanie, cięcie elementów metalowych, używanie np. palników acetylenowych w przestrzeni turbiny wiatrowej;
- nieostrożność i błąd osób zajmujących się pracami instalatorskimi lub konserwatorskimi elementów elektrowni wiatrowych [1].



Ryc. 2. Pożar elektrowni wiatrowej
(źródło: http://www.british-gazette.co.uk/wp-content/uploads/2010/09/Burnt_Out_Wind_Turbine.jpg)

Należy zwrócić uwagę, że w wyniku pożaru turbiny palące się i spadające na grunt elementy mogą spowodować zapłon np. ściółki leśnej i tym samym pożar lasu. W tym wypadku straty finansowe oraz negatywne skutki dla środowiska będą o wiele poważniejsze i należy podjąć kroki całkowicie uniemożliwiające zaistnienie takiego zdarzenia.

W tabeli 1 zamieszczono informacje o liczbie pożarów, do jakich doszło w elektrowniach wiatrowych w ciągu ostatnich 20 lat, należy zwrócić uwagę na fakt, że energetyka wiatrowa jest gałęzią przemysłu rozwijającą się i dopiero w ostatnich 10 latach intensywnie budowane są wieże wiatrowe, z tego powodu mamy w tym okresie znacząco wyższą liczbę zdarzeń niż w latach 1990-2000.

Statystyki z ostatnich lat wyraźnie wskazują na spadek liczby pożarów, pomimo rosnącej liczby wszystkich elektrowni wiatrowych na świecie. Spowodowane jest to zidentyfikowaniem głównych zagrożeń pożarowych dla tych obiektów oraz podjęciem odpowiednich działań w celu ich wczesnego wykrywania i gaszenia.

Detekcja

Ochrona przeciwpożarowa turbin wiatrowych ze względu na ich specyfikę wymaga ponadstandardowych rozwiązań. Warunki jakie mogą wystąpić w tych przestrzeniach sprawiają, że rozwiązania stosowane w obiektach budowlanych i budynkach mogą być zawodne. Wynika to przede wszystkim z warunków atmosferycznych oraz warunków panujących wewnątrz turbiny. Kluczowe elementy to:

- zwiększona wilgotność, szczególnie istotny parametr dla turbin znajdujących się w pobliżu morza lub budowanych na morzu;
- podwyższone działanie warunków korozyjnych powodowanych przez słoną wodę morską lub sprzyjające korozji szkodliwe zanieczyszczenia pochodzenia przemysłowego;
- wysoka temperatura, wewnątrz turbiny zazwyczaj wykonane z metalu w wyniku oddziaływania słońca może nagrzewać się do bardzo wysokich temperatur,
- w warunkach zimowych we wnętrzu turbiny mogą zaistnieć bardzo niskie temperatury, którym towarzyszyć może oblodzenie lub oszronienie;
- zmiany wilgotności i temperatury w cyklu dobowym, zimne noce i gorące dni, oraz towarzyszące temu zjawisko kondensacji pary wodnej;
- podczas opadów deszczu, jakiegokolwiek nieszczelności mogą powodować wnikanie wody do wnętrza gondoli i uszkodzić wyposażenie, również urządzenia przeciwpożarowe;
- wibracje i drgania, którym w warunkach roboczych podlega wieża wraz z gondolą [2].

Powyższe argumenty powodują, że należy poważnie zastanowić się czy elementy zarówno systemów sygnalizacji pożarowej jak i gaszenia nie powinny przechodzić podwyższonych warunków narażenia podczas badań typu przeprowadzanych w akredytowanych laboratoriach na zgodność z normami europejskimi. Ze względu na specyfikę zastosowania w czasie badań typu urządzeń, które dedykowane są do użytku w elektrowniach wiatrowych powinny być użyte wyższe poziomy narażeń zarówno w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej, badań klimatycznych oraz być może rozszerzonej funkcjonalności. Jednak w tym zakresie inwencja powinna wyjść od inwestorów i producentów systemów, ale podniesienie świadomości w tym zakresie powinno leżeć w gestii odpowiednich jednostek badawczych i Państwowej Straży Pożarnej. Warto zastanowić się nad wprowadzeniem obligatoryjnych wymagań dla elementów systemów przeciwpożarowych stosowanych w elektrowniach wiatrowych.

Zastosowane w turbinach wiatrowych systemy detekcji muszą wykrywać zjawisko pożaru w jak najwcześniejszej fazie, biorąc pod uwagę rodzaj wyposażenia oraz warunki klimatyczne jakie mogą wystąpić we wnętrzu, raczej będą preferowane czujki dymu oraz ze względu na swoją czułość systemy zasilające, szczególnie w przestrzeni samej gondoli oraz do nadzorowania elementów infrastruktury na-

Tabela 1.

Statystyka pożarów w elektrowniach wiatrowych w latach 1990 – 2009

(źródło: www.caithnesswindfarms.co.uk)

| Rok | 90-94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 |
|---------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Ilość pożarów | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 24 | 17 | 15 | 14 | 12 | 20 | 16 | 10 | 7 |

ziemnej, np. zewnętrzne transformatory i podstacje elektryczne.

Nie ulega wątpliwości, że skomplikowane jest zaprojektowanie i zainstalowanie odpowiednio skutecznego i niezawodnego rozwiązania dla samej wieży (duża wysokość, skłonność do powstawania pożarów tlewnych o niskiej prędkości wznoszenia produktów spalania i powolnym przyroście temperatury), dlatego warto zastanowić się nad instalacją swego rodzaju grodzi np. co 5 metrów i na nich montować czujki dymu.

Po wykryciu pożaru przez system detekcji, powinno nastąpić automatyczne zatrzymanie i odcięcie turbiny od sieci elektroenergetycznej, przekazanie sygnału o pożarze do stanowiska całodobowego nadzoru lub najbliższej jednostki Państwowej Straży Pożarnej oraz uruchomienie procedury gaszenia.

Gaszenie

Systemy gaszenia muszą być automatyczne i uruchamiane w wyniku zadziałania systemu sygnalizacji pożarowej (zaleca się stosować koincydencję dwóch czujek). Projektując i instalując system gaszenia, należy wziąć pod uwagę zarówno skuteczną ochronę mienia, skuteczność gaszenia, niezawodność, jak również bezpieczeństwo personelu, który może znaleźć się w chronionej przestrzeni w momencie zadziałania systemu. Wydaje się, że na dzień dzisiejszy najlepszymi rozwiązaniami są systemy gaszenia gazem (CO_2 ; gazy obojętne, takie jak: azot, argon itp.) oraz systemy gaszenia mgłą wodną.

Systemy gazowe są łatwiejsze do zamontowania w obiekcie, ale niektóre z nich (np. wykorzystujące dwutlenek węgla) mogą stwarzać zagrożenie dla zdrowia i życia personelu.

Rozwiązaniem w zakresie zapobiegania powstania pożaru, czy to w samej gondoli czy w osprzęcie naziemnym może być system redukcji tlenu, czyli obniżenie stężenia tlenu poniżej wartości przy której może zaistnieć zjawisko spalania. Wydaje się, że tego typu obszary zastosowania dobrze wpisują się w profil funkcjonowania powyższych systemów, aczkolwiek w niektórych przypadkach może być trudno, ze względu na nieszczelności, zapewnić odpowiednio niskie stężenie tlenu.

Wybór systemu gaszenia powinien być poprzedzony wnikliwą analizą wad i zalet poszczególnych systemów, warunków środowiskowych w jakich będą pracować, przestrzeni i urządzeń jakie będą chronić, procedur konserwacji i kontroli, niezawodności i oczywiście kosztów instalacji i późniejszego utrzymania.

Podręczny sprzęt gaśniczy

Ze względu na możliwość czasowego przebywania we wnętrzu elektrowni wiatrowej persone-

lu np. osób dokonujących przeglądu i konserwacji wewnętrznych instalacji, konieczne jest umieszczenie w specjalnie oznakowanych i łatwo dostępnych miejscach gaśnic. Uwarunkowane to jest możliwością zaistnienia pożaru np. podczas wykonywania prac niebezpiecznych pożarowo przez obsługę wewnątrz obiektu. Najbardziej użyteczne w przestrzeniach elektrowni wiatrowych, ze względu na dużą ilość urządzeń elektrycznych będą gaśnice wykorzystujące do gaszenia dwutlenek węgla, minimalna masa środka gaśniczego powinna wynosić 5 kg. Gaśnice, należy rozmieścić przy wejściu do wieży oraz w gondoli. Personel powinien być przeszkolony w zakresie zasad użytkowania gaśnic oraz powinien przejść odpowiednie przeszkolenie praktyczne, potwierdzone stosownym dokumentem. Natomiast same gaśnice powinny być okresowo sprawdzane przez wykwalifikowany personel.

Rola Państwowej Straży Pożarnej

Pragnienie optymalnego wykorzystania możliwości pozyskiwania energii elektrycznej z wiatru sprawia, że budowane turbiny wiatrowe mają coraz większe rozmiary, przede wszystkim zwiększa się średnica rotora oraz wysokość wieży, warto zwrócić uwagę również, że duża część farm wiatrowych jest projektowana i wykonywana w oddaleniu od stałego lądu, są to tzw. farmy wiatrowe typu offshore. Te tendencje sprawiają, że na lądzie w momencie zaistnienia pożaru w którejś z turbin rola straży pożarnej będzie sprowadzała się do przybycia w pobliże miejsca zdarzenia i z bezpiecznej odległości kontrolowania sytuacji, aby pożar turbiny nie stwarzał zagrożenia dla otoczenia (np. lasów, pól uprawnych, innych turbin).

Podobnie sytuacja wygląda dla farm wiatrowych morskich tylko, że w tym wypadku jeszcze trudniejsze jest dotarcie w pobliże masztów, ale przynajmniej nie ma zagrożenia, że od palących się i spadających części zapali się np. las lub pola uprawne.

Podsumowując straż pożarna nie odgrywa roli w zabezpieczeniu przeciwpożarowym farm wiatrowych ponieważ:

- nie posiada odpowiedniego sprzętu;
- farmy wiatrowe znajdują się w większości przypadków w zbyt dużej odległości od jednostek ratowniczo-gaśniczych, aby możliwa była odpowiednio szybka reakcja;
- spadające elementy konstrukcyjne turbin stanowią zagrożenie dla zdrowia i życia strażaków;
- teoretycznie pożar turbiny nie stanowi zagrożenia dla ludzi, dlatego lepszym rozwiązaniem jest odczekanie do samodzielnego wygaszenia pożaru, oczywiście może się zdarzyć, że podczas wykonywania prac konserwatorskich powstanie pożar i osoba akurat wykonująca prace na wysokości znajdzie się w sytuacji zagrożenia, ale w tym

przypadku kluczowe będzie posiadanie wiedzy przez tą osobę, jak wyjść cało z opresji. Może się okazać, że pomoc funkcjonariuszy PSP będzie niezbędna, jednak należy mieć świadomość, że takie zdarzenia są mało prawdopodobne i dzięki procesowi odpowiedniego szkolenia pracowników mogą zostać całkowicie wyeliminowane.

Rozwiązania organizacyjne

Bardzo ważne są wszelkie działania prewencyjne w zakresie ochrony przeciwpożarowej, przede wszystkim konieczne jest zminimalizowanie ilości materiałów łatwo palnych w przestrzeni turbiny wiatrowej i zastąpienie ich materiałami trudno zapalnymi lub niepalnymi. Szczególne zagrożenie stanowią zamontowane w gondoli pianki wygłuszające, wszelkiego typu oleje i smary (zaleca się zastosowanie olejów i smarów o jak najwyższej temperaturze zapłonu), okablowanie, elementy wykonane z tworzyw sztucznych (nie stosować elementów wykonanych z poliuretanu czy polistyrenu).

Podczas prac montażowych i konserwatorskich, należy zwrócić uwagę na wszelkiego typu nieszczelności i przecieki, przez które płyny eksploatacyjne wydostawałyby się z przeznaczonych dla nich pojemników i zanieczyszczając przestrzeń użytkową zwiększały zagrożenie pożarowe. Wszystkie te elementy sprzyjają nie tylko powstaniu pożaru, ale także powodują jego szybkie rozprzestrzenianie się [2]

Niedopuszczalne jest składowanie wewnątrz wieży czy wręcz samej gondoli materiałów palnych, np. olejów, rozpuszczalników, paliw, smarów itp. W tym zakresie, należy prowadzić bardzo rygorystyczne działania prewencyjne.

Ważnym aspektem jest właściwe przeszkolenie pracowników działających w przestrzeni turbin wiatrowych czyli: montażystów, konserwatorów i innych osób odpowiedzialnych za prawidłowe funkcjonowanie farm wiatrowych. Powinni oni posiadać wiedzę z zakresu funkcjonowania systemu, zagrożeń (nie tylko pożarowych), przeprowadzania prac niebezpiecznych pożarowo, czynności jakie należy podejmować aby zapobiegać zagrożeniom lub jak reagować gdy już zaistnieją, jakie podjąć działania i kiedy jest ostatni moment na bezpieczną ewakuację.

Jeśli chodzi o prace niebezpieczne pożarowo jest to temat na szerszą dyskusję, jednak należy pamiętać o kilku podstawowych zasadach. Przede wszystkim unikać tego typu czynności, a jeśli jest to niemożliwe przedsięwziąć czynności zapobiegawcze przed rozpoczęciem prac (np. posiadać w pobliżu gaśnicę), a już po zakończeniu prac dokładnie sprawdzić otoczenie czy nie został zaprószoney ogień. Czynności te należy wykonać bardzo uważnie i dokładnie ponieważ często w takich przypadkach efekty zaniedbań są widoczne dopiero po kilku godzinach. Oczywiście

ście trzeba pamiętać że zarówno wewnątrz turbiny wiatrowej, jak i w jej otoczeniu musi obowiązywać bezwzględny zakaz palenia, a złamanie tego zakazu musi być surowo karane.

Konieczne jest zaimplikowanie systemu bezpieczeństwa, który w momencie powstania pożaru odniebie zagrożony element od reszty systemu minimalizując straty. Jednym z rozwiązań może być zastosowanie w stosunku do przestrzeni lub elementów stwarzających szczególne zagrożenie rozwiązań typu: pokrywy zabezpieczające z materiałów niepalnych lub przegrody tworzące pseudo strefy pożarowe.

W celu wsparcia personelu i osób odpowiedzialnych za prawidłowe funkcjonowanie farmy wiatrowej zaleca się stworzenie planu postępowania na wypadek zagrożenia, który może mieć formę podobną do instrukcji bezpieczeństwa pożarowego.

Podsumowanie

W związku ze stałym rozwojem energetyki bazującej na alternatywnych źródłach energii, a przede wszystkim wiatru, obecnie konieczne jest opracowanie standardów (wytycznych) w zakresie bezpieczeństwa pożarowego tego typu obiektów. Przedmiotowe wytyczne muszą w sposób precyzyjny określać wymagania w zakresie inżynierii bezpieczeństwa pożarowego dla turbin wiatrowych oraz wyposażenia wykorzystywanego do przetwarzania tej energii czyli kolokwialnie mówiąc od końca wirnika do punktu przyłączenia do publicznej sieci elektrycznej. Z całą pewnością wytyczne powinny powstać w drodze konsultacji pomiędzy Państwową Strażą Pożarną, inwestorami, zarządcami farm wiatrowych oraz firm zajmujących się zapewnianiem zabezpieczeń przeciwpożarowych. Wytyczne powinny zawierać wymagania i zalecenia, których spełnienie zapewni, że zastosowane systemy i rozwiązania w sposób kompleksowy zapewniają minimalny wymagany poziom bezpieczeństwa, a jednocześnie nie mogą ograniczać rozwoju w zakresie bezpieczeństwa pożarowego elektrowni wiatrowych i możliwości zapewnienia jeszcze wyższego poziomu bezpieczeństwa. Powstaje pytanie czy stworzenie standardu ochrony przeciwpożarowej to wystarczający środek do podniesienia (zapewnienia) bezpieczeństwa, a może należy posunąć się dalej i przedsięwziąć działania których celem byłoby np. rozporządzenie któregoś z ministerstw w tej sprawie. Uważam, że takie działanie nie ma sensu, wymagałoby o wiele więcej wysiłku i czasu, a efekt byłby trudny do przewidzenia. O wiele lepszym rozwiązaniem jest stworzenie dobrowolnych wytycznych, które byłyby przydatnym narzędziem dla osób i instytucji działających w zakresie ochrony przeciwpożarowej i zachęcanie do ich stosowania.

Prawda jest taka, że to w interesie inwestora jest zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeń-

stwa. Akurat w tym wypadku nie chodzi o to, aby zrobić jak najtaniej, ale jak najlepiej, tak by cała infrastruktura służyła bezawaryjnie przez możliwie najdłuższy okres czasu generując zyski.

Konieczne jest, aby inwestor posiadał odpowiednie narzędzie, które pomoże mu nadzorować podwykonawców działających w zakresie ochrony przeciwpożarowej i kontrolować czy zastosowane rozwiązania są wystarczające. W tym celu konieczne jest stworzenie wytycznych bezpieczeństwa pożarowego dla elektrowni wiatrowych.

Literatura

1. CFPA-E No 22:2010F Wind turbines fire protection guideline;
2. VDS 3523:2008 Wind Turbines, Fire Protection Guideline;

3. Zbrożek P., Prasula J. *Zagrożenia dla ludzi związane z działaniem stałych urządzeń gaśniczych (SUG)*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 2/2010;
4. Sowa T., *Analiza porównawcza stałych urządzeń gaśniczych cz. II*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 3/2010;
5. Kielbasa T., *Koncepcja wymagań dla Stałych Urządzeń Gaśniczych gazowych*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 4/2009;
6. www.caithnesswindfarms.co.uk;
7. <http://www.biomasa.org>.

Recenzenci

bryg. dr inż. Waldemar Wnęk

bryg. mgr inż. Zbigniew Tuzimek

Maria Kędziarska
 CNBOP-PIB
 Zakład Szkoleń

WYKORZYSTANIE ŚRODKÓW DYDAKTYCZNYCH W PROCESIE PROJEKTOWANIA DZIAŁAŃ SZKOLENIOWYCH

Middleware in training projects

Streszczenie

Materiał prezentuje środki dydaktyczne wykorzystywane w realizacji procesu nauczania. Zawiera podział i charakterystykę środków dydaktycznych stosowanych przy projektowaniu szkoleń tradycyjnych – stacjonarnych oraz zdalnych - e-learningowych w tym blended - learning. Na przykładzie opracowanych w CNBOP - PIB materiałów edukacyjnych „Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z klęskami żywiołowymi i katastrofami” - *Innowacja nominowana do Godła „Teraz Polska”* autor wskazuje efektywność wykorzystania środków dydaktycznych wraz z jego szerokimi możliwościami, animacją i innymi sekwencjami multimedialnymi.

Summary

The article presents teaching tools used in the implementation of the learning process. Includes distribution and characteristics of teaching tools used in the training of traditional design - fixed and remote - e-learning in the blended - learning. In the example developed in Accordance - PIB educational materials, “Multimedia and ICT tools to enhance education of local communities to improve their resilience to hazards associated with natural disasters and emergencies” - nominated for the Innovation Emblem “Teraz Polska” the author shows the effectiveness of the use of teaching and its broad capabilities, animation and other multimedia sequences.

Wstęp

W każdej pozaszkolnej formie kształcenia osób dorosłych wykorzystujemy różnorodne środki dydaktyczne. Środki dydaktyczne to wszelkiego rodzaju obiekty, które oddziałują na zmysły, a ich podstawowym zadaniem jest ułatwienie zrozumienia przedstawianej treści. Środki dydaktyczne służą przyspieszeniu procesu nauczania, które zależą od odpowiedniego doboru środków dydaktycznych do prezentacji treści, zamierzonych celów oraz grupy docelowej. Szybki rozwój cywilizacji oraz wyzwania XXI wieku zobowiązują nas do prowadzenia procesu kształcenia wykorzystując nowoczesne środki dydaktyczne. Do nich zaliczamy między innymi komputer, programy komputerowe, a przede wszystkim środki multimedialne wraz z jego szerokimi możliwościami, animacją i sekwencjami multimedialnymi.

Działalność edukacyjna prowadzona w CNBOP ma poprowadzić uczestników do uzyskania lub wzbogacenia wiedzy w obszarach związanych nie tylko z bezpieczeństwem, ale także podejściem procesowym w zarządzaniu własną organizacją oraz możliwością wykorzystania i zaprojektowania optymalizacji procesów edukacji. Z jednej strony ce-

lem jest dostarczanie informacji z obszaru ochrony przeciwpożarowej, a z drugiej integrowanie środowiska i promowanie wymiany wiedzy i poglądów poruszających istotne kwestie np. dotyczące nowelizacji ustaw, rozporządzeń zapowiedzi konferencji i szkoleń. Materiały szkoleniowe zawierają treści merytoryczne, opisy metodyki, funkcjonalności narzędzi, opis systemów wspierających działalność badawczą oraz działania realizowane w procesie szkoleniowym. Materiały prezentują zarówno zagadnienia teoretyczne jak i praktyczne. Zestawy przygotowanych szkoleń, opierają się na koncepcji ciągłego doskonalenia oraz wspierania działań w zakresie bezpieczeństwa powszechnego i biznesu naszych klientów. Założeniem takiego podejścia jest takie zaprojektowanie szkoleń w CNBOP-PIB, aby współistniały w sposób spójny i uwzględniały strategię instytutu, projektowanie, wdrażanie oraz kontrolę.

Zwiększenie wiedzy na temat różnych celów, form i identyfikacji potrzeb szkoleniowych jest gwarancją zwiększenia i rozwinięcia umiejętności doboru metod w realizacji procesu nauczania. **Czy wiesz, że 75% osób dorosłych, które rozpoczęły różnego rodzaju edukację, przerywa ją przed jej ukończeniem.**

niem? Część z nich podejmuje naukę w późniejszym terminie, zdecydowana większość jednak rezygnuje z dalszej nauki. Problem z odpowiednią motywacją do nauki nie dotyczy kursantów, którzy korzystają ze szkoleń nie odpłatnych lub obowiązkowych. Drugą grupę stanowią osoby, które same pokryły koszty dostępu do szkoleń. Największą motywację mają osoby, które z różnych przyczyn i względów są zmuszane do ukończenia szkolenia np. formalna konieczność utrzymania stanowiska pracy itp. Odpowiednia motywacja, dobór środków dydaktycznych, poprawna ocena oparta na wzmacnianiu i kształceniu dorosłych słuchaczy uczestniczących w procesie dydaktycznym, sprawi, że szkolenia ukończą nie tylko osoby odpowiednio zmotywowane.

Środki dydaktyczne wzbogacają metodykę nauczania i zwiększają efektywność, ułatwiając równocześnie prawidłową realizację zasady pogładowości. Za twórcę zasady pogładowości uważa się czeskiego pedagoga i filozofa Jana Amosa Komeńskiego (1592-1670). Według niego efektywność nauczania zagwarantowana jest dzięki zasadom:

- dostępności;
- systematyczności;
- stopniowania trudności czyli stopniowania procesu dydaktycznego;
- pogładowości, rozumianej jako wiedza podawana zmysłom.

Komeński uważał, że „dla wiedzy zmysł jest punktem wyjścia, skąd przez wyobrażenie wiedzie drogą poznania do pamięci, następnie kształtuje się pojmowanie rzeczy ogólnych, w końcu zaś na podstawie dostatecznego zrozumienia rzeczy - powstaje sąd ustalający pewność poznania”.

Zasada ta każe stopniować proces dydaktyczny od rzeczy łatwiejszych do trudniejszych, od bliskich do coraz bardziej odległych. Utrwała nabyte wiadomości i ukazuje zastosowanie ich w praktyce, co powinno wynikać z podawania trafnych przykładów i częstego stosowania ćwiczeń sprawdzających.

Podział środków dydaktycznych

Bardzo szybki rozwój techniki komputerowej, jak i możliwości integrowania komputerów z innymi mediami sprawiają, że komputer znajduje zastosowanie we wszystkich dziedzinach wiedzy i w procesach:

- kształcenia, doksztalcenia i samokształcenia;
- w diagnostyce i badaniach;
- oraz zarządzaniu edukacją.

Obszary zastosowania komputerów w edukacji dotyczą wytwarzania materiałów dydaktycznych, gromadzenia, przechowywania i szybkiego udostępniania informacji oraz możliwości wykorzystania Internetu. Kształcenie wspierane mediami opie-

ra się na sposobach przyswajania przez człowieka nowych treści, które zapamiętujemy następująco: **w 10% czytając, w 20% słysząc, w 30% widząc, w 40% widząc i słysząc, w 70% mówiąc, natomiast w 90% mówiąc i działając.**

Media dydaktyczne, stanowią element dobrze zorganizowanego procesu nauczania – uczenia się. Współczesna koncepcja kształcenia wielostronnego, nie eliminuje wykorzystywania tego rodzaju środków dydaktycznych, bowiem komputer, pełniący wspomagającą funkcję w procesie kształcenia, umożliwia uczenie się zarówno przez przyswajanie, odkrywanie, przeżywanie i działanie. Szczególną rolę odgrywa komputer w teorii nauczania problemowego, gdzie poznanie opiera się na samodzielnym dochodzeniu do wiedzy. Do walorów tej metody kształcenia zaliczyć należy możliwość wielostronnego aktywizowania słuchaczy, a wykorzystanie w tym celu technik komputerowych, z pewnością może ją uatrakcyjnić, chociażby poprzez wyzwalanie postawy badawczej, wywoływanie ciekawości i motywacji do pracy. Szczególną rolę w tym zakresie odegrać mogą programy komputerowe gier dydaktycznych, które stymulują do działalności twórczej. Komputer powinien spełniać dwie funkcje. Do pierwszej z nich zaliczamy funkcje: ilustrujące, analogii, symulacyjno-modelujące, obiektywizmu, modułowość, redukcyjność. Natomiast druga grupa obejmuje funkcje: transgresyjną, abstrakcyjną, refleksyjności, tolerancji, płynności, giętkości, oryginalności. Komputer postrzegany jest jako główny wyznacznik nowoczesności procesu kształcenia, wiąże się to z możliwościami, jakie stwarza, jak i ciągłym rozwojem oraz szybko postępującym procesem udoskonalania technologii kształcenia. Niewątpliwie jednym z atutów tego medium jest jego dostępność. W związku z powyższym, można mówić o dwóch aspektach wykorzystania komputera w kształceniu. Po pierwsze komputer daje możliwości wykorzystania technik i środków informatycznych w różnych dziedzinach naszego życia. Drugi aspekt dotyczy komputera będącego środkiem wspomagającym proces kształcenia, jako narzędzia dydaktycznego.

W czasach zdalnego przekazywania wiedzy, w realiach e-learningu, pojęcie środków dydaktycznych zostało zastąpione pojęciem multimediiów, gdyż to właśnie one są nośnikami informacji, a sam proces dydaktyczny stał się bardziej interaktywny.

Środki dydaktyczne możemy scharakteryzować pod względem narządu, który aktywizuje podczas ich wykorzystywania. Uwzględniając to kryterium wyróżnimy środki:

- wzrokowe, do których zaliczamy naturalne przedmioty - maszyny, narzędzia, modele, obrazy, mapy, diagramy, podręczniki i teksty;
- słuchowe pozwalające przekazywać dźwięk - magnetofon, radio, instrumenty muzyczne, nagrania telewizyjne;

- wzrokowo-słuchowe czyli audiowizualne łączące obraz z dźwiękiem;
- środki częściowo automatyzujące proces nauczania i uczenia się maszyny dydaktyczne, laboratoria językowe, dydaktyczne układy sygnalizacyjne, urządzenia interkomunikacyjne oraz komputery.

Biorąc pod uwagę kryterium chronologiczne wyróżniamy:

- środki proste - takie jak tablica, kreda, książki;
- techniczne środki audiowizualne - takie jak diaskopy, grafoskopy, projektory, magnetowidy itp;

- maszyny dydaktyczne - instruktory, trenery, repetytory (powiązane z nauczaniem programowym);
- komputery - adaptacyjne dydaktyczne maszyny matematyczne służące do komputeryzacji nauczania.

Przy projektowaniu szkoleń e-learningowych wykorzystujemy wyżej wymienione środki dydaktyczne. Tablica zostaje zastąpiona ekranem, a z kolei wyszukiwanie informacji w książkach zostaje zastąpione ich wirtualnymi odpowiednikami. Dzięki różnego rodzaju aplikacjom i funkcjonalnością platform edukacyjnych wszystkie potrzebne środki dydaktyczne zostały zintegrowane w komputerze. Innymi słowy zastąpił je ich wirtualny informatyczny odpowiednik. Wraz z postępem technologicznym

Tabela 1

Przykładowa zmiana metod i środków dydaktycznych charakterystycznych dla szkoleń stacjonarnych na e-learningowe

| Lp. | Wyszczególnienie | Określenie scenariusza | |
|-----|---|--|--|
| 1. | Umiejętność | Umiejętność udzielania pierwszej pomocy w nagłych wypadkach oraz ratowania życia. <ul style="list-style-type: none"> • prawidłowe rozpoznanie i sprawne reagowanie w stanach zagrożenia życia; • opanowanie uczucia strachu i niepewności przy udzielaniu pomocy; • postępowanie zgodnie z normami obowiązującymi w Europie (wg wytycznych Europejskiej Rady Resuscytacji); | |
| 2. | Temat szkolenia | Pierwsza pomoc w nagłych wypadkach | |
| 3. | Cel szkolenia | <ol style="list-style-type: none"> 1. Zapoznanie z zasadami udzielania pierwszej pomocy w nagłych wypadkach. 2. Uświadomienie o konieczności udzielania pierwszej pomocy, przełamanie "strachu" przed udzielaniem pierwszej pomocy. 3. Kiedy i jak wzywać pomoc. 4. Uświadomienie znaczenia pierwszych trzech minut. 5. Nabycie umiejętności układania poszkodowanego w pozycji bocznej ustalonej. 6. Szkolenie w zakresie podstawowych zabiegów resuscytacyjnych. 7. Przyczyny utraty przytomności. 8. Rozpoznać poszkodowanego, u którego nastąpiło zatrzymanie krążenia. 9. Udrożnienie dróg oddechowych. 10. Jak postępować z osobą zadławioną. 11. Kiedy, gdzie i jak stosuje się automatyczną defibrylację zewnętrzną (AED). 12. Ocena sytuacji i troska o zabezpieczenie miejsca wypadku. | |
| 4. | Wybrane metody i środki dydaktyczne do realizacji szkolenia | Szkolenie stacjonarne <ol style="list-style-type: none"> 1. Prowadzący – ratownik medyczny 2. Wypowiedź ratownika 3. Flopchart 4. Manekin- fantom 5. Plansze poglądowe 6. Praca indywidualna lub w grupach | Szkolenie e-learningowe <ol style="list-style-type: none"> 1. Postacie 2. Plik video 3. Animacje 4. Grafiki 5. Grafiki 6. Interaktywna symulacja manekina - fantopma |
| 5. | Uzasadnienie wyboru środków dydaktycznych w szkoleniu e- learningowym | Aby ułatwić przyswajanie wiedzy szkolenie składa się w dużej mierze z interaktywnych symulacji, w których kursanci krok po kroku mogą przećwiczyć zasady udzielania pierwszej pomocy w nagłych wypadkach. Dodatkowo kursanci wspierani są wskazówkami zaimplementowanego w szkolenie wirtualnego nauczyciela- ratownika. <ol style="list-style-type: none"> 1. Ekspert ratownik – przekazuje wiedzę, a słuchać dzięki niemu wcieli się w rolę i zidentyfikuje z treścią szkolenia. 2. Wypowiedź ratownika – wzmocnienie przekazu wypowiedzią eksperta. 3. Poszczególne kroki postępowania w nagłych wypadkach , usystematyzują przebieg udzielania pomocy. 4. Animacja odchylenia głowy poszkodowanego ujawni błędne i poprawne czynności podczas udrażniania dróg oddechowych. 5. Pozycja boczna ustalona, przekrój jamy ustnej, - wizualizują zagadnienie. 6. Zadanie do wykonania: <ul style="list-style-type: none"> - ułożenie sylwetki w pozycji bocznej ustalonej, - resuscytacja krążeniowo-oddechowa. 7. Praktyczne wykorzystanie wiedzy. | |
| 6. | Kontrola wiedzy | <ol style="list-style-type: none"> 1. Dwa zadania śródlekcyjne. 2. Test 10 pytań wielokrotnego wyboru. | |

ewoluują również techniczne środki audiowizualne. W szkoleniach stacjonarnych odchodzi się od tradycyjnych środków na rzecz zapisu cyfrowego, nośników CD, DVD czy interaktywnych symulacji.

Alternatywny podział środków dydaktycznych wskazuje nam ich pochodzenie. Wyróżnimy tu:

- środki naturalne czyli obiekty pochodzące bezpośrednio z otoczenia przedstawiające rzeczywistość, np.: jeżeli podczas szkolenia stacjonarnego mówimy o gaszeniu pożaru i przeprowadzimy test gaśniczy z użyciem gaśnicy, będzie to naturalny środek dydaktyczny;
- środki techniczne, obiekty ukazujące rzeczywistość w sposób pośredni;
- symboliczne środki dydaktyczne wykorzystywane w e-learningu ukazują zagadnienia za pomocą słowa, znaku, rysunku technicznego, grafik animacji, map, schematów.

Komputer jako środek dydaktyczny i jego funkcje

Niezależnie od klasyfikacji środki dydaktyczne służą do zapoznawania się z nowymi wiadomościami, utrwalania wiadomości oraz kontroli stopnia opanowania, przyszłemu zastosowaniu zdobytych wiadomości i umiejętności w praktyce, rozwijaniu zdolności poznawczych, woli, motywacji, emocji oraz uczuć, przez co również i postaw wobec prezentowanego zagadnienia.

Prawidłowy dobór środków dydaktycznych ma motywacyjny aspekt na proces nauczania, jeżeli będziemy wykorzystywać ciekawe środki dydaktyczne, uczestnicy szkoleń będą chętniej z nich korzystać. **Przy doborze środków dydaktycznych pamiętać musimy o tym, aby forma nie przysłoniła treści edukacyjnych.** Obecnie obserwujemy rozwój planowanego i kontrolowanego nauczania problemowego, charakteryzującego się wielopoziomym aktywizowaniem uczestników procesu dydaktycznego. W kontekście zastosowania komputera do zadań o charakterze humanistyczno-pedagogicznym komputer spełnia dwie grupy funkcji. Do pierwszej z nich możemy zaliczyć funkcję: ilustrującą, analogii, symulacyjno-modelującą, obiektywizmu, modułową, systemową, redukcyjną. Druga grupa zadań, jakie powinien pełnić komputer obejmuje funkcje: transgresji, abstrakcji, refleksyjności, tolerancji, płynności, giętkości, oryginalności. Komputer pozwala na aktualizację posiadanych wiadomości, przeprowadzenie kontroli stopnia opanowania wiadomości i umiejętności. Pozwala na indywidualizację w zakresie tempa pracy, a także wyboru najwłaściwszego programu, który powinien odpowiadać intelektualnemu poziomowi osoby uczestniczącej w procesie kształcenia. Nie wystarczy, aby dydaktyk opanował wiedzę i umiejętności z zakresu obsługi komputera, ważne jest, aby wiedzę przekazał w spo-

sób interdyscyplinarny, systemowy, twórczy np. wykorzystując symulacje. Wymaga to nabycia umiejętności pracy w trójukładzie: uczeń - komputer funkcjonujący w sieci - nauczyciel.

Prawidłowo stosowany w edukacji dostarcza uczestnikom bodźców oddziałujących na ich zmysły, ułatwia poznawanie rzeczywistości i zasad nią rządzących. Jako środek dydaktyczny komputer spełnia funkcje:

- aktywizująco - motywującą - wyzwala wszechstronną aktywność uczniów i pobudza ich zainteresowania;
- poznawczo-twórczą- służy jako źródło wiedzy;
- ćwiczeniową - zadania wykonywane samodzielnie służą utrwaleniu wcześniej poznanych wiadomości i umiejętności;
- kontrolną - ułatwia przeprowadzenie testów dydaktycznych, gromadzi w pamięci zadania testowe, określa warunki kontroli, wybiera odpowiednią liczbę i poziom zadań, sprawdza i opracowuje wynik testu;
- przyspiesza zapamiętywanie, utrwala wiadomości i umiejętności.

Podstawowymi zaletami kształcenia przy pomocy komputera są: indywidualizacja i uatrakcyjnianie procesu dydaktycznego, utrwalanie zapamiętywania treści, stymulowanie motywacji do rozwoju, rozwijanie twórczego myślenia, wspomaganie rozwoju umiejętności, wiedzy i osobowości, osvajanie z komputerem jako narzędzie pracy oraz kontrolowanie tempa pracy przez uczestnika procesu edukacyjnego.

Podstawowe formy szkoleń, kursów organizowanych przy wykorzystywaniu środków dydaktycznych można określić jako:

- tradycyjne - stacjonarne;
- zdalne - e-learningowe;
- mieszane - blended learning.



Ryc. 1 Szkolenie tradycyjne połączone z e-learningiem z wykorzystaniem sali audiowizualnej CNBOP-PIB
Fot. M. Kędzierska maj 2011

Za najbardziej efektywną formę edukacyjną uważa się blended - learning. Połączenie formy szkolenia tradycyjnego z e-learningiem sprawia, że proces nauczania jest bardziej dynamiczny. E-learning to proces nauczania przy wykorzystaniu elektronicznych środków (komputer, Internet, urządzenia audiowizualne, itp.)

Projektując szkolenia e-learningowe powinniśmy przyjąć następujące założenia:

- osoby uczące się oddalone są od siebie, nie uczą się w tym samym miejscu;
- proces kształcenia odbywa się w specjalnej przestrzeni;
- przebiega z udziałem osoby wspomagającej np. tutora, mentora lub coacha lub bez niej;
- podczas realizacji kursu musi dochodzić do obustronnej komunikacji i interakcji;
- uczący się + zasoby kursu lub uczący się + osoba wspomagająca + zasoby kursu;
- materiały dydaktyczne powinny być tak przygotowane, aby nie tylko przekazywały wiedzę oraz kształciły umiejętności, ale także angażowały uczestników zajęć w zaplanowane dla nich prace.

Zasób dydaktyczny powinien obejmować nie tylko treści, a także ćwiczenia, quizy, grafiki, animacje, filmy, schematy, interakcje. W procesie przygotowania i implementacji e-szkolenia wyróżniamy pięć faz.

Fazy przygotowania e-szkoleń – dobór środków dydaktycznych

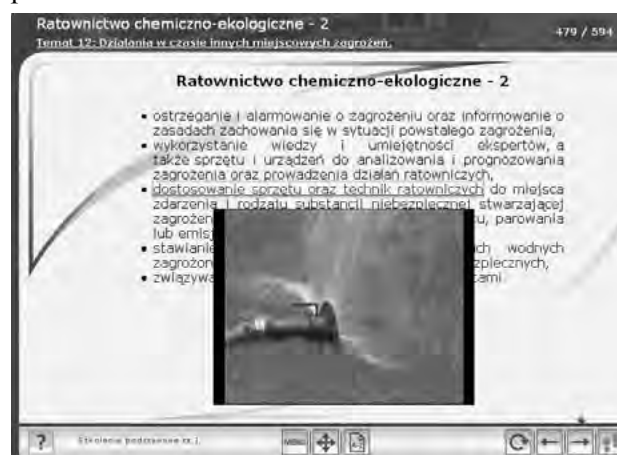
Podczas przygotowywania i doboru środków dydaktycznych, należy pamiętać o specyfice środowiska, w którym będzie odbywało się kształcenie. Określenie wymagań techniczno-organizacyjnych powinno odbyć się przed przystąpieniem do wyboru środków dydaktycznych, zapewni to nam spójność przekazu, a także zaoszczędzi czasu na ewentualne korekty. Następnym etapem jest tworzenie materiału dydaktycznego w e-learningu, jest to określenie zasobów produkcyjnych i ograniczenia w ich występujące. Musimy także, wziąć pod uwagę uczestników szkolenia, wiek, wykształcenie, nawyki uczenia się, motywację, środki techniczne, jakimi dysponujemy, gdzie i kiedy będą się uczyć. Im trafniej określimy odbiorcę szkolenia, tym łatwiej będzie nam zaproponować interesujące go szkolenie. Precyzyjnie i jasno należy także określić i sformułować: **cele szkolenia**, gdyż to one wyznaczają nam kierunek budowania treści merytorycznych, dopasować **treści merytoryczne**, określić hierarchię elementów sfery poznawczej – co uczestnik ma tylko zauważyć, co zapamiętać, czego się nauczyć, strefę afektywną – recepcję (odbiór), reagowanie, wartościowanie, organizowanie, charakteryzowanie, sferę

psychomotoryczną - czyli to, jakie użytkownik nabyte umiejętności.

Znając wszystkie wcześniejsze zasady możemy przystąpić do wyboru sposobu przekazu treści i doboru środków dydaktycznych. Inaczej będziemy przedstawiać zagadnienia młodzieży gimnazjalnej, akademickiej inaczej słuchaczom dorosłym. Jeżeli zapomnimy o odbiorcy, efektywność szkolenia na pewno będzie obniżona. Znając zasoby produkcyjne zaangażowane przy projekcie, w ramach e-learningu autorzy projektu mogą wykorzystać następujące środki dydaktyczne:

- treści merytoryczne, wstęp, podsumowanie, język;
- przykłady, case study;
- grafiki, animacje, mapy, schematy, tabele;
- interakcje, chmurki pop up., ikony i symbole;
- ćwiczenia śródlekcyjne;
- pytania testowe;
- symulacje, słownik, materiały dodatkowe;
- zadania do własnego rozwiązania;
- opisy bibliograficzne;
- adresy www i inne hiperlinki;
- poczta e-mail;
- listy dyskusyjne;
- FTP;
- forum;
- czat i inne formy spotkań dydaktycznych np. spotkania z ekspertami, współużytkownikami, wymiana doświadczeń w grupie;
- Dźwięki i nagrania.

Treści merytoryczne, które zamierzamy wykorzystać w szkoleniu /dotyczy wszystkich rodzajów szkoleń/ powinny zostać podzielone logicznie na moduły, tematy i przedstawione z uwzględnieniem gradacji tzn. od ogółu do szczegółu. Większą efektywność szkolenia uzyskamy poprzez zastosowanie dynamicznego sposobu prezentacji treści podzielonej na mniejsze cząstki wiedzy wykorzystując dodatkowo wskazówki i uwagi typu: „**Czy wiesz, że**” lub „**Ważne**” lub stosując znaki graficzne, symbole, podkreślenia.



Ryc. 2. Treści merytoryczne z zastosowaniem wskazówki dodatkowej

Każde szkolenie e-learningowe powinno być poprzedzone **wstępem** zawierającym krótki opis zakresu i celu szkolenia. **Cele** szkolenia powinny być przedstawione na osobnym ekranie, w taki sposób, aby uczestnik mógł na początku dowiedzieć się czego konkretnie się nauczy. **Cele szkolenia oraz wstęp można wypunktować w formie osobnych wierszy lub w formie opisowej.** Ponadto cele szkolenia formujemy w dwóch poziomach jako **cele ogólne - ciągle** /zdobycie, rozwijanie, kształtowanie/ i jako **cele szczegółowe - operacyjne** tzn. wiedzieć, nazywać, zdefiniować, wymienić, zidentyfikować, wyliczyć, zrozumieć, streścić, wyjaśnić, wyliczyć, rozwiązywać problemy, sklasyfikować itp. Zarówno cele jak i wstęp do szkolenia powinien być tak skonstruowane, aby zaintrygować użytkownika, zaciekawić i rozbudzić w nim zainteresowanie tematem. Duże znaczenie mają też rzetelnie przygotowane testy oraz podsumowania poszczególnych zagadnień. Podsumowanie tak jak wstęp nie powinno zawierać więcej jak jeden – trzy ekranów.

Język, który jest głównym nośnikiem informacji w szkoleniu e-learningowym jest językiem pisanym, jednak przed rozpoczęciem pracy nad projektem, należy wziąć pod uwagę to, czy szkolenie będzie udźwiękowione. Zbyt późna decyzja o implementacji dźwięku, postaci lub narratora już po napisaniu scenariusza niejednokrotnie wymaga zmian lub dopisania dodatkowych treści. Styl za pomocą, którego przekazujemy treści szkolenia nie może być zbyt pospolity, nie powinien zawierać kolokwializmów, sloganów zaś **język branżowy należy ograniczyć do koniecznego minimum.** Pisząc poszczególne moduły czy lekcje należy pamiętać, aby były one zgodne z założonym planem, tekst nie może być zbyt obszerny i musi korespondować z innymi elementami kursu takimi jak schematy, interakcje, przykłady, itp. Nie należy powielać tych samych informacji, korzystne jest natomiast wprowadzenie przypomnień w formie parafrazy lub w formie ćwiczeń. Na każdym etapie pisania scenariusza należy rozważać następujące kwestie:

- czy wszystkie wywody są precyzyjne i logiczne;
- czy kursanci rozumieją treść;
- czy jest właściwy podział treści;
- czy wprowadzone są zróżnicowania między opinią a faktem;
- czy informacje są prawdziwe;
- czy wszystkie szczegóły zostały dobrze wyjaśnione;
- czy tam gdzie było konieczne została zastosowana wizualizacja graficzna;
- czy co najmniej dwukrotnie sprawdziłeś pisownię imion, nazwisk, tytułów naukowych.;
- prawo autorskie.

Bardzo istotną sprawą związaną z treścią szkolenia są **prawa autorskie.** Korzystając z dorobku in-

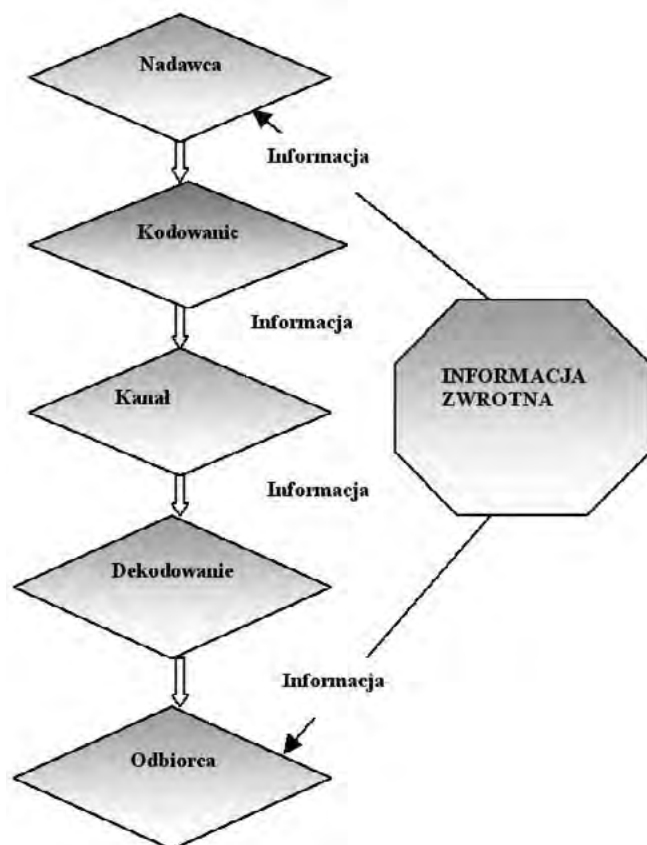
nych należy zawsze pamiętać o cytowaniu oraz podawać źródło, z których czerpiemy informacje. **Studium przypadku** umożliwia użytkownikom wnioskowanie w zakresie przyczyn i rezultatów jego przebiegu oraz przeniesienie go na grunt własnych doświadczeń. Głównym celem studium przypadku jest wskazanie, które elementy warto naśladować, a których należy się wystrzegać. **Grafiki i zdjęcia** pełnią rolę dekoracyjną, wizualizują i wyjaśniającą treść.

Animacje w e-szkoleniach wizualizują i wyjaśniają treści. Idealnie nadają się do wykorzystywania w przedstawianiu różnego rodzaju procesów. W najprostszych przypadkach animowane mogą być schematy, ukazujące zawartość poszczególnych bloków lub bardziej skomplikowane procesy np. przepływ elektronów w półprzewodnikach,



Ryc. 3 Przykłady wykorzystania animacji

Schematy i mapy są specyficznym rodzajem grafiki, najczęściej w e-szkoleniach wykorzystywany jest schemat blokowy. Graficzną reprezentacją schematu jest **diagram**. Aby diagram był funkcjonalny, należy dokonać czytelnego podziału elementów z wykorzystaniem kształtów geometrycznych, kolorów połączonych strzałkami lub liniami.



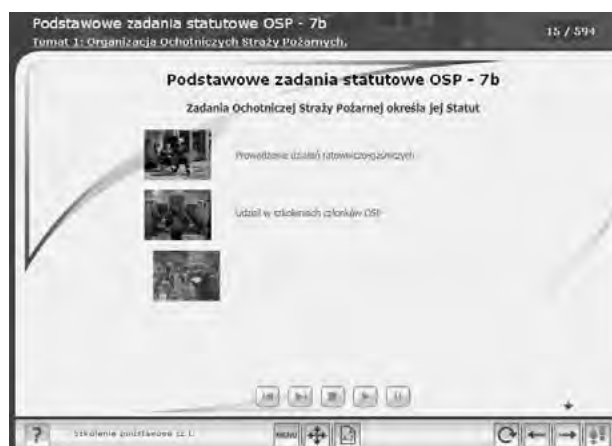
Ryc. 4. Diagram typowego rozszerzonego procesu komunikacji

W procesie szkoleniowym warto postawić na komunikację dwustronną i jej rozszerzoną wersję, która dopuszcza wystąpienie informacji zwrotnej. Do zaistnienia skutecznego procesu komunikacji konieczne jest, aby wystąpiło 7 podstawowych elementów:

- Nadawca-osoba wysyłająca komunikat, źródło informacji,
- Kodowanie-konwersja naszych myśli na kod,
- Informacja - przesyłana informacja ,
- Kanal - środek przekazu (w naszym przypadku szkolenie e learningowe, warsztaty, videocasty, itd.),
- Dekodowanie - przełożenie informacji na zrozumiałą formę,
- Odbiorca - adresat komunikatu,
- Informacja zwrotna- informacja zwrotna o zrozumieniu treści przekazu.

Mapy mają charakter czysto przestrzenny i pełnią rolę grafiki, natomiast mapy mentalne obrazują zbiór wyobrażeń każdego człowieka lub grupy zawierający informacje o organizacji wiadomości. Wyobrażenia te spełniają funkcję mapy i stanowią podstawę pozyskiwania informacji. **Tabele** umożliwiają szybsze, a przez to efektywniejsze zapoznanie się z informacjami. Główną zaletą ich stosowania jest możliwość łatwego porównywania zamieszczonych w nich informacjach. Stosuje się je tam, gdzie informacje mogą niknąć w opisach porównawczych. **Interakcje** odwołują się do procesu uczenia przez działanie. Interakcje w e-learningu to wszystkie elementy wymagające od użytkownika wykonania jakiejś czynności. Mogą mieć formy proste, takie jak najechnanie kursorem myszki na dany element lub kliknięcie go.

Do bardziej ciekawych należą jednak **interaktywne ćwiczenia, testy i symulacje**. Jednym z najprostszych elementów interaktywnych stosowanych w e-szkoleniach są przyciski, które mają za zadanie uruchamianie różnego rodzaju akcji. Za pomocą przycisków możemy uruchamiać sekwencje animacji, pliki audio, wideo, a także chmurki pop-up. Najechnanie kursorem myszki lub kliknięcie danego elementu powoduje wyświetlenie dodatkowego nowego okna lub chmurki pop-up bez opuszczania bieżącego ekranu szkolenia. Charakterystyczne dla **chmurki pop-up** jest to, że po odsunięciu kursora znad interaktywnego elementu lub po określonym



Ryc. 5. Przykładowe zastosowanie interakcji - najechnanie kursorem myszki na dany element

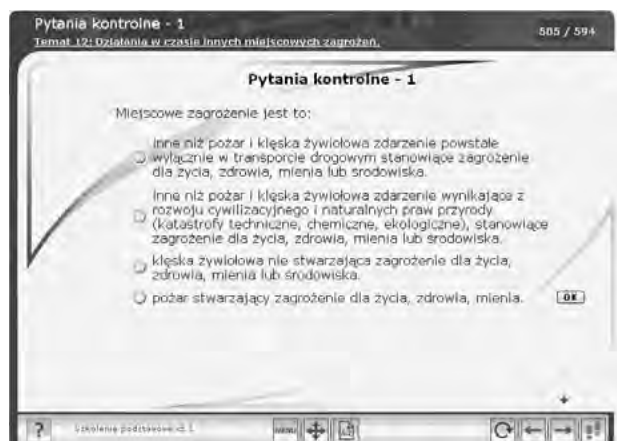
czasie np. 3 sekundach chmurka znika, jest to tzw. tooltip. Do zamieszczania obszerniejszej treści należy stosować chmurki, które uruchamiamy po kliknięciu. Przyciski dedykowane aktywnością pop-up mogą mieć formę pisemną np. „Czy wiesz, że”, „Zapamiętaj” „Przypomnienie” lub formę graficznych ikon czy symboli. Pierwotną funkcją chmurki jest podział informacji i systematyzowanie wiedzy. Chmurki pop-up pobudzają użytkownika szkolenia do działania, wymuszając tym samym aktywne uczestnictwo. Używając w e-szkoleniach dedykowanych ikon i symboli, które będą kojarzyły się z danym aspektem wiedzy, zwiększy atrakcyjność wizualną przekazu, ale także jego przejrzystość. Ko-

lejnym elementem z interakcji są **ćwiczenia śródlekcyjne**. Istnieje kilka podstawowych rodzajów ćwiczeń np. prawda, fałsz, krzyżówka, gąbka, wpisywanie odpowiedzi, drop&drop tzw. przeciągarka, łączenie liniami. Każde z nich powinno być opatrzone odpowiednim komentarzem wyświetlanym w przypadku odpowiedzi poprawnej lub odpowiedzi błędnej.



Ryc. 6. Przykład ćwiczeń śródlekcyjnych

Pytania testowe-kontrolne możemy stosować jednokrotnego wyboru, lub wielokrotnego wyboru, gdzie podajemy od czterech do sześciu odpowiedzi do wyboru, musimy zadbać również o spójność wizualną. Przy testach wielokrotnego wyboru w instrukcji kierowanej do użytkownika należy wskazać na możliwość wskazania więcej niż jednej prawidłowej odpowiedzi. Pytania testowe powinny dotyczyć najbardziej istotnych informacji z punktu widzenia celów szkolenia i tak zredagowane, aby sprawdzić zrozumienie treści, a nie tylko to, czy użytkownik ją zapamiętał.



Ryc.7. Pytania kontrolne z możliwością uzyskania potwierdzenia prawidłowej odpowiedzi

Symulacje jest odrębną formą aktywności w e-szkoleniach. Symulacja to trening umiejętności i sprawności, który jest zasadniczym mechanizmem osiągania wysokiej sprawności w działaniu poprzez naśladowanie (udawanie) rzeczywistości, ćwiczenie najbardziej efektywnych zachowań w bezpiecznych

warunkach. Symulacje sprawdzają się również w objaśnianiu skomplikowanych wzorców i modeli. Ideą symulacji jest doskonalenie konkretnych umiejętności oraz uczenie się na błędach popełnianych w bezpiecznej sytuacji ćwiczeniowej. W ćwiczeniu można nieudane zachowanie poddać korekcie i powtarzać aż do osiągnięcia perfekcji. Istotą całej gry jest to, aby kursant wykorzystał swoją pomysłowość oraz aktywność dla opracowania najlepszego rozwiązania, mieszcząc się w obszarze narzuconych ograniczeń. Przygotowując symulację należy uwzględnić przynajmniej kilka etapów pracy:

- wybranie problemu do symulacji;
- określenie - ustalenie celów gry;
- opracowanie scenariusza gry z uwzględnieniem poszczególnych ról;
- ustalenie przepływu informacji, sprawdzenie czy poszczególne role i cele gry są zrozumiałe;
- sprawdzenie czy role, reguły i cele gry są dla uczniów znane;
- ustalenie i przygotowanie wyposażenia technicznego i rekwizytów;
- opracowanie planu omówienia gry po zakończeniu symulacji.

Zalety zastosowania symulacji w e-szkoleniach, to przede wszystkim podniesienie efektywności w procesie kształcenia, zwiększając trwałość i operatywność zdobytych wiadomości, mają wpływ na kształtowanie odpowiednich postaw, skuteczniej przygotowują do praktycznej działalności, są niezwykle atrakcyjną formą nauczania, budząc pozytywną motywację do nauki.

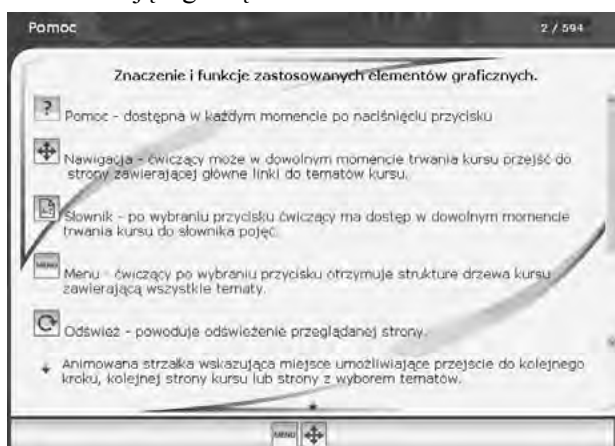
Na głównym interfejsie dla **materiałów dodatkowych** zazwyczaj przeznaczony jest osobny przycisk. Kliknięcie powoduje ukazanie się pełnego spisu materiałów dodatkowych. Materiały mogą zawierać treści ustaw i rozporządzeń czy przepisów wewnętrznych w formacie doc. czy PDF lub słownik.

Słownik w e-szkoleniach pełni rolę leksykonu, który zawiera hasła i definicje, ale także może zawierać artykuły szeroko opisujące przedstawiane zagadnienia. Interrefleksje dodatkowe stosujemy wtedy, gdy szkolenie zawiera dużo elementów, takich jak linki do Internetu, hyperlinków do innych stron szkolenia np. wcześniejszych, adresy www, korzystne jest zebranie ich na jednym ekranie. Korzystanie z e-mail w e-learningu nie funkcjonuje jako podstawowy środek dydaktyczny, jednak nowoczesne platformy mają zaimplementowany wewnętrzny system poczty e-mail, forum służące bezpośredniej wymianie informacji, listy dyskusyjne, w których często uczestniczą najlepsi specjaliści z danej dziedziny, czat, videokonferencje i inne formy spotkań dydaktycznych, gdzie zazwyczaj jedną ze stron komunikacji jest ekspert.

W ramach e-learningu, który wciąż szybko ewoluje, pojawiają się wciąż nowe i nowoczesne środ-

ki dydaktyczne, najszybciej rozwija się wykorzystywanie dźwięku i materiałów video. Udźwiękowanie szkoleń ma tę zaletę, że aktywizuje osoby, które w kwestii przyswajania informacji charakteryzują się mianem słuchowców. Dla wzrokowców i kinestetyków dźwięk również jest zaletą, gdyż nadaje szkoleniu dynamizm. Najnowszym środkiem dydaktycznym w e-learningu są **podkasty** czyli forma internetowej publikacji udźwiękowionej lub filmowej. Zaletą podkastów jest możliwość osadzenia ich w e-szkoleniu, w postaci cyklicznych odcinków lub pojedynczo np. we wprowadzeniu.

Możliwość wyposażenia szkolenia w interakcje i multimedia sprawia, że szkolenie jest interesujące i angażuje kursanta. Dzięki temu osoba szkolona lepiej przyswaja wiedzę. Dobrze przygotowane e-szkolenia gwarantują wszystkim bez względu na wiek i wykształcenie jednakowe szanse na zwiększenie swojej wiedzy. Stały dostęp do wiedzy to, ogromna szansa rozwoju. E-learning to sposób nauczania za pomocą nowoczesnych narzędzi informatycznych, m.in. internetu i programów multimedialnych. Polega zarówno na uczeniu się przy pomocy e-szkoleń, sprawdzaniu wiedzy, jak i konsultacjach on-line z mentorami (opiekunami) tych szkoleń. Tworząc dobry kurs on-line należy pamiętać, że nie może on być zwykłą stroną internetową, ponieważ taka nie zainteresuje wielu użytkowników. „Ludzie nie lubią czytać wprost z ekranu. Musi tam być jakaś +wartość dodana+, na przykład symulacja, interaktywne procedury, studia przypadków. Przy wykorzystaniu środków dydaktycznych e-learningu, ważne jest wdrożenie rozwiązań organizacyjnych w firmie, umożliwiających utrwalenie w formie elektronicznej wewnętrznej wiedzy organizacji i tworzenie dedykowanych e-szkoleń na zamówienie. Interaktywna formuła e-szkoleń pozwala na przekazanie rzetelnych informacji w atrakcyjnej i łatwo przyswajanej formie. Zawsze istnieje możliwość wyboru dodatkowych elementów, słyszanych, widzianych bądź prezentowanych w formie pisemnego komunikatu ukazującego się na ekranie.



Ryc. 8. Nawigacja szkolenia - zastosowanie elementów graficznych

Wirtualna Klasa to narzędzie pozwalające na tworzenie wirtualnych grup, które chcą pracować nad wybranymi zagadnieniami niezależnie od lokalizacji. Wirtualne klasy dają możliwość różnicowania form przekazywania wiedzy, m. in. dzielenie białej tablicy, przekaz audi i video, współdzielenie ekranu, czat czy forum. Grupy użytkowników mogą tworzyć własne zbiory treści edukacyjnych. W ramach Wirtualnej Klasy można przygotowywać i udostępniać wirtualne lekcje, przeprowadzać testy oraz ankiety.

Realizacja e-szkolenia w CNBOP-PIB

Dobrym przykładem wykorzystania wymienionych środków dydaktycznych jest opracowany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej - PIB program autorski „**Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z kłękami żywiołowymi i katastrofami**” - *Innowacja nominowana do Godła „Teraz Polska”*.

Innowacja jako e-szkolenie odnosi się do praktycznych sytuacji zawodowych oraz zawiera dużą ilość przykładów, symulacji i zadań do samodzielnego wykonania. Poszczególne lekcje oferują różne warianty opracowania poszczególnych modułów multimedialnego e-szkolenia, które różnią się sposobem prezentacji zagadnień, rodzajem ilustracji i stopniem interaktywności. Wykorzystaliśmy studium przypadku, schematy interaktywne i animowane, ćwiczenia utrwalające wiedzę, symulacje umiejętności oraz dialogi i symulacje dialogów. Zestaw środków dydaktycznych dobraliśmy na podstawie szczegółowych celów szkolenia oraz potrzeb danej roli zawodowej lub przedstawianego zagadnienia. Do każdego z modułów e-szkolenia przygotowaliśmy interfejs graficzny dostosowany do potrzeb odbiorcy. Proces przygotowania e-szkolenia przebiegał według wcześniej opracowanego scenariusza i składał się z następujących etapów:

1. analiza potrzeb klienta;
2. przygotowanie koncepcji metodycznej e-szkolenia;
3. przygotowanie projektu interfejsu graficznego e-szkolenia;
4. przygotowanie próbki e-szkolenia;
5. przygotowanie scenariusza e-szkolenia;
6. przygotowanie pierwszej wersji multimedialnej e-szkolenia;
7. organizacja warsztatów praktycznych;
8. testowanie e-szkolenia oraz dogranie lektora;
9. promocja przedsięwzięcia.

Program autorski „Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z kłękami żywiołowymi

mi i katastrofami powstał w z inicjatywy Związku Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej we współpracy z Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego oraz firmą Optoland. Nadzór merytoryczny nad opracowanym e-szkoleniem sprawował mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski, kierownikiem projektu był st. bryg. w st. spocz. mgr inż. Jan Kielin.

Opracowane szkolenia to zestaw materiałów edukacyjnych dotyczących zasad zachowania się i postępowania w sytuacjach zagrożenia, z przeznaczeniem dla ludności zamieszkałej na terenach wiejskich. Głównym celem projektu jest podniesienie kwalifikacji oraz umiejętności reagowania społeczności lokalnej i społecznych służb ratowniczych na występujące zagrożenia. Multimedialne materiały edukacyjne w sposób innowacyjny i komplementarny na skalę europejską kreują zasady zachowania i postępowania w sytuacjach zagrożeń. Przygotowane zestawy materiałów edukacyjnych do realizacji części teoretycznej szkoleń kwalifikacyjnych dla członków Ochotniczych Straży Pożarnych (9 kursów) oraz materiały informacyjne dotyczące zasad zachowania się i postępowania w sytuacjach zagrożenia, a także jak przygotować się na takie sytuacje (6 kursów) z przeznaczeniem dla ludności zamieszkałej na terenach pozamiejskich zmieszczane zostały na platformie edukacyjnej „OPTOPLAND”. Materiały edukacyjne dla członków OSP opracowane zostały zgodnie z treściami szkoleniowymi „System szkolenia członków Ochotniczych Straży Pożarnych biorących bezpośredni udział w działaniach ratowniczych”, zatwierdzonym przez Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej i akceptowanym przez Prezesa Zarządu Głównego Związku Ochotniczych Straży Pożarnych RP.

Treści zawarte w materiałach sprawiają, że osoba, która się z nimi zapozna będzie potrafiła się zachować adekwatnie do sytuacji. Proces testowania i wdrożenia potwierdził bardzo wysoką skuteczność zastosowanych metod e-learningową i blended - learning. Przygotowane materiały edukacyjne zawierają informacje, filmy, animacje, rysunki, zdjęcia, dokumenty PDF i inne.

Struktura przygotowanych materiałów przedstawia się następująco:

1. Moduł A - „Ratownictwo OSP” zawiera zestaw szkoleń pozwalających poznać wiadomości przewidziane w obowiązujących programach nauczania dla ratowników Ochotniczych Straży Pożarnych oraz przygotowanie się do ćwiczeń praktycznych ze sprzętem - blended - learning. Ekran tekstowy i obiekty graficzne wywoływane są z ekranów i ilustrują zagadnienia zawarte w poszczególnych zestawach szkolenia:
 - Szkolenie strażaków ratowników Ochotniczych Straży Pożarnych - część I;

- Szkolenie strażaków ratowników Ochotniczych Straży Pożarnych - część II;
 - Szkolenie z zakresu ratownictwa technicznego dla strażaków ratowników Ochotniczych Straży Pożarnych;
 - Szkolenie kierowników konserwatorów sprzętu ratowniczego Ochotniczych Straży Pożarnych;
 - Szkolenie strażaków ratowników Ochotniczych Straży Pożarnych z zakresu działań przeciwpowodziowych i ratownictwa na wodach;
 - Szkolenie dowódców Ochotniczych Straży Pożarnych;
 - Szkolenie Naczelników Ochotniczych Straży Pożarnych;
 - Instrukcje obsługi sprzętu ratowniczego;
 - BHP w działaniach Ochotniczych Straży Pożarnych;
 - Słownik terminów – (wbudowany do poszczególnych szkoleń).
2. Moduł B - „Ochrona ludności” to zestaw szkoleń z zakresu ochrony ludności, adresowanych do ludności na obszarach poza miejskich. Moduł zawiera materiały z zakresu ochrony ludności, umożliwia zapoznanie się zainteresowanej ludności z zasadami przygotowania swojej rodziny i gospodarstwa na sytuacje, jakie mogą być spowodowane przez katastrofy i klęski żywiołowe. Są to szkolenia:
 - pierwsza pomoc na wypadek odniesionych obrażeń (szkolenie podstawowe);
 - podstawowe zasady postępowania w przypadkach różnych zagrożeń w miejscu zamieszkania;
 - podstawowe zasady postępowania w przypadkach różnych zagrożeń w obiektach użyteczności publicznej;
 - zasady postępowania w celu wyeliminowania lub ograniczenia możliwości wystąpienia zagrożeń miejscowych w miejscu zamieszkania;
 - ochrona przeciwpożarowa i zarządzanie kryzysowe w Polsce: ogólne założenia i podstawy prawne.

Program dydaktycznych e-szkoleń w zakresie zwiększania odporności lokalnych społeczności na zagrożenia związane z klęskami żywiołowymi i katastrofami realizowane były w trzech etapach:

- etap I przygotowanie scenariuszy do materiałów dydaktycznych oraz przygotowanie tekstów i obrazów;
- etap II przygotowanie ilustracji objaśniających omawiane zagadnienia,
- etap III przygotowanie animacji i filmów, testów sprawdzających poziom opanowania treści przez osoby uczestniczące w szkoleniu, przygotowanie programu szkolenia, materiałów szkoleniowych.

W ramach etatu trzeciego przeprowadzone zostały szkolenia dla instruktorów internetowych - trenerów centrów edukacyjno-oświatowych i wiosek internetowych w liczbie 1100 osób

Aplikacja jako narzędzie wspomagające edukację lokalnych społeczności stanowi bazę wiedzy z obszarów nauki i nowoczesnej technologii na potrzeby bezpieczeństwa ludności i ochrony przeciwpożarowej, Zawiera praktyczne wskazówki dla Ochotniczych Straży Pożarnych i innych służb ratowniczych, a także dla producentów wyrobów służących bezpieczeństwu powszechnemu. Projekt stanowi również wsparcie dla Szefa Obrony Cywilnej Kraju i innych jednostek uczestniczących w procesie zarządzania bezpieczeństwem.

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej - Państwowy Instytut Badawczy podejmuje działania wspierające działalność edukacyjną w zakresie podniesienia bezpieczeństwa. Zastosowanie aplikacji przekształca sposób życia, formy uczestnictwa w kulturze oraz formy edukacji. Nowością w prezentowanym wniosku jest to, iż w kształceniu dla potrzeb podnoszenia wiedzy ratowników OSP oraz podniesienia świadomości społeczeństwa w zakresie bezpieczeństwa tej technologii dotychczas nie stosowano. Szkolenia kwalifikacyjne dla ratowników OSP prowadzone były dotychczas jako szkolenia stacjonarne w wyznaczonym ośrodku szkolenia. Generowało to koszty dla organizatora (zakwaterowanie, wyżywienie) jak i dla uczestnika szkolenia (konieczność uzyskania urlopu lub zwolnienia z pracy – w przypadku ratowników pracujących czy pozostawienie gospodarstwa pod nadzorem osób trzecich w przypadku rolników, co jest istotnym utrudnieniem i często uniemożliwia udział w takim szkoleniu). Są to istotne koszty, bo każdego roku jest do przeszkolenia kilkadziesiąt tysięcy ratowników. Brak jest także dostępnych materiałów informacyjnych z zakresu zasad przygotowania się na sytuacje krytyczne jak i zasad zachowania się w takich sytuacjach. Zaprojektowane narzędzie e-learningowe i zaimplementowanie materiałów edukacyjnych to doskonała okazja, aby w ramach samokształcenia strażacy OSP i inne służby ratownicze ugruntowali wiadomości z zakresu ratownictwa i użycia sprzętu p-poż, a nowoprzyjęci strażacy – ochotnicy opanowali wiedzę z tego zakresu. Każda osoba zainteresowana, tematyką dotyczącą ochrony przed zagrożeniami może pogłębić swoją wiedzę korzystając z sieci internetowej.

Aplikacja jako ogólnodostępne multimedialne materiały dydaktyczne, może być wykorzystywana również przez szkoły i uczelnie różnych szczebli, a przez to kształtować właściwe zasady zachowania się w sytuacjach zagrożenia pożarów czy innych zdarzeń niekorzystnych, w tym także spowodowanych zamachami terrorystycznymi. Nowa aplika-

cja na zasadzie zintegrowania istniejących technologii internetowych rozwija społeczność lokalną oraz podnosi kwalifikacje ratowników. Bardzo szeroki zakres udostępnienia, sprawia, że jest to baza wiedzy naukowej i technicznej w zakresie bezpieczeństwa w ramach edukacji dla ratowników OSP i społeczności lokalnej. Nowatorskie narzędzie edukacyjne możliwe jest także do wykorzystania w krajach ościennych w ramach współpracy transgranicznej, co sprawiłoby, że system służb ratowniczych byłby bardziej kompatybilny. Jest to szczególnie ważne w sytuacji klęsk żywiołowych przekraczających granice sąsiadujących państw.

Projekt uzyskał rekomendacje i opinie między innymi z Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu, Katedry Ratownictwa Medycznego, Akademii Finansów, prof. dr hab. Jerzego Koniecznego, nadbryg. w st. spocz. Macieja Schroedera, prof. nazw. dr inż. Tadeusza Terlikowskiego, nadbryg. Ryszarda Dąbrowy i wielu innych.

Wdrożenie testowe zostało przeprowadzone w 2009 roku. System jest wdrożony i udostępnienia wszystkim zainteresowanym za pośrednictwem 1100 Centrów Kształcenia oraz Internetowych Centrów Edukacyjno-Oświatowych zlokalizowanych na terenie całego kraju. Dla każdej z ponad 16 tysięcy Ochotniczych Straży Pożarnych jest możliwość bezpośredniego logowania się do platformy z dowolnego komputera PC na podstawie przydzielonego kodu dostępu Tworzone są także indywidualne konta kursantów pozwalające monitorować ich postępy w nauce oraz czas jaki był im potrzebny na opanowanie poszczególnych partii materiału.

Badania ewaluacyjne oraz monitoring realizowanego projektu pozwolą na zestawienie faktycznych wyników projektu z założeniami przyjętymi przed jego wdrożeniem, a także wskażą poziom sprawności nadzoru i zarządzania.

Innowacyjne rozwiązania zastosowane w aplikacji **„Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z klęskami żywiołowymi i katastrofami”** uzyskały uznanie na arenie krajowej i międzynarodowej.

Aplikacja jako materiały edukacyjne docenione zostały w tegorocznym **Konkursie „Teraz Polska”** w „**IV edycji Konkursu dla Przedsięwzięć Innowacyjnych**” i znalazła się na **liście projektów nominowanych** do otrzymania **Godła „Teraz Polska”**, co oznacza, że znalazła się w gronie najwyższej ocenionych innowacji w bieżącej edycji Konkursu. Wysoka ocena ekspercka oraz uzyskana **nominacja** potwierdzają walory oraz wysoki standard projektu jak również spełnienie wysokich wymagań Konkursu „Teraz Polska”. W związku z uzyskaną nominacją przysługuje nam prawo zamieszczania w materiałach dotyczących nominowanej innowacji infor-

macji, *Innowacja nominowana do Godła „Teraz Polska”*.

Innowacyjne rozwiązanie docenione zostało również przez Międzynarodowe Jury podczas **110 Międzynarodowych Targów i Wynalazczości CONCOURS – LÉPINE 2011 w Paryżu**, organizowanych w ramach Foire Internationale de Paris. „Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z klęskami żywiołowymi i katastrofami” wyróżnione zostało brązowym medalem oraz dyplomem uznania.



Zdobyte wyróżnienia i nagrody jednoznacznie wskazują na trafność podjętego kierunku działań przez kadrę naukowo-badawczą CNBOP-PIB.

Literatura

1. Baron-Polańczyk E., *Wielomedialne prezentacje dydaktyczne w edukacji techniczno-informatycznej nauczycieli*, Szczecin 2003, s. 85;
2. Okonia W., *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1998, s. 198;
3. Gajda J., Juszczyk S., Siemieniecki B., Wenta K., [red.] *Edukacja medialna*, Toruń 2002, s. 164-170;
4. Gajda J., *Media w edukacji*, Kraków 2003, s. 137;
5. Ustawa z dnia 4 lutego 1994 roku. O prawie autorskim i prawach pokrewnych
6. Wypych-Dobkowska M., *Wykorzystanie środków dydaktycznych w realizacji procesu nauczania* [w:] *Materiały szkoleniowe „Menedżer e-szkoleń w Służbach Mundurowych”*, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, 2011;
7. Szostek F., *Wstęp do dydaktyki Przedmiotów zawodowych*, Wyd. Instytutu Technologii i Eksploatacji, Edycja III 1998;
8. Urban M., *Niekonwencjonalne metody szkoleniowe*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne 2010;
9. Kielin J., *Nauczanie na odległość*, materiały niepublikowane, Narada Dyrektorów WZ ZOSP RP, Józefów 2009;
10. Kedzińska M., Kielin J., *Materiały konkursowe; niepublikowane, Konkurs „Teraz Polska”-IV edycji Konkursu dla Przedsiębiorców Innowacyjnych*, 2011;
11. Kedzińska M., Kielin J., *Materiały konkursowe niepublikowane, 110 Międzynarodowe Targi Wynalazczości CONCOURS – LÉPINE 2011 w Paryżu*, 2011 ;
12. Ryciny wykorzystano z projektu „Multimedialne i teleinformatyczne narzędzia wspomagające edukację lokalnych społeczności w zakresie zwiększenia ich odporności na zagrożenia związane z klęskami żywiołowymi i katastrofami”.

Recenzenci

mgr inż. Krzysztof Szelański

mgr inż. Jan Kielin

mł. bryg. mgr inż. **Przemysław WYSOCZYŃSKI**
mł. bryg. mgr inż. **Aleksander ADAMSKI**
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

DOWOŻENIE WODY PODCZAS AKCJI GAŚNICZYCH

Water delivery for extinguishing purposes

Streszczenie

Artykuł opisuje system dowożenia wody. Omówiono najważniejsze problemy i wybrane sposoby poprawy jego działania. Zaprezentowano korzyści płynące z wybranych rozwiązań technicznych, podnoszących parametry pracy układu. W analizie posłużono się wynikami pochodzącymi z symulacji komputerowej.

Summary

The article describes the water delivery system by tankers. The most important problems and some improvement method of working talked. Some benefit from technical solutions, raising the parameters of the work system were presented. In the analysis was used results from the computer simulation.

Słowa kluczowe: symulacja, zaopatrzenie wodne, dowodzenie, planowanie, taktyka;

Keywords: simulation, water supply, command, planning, tactic;

Wprowadzenie

Alternatywne systemy zaopatrzenia w wodę są realizowane siłami Państwowej Straży Pożarnej niemal podczas każdej akcji ratowniczo-gaśniczej. Jak dotąd, woda jest podstawowym środkiem gaśniczym, o walorach łączących wysoką skuteczność z niskimi kosztami. Zapewnienie odpowiedniego wydatku wody należy do podstawowych zadań kierującego akcją. Jest to składnik skutecznego działania gaśniczego, ale także istotny warunek bezpieczeństwa ratowników i osób narażonych na wpływ skutków pożarów i zdarzeń chemicznych. Wśród różnych metod realizacji zadania dostarczenia odpowiedniej ilości wody na miejsce zdarzenia, na szczególną uwagę zasługuje dowożenie wody pojazdami. Jest to metoda najczęściej wykorzystywana w praktyce naszego Kraju. Mimo to poziom świadomości i wiedzy na ten temat jest stosunkowo niski. Wiele obserwacji, analizy dokumentacji zdarzeń uprawdopodobniają hipotezę o niskiej sprawności oraz ekonomii tego rozwiązania. Taki stan jest spowodowany tym, że kierujący akcjami ratowniczo-gaśniczymi, nie posiadając odpowiedniego narzędzia weryfikacji swoich założeń decydują się na system dowożenia, opierając się na wiedzy potocznej. Poważne problemy z zaopatrzeniem wodnym dla długotrwałych akcji zawarte są we wnioskach prawie każdego zdarzenia z ubiegłych lat. Także tych, będących w centrum zainteresowania opinii publicznej, jak zabezpieczanie prądami wodnymi przez okres po-

nad doby zdarzenia z cysterną z gazem propan-butan w Chrzanowie, pożar kościoła św. Katarzyny w Gdańsku, pożar targowiska w Słubicach oraz liczne inne duże pożary.

Zapewnienie ciągłości i odpowiedniej jakości systemu zaopatrzenia wodnego jest przedsięwzięciem logistycznym. W stosunku do innych, priorytetowych działań ratowniczych: gaszenia, ewakuacji, ratowania czy wentylacji, w największym zakresie podlega planowaniu. Istotą planowania, jako funkcji kierowania, jest dysponowanie odpowiednim zasobem informacji. W stosunku do systemów pompowo-wężowych, których parametry pracy można łatwo wyznaczyć metodami teoretycznymi dla całych układów, dowożenie jest sumą sprawności składników funkcjonujących równolegle i niezależnie. Dla takich systemów najbardziej odpowiednim sposobem zdobywania informacji o ich działaniu jest symulacja komputerowa, z uwzględnieniem wartości parametrów zdobytych w praktycznych eksperymentach.

Modele systemu dowożenia są oczekiwane w środowisku pożarniczym. Urealnienie wartości oczekiwanych przez prowadzących akcje, da możliwość podejmowania znacznie trafniejszych decyzji. Poznanie negatywnych stron popularnego systemu dowożenia zbliży krajowe pożarnictwo do rozwiązań zachodnich, gdzie dowożenie stanowi alternatywę do przewidywalnych i wysokowydajnych systemów pompowo-wężowych, pozostawiając nisze do zagospodarowania jedynie w skrajnych sytuacjach ogra-

niczono dostępu do źródeł wody, przy ewidentnych brakach podstawowego sprzętu, najczęściej w początkowym okresie organizowania dużych i długotrwałych akcji gaśniczych.

W Zakładzie Działań Gaśniczych Szkoły Głównej Służby Pożarniczej zrealizowany został projekt pt. „Model cyfrowy systemu dowożenia przy dostarczaniu wody dla długotrwałych akcji gaśniczych”. Badanie miało na celu zbudowanie modelu dowożenia wody, w oparciu o mierzalne wartości pochodzące z rzeczywistych doświadczeń terenowych. Na tej podstawie został opracowany program komputerowy symulujący funkcjonowanie systemu.

Gromadzenie danych do opracowania modelu

Ważnym elementem realizacji tematu badawczego było wykonanie szeregu prób stanowiskowych i kompleksowych, składających się na proces dowożenia wody. Do tego celu został opracowany plan dowożenia wody w 2 scenariuszach:

1. Dla dystansu 2,2 km, dowożenie 3 zastępami od hydrantu, przejazd drogami mieszanymi (zakładowa, lokalna i wojewódzka), załoga – 1 osoba, minimum 2 pełne cykle dowożenia wszystkich samochodów, zrzut wody realizowany w dwóch wariantach:
 - a. przepompowywanie do zbiorników samochodów pożarniczych,
 - b. przepompowywanie do otwartych zbiorników przenośnych z nalewakami, o sumarycznej pojemności 13 m³.
2. Dla dystansu 1,6 km, dowożenie 3 zastępami od motopompy M40/8, przejazd drogami mieszanymi (zakładowa, lokalna, wojewódzka, gruntowa), załoga – 2 osoby, minimum 2 pełne cykle dowożenia wszystkich samochodów, warunki zrzutu jak w scenariuszu I.

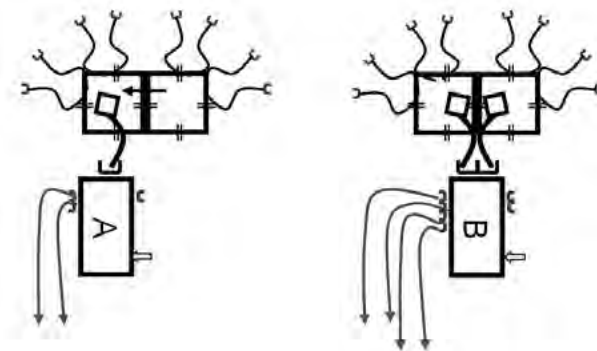
Badania zostały przeprowadzone w warunkach terenowych, w ramach organizowanych corocznie przez Uczelnię warsztatów poligonowych.



Fot. 1. Stanowisko pożarowe, przygotowane do działań
Autor: Bernard Król

Do badań użyto składanych zbiorników, na steżaku o pojemności 5 m³ i 8 m³. Są to prototypy opracowane w Zakładzie Działań Gaśniczych. Charakteryzują się prostotą i szybkością obsługi, niskim profilem, co ułatwia korzystanie ze zbiorników, odkrytym steżakiem, który pozwala na montaż dodatkowej armatury w postaci nalewaków. Ideą było stworzenie kompleksowego rozwiązania technicznego na magazyn wodny dla akcji gaśniczej. Główne założenia są następujące:

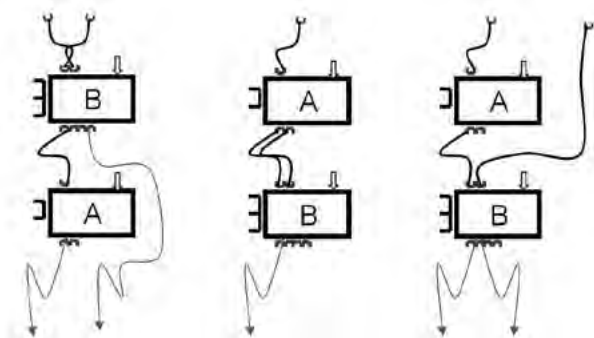
- **Rozwiązanie ma maksymalnie ograniczyć liczbę ludzi do obsługi** – uzyskano to poprzez zastosowanie nalewaków, wykorzystanie strumieniocy do przelewania wody pomiędzy zbiornikami, zasilanej z samochodu gaśniczego (tego samego, który prowadzi działania gaśnicze). W ostatecznej postaci jedna osoba kontroluje w pełni funkcjonowanie magazynu, pobór i podawanie wody (rysunek 2).



Ryc. 1. Schemat wykorzystania zbiorników,
A - samochód średni, B - samochód ciężki, niebieskie nasady zasilające, czerwone – tłoczne, czarne - ssawne

- **Uniwersalność zastosowania** – system zbiorników tworzących magazyn wodny ma zastosowanie w wielu wariantach zaopatrzenia wodnego. Przede wszystkim w systemie dowożenia, gdzie elementem krytycznym jest szybkie i sprawne oddanie wody przez samochody, ale także w systemach węzowych. Typowa sytuacja początku akcji gaśniczej – dwa zastępy gaśnicze na miejscu pożaru: ciężki i średni, oba wyposażone łącznie w trzy nasady do tankowania zbiornika samochodu. Najczęściej samochody tworzą układ wzajemnego zasilania. Niezależnie od konfiguracji powoduje to zajętość jednej nasady. Następnie układ jest podłączany do lokalnej sieci hydrantowej. Efekt – w najlepszych warunkach układ ten jest możliwy do zasilania z obcych źródeł jedną nasadą. Przy podłączeniu kolejnego hydrantu, albo skorzystaniu z obu nasad stojaka hydrantowego układ jest zamknięty. Potencjał sumy wydajności pomp zamontowanych na pojazdach jest ostatecznie zredukowany do wydajności dwóch nasad zasilających (rysunek 2), co w najlepszej sytuacji ogranicza ten popularny w pożarnictwie system aż o 60%. Można określić ten stan ogólnie jako

słabość systemu przepompowywania, który istotnie posiada szereg wad i ustępuje wyraźnie przetłaczaniu. Jednak przepompowywanie w najpopularniejszym w Polsce systemie dowożenia jest podstawą. System zbiorników, posiadający teoretycznie dowolną liczbę wolnych nasad nalewaków łączy w rozwiązaniu zalety i wady obu systemów. Z jednej strony nie brakuje nasad zasilających, z drugiej strony pobór wody nasadą ssawną samochodu daje możliwość podawania wody z pełną wydajnością zamontowanej pompy. Nie pojawia się sytuacja braku symetrii pomiędzy możliwościami pompy a wydolnością zasilania. Ograniczeniem jest w zasadzie wydajność sumaryczna systemu zaopatrzenia. W przypadku zbiorników, powinny one przejąć rolę przechwytywania wody ze wszystkich wykorzystywanych źródeł w jednym miejscu (rysunek 1). Cała woda z sieci hydrantowej, układów pompowo-wężowych i dowożenia powinna trafiać do systemu zbiorników i stamtąd być pobierana i przekazywana do układu gaśniczego.



Ryc. 2. Schematy typowych połączeń samochodów gaśniczych, A - samochód średni, B - samochód ciężki, niebieskie - nasady zasilające, czerwone - tłoczne



Fot. 2. Układ zbiorników z nalewakami
Autor: Bernard Król

Każdy samochód gaśniczy analizowany był niezależnie, mierzony był czas trwania każdej elementarnej czynności:

- ustawienie pojazdu we właściwej pozycji;

- podłączenie układu przepompowywania;
- wykonanie tankowania lub zrzutu wody;
- odłączenie układu;
- pokonanie drogi.

Jednocześnie wartości czasu i objętości były przeliczane na wydajność układów. Dodatkowo rejestrowany był czas przestojów w oczekiwaniu na zwolnienie stanowisk przez inne pojazdy, oraz stan wypełnienia zbiorników.

Przebieg symulacji jest następujący:

- samochód gaśniczy z pełnym zbiornikiem sprawdza dostępność wolnych nasad zasilających stanowiska pożarowego;
- jeśli jest wolna przynajmniej jedna nasada następuje podłączenie, związane z pewną zwłoką czasową (manewrowanie), w przeciwnym razie samochód oczekuje na swoją kolej;
- sprawdzany jest stan wypełnienia zbiornika zastępczego stanowiska pożarowego. Jeśli istnieje taka możliwość rozpoczyna się przepompowywanie wody z wydatkiem ograniczonym przepustowością nasad i parametrami autopompy, lub ograniczeniami wolnej przestrzeni zbiorników stanowiska pożarowego. Proces jest skorelowany z przyjętą wydajnością gaśniczą;
- jeśli zbiornik zostanie opróżniony, nasady są zwalniane i rozpoczyna się jazda w kierunku stanowiska wodnego;
- po dotarciu do stanowiska wodnego sprawdzana jest dostępność nasad, do których można podłączyć samochód w celu zatankowania zbiornika. Jeśli jest to możliwe następuje manewr podłączenia i rozpoczyna się tankowanie, w przeciwnym wypadku samochód czeka na swoją kolej;
- po zatankowaniu rozpoczyna się jazda w kierunku pożaru, po czym cały cykl zaczyna się od początku.

Program wyposażony jest w elementy urealniane przebieg symulacji, które pochodzą z obserwacji rzeczywistych realizacji dowożenia:

- występuje zwłoka czasowa (parametr - manewrowanie), wpływająca na opóźnienie, związana z wykonywaniem różnych czynności budowy układu: właściwe ustawienie samochodu, przygotowanie pompy do pracy, podłączenie odcinków wężowych do nasad;
- ograniczenie użycia nasad tłocznych/zasilających samochodu – mimo posiadania większej liczby nasad nie stosuje się podczas przepompowywania więcej niż dwóch, co ma swoje praktyczne uzasadnienie. Jeśli opróżnienie zbiornika samochodu o pojemności 5m³ trwa przeciętnie od 2 do 3 minut, praca strażaka podłączającego dodatkowy odcinek nie powoduje istotnego skrócenia tego czasu, a angażuje energię jednego ratownika. Przy tendencji do ograniczania zbędnych czynno-

ści przez ratowników, obsługę dowożenia powinni móc realizować samodzielnie kierowcy. W takim wypadku przepompowywanie dwoma nasadami tłocznymi jest rozwiązaniem optymalnym;

- występuje rozróżnienie wydatku przepompowywania w zależności od miejsca do którego jest wykonywane. W przypadku zamkniętego zbiornika samochodowego wydajność przepompowywania jest ograniczona, co jest związane z ogranicznikami ciśnienia stosowanymi dla nasad zasilających w wielu modelach samochodów pożarniczych, inaczej w przypadku przenośnych zbiorników otwartych, cystern, kontenerów na wodę, które nie posiadają automatycznych zaworów odcinających;
- inne parametry np. rzeczywista wydajność pomp związana z głębokością zasysania, wysokością tłoczenia, ograniczenia dostępności punktów dla samochodów można zawrzeć ręcznie w zmiennej symulacji.

Rola zbiorników na wodę w dowożeniu

Wynikiem pracy modelu cyfrowego systemu dowożenia wody jest zbiór danych numerycznych opisujących stan systemu dla każdego składnika w wyznaczonych odstępach czasu. Interwał czasowy można zadać w programie jako parametr, dla wybranych przykładów zaprezentowanych poniżej został ustalony na 6 s.

Najbardziej interesującym opracowaniem wyników jest wykres stanu wypełnienia zbiorników stanowiska pożarowego. Wielkość zapasu wody do celów gaśniczych, zdolność utrzymania założonego wydatku, są najważniejszymi wskaźnikami skutecznego zaopatrzenia akcji ratowniczo-gaśniczej.

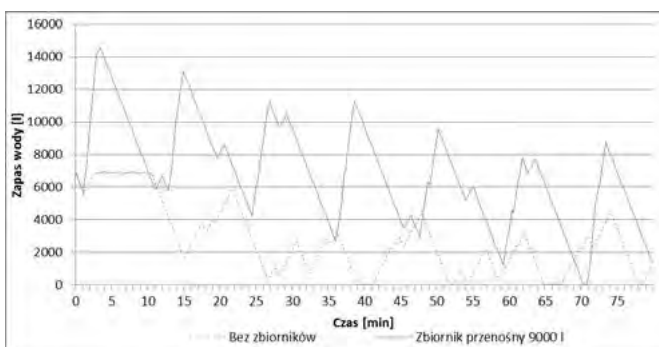
Tabela 1.

Zestawienie podstawowych parametrów dowożenia, użytych do symulacji nr 1

| Gasi | Dowodzi | Zapasy początkowy [l] | Dystans [m] | Wydatek gaśniczy [l/min] | Wydatek zasilania [l/min] |
|-----------|-----------|-----------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|
| GCBA 5/32 | GCBA 5/32 | 7000 | 1000 | 1200 | 3 nasady po 1000 l/min |
| GBA 2/25 | GCBA 5/32 | | | | |
| | GBA 2/25 | | | | |

Wykresy z rysunku 3. przedstawiają różnice w wielkości zapasu wody w czasie, dla dwóch scenariuszy dowożenia, zgodnie z podstawowymi parametrami zestawionymi w tabeli 1. Jediną różnicą jest zastosowanie w jednym ze scenariuszy dodatkowych pustych zbiorników na wodę o łącznej pojemności 9000 l, wyposażonych w zestaw montowa-

nych nalewaków, po jednej sztuce, po dwie nasady W-75 każdy.



Ryc. 3. Symulacja nr 1, zapas wody stanowiska pożarowego przy braku i przy użyciu dodatkowych zbiorników

Jak wynika z wykresów, zastosowanie dodatkowych zbiorników przyniosło szereg korzyści. Przede wszystkim udało się uniknąć kryzysów wydatku gaśniczego, który pojawia się od 25 minuty symulacji. Zapas wody nie zapewnia ciągłości gaszenia. W praktyce oznacza to ciągle sterowanie wydatkiem, tak, aby nie powstała sytuacja, w której stanowiska gaśnicze całkowicie pozbawione są środka gaśniczego. Całkiem inaczej prezentuje się sytuacja dla drugiego scenariusza. zastosowanie dodatkowych zbiorników na wodę dało możliwość szybkiego opróżnienia dowożących samochodów gaśniczych, cykl dowożenia uległ przyspieszeniu, z uwagi na:

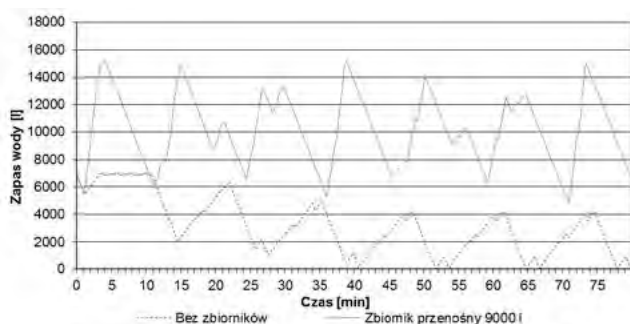
- brak kolejkowania się samochodów przy zrzuceniu wody, w oczekiwaniu na wolną nasadę;
- brak konieczności oczekiwania na zwolnienie się miejsca w zbiornikach samochodów gaszących.

W symulacji nr 1 dostrzegalna jest tendencja spadkowa wydolności systemu dowożenia. Zapas wody samochodów gaszących wraz z zapasem samochodów uczestniczących w dowożeniu nadaje symulacji bardzo komfortowe warunki początkowe. Dodatkowo źródłem zaopatrzenia w wodę jest system trzech niezależnych stanowisk wodnych, każdy o wydajności 1000 l/min. Oznacza to możliwość tankowania każdego samochodu niezależnie z własnego źródła. Jest to sytuacja rzadko dostępna w rzeczywistości, a mimo to system dowożenia załamuje się w okolicach 70 minuty działania. Należy w tym momencie zauważyć, że zrealizowany na tym dystansie prawidłowy układ pompowo-wężowy (podwójna linia W-75), z zastosowaniem przetłaczania w połowie dystansu powinien zapewniać wydatek w granicach 1600 l/min w sposób ciągły. Dodatkowo przy zaangażowaniu dwóch zamiast trzech samochodów tworzących system.

Najczęściej spotykanym w praktyce rozwiązaniem przy niewystarczającym zaopatrzeniu w systemie dowożenia jest dołączenie kolejnego pojazdu do dowożenia.

Tabela 2.
Parametry symulacji nr 2, dodatkowy samochód do transportu wody

| Gasi | Dowozi | Zapas początkowy [l] | Dystans [m] | Wydatek gaśniczy [l/min] | Wydatek zasilania [l/min] |
|-----------|-----------|----------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|
| GCBA 5/32 | GCBA 5/32 | 7000 | 1000 | 1200 | 4 nasady po 1000 l/min |
| GBA 2/25 | GCBA 5/32 | | | | |
| | GBA 2/25 | | | | |
| | GBA 2/25 | | | | |



Ryc. 4. Symulacja nr 2, zastosowanie dodatkowego samochodu dla warunków symulacji nr 1

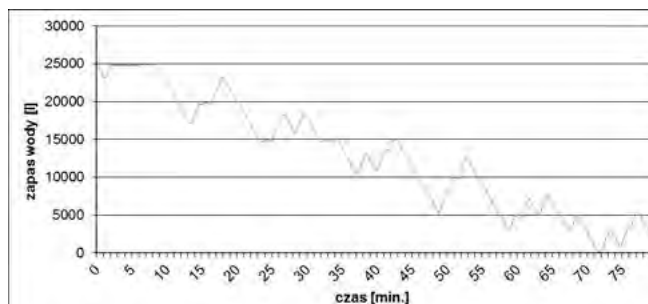
Analizując wykresy z rysunku 4. można omówić różnice pomiędzy symulacjami 1 i 2, wynikające z włączenia kolejnego samochodu do systemu dowożenia. Przede wszystkim największą korzyść odniósł scenariusz z zastosowaniem zbiorników przenośnych 9000 l. Zapas wody w tym scenariuszu, pomimo wielkich wartości międzyszczytowych na wykresie nie spada poniżej 5000 l w zbiornikach. Jest to ogromna zaleta dla kierującego akcją ratowniczo-gaśniczą, gdyż może on w takich warunkach skutecznie realizować zamiar taktyczny, włącznie z okresowym podnoszeniem wydatku. Dodatkową korzyścią jest komfort zarządzania tak znacznym buforem wodnym, przy którym spadek zapasu o 50% trwa około 6 minut. W tym czasie można wypracować wiele wariantów taktycznych, przegrupować stanowiska, zmienić urządzenia itd. Inaczej wygląda sytuacja, gdy w przeciągu niecałych 4 minut ubędzie całość zgromadzonego zapasu wody. Najczęściej może to prowadzić do nieskoordynowanego wycofania stanowisk, przerwania podawania środków gaśniczych przy jednoczesnej utracie postępów gaśniczych. Taką sytuacją na wykresie obrazuje scenariusz bez zbiorników, gdzie w regularnych odstępach czasu na kilkadziesiąt sekund występuje całkowity brak wody. Jediną szansą kierującego akcją jest bardzo rygorystyczne ograniczanie wydatku gaśniczego. Z tym, że częściej jest to spowodowane problemami systemu dowożenia niż realnymi postęпами lub warunkami prowadzonej akcji.

Innym sposobem, który potocznie uznawany jest za wysoce skuteczny i rozwiązujący ostatecznie problem zaopatrzenia wodnego jest wykorzystanie cysterny jako źródła wody. Jak kształtuje się zapas wody w zbiornikach przy wykorzystaniu cysterny z pełnym zbiornikiem, przy wydatku 1600 l/min przedstawia rysunek 5.

Tabela 3.

Parametry symulacji nr 3

| Gasi | Dowozi | Zapas początkowy [l] | Dystans [m] | Wydatek gaśniczy [l/min] | Wydatek zasilania [l/min] |
|-----------|-----------|----------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|
| GCBA 5/32 | GCBA 5/32 | 25000 | 1000 | 1600 | 4 nasady po 1000 l/min |
| GBA 2/25 | GCBA 5/32 | | | | |
| | Cn 18/16 | | | | |
| | GBA 2/25 | | | | |



Ryc. 5. Symulacja nr 3, wykorzystanie cysterny na stanowisku pożarowym, jako magazyn wody

Cysterna w tym przypadku tworzy pojemny bufor wodny, jest także miejscem, do którego mogą przekazywać wodę samochody dowożące. Powyższa symulacja osiąga moment krytyczny w okolicach 70 minuty.

Podsumowanie

System dowożenia szczególnie nadaje się do symulowania komputerowego. Występuje w nim wiele elementów, które są wzajemnie powiązane. Niektóre z nich są mocno deterministyczne, niektóre można określić z pewnym przybliżeniem. Ratownicy na część z nich mają wpływ:

- technika pożarnicza;
- wyszkolenie;
- operacyjne przygotowanie obszaru chronionego;
- zamiar taktyczny.

Na część czynników wpływ ludzi jest ograniczony lub żaden:

- minimalny dystans dowożenia;
- warunki drogowe i atmosferyczne;
- wydajność obcych źródeł wody.

Brak, lub uproszenie niektórych z powyższych elementów z pewnością ma wpływ na zgodność uzyskanych wyników z praktyką pożarniczą. Symulacja jest jedynie sposobem na syntetyczne opracowanie długotrwałego i złożonego procesu przy wykorzystaniu uśrednionych wartości poszczególnych wielkości. Wyniki symulacji można przyjmować jako wiarygodne w pewnym przybliżeniu. Stąd w opisie eksperymentów świadomy brak odwołań do precyzyjnych wartości liczbowych uzyskanych wyników. Mimo, że program podaje wyniki z dokładnością do jednego litra i sześciu sekund. W ocenie autora dużym sukcesem jest zobrazowanie tendencji na wykresach oraz wskazanie prawdopodobnego czasu krytycznego dla analizowanej symulacji. Cenne są także obserwacje względnych zmian w uzyskanych wynikach, po kolejnych zmianach parametrów symulacji, jak to zostało zaprezentowane na przykładach. Dotychczas praktykowane podejście opierało się na zastosowaniu bardzo prostych wzorów matematycznych, uwzględniających liczbę, pojemność zbiorników samochodów dowożących i dystans dowożenia. Z uwagi na znaczną liczbę parametrów, mających wpływ na sumaryczną sprawność systemu, stosowanie wzorów matematycznych, jest obciążone ogromnym błędem. Na skuteczność prowadzonej akcji ratowniczo-gaśniczej wpływ mają decyzje i systemy o wysokim marginesie bezpieczeństwa. Tylko w takich warunkach można tworzyć plany prowadzenia długotrwałych akcji gaśniczych, przy których sukcesy są uzależnione przede wszystkim od sprawności systemów logistycznych, cierpliwości i systematyczności. Wartości przybliżone oscylujące w granicach ryzyka nie budują wymiaru praktycznego. Bywają wręcz niebezpieczne. Nie uwzględniają podstawowego zagrożenia wynikającego z właściwości systemu dowożenia, - nierównomiernych dostaw środka gaśniczego, a co za tym idzie – zagrożenia okresowym brakiem wody.

System dowożenia jest systemem prostym, niemal prymitywnym, wśród innych sposobów dostarczania wody wyróżnia się wyjątkowo niekorzystnie w analizie stosunku kosztów do korzyści. Jest systemem doraźnym, można go potraktować jako zastępczy wskaźnik stopnia profesjonalnego przygotowania służb ratowniczych do działań na danym terenie. Przyjęło się w definicji dowożenia nadawać mu cechę systemu dla „dużych odległości”. W rzeczywistości jest to nieprawda. Dowożenie jest stosowane powszechnie już od dystansu 200 m od źródła zasilania (najczęściej w postaci hydrantu pożarniczego). Jednocześnie, jak wskazują źródła w postaci analiz akcji (standardowe meldunki nie zawierają informacji o sposobie organizacji zaopatrzenia wodnego), jest stosowany w ponad 95% przypadków zdarzeń¹, w których zachodzi potrzeba korzystania z al-

ternatywnych źródeł. Stąd bardzo istotna rola dydaktyczna symulacji, która znacznie głębiej wnika w mechanizm dowożenia, ujawnia zagrożenia i daje możliwość przeprowadzenia eksperymentu, włącznie z próbami użycia sprzętu nie będącego na wyposażeniu służb ratowniczych – samochody o nietypowej liczbie i rodzaju nasad, różnorodne zbiorniki puste i wypełnione, niestandardowe średnice przewodów zasilających. Mając przegląd wartości wszystkich składników symulowanego systemu w każdym momencie, można zastanawiać się nad wpływem zmian poszczególnych elementów na całość, w celu odszukania optymalnego rozwiązania także z punktu widzenia ekonomii procesu.

Symulacja systemów dowożenia, która wskazuje na pesymistyczny obraz tego rozwiązania, może się przyczynić do rozwoju znacznie wydajniejszych i stabilniejszych systemów. Istnieje szansa, że stopniowo, w wyniku wzrostu świadomości wśród strażaków, zacznie się odwracać tendencja zakupowa w PSP, polegająca na zamawianiu coraz większej liczby bardzo kosztownych samochodów ciężkich, o coraz większych zbiornikach na wodę na korzyść mobilnych i relatywnie znacznie tańszych rozwiązań w postaci przyczep węzowych lub zwijadeł. Symulacja dowożenia powinna przyczynić się do ogólnego wzrostu kultury technicznej, poprzez zwrócenie uwagi na podstawowe elementy techniki pożarniczej znacznie podnoszące skuteczność zaopatrzenia. Ostatecznie wyniki serii eksperymentów mogą stać się powodem do zmian w projektach technicznych pojazdów pożarniczych, ponieważ mimo, iż dowożenie jest podstawowym sposobem realizowania alternatywnego zaopatrzenia wodnego w Polsce, niektóre pojazdy są skrajnie nieprzystosowane do tego celu. Typowym przykładem jest popularna cysterna pożarnicza, która mimo posiadania zbiornika o pojemności 18m³, jest wyposażona jedynie w jedną nasadę zasilającą W-75. W praktyce wyklucza to cysternę z roli samochodu dowożącego wodę, jak również zastępczego zbiornika do magazynowania wody na miejscu akcji.

Przeprowadzone badania, oraz wyniki symulacji z udziałem cysterny, zaprezentowane kadrze kierowniczej niektórych komend miejskich PSP, przyniosło skutek w postaci inwestycji w modernizację cystern, do udziału w systemie dowożenia. Jest to wymierny dowód korzyści płynących z uświadamiającej roli symulacji dowożenia w różnych warunkach. Producent cystern włączył sugerowane zmiany do swoich nowych projektów. Podobny sukces odniosły prezentacje nowych konstrukcji zbiorników przenośnych na stelażu z nalewakami, które były używane do przeprowadzania prób systemu dowożenia. Potwierdziły się w praktyce korzyści płynące z zastosowania tego rozwiązania jako narzędzia podnoszącego znacznie skuteczność dowożenia.

¹ Wynik przeprowadzonej analizy dokumentacji ok. 120 akcji ratowniczo-gaśniczych z terenu całej Polski

Literatura

1. Adamski A., *Naliczanie sił i środków – warianty taktyczne*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2007;
2. Adamski A., *Plan przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego cz. 1*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2006;
3. Adamski A., *Plan przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego cz. 2*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2007;
4. Adamski A., Król B., *Techniczne aspekty organizacji zaopatrzenia wodnego*, materiały konferencyjne, Tendencje rozwojowe w technikach ratowniczych i wyposażeniu technicznym, Kraków, 2009;
5. Brunacini A., *Fire Command*, NFPA, 2002;
6. Carter H., Murnane L., *Fire fighting strategy and tactics*. Oklahoma, 1998;
7. *Essential of firefighting*, 4th Ed., IFSTA 1998;
8. Eckman W. F., *The fire department water supply handbook*, Fire Engineering Books&Video, NJ 1994;
9. *Fire Service Manual vol.1*, Fire Service Technology Equipment and Media, UK, Crown 2001;
10. Richman H., *Engine Company Fireground Operations*, -2ed. NFPA, cop.1986;
11. Richman H., *Truck Company Fireground Operations*, -2ed. NFPA, cop.1986.

Recenzenci

bryg. mgr inż. Dariusz Czerwienko

bryg. mgr inż. Tomasz Krasowski

Wskazówki dla Autorów

Maszynopis: Maszynopis w języku ojczystym Autora nie powinien przekraczać 22 stron (formatu A4, Times New Roman 12 pkt.), pisany bez podziału na kolumny, (łącznie 40 000 znaków razem ze spacjami). Artykuły prosimy przysyłać w wersji drukowanej oraz w postaci elektronicznej w formacie Word.

Autor: Przy nazwisku autora/ów należy podać pełną nazwę i adres instytucji, a w przypadku autora wiodącego także adres korespondencyjny (tel., fax oraz e-mail) - do wiadomości redakcji.

Tytuł: Tytuł powinien być krótki i zwięzły. (Times New Roman 16 pkt).

Abstrakt: Abstrakt w języku angielskim i polskim (lub języku ojczystym i angielskim), długości do 250 słów, powinien odzwierciedlać strukturę i treść pracy. (Times New Roman 10 pkt)

Słowa kluczowe: Należy podać słowa kluczowe, zarówno w języku polskim, jak i angielskim, zawierające łącznie do 10 wyrazów. Słowa kluczowe nie powinny być powtórzeniem tytułu.

Tekst: Struktura artykułu musi odpowiadać ogólnym zasadom przygotowywania publikacji naukowych. Wstęp powinien zawierać syntetyczną prezentację stanu wiedzy na dany temat oraz określenie celu i zakresu pracy. Informacje na temat materiałów i metod badań powinny umożliwiać powtórzenie procedur i otrzymanie porównywalnych wyników. Wyniki powinny być przedstawione wyczerpująco i jasno, a ich interpretacja porównana z wynikami innych autorów. Zakończenie powinno przedstawiać jasno sformułowane wnioski wynikające z uzyskanych wyników i ich interpretacji.

Literatura: Odwołania do literatury w tekście artykułu powinny zawierać nazwisko autora i rok publikacji. W dołączonym spisie „Literatura” należy zamieścić wszystkie cytowane pozycje w porządku alfabetycznym wg nazwisk (pierwszego z autorów w przypadku prac zespołowych), wymieniając wszystkich autorów. Nazwiska pisane cyrylicą powinny być podane w transkrypcji zgodnie z normą PN-83/N-01201. Zalecane jest odwoływanie się głównie do publikacji recenzowanych. Tytuły czasopism należy podawać w pełnym brzmieniu.

Tabele, ryciny, ilustracje: Tabele należy dodatkowo przygotować w oddzielnym załączniku. Rysunki, zasadniczo czarno-białe, należy nadsyłać w formie gotowej do druku. Wszystkie tytuły, opisy i podpisy tabel i rysunków muszą być maksymalnie krótkie ze względu na konieczność dublowania ich w wersji angielskiej.

Copyright: Razem z korektą autor przesyła do Wydawcy oświadczenie, że składa przedłożoną wersję do druku, przekazuje zbywalne prawa autorskie na rzecz CNBOP oraz, że praca nie była wcześniej publikowana, a także że praca nie narusza praw autorskich innych osób.

egzemplarze autorskie: Autor (razem ze współautorami) otrzymuje bezpłatnie po 1 egzemplarzu autorskim swojej pracy. Podobnie autorzy recenzji otrzymują 1 egzemplarz autorski

Zapraszamy Autorów, niezależnie od afiliacji, do nadsyłania swoich prac.

Artykuły należy przysyłać na adres:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego-PIB

ul. Nadwiślańska 213

05-420 Józefów k/Otwocka

Kwartalnik CNBOP

e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl

Requirements for authors

Manuscripts should not exceed 22 pages (A4 size) of standard typescript, 40,000 total characters including spaces and should be written in Polish or in the other conference language. A paper manuscript should come along with an electronic one in the Word format.

Author: The name of the author/authors should be accompanied by the name and address of the institution, also by his/her correspondence address (phone, fax and e-mail) - information only for Secretary of Edition.

Title: The title should be short and concise.

Abstract: The abstract should be in English and Polish or in the mother's tongue of the author and English, have no more than 250 words, depict the paper's structure and contain the most essential information.

Key words: The paper should include key words or phrases (in English and mother's tongue of the author) counting in total no more than 10 words. The key words should not repeat the title of the paper.

Text: The main body of the article should follow the general rules of scientific writing and be adequately structured. The Introduction should define the scope of the work in relation to other relevant works done in the same field. Material and Methods content should allow the replication of observations/experiments. Results should be presented with clarity and precision, followed by Discussion containing interpretation of obtained results.

References: Literature citations in the text should contain the name of the author and the year of publication. At the end of the paper, under the "References" heading all items men-

tioned in the text should be placed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors. The names and titles written in Cyrillic alphabet should be given in transliteration according to the PN-83/N-01201 standard. It is recommended to refer to the reviewed publications only. Journal titles should be given in full.

Tables, figures and illustrations: Tables should be in the text **and additionally prepared separately, out of the text** (and sent as an enclosure). Figures, black-white as a rule should be printing ready, taking not too much space. Photographs are allowed provided that they contribute essential information to the text. If a figure is to be minimized in size, its legend should be big enough to make it readable after minimizing.

Copyright: Along with the correction, the author shall send to the Publisher a declaration form by which he/she sends a paper to press and confirms that the paper has not been published before. The authors are requested to attach to their scientific papers a declaration that the paper does not infringe other persons' copyrights.

Author's copies: The author (and the co-authors) receives for free 1 author's copies of the article.

We invite Authors, regardless of their affiliation, to submit their papers.

The papers should be sent to:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego-PIB
ul. Nadwiślańska 213
05-420 Józefów k/Otwocka
CNBOP's Quarterly
e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl