

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique



Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique

Kwartalnik CNBOP



**Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpożarowej**

Józefów 2010

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
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. 022 850 11 12, fax 022 433 50 09
e-mail: edura@edura.pl

ISSN 1895-8443

© Copyright by Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpowarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpowarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
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 inżynieryjno-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. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE

1. R. Grosset	Czynniki kształtujące poziom bezpieczeństwa państwa.	9
2. A. Zbrowski	Systemy bezpieczeństwa technicznego w polityce zrównoważonego rozwoju	17

II. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

1. Z. Ciekanowski	Motywacja a kształtowanie plac	25
2. A. Tomaka	Konsorcjum w zamówieniach publicznych	35

III. PARTNERSTWO DLA INNOWACYJNOŚCI NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

1. M. Cłapka	Inicjatywy podejmowane podczas prezydencji hiszpańskiej w obszarze ochrony ludności w ramach grupy roboczej PROCIV .	51
2. A. Kołodziej-Saramak	Przyszłość systemów wczesnego ostrzegania ludności o zagrożeniach „Cell broadcast for public warning”	59

IV. BADANIA I ROZWÓJ

1. M. Półka	Analiza toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania uzyskanych z wybranych materiałów epoksydowych.	73
2. T. Węsierski	Analiza charakterystyk pożarowych podstawowych grup związków organicznych.	83
3. S. Wilczkowski	Działania inhibicyjne wybranych związków chemicznych stosowanych w środkach gaśniczych	99
4. J. Rakowska B. Porycka M. Nagrodzka	Ekologiczne kierunki zmian bazy surowcowej w koncentratkach gaśniczych	107

V. CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

1. Jednostka Certyfikująca	Wykaz certyfikatów CNBOP III/2010.	117
2. Zakład Aprobat Technicznych	Wykaz Aprobat Technicznych CNBOP III/2010	121

VI. TECHNIKA I TECHNOLOGIA

1. A. Zbrowski T. Samborski	Systemy techniczne wspomagające bezpieczeństwo obiektów i procesów technicznych jako czynnik zmniejszenia skutków wypadków i katastrof przemysłowych.	123
2. A. Dłużniewski Ł. John	Ochrona odgromowa obiektów zabytkowych	131
3. T. Sowa	Analiza porównawcza stałych urządzeń gaśniczych cz. II	141

VIII. Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

1. D. Kopa	„Wielka woda 2010” organizacja przeciwpowodziowych ćwiczeń aplikacyjnych	147
Wymagania dla autorów		159
Recruitments for authors		160

Szanowni Czytelnicy,

Oddajemy do rąk Państwa kolejny numer naszego czasopisma. W znaczącej części poświęcony sprawom bezpieczeństwa powszechnego, którego znaczenie zawsze podkreślaliśmy, a które w bieżącym roku nabrało tak szczególnego znaczenia w związku z anomaliami pogodowymi. Dlatego też Zespół Redakcyjny pragnie szczególnie polecić uwadze Państwa artykuł **bryg. mgr. inż. Dariusza Kopy „Wielka Woda 2010 organizacja przeciwpowodziowych ćwiczeń aplikacyjnych”** poświęcony ćwiczeniom, które odbyły się na początku bieżącego roku, przygotowującym współpracę wszystkich służb na wypadek powodzi na terenie województwa Dolnośląskiego. Tego rodzaju treningi niewątpliwie poprawiają współpracę wszystkich służb uczestniczących w akcji ratowniczej, administracji samorządowej i innych organizacji, które poprzez sprawne działanie wpływają na przebieg akcji w sytuacji zagrożenia, a więc oddziałują na podniesienie stanu bezpieczeństwa.

Również inne teksty zamieszczone w bieżącym numerze dotyczą bezpośrednio bądź pośrednio stanu bezpieczeństwa państwa, środowiska lub obywateli. Artykuły zamieszczone w rozdziale „Partnerstwo dla innowacyjności na rzecz bezpieczeństwa” omawiają działania Unii Europejskiej na rzecz podniesienia poziomu bezpieczeństwa.

Szanowni Państwo, Komitet Redakcyjny kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” czyni starania, które umożliwią zaprezentowanie artykułu profesora **Petera Sandmana** (w wersji oryginalnej) omawiającego jego czterdziestoletnie doświadczenia w dziedzinie komunikacji kryzysowej.

Z satysfakcją pragniemy Państwa poinformować, że na mocy decyzji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (komunikat nr 16 z dnia 21 czerwca br.) za artykuły zamieszczone w Kwartalniku CNBOP można sobie doliczyć do dorobku naukowego 6 pkt.

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

mgr Joanna Cybulska – Sekretarz Redakcji



Łukasz Gajda

Wzrastające z każdym rokiem zagrożenia wraz z wprowadzaniem coraz to nowszych rozwiązań technicznych i technologicznych przy zastosowaniu najnowocześniejszych materiałów stawiają przed CNBOP, jako placówką naukowo – badawczą, coraz to nowe wyzwania, a jednocześnie oczekiwania środowiska związanego z ochroną przeciwpożarową.

Uważam, że wyznaczanie kierunków działania w dziedzinie szeroko rozumianego bezpieczeństwa to zadanie Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej, które doskonale spełnia swoją rolę, czego najlepszym przykładem jest wydawnictwo – kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”.

Wiedza jest wielką siłą, która z pokolenia na pokolenie wzbogaca społeczeństwo i naszą formację, dając każdemu z nas możliwość wszechstronnego rozwoju.

Sam czytam kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” i polecam go jako wzór standardów na miarę oczekiwań naszego środowiska. Rekomenduję również ten Kwartalnik osobom na co dzień zajmującym się ochroną przeciwpożarową i obroną cywilną.

[Signature]
gen. brygadier Wiesław Leśniakiewicz
Komendant Główny
Państwowej Straży Pożarnej
Szef Obrony Cywilnej Kraju

dr Ryszard GROSSET

Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa
im. Heleny Chodkowskiej

CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE POZIOM BEZPIECZYSTWA PAŃSTWA

Factors of State Safety

Streszczenie

Niniejszy artykuł prezentuje czynniki, od których uzależnione jest bezpieczeństwo państwa. Udowadnia również, że należy mieć dobre prawo, które musi określać normy prawne danego państwa ale również i międzynarodowe. Przedstawia również organizacje, z którymi współpracuje nasze państwo w celu zachowania bezpieczeństwa w dobie przemian.

Summary

The article presents factors the safety of you from which be dependent on. It proves also, it that was one should have good right, which has to define legal norms given state but also and international. It represents organizations our state with which co-operates in aim of behaviour of safety in day of alternatively also.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo wewnętrzne, bezpieczeństwo zewnętrzne, bezpieczeństwo ekonomiczne, procesy demokracji, system kształcenia obronnego, uwarunkowania infrastrukturalne;

Key words: internal safety, external safety, economic safety, democracy processes, defence education, infrastructure conditions;

We współczesnym świecie oprócz ustroju i systemu społeczno-ekonomicznego, na działalność państwa w odniesieniu do bezpieczeństwa i gospodarki narodowej oraz możliwości wyboru w tych dziedzinach, wpływa wiele czynników. Bezpieczeństwo Polski, na przestrzeni ostatnich kilku lat kształtuje się w zupełnie odmiennych niż dotąd warunkach. Zmiany, jakie zaszły w Europie Środkowej i Wschodniej, stworzyły nowe uwarunkowania bezpieczeństwa państwa. Polska stanowi granicę między zjednoczoną Europą, a państwami budującymi młode demokracje. Państwo funkcjonuje w bliższym lub dalszym otoczeniu międzynarodowym mającym wpływ na tworzenie się i funkcjonowanie różnych uwarunkowań dotyczących zarówno bezpieczeństwa jak i gospodarki narodowej.

Uwarunkowania bezpieczeństwa państwa ogólnie można podzielić na **zewnętrzne i wewnętrzne**. Bezpieczeństwo państwa wyma-

ga ciągłej analizy, zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych uwarunkowań i czynników, jakie mają wpływ na środowisko, w którym znajduje się Polska.

Do najistotniejszych **zewnętrznych uwarunkowań** bezpieczeństwa Polski, możliwych do identyfikacji dziś i możliwej do przewidzenia przyszłości w kontekście sytuacji międzynarodowej, należą:

- stosunki Polski z państwami sąsiednimi;
- obecność i pozycja Polski w strukturach euroatlantyckich;
- sytuacja legislacyjno-prawna stabilizująca europejskie bezpieczeństwo, w obliczu nowych wyzwań politycznych, ekonomicznych, militarnych i cywilizacyjnych².

² Por. S. Koziej, F. Wołkowicz, *Podstawowe założenia polityki bezpieczeństwa i strategii obronnej*, AON, Warszawa 1998, s.15.

Relacje Polski z państwami najbliższego otoczenia nie stwarzają bezpośrednich zagrożeń. Polska jest krajem członkowskim Unii Europejskiej oraz podpisała układy regulujące wzajemne stosunki z wszystkimi krajami sąsiadującymi. Nasze stosunki wolne są od jakichkolwiek wzajemnych roszczeń terytorialnych i sporów na tle mniejszości narodowych. Dodatkowym, pozytywnym czynnikiem, zmniejszającym zwłaszcza zagrożenia o charakterze militarnym, są ograniczenia i system monitorowania aktywności wojskowej, jakim podlegają państwa europejskie.

Prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego w naszym regionie jest w chwili obecnej niewielkie. Ryzyko przeprowadzenia przez którekolwiek państwo niespodziewanego ataku jest dziś znikome. Wejście do Unii Europejskiej oraz Sojuszu Północnoatlantyckiego zmieniło geopolityczną pozycję Polski, przekreśliło ostatecznie skutki porządku jałtańskiego i podziału Europy na strefy wpływów.

Członkostwo w NATO dało Polsce najlepsze, trwałe gwarancje bezpieczeństwa. Uczyniło Polskę członkiem wspólnoty demokratycznych i stabilnych państw. Niewątpliwie przynależność tę gruntuje uczestnictwo Polski w Unii Europejskiej i funkcjonowanie w jej strukturach.

Korzystne przemiany nastąpiły w naszym bezpośrednim otoczeniu. Żyjemy w Europie pogłębiającej się integracji, w której aktywnie uczestniczymy. Większość naszych sąsiadów jest członkami lub podąża do członkostwa w zachodnich strukturach bezpieczeństwa.

Jednocześnie pojawiły się nowe zagrożenia i wyzwania, również w naszym najbliższym otoczeniu, związane przede wszystkim z naruszaniem praw człowieka i wolności obywatelskich, z napięciami gospodarczymi i konfliktami etnicznymi oraz próbami tworzenia alternatywy dla europejskiej integracji, opartymi na niektórych doświadczeniach byłego Związku Radzieckiego. W związku z tym zaistniała potrzeba aktualizacji obowiązujących dokumentów, a w rzeczywistości, wypracowania nowej postaci polityki bezpieczeństwa.

Konieczność zmian wynikała nie tylko z przemian, jakie się dokonały w sferze bezpieczeństwa europejskiego, ale także z potrzeby odpowiedniego przygotowania się do reagowania

na kryzysy, które w bezpośredni bądź pośredni sposób zagrażałyby bezpieczeństwu i stabilności zarówno Polski, jak i jej najbliższego otoczenia. Członkostwo w NATO z czasem przestało być celem polskiej polityki bezpieczeństwa, a stało się instrumentem służącym realizacji polskiej racji stanu oraz sposobem wykorzystania nowych możliwości naszej polityki zagranicznej. Udział w strukturze sojuszniczej spowodował również zharmonizowanie naszej strategii i planów obronnych z wytycznymi przyjętymi w ramach wspólnego planowania strategicznego NATO³.

Zmiany te znalazły odzwierciedlenie w podstawowych dokumentach dotyczących bezpieczeństwa państwa. Tworzy je zbiór następujących dokumentów:

- Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej⁴;
- Strategii Bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej⁵;
- Strategii Obronności Rzeczypospolitej Polskiej⁶;
- Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej⁷;
- Ustawie o stanie klęski żywiołowej z 18 kwietnia 2002 roku⁸;
- Ustawie o stanie wyjątkowym z dnia 21 czerwca 2002 roku⁹;
- Ustawie o stanie wojennym oraz kompetencjach Naczelnego Dowódcy SZ i zasadach jego podległości konstytucyjnym organom Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 29 sierpnia 2002 roku¹⁰;
- Rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie sposobu tworzenia gminnego zespołu reagowania, powiatowego i wojewódzkiego zespołu reagowania kryzysowego oraz Rządowego Zespołu Koordynacji Kryzysowej

³ Por. R. Przemyski, *Strategia wojskowa Rzeczypospolitej Polskiej w kontekście bezpieczeństwa i obronności państwa*, Generalny Zarząd Planowania Strategicznego Sz. Gen. WP, Warszawa 2003, s. 7.

⁴ Konstytucja RP z 02.04.1997 r., art. 5.

⁵ Przyjęta na posiedzeniu Rady Ministrów w dniu 4 stycznia 2000 r.

⁶ Przyjęta na posiedzeniu Rady Ministrów w dniu 23 maja 2000 r.

⁷ Przyjęta na posiedzeniu Rady Ministrów w dniu 8 września 2003 r.

⁸ Dz. U. Nr 62 poz. 558 z 2002 r.

⁹ Dz. U. Nr 113 poz. 985 z 2002 r.

¹⁰ Dz. U. Nr 156 poz. 1301 z 2002 r.

i ich funkcjonowania z dnia 3 grudnia 2002 roku¹¹;

- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2004 r. w sprawie przygotowania systemu kierowania bezpieczeństwem narodowym¹².

Polska realizowała te cele z poszanowaniem prawa międzynarodowego, zgodnie z postanowieniami Karty Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ) oraz dokumentów Organizacji Bezpieczeństwa i Współpracy w Europie (OBWE). Respektując suwerenność innych krajów, Polska nie dąży do umacniania własnego bezpieczeństwa kosztem bezpieczeństwa innych państw.

Polska realizuje własne interesy w zgodzie ze wspólnymi wysiłkami zmierzającymi do umocnienia bezpieczeństwa w Europie i na świecie oraz nie ma roszczeń terytorialnych wobec żadnego państwa. Nie traktuje żadnego państwa jako wroga. Wszelkie spory będzie rozwiązywać zgodnie z zasadami prawa międzynarodowego.

Środowisko bezpieczeństwa Polski podlega ciągłym i dynamicznym zmianom. Mają one generalnie pozytywny kierunek i stwarzają korzystne warunki dla rozwoju współpracy z naszymi partnerami. Polska nie musi stawiać czoła w przewidywalnej przyszłości egzystencjalnemu zagrożeniu. Pozostają wszakże ryzyka i niepewności, które mogą przekształcić się w konflikty, w tym również w naszym bezpośrednim otoczeniu.

Głównym czynnikiem stabilności polityczno-wojskowej na kontynencie jest Sojusz Północnoatlantycki. Polska wnosi i będzie wnosić swój wkład w umacnianie Sojuszu, utrzymanie jego zdolności do wypełnienia podstawowych zadań bezpieczeństwa, a to oznacza zapewnienie stabilnego euroatlantyckiego środowiska bezpieczeństwa, służenie jako forum konsultacji oraz jako instrument odstraszania i obrony. Oznacza także, w ramach procesu wzmacniania bezpieczeństwa i stabilności – konieczność wnoszenia wkładu dla zapobiegania konfliktom i opamowywania kryzysów oraz rozwijania partnerstwa, współpracy i dialogu z innymi państwami

na obszarze euroatlantyckim. Priorytetem Polski jest zachowanie przez Sojusz zdolności do wypełniania jego funkcji jako organizacji obrony zbiorowej.

W naszej, a także sojuszniczej ocenie, agresja konwencjonalna na dużą skalę przeciwko Sojuszowi jest mało prawdopodobna, istnieje jednak możliwość pojawienia się takiego zagrożenia w dłuższym czasie. Polska wraz z pozostałymi sojusznikami jest wystawiona na różnorodne ryzyka militarne i pozamilitarne, o wielokierunkowym i czasami trudnym do przewidzenia charakterze. Składa się na nie niepewność i niestabilność na obszarze euroatlantyckim i wokół niego, a także możliwość kryzysów regionalnych na obrzeżach Sojuszu. Niektóre państwa na tym obszarze znajdują się w obliczu poważnych trudności o podłożu ekonomicznym, społecznym i politycznym. Rywalizacje etniczne i religijne, spory terytorialne, nie wystarczające bądź nieudane próby reform, naruszenia praw człowieka, rozpad państw mogą prowadzić do lokalnej bądź nawet regionalnej destabilizacji.

Polska musi nadal brać pod uwagę znaczące siły konwencjonalne rozmieszczone w pobliżu jej granic oraz istnienie potężnych sił nuklearnych poza Sojuszem Północnoatlantyckim¹³. Źródłem niepokoju jest rozprzestrzenianie broni masowego rażenia i środków jej przenoszenia. Interesy bezpieczeństwa Polski mogą być także wystawione na szwank poprzez akty terroru, sabotażu i przestępczości zorganizowanej, zakłócenia dostaw surowców o żywotnym znaczeniu, a także poważne zagrożenia środowiska naturalnego. Istnieje także zagrożenie ze strony obcych służb specjalnych. Działania podejmowane w tej dziedzinie mają nie mniej ważny aspekt sojuszniczy: nasza wiarygodność zależy również od naszej „szczelności” w tej sferze.

Ogólnie można stwierdzić, że na płaszczyźnie zewnętrznej uwarunkowania polityczne bezpieczeństwa ekonomicznego odnoszą się do ustroju politycznego oraz przynależności do określonego bloku państw (organizacji), a także do charakteru stosunków wypracowanych z innymi państwami i organizacjami (blokami państw).

¹¹ Dz. U. Nr 215 poz. 1818 z 2002 r.

¹² Dz. U. Nr 98 poz. 978 z 2004 r.

¹³ Por. R. Przemyski, *Strategia wojskowa...* wyd. cyt., s. 9.

Radykalne przemiany ustrojowe zawsze powodują okresowy wzrost zagrożeń wewnętrznych. W zbiorze *uwarunkowań wewnętrznych* polityki bezpieczeństwa państwa, dostrzec i wyróżnić trzeba przede wszystkim czynniki polityczne, ekonomiczne, społeczne itp., które mogą mieć zarówno charakter kreatywny, jak i destrukcyjny. Jeśli nabierają charakteru destrukcyjnego, to nie tylko osłabiają one potencjał państwa, ale również zwiększają jego podatność na presje zewnętrzne.

Nieuniknione koszty społeczne kryzysu gospodarczego, przeprowadzanych głębokich reform rynkowych, a zwłaszcza bezrobocie, sprzyja szerzeniu się frustracji, rozprężenia, wzrostu przestępczości i innych patologicznych zjawisk społecznych. W tych warunkach może tworzyć się atmosfera sprzyjająca rozprzestrzenianiu się groźnych tendencji szowinistycznych lub nacjonalistycznych. Głównym środkiem przeciwstawienia się tym zagrożeniom jest maksymalne przyspieszenie procesu przemian i skracanie okresu przejściowego. Przedłużanie okresu przebudowy niosłoby ze sobą nieuchronnie pogłębienie napięć i zaburzeń społecznych.

Procesy demokratyzacji systemu politycznego, wprowadzenie gospodarki rynkowej i liberalizacja stosunków społecznych wymagały zmiany starych struktur i nawyków. Postęp przemian był i do dziś jest czasem hamowany zarówno przez niewydolność części aparatu administracyjnego, jak i przez świadomą opozycję sił eksternistycznych. Występują też nawyki świadomościowe, będące wynikiem długoletnich nawyków, a utrudniające społeczną adaptację do nowych warunków¹⁴.

Przez dziesiątki lat pojęcie bezpieczeństwa narodowego nabrało w rozumieniu Polaków znaczenia swoistego kanonu. Ten stereotyp nadal funkcjonuje. Daje się zauważyć, iż zbyt wolno kształtuje się w świadomości Polaków całościowe rozumienie uwarunkowań bezpieczeństwa i składających się na nie czynników: politycznych, militarnych, gospodarczych i społecznych – zwłaszcza kwestii socjalnych, demograficznych, etnicznych, religijnych, światopoglądowych, a szczególnie ekologicznych.

Stosunek społeczeństwa do spraw bezpieczeństwa i obronności jest na ogół pozytywny, choć zróżnicowany w zależności od wieku, wykształcenia i miejsca zamieszkania. Zdecydowanie największe znaczenie przypisujemy bezpieczeństwu granic i ich szczelności. Wojsko postrzegane jest przez zdecydowaną większość społeczeństwa jako jedna z głównych instytucji życia społeczno-politycznego, wnosząca decydujący wkład w zapewnienie bezpieczeństwa państwa. Z drugiej zaś strony tkwi w naszej pamięci powszechna niechęć do odbywania zasadniczej służby wojskowej. Na szczęście dzisiaj, w czasach profesjonalnej armii, te stereotypy uległy radykalnym zmianom. Świadomość polityczna Polaków nie jest jeszcze w pełni jednoznacznie określona. Dotyczy to np. świadomości historycznej, będącej jednym ze wskaźników tzw. kultury politycznej. Przykładem jest tu wypełnianie „białych plam” w historii narodu. Prezentowane, obok rzeczowego kontekstu historii Polski, przykłady jednostronnej oceny zdarzeń rodzą niepotrzebne podziały. Niekorzystne z punktu widzenia bezpieczeństwa państwa są też niekiedy uprzedzenia wobec mniejszości narodowych i religijnych. Daje się jeszcze zaobserwować zachowania o charakterze ksenofobicznym, które manifestują się okazywaniem jawnej niechęci wobec przedstawicieli mniejszości narodowych w Polsce. Nurt ten dominuje wśród ugrupowań skrajnych szermujących hasłami zagrożenia dla polskich interesów narodowych. Istotne znaczenie dla skuteczności i tempa przemian w Polsce ma przezwyciężanie recesji. Powodzenie przeobrażeń jest w znacznym stopniu uwarunkowane powodzeniem prowadzonych reform, stabilizacją struktur państwa i podniesieniem efektywności ich funkcjonowania.

Długofalowe bezpieczeństwo Polski zależy od jej integracji z instytucjami demokratycznego Zachodu, a ta dokona się jedynie pod warunkiem odpowiadania kryteriom sprawnie funkcjonującej demokracji. Zatem wszelkie czynniki opóźniające dopełnienie procesu demokratycznej transformacji kryją w sobie zagrożenie dla bezpieczeństwa państwa. Obecne stadium reform nie stwarza zagrożenia dla spójności państwa oraz jego wiarygodności jako partnera współpracy gospodarczej. Stosunkowo naj-

¹⁴ Por. S. Koziej, F. Wołkiewicz, *Podstawowe...* wyd. cyt., s. 21.

szybciej postępuje integracja polityczna nowego ustroju¹⁵.

Odrębnym zagadnieniem są problemy związane z procesem prywatyzacji i reprivatyzacji. Nieprawidłowości oraz zahamowania w procesach prywatyzacji mogą w skali kraju spowodować niezadowolenie społeczne, które może stworzyć niebezpieczeństwo hamowania transformacji ekonomicznej. W płaszczyźnie międzynarodowej skutkować mogą zahamowaniem napływu inwestycji zagranicznych oraz opóźnieniem procesu wyrównywania poziomu z krajami „starej Unii Europejskiej”. Należy podkreślić, że obok zróżnicowania przestrzennego mamy w Polsce do czynienia z postępującą degradacją środowiska, która potęguje zagrożenia ekologiczne wywierające (nie do końca zbadany) wpływ na stan świadomości Polaków. O możliwościach zaspokajania finansowych i rzeczowych potrzeb systemu obronnego państwa, w tym sił zbrojnych RP, decydują warunki ekonomiczne. Możliwości finansowania systemu obronnego państwa decydują nie tylko o sytuacji sił zbrojnych, ale także determinują sytuację przemysłu obronnego, utrzymywanie i uzupełnianie strategicznych rezerw państwowych i specjalistycznych, w tym rezerw mobilizacyjnych.

Problematyka zagranicznych stosunków ekonomicznych (handel, zadłużenie oraz spowolnienie gospodarcze) stanowi jeden z istotnych problemów związanych, zarówno z rozwojem ekonomicznym, jak i z bezpieczeństwem Polski. Głównymi partnerami handlowymi Polski są obecnie państwa Unii Europejskiej.

Ważny dla bezpieczeństwa państwa jest problem samowystarczalności surowcowej, a szczególnie w zakresie surowców energetycznych (węgiel kamienny, brunatny, gaz ziemny i ropy naftowej) oraz składników i komponentów dla przemysłu metalurgicznego, chemicznego, farmaceutycznego itp. Polska jest samowystarczalna jeśli chodzi o zabezpieczanie potrzeb na węgiel kamienny i brunatny oraz gaz koksowniczy. Problemem natomiast może być zaspokojenie popytu na gaz ziemny,

bowiem większość tego surowca importujemy z Rosji. W przypadku przerwania dostaw importowych oraz zachowania priorytetu zaopatrzenia odbiorców komunalnych znacząca liczba przedsiębiorstw, szczególnie w branży chemicznej, metalurgicznej i nawozów sztucznych musiałaby ograniczyć lub przerwać produkcję. W zakresie dostaw ropy naftowej istnieje możliwość zdywersyfikowania źródeł jej zakupu (Norwegia, kraje arabskie). Niemniej zakłócenia w jej dostawach mogą rzutować negatywnie na zaopatrzenie rynku, w tym na funkcjonowanie przemysłu chemicznego, farmaceutycznego itp.

Import surowców nie energetycznych w całości zaspokaja potrzeby w zakresie dostaw rudy żelaza, rudy aluminium oraz składników i komponentów do wytwarzania uszlachetnionych gatunków stali niezbędnych dla przemysłu obronnego, łożyskowego, narzędziowego itp. w odróżnieniu od dostaw gazu i ropy naftowej zaopatrzenie przemysłu w importowane składniki i komponenty nie powinno stwarzać większych problemów, bowiem są one dostępne na wielu rynkach zagranicznych.

Istotnym czynnikiem wewnętrznym warunkującym bezpieczeństwo państwa jest świadomość i edukacja obronna oraz szeroko pojęta „edukacja dla bezpieczeństwa”. Wraz ze zmianą ustroju politycznego nastąpiła w Polsce zmiana świadomości społecznej obywateli. Jej wyznacznikiem jest prezentowany przez obywatela system wartości, obejmujący tak wiedzę, jak i opinie, poglądy, postawy i zachowania. Świadomość społeczna, a zwłaszcza świadomość obronna uległa generalnie obniżeniu. Obserwuje się swoistą niespójność postaw z jednej strony społeczeństwo bardzo wysoko ceni wojsko, jako instytucję społecznego zaufania, z drugiej zaś strony – absolutnie neguje potrzebę i chęć własnych świadczeń na rzecz wojska i obronności.

Edukacja i wychowanie pro obronne społeczeństwa winny być istotnym czynnikiem polskiego modelu oświatowo-wychowawczego. Niestety, jesteśmy na początku drogi w budowie nowego ogólnokrajowego systemu kształcącego świadomość pro obronną społeczeństwa. Funkcjonują luźno ze sobą powiązane ogniwa, takie jak: rodzina, szkoły, organizacje i stowarzyszenia, instytucje kulturalno-oświatowe, kościoły

¹⁵ Por. S. Kurek, *Identyfikacja bezpieczeństwa ekonomicznego państwa*, w: *Gospodarka wybranymi zasobami naturalnymi w Polsce, a bezpieczeństwo ekonomiczne*, Praca zbiorowa pod kier. nauk. J. Płaczka, AON, Warszawa 1999, s. 33.

i związki wyznaniowe, wydawnictwa i media. Działalność ich jest jednak mocno rozproszona i niespójna. Nie wszystkie powołane do tego instytucje potrafiły dostosować się do nowych warunków i znaleźć skuteczne formy oddziaływania edukacyjnego. Dotyczy to zwłaszcza nadzwyczajnych zagrożeń czasu pokoju i w pewnej mierze obrony cywilnej. Przykładem tego mogą być wielkie powodzie na przestrzeni lat 1997 - 2010.

System kształcenia obronnego został poważnie zniekształcony. Młodzież kończąca edukację na poziomie szkoły podstawowej nie spotyka się z problematyką obronności w systemie szkolnym. Ma to wyraźne, negatywne skutki w procesie przygotowania do obowiązku służby wojskowej, dlatego zawieszono pobór przechodząc na armię zawodową.

Na *plaszczyźnie wewnętrznej* uwarunkowania polityczne bezpieczeństwa ekonomicznego są kreowane przez sferę polityczną – politykę bezpieczeństwa państwa i uwidocznianie się na *plaszczyźnie społeczno-gospodarczej*, a także w polityce bezpieczeństwa ekonomicznego przez określenie celów, zadań i systemu organizacyjnego.

Uwarunkowania polityczne bezpieczeństwa ekonomicznego są ściśle powiązane z uwarunkowaniami ekonomicznymi, gdyż wypływają z siebie wzajemnie i nie mogą samodzielnie występować. Ponadto przynależy im rola kreatywnego i konstruktywnego kształtowania polityki bezpieczeństwa ekonomicznego, bowiem nadają one formę zinstytucjonalizowaną uwarunkowaniom kształtowania tego bezpieczeństwa¹⁶. Jednocześnie szerokość i głębokość powiązań między grupami uwarunkowań bezpieczeństwa ekonomicznego powoduje, iż stają się one dla siebie wzajemnie weryfikatorami.

Kolejną grupą uwarunkowań bezpieczeństwa ekonomicznego są *uwarunkowania obronno-militarne*. Zauważa się dużą złożoność tej grupy, gdyż składowe jej są pochodną uwarunkowań politycznych i ekonomicznych. Ten ob-

szar uwarunkowań wypływa z założeń polityki bezpieczeństwa państwa przez nałożenie na gospodarkę narodową konieczności zaspokajania militarnych potrzeb państwa. Stanowią one duży zbiór czynników, które mogą warunkować utratę lub utrzymanie, a nawet wzrost poziomu bezpieczeństwa ekonomicznego państwa. Odnosi się to do wszystkich stanów, tzn. pokoju, zagrożenia militarnego i wojny. Czynniki z tego obszaru mogą, zarówno sprzyjać, jak i ograniczać kształtowanie się bezpieczeństwa ekonomicznego państwa. Wyszczególnione stany, w jakich może się znajdować państwo są wypadkową zaistniałych konfliktów społecznych i narodowościowych.

Czynniki wypływające z obszaru obronno-militarnego są bodźcem do tworzenia i ciągłej aktualizacji systemu działań w sferze gospodarczej, działającego pod kątem jej struktur do wymagań, jakie są stawiane przez określone podmioty bezpieczeństwa państwa. Oznacza to, że uwarunkowania obronno-militarne są obszarem złożonym i rozwiązywalnym za pomocą działań wieloetapowych, gdyż wypływa to ze stopnia zmienności sytuacji, w jakiej się znajduje dany kraj.

Kształtowanie bezpieczeństwa ekonomicznego zależy od stanu, w jakim może się znajdować państwo. W każdym z nich ujawniają się inne problemy do rozwiązania:

1. ***W stanie pokoju*** – w skali makro – uwarunkowania bezpieczeństwa ekonomicznego skupiają się na trzech grupach:
 - a. uwarunkowaniach kreacyjnych, które są związane z tworzeniem polityki bezpieczeństwa państwa, z uszczegółowieniem jego potrzeb w dziedzinie bezpieczeństwa ekonomicznego;
 - b. uwarunkowaniach realizacyjnych (funkcjonalnych), które są zauważalne w trakcie urzeczywistniania polityki bezpieczeństwa, przy tworzeniu, utrzymaniu i rozwoju systemu obronnego;
 - c. uwarunkowaniach weryfikacyjnych (korygujących) spełniających zadania badawczo-kontrolne wobec dwóch pierwszych grup uwarunkowań.
2. ***W stanie zagrożenia*** – uwarunkowania bezpieczeństwa ekonomicznego skupiają się na dwóch grupach: realizacyjnej i weryfikacyjnej (grupa kreacyjna jest wykorzystywana

¹⁶ Por. Z. Stachowiak, *Identyfikacja narodowej i sojuszniczej strategii obronnej i ich relacje do strategii bezpieczeństwa i bezpieczeństwa ekonomicznego w: Podstawy, mechanizmy i procedury kształtowania bezpieczeństwa ekonomicznego Polski z punktu widzenia narodowej i sojuszniczej strategii obronnej*, Praca zbiorowa pod kier. nauk. Z. Stachowiaka, AON, Warszawa 2002, s. 84.

w ograniczonym stopniu). Działania te mają na celu zapewnienie niezbędnego minimum do przetrwania ludności. Sfera gospodarcza przygotowuje się do zaspokajania potrzeb w większym stopniu wojska niż ludności cywilnej.

3. **W stanie wojny** – działania nadal będą się skupiać na obszarach realizacyjnym i weryfikacyjnym, lecz przy położeniu większego nacisku na ten ostatni, gdyż w trakcie działań wojennych będą narastały czynniki negatywne wymagające odpowiednich reakcji.

Na kształtowanie bezpieczeństwa ekonomicznego duży wpływ będą miały *uwarunkowania społeczne*, które skupiają w sobie szereg uwarunkowań socjalno-bytowych, kulturowych, oświatowych itp. Stanowią o nich warunki bytowe i społeczne ludności (ochrona zdrowia, system rentowo-emerytalny, kultura, oświata, sport itd.). Analiza tego obszaru uwarunkowań ukazuje poziom życia społeczeństwa oraz kierunki, które należy obrać, aby zapewnić dobrobyt jednostki.

Uwarunkowania społeczne wiążą się ściśle z uwarunkowaniami politycznymi i ekonomicznymi i w dużym stopniu od nich zależą.

Duże znaczenie dla bezpieczeństwa ekonomicznego mają *uwarunkowania geostrategiczne*. Z jednej strony nie mamy żadnego wpływu na fizyczne ukształtowanie kraju, jego klimat, ilość zasobów naturalnych, położenie względem innych państw, z drugiej strony możemy kształtować liczbę ludności, sieć komunikacyjną itd. Z obszaru tych uwarunkowań, często w decydującym stopniu, wypływa miejsce zajmowane przez kraj w hierarchii światowej¹⁷.

Bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ekonomiczne mają *uwarunkowania infrastrukturalne*, bowiem znajdują one odbicie we wszystkich omawianych dotychczas grupach uwarunkowań. Uwarunkowania te wpływają na kształtowanie bezpieczeństwa ekonomicznego w następujący sposób:

- a. w wymiarze ekonomicznym koncentrują się na problemie niepodzielności nakładów w skali zaangażowania poszczególnych rodzajów kapitału, pracochłonności i kapitałochłonności przedsięwzięć, a także na kwestie zmian jakościowych;

- b. w wymiarze społecznym są to działania administracji państwowej i samorządowej na rzecz zapewnienia odpowiedniej sytuacji prawno-ekonomicznej społeczeństwa;
- c. w wymiarze techniczno-organizacyjnym są one odpowiedzialne za zarządzanie i koordynowanie procesów kształtowania bezpieczeństwa ekonomicznego, a także kształtowanie cech niezbędnych do realizacji tych przedsięwzięć, tj. dużej mobilności, żywotności przestrzennej, jedności funkcjonalnej itd.

Uwarunkowania infrastrukturalne winny zapewniać takie rozwiązania, które sprzyjałyby rozwojowi poziomu bezpieczeństwa jednostki, podmiotów gospodarczych, gałęzi przemysłu, aż do bezpieczeństwa narodowego.

Podsumowanie

Podjęte w artykule rozważania dotyczące kształtowania bezpieczeństwa państwa były, są i będą bardzo ważne. Bezpieczeństwo państwa w ostatnich latach bardzo się zmieniło, poprzez zmiany jakie zaszły w Polsce jak również w Europie Środkowej i Wschodniej, powstały nowe uwarunkowania bezpieczeństwa. Państwo funkcjonuje w bliższym i dalszym otoczeniu międzynarodowym mającym wpływ na tworzenie się i funkcjonowanie różnych uwarunkowań dotyczących bezpieczeństwa jak i gospodarki narodowej.

Ogólnie uwarunkowania bezpieczeństwa państwa można podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne. Należy podkreślić, że na płaszczyźnie zewnętrznej uwarunkowania polityczne bezpieczeństwa ekonomicznego odnoszą się do określonego bloku państw(organizacji), a także do charakteru stosunków wypracowanych z innymi państwami i organizacjami.

W zbiorze uwarunkowań wewnętrznych polityki bezpieczeństwa państwa, dostrzec i wyróżnić trzeba przede wszystkim czynniki polityczne, ekonomiczne, społeczne itp., które mogą mieć charakter kreatywny, jak i destrukcyjny. Jeśli nabierają charakteru destrukcyjnego to nie tylko osłabiają one potencjał państwa ale również zwiększają jego podatność na presję zewnętrzną. Nieuniknione koszty społeczne kryzysu gospodarczego, przeprowadzanych głębokich reform rynkowych, a zwłaszcza bezrobocie, sprzyja szerzeniu się frustracji, rozpręże-

¹⁷ Tamże, s. 89.

nia, wzrostu przestępczości i innych patologicznych zjawisk społecznych.

Literatura

1. Koziej S., Wołkowicz F., *Podstawowe założenia polityki bezpieczeństwa i strategii obronnej*, AON, Warszawa 1998;
2. Kurek S., *Identyfikacja bezpieczeństwa ekonomicznego państwa*, w: *Gospodarka wybranymi zasobami naturalnymi w Polsce, a bezpieczeństwo ekonomiczne*, Praca zbiorowa pod kier. nauk. J. Płaczka, AON, Warszawa 1999;
3. Przemyski R., *Strategia wojskowa Rzeczypospolitej Polskiej w kontekście bezpieczeństwa i obronności państwa*, Generalny Zarząd Planowania Strategicznego Sz. Gen. WP, Warszawa 2003;
4. Stachowiak Z., *Identyfikacja narodowej i sojuszniczej strategii obronnej i ich relacje do*

strategii bezpieczeństwa i bezpieczeństwa ekonomicznego, w: *Podstawy, mechanizmy i procedury kształtowania bezpieczeństwa ekonomicznego Polski z punktu widzenia narodowej i sojuszniczej strategii obronnej*, Praca zbiorowa pod kier. nauk. Z. Stachowiaka, AON, Warszawa 2002;

5. Konstytucja RP z 02.04.1997 r., art. 5;
6. Dz. U. Nr 62 poz. 558 z 2002 r.;
7. Dz. U. Nr 113 poz. 985 z 2002 r.;
8. Dz. U. Nr 156 poz. 1301 z 2002 r.;
9. Dz. U. Nr 215 poz. 1818 z 2002 r.;
10. Dz. U. Nr 98 poz. 978 z 2004 r.

Recenzenci:

dr inż. Eugeniusz W. Roguski

dr inż. Dariusz Wróblewski

dr inż. **Andrzej ZBROWSKI**
Instytut Technologii Eksploatacji
Państwowy Instytut Badawczy

SYSTEMY BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO W POLITYCE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Systems of technical safety in policy of sustainable development

Streszczenie

W artykule omówiono znaczenie systemów bezpieczeństwa technicznego w strategii zrównoważonego rozwoju. Przedstawiono uwarunkowania prawne i normatywne bezpośrednio i pośrednio stymulujące bezpieczny i korzystny dla człowieka, środowiska i gospodarki rozwój osiągany poprzez zakładaną synergię aspektów ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Przeprowadzono analizę oddziaływania uregulowań prawnych na rozwój zaawansowanych rozwiązań z zakresu technologii bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego. Analizie poddano rozwój i doskonalenie technologii oraz produktów zwiększających bezpieczeństwo społeczeństwa i zmniejszających energochłonności gospodarki poprzez innowacje i wdrażanie rozwiązań energooszczędnych w przemyśle, usługach oraz gospodarstwach domowych. Analizowana problematyka dotyczy zagadnień bezpieczeństwa w procesie projektowania, wytwarzania i eksploatacji: maszyn, urządzeń, instalacji technicznych, obiektów itp. oraz prognozowania możliwych zagrożeń technicznych, naturalnych i cywilizacyjnych z zapobieganiem i przeciwdziałaniem skutkom zdarzeń. Na podstawie przeprowadzonej analizy wyznaczono priorytetowe kierunki rozwoju technologii w obszarze bezpieczeństwa technicznego.

Summary

The article presents the meaning of systems for technical safety in the strategy of sustainable development. The legal and standard requirements were presented that directly and indirectly stimulate safe and beneficial for human, environment and economy development achieved by assumed synergy of economical, environmental and social aspects. The analysis of effects of legal regulations on development of advanced solutions in the area of technical and environmental safety was conducted. The subject of analysis was development and enhancement of technologies and products increasing safety of society and decreasing the energy consumption by economy through innovation and introduction of energy saving solutions in the industry, services and households. The analysed subject considers issues of safety in the process of design, production and maintenance of machines, devices, technical plants, objects etc. and also prediction of possible technical, natural and civilizational hazards as well as protection and elimination of results of failures. Based on the results of analysis priority directions of development were assumed for technologies of technical safety.

Słowa kluczowe: inżynieria bezpieczeństwa technicznego, zagrożenia techniczne, zrównoważony rozwój;

Key words: industrial safety engineering, technical hazard, sustainable development;

Wstęp

Szybki rozwój technologiczny i ekonomiczny, zwiększający się zakres globalizacji, zanik tradycyjnych granic państwowych stanowią główne przyczyny wywołujące wzrost zagrożeń związanych z bezpieczeństwem technicznym i środowiskowym. Ryzyko wystąpienia niepożądanych zdarzeń zagrażających zdrowiu i ży-

ciu człowieka oraz jego otoczeniu jest związane z każdym rodzajem działalności ludzkiej. Technologie bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego wynikają z potrzeby racjonalnego rozwiązywania problemów związanych z koniecznością przeciwdziałania zagrożeniom dotyczącym ludzi, środowiska naturalnego i dóbr materialnych wywoływanych rozwojem cywilizacyj-

nym, niebezpiecznymi zjawiskami naturalnymi oraz umyślnym, destrukcyjnym działaniem ludzkim (akty terrorystyczne i sabotażowe).

Oprócz ogromnego znaczenia społecznego inżynieria bezpieczeństwa technicznego pełni niezwykle istotną rolę w skutecznym przeciwdziałaniu i opanowaniu negatywnych skutków wywołanych naturalnymi lub sprowokowanymi czynnikami destrukcyjnymi. W ramach wdrażania prawa europejskiego w dziedzinie ochrony środowiska jednym z fundamentalnych kierunków, jest stworzenie systemu zapobiegania oraz ograniczania skutków awarii, wypadków i katastrof mogących powstać w zakładach przemysłowych, wykonujących różnorodne operacje z substancjami mogącymi stworzyć zagrożenia dla ludzi i środowiska.

Potrzebę generowania zmian i kierunków rozwoju obiektów technicznych nastawioną na doskonalenie technologii bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego wymusza konieczność urzeczywistniania przez inżynierię coraz doskonalszych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych zapewniających nieustanne zmniejszanie wypadkowego zagrożenia technicznego^[1]. Dążenie do zapewnienia bezpieczeństwa wymaga ciągłej analizy potencjalnych zagrożeń oraz podejmowania działań eliminujących możliwość ich wystąpienia^[2].

Wśród obszarów o intensywnej implementacji nowoczesnych rozwiązań zwiększających poziom bezpieczeństwa technicznego znajdują się: przemysł maszynowy, chemiczny, wydobywczy, transport (samochodowy, kolejowy, lotniczy, wodny), przemysł wydobywczy, energetyczny i budownictwo.

Funkcja systemów bezpieczeństwa technicznego

Współczesne wyzwania w dziedzinie bezpieczeństwa obywateli wymagają harmonijnego współdziałania wszystkich instytucji państwowych oraz dostosowywania ich metod pracy w obliczu nowych zagrożeń. Nowoczesne technologie bezpieczeństwa technicznego znajdują coraz szersze zastosowanie w służbach państwowych odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa terytorium i obywateli danego kraju oraz zapobieganie i likwidowanie skutków katastrof. Obowiązkiem każdego pań-

stwa jest posiadanie specjalnych służb ratownictwa technicznego, przeszkolonych w zakresie pomocy ofiarom wypadków i wyposażonych w wyspecjalizowany sprzęt wspomagający działania ratownicze^[3]. Wyposażenie służb reagowania kryzysowego w przyrządy do wykrywania wszelkich skażeń oraz tworzenie na ich bazie systemów do wykrywania i powiadamiania o skażeniach jest warunkiem koniecznym w działaniach mających zapewnić ochronę przed skutkami zagrożeń chemicznych.

Polityka zapewnienia bezpieczeństwa wymaga ciągłego doskonalenia technologii wykrywania i prognozowania rozwoju zagrożeń, teleinformatycznego przetwarzania informacji, ochrony i przeciwdziałania zagrożeniom oraz likwidacji ich skutków.

Pomimo wielu starań wśród państw członkowskich Unii Europejskiej wspieranych działaniami przedsiębiorstw, stowarzyszeń przemysłowych, instytucji kontroli i nadzoru, jednostek naukowo-badawczych oraz akcjami politycznymi liczba poważnych wypadków, awarii i katastrof na terenie UE w ostatnich latach nie ulegała zmniejszeniu.

Dodatkowo, niezwykle istotnego znaczenia nabiera wzrost zagrożenia związanego z możliwymi atakami terrorystycznymi, których celem mogą być instalacje przemysłowe, magazynowe (np: zawierające substancje niebezpieczne) jak również cywilne obiekty użyteczności publicznej.

W Polsce, według danych Głównego Urzędu Statystycznego rocznie zdarza się niemal 100 tys. wypadków przy pracy, w tym kilkaset śmiertelnych. Ponadto rok rocznie wykrywanych jest kilka tysięcy nowych przypadków chorób zawodowych wywołanych zagrożeniami technicznymi i środowiskowymi^[4].

Statystyki Unii Europejskiej^[5] podają, że wypadki z ofiarami występują co pięć sekund, co dwie godziny występuje wypadek śmiertelny. Oznacza to 7,6 miliona wypadków w pracy, z których 4,9 miliona skutkuje absencją chorobową a 4900 ma następstwa w postaci ofiar śmiertelnych. Koszty wypadków i ich następstw w większości krajów uzyskują poziom 2,6-3,8% produktu narodowego brutto. Wśród nowych państw członkowskich UE rocznie rejestrowanych jest 2,5 miliona wypadków przy pracy z 1400 ofiarami śmiertelnymi^[6].

Zganie ze statystykami Major Accident Reporting System (MARS) każdego roku zdarza się ponad 30 dużych katastrof, które mają poważne oddziaływanie ekonomiczne na przemysł i społeczeństwo [7].

Rozwój systemów transportowych wywołuje wzrost zagrożeń związanych z wypadkami komunikacyjnymi. Według danych WHO w wypadkach drogowych na świecie rocznie ginie około 1,3 miliona osób co stanowi około 2,2% udziału ogólnej rocznej światowej śmiertelności [8]. W samej UE ponad 50000 ludzi ginie każdego roku w wypadkach komunikacyjnych a ponad 150000 do końca życia zostaje niepełnosprawnymi.

Istotnym źródłem zagrożeń są awarie wynikające podczas transportu substancji niebezpiecznych. W Polsce poważne awarie transportowe stanowią niemal codzienne niebezpieczeństwo. Liczba awarii w kolejowym transporcie niebezpiecznych substancji chemicznych wynosi około 100 awarii rocznie, natomiast liczba wypadków drogowych z udziałem pojazdów przewożące materiały niebezpieczne waha się od 300 do 400 przypadków w skali jednego roku.

Bezpieczeństwo jest podstawowym warunkiem osiągnięcia przez gospodarkę oczekiwanego poziomu efektywności i konkurencyjności. Współczesne, globalne powiązania gospodarcze powodują, że każde przerwanie łańcucha produkcyjno-transportowego ma szerokie, negatywne konsekwencje zaburzające działalność przemysłu na dużych obszarach światowej gospodarki. Wypadki oraz zdarzenia potencjalnie wypadkowe zakłócają proces rozwoju przemysłowego zarówno bezpośrednio, powodując konieczność prowadzenia działalności zapobiegawczej i korygującej, jak i pośrednio, poprzez nakładanie ograniczeń – będących skutkami awarii.

Intensywny rozwój przemysłowy generujący wzrost liczby fabryk, samochodów, podwyższający natężenie ruchu komunikacyjnego, przyczyniający się do zwiększenia prawdopodobieństwa zaistnienia wypadku [9,10] musi spotykać się z energicznymi działaniami mającymi na celu niwelację zagrożeń i podwyższenie poziomu bezpieczeństwa technicznego eksploatowanych obiektów technicznych (budynki, systemy, maszyny, urządzenia).

Katastrofy przemysłowe są rażącym symbolem ograniczonych możliwości kontrolowania niebezpieczeństw wynikających z rozwoju cywilizacyjnego. Zapobieganie skutkom katastrof stanowi spełnienie społecznych oczekiwań w zakresie bezpieczeństwa i zarządzania ryzykiem w obliczu rosnącej zależności społeczeństwa od niebezpiecznych technologii [11, 12, 13].

W szeroko pojmowanym bezpieczeństwie międzynarodowym, istotnego znaczenia nabiera bezpieczeństwo środowiskowe. Katastrofy przemysłowe drugiej połowy XX wieku (np. katastrofy we **Flixborough**, **Seveso**, Czarnobylu) uświadomiły globalny i transgraniczny charakter zagrożeń ekologicznych. Do współczesnego języka wszedł na trwałe nowy termin: „Katastrofa ekologiczna”. Może ona przybierać różne formy, dotyczyć wody, zwłaszcza mórz niszczonych przy awariach tankowców z ropą, powietrza – zatrutowanego gazami przemysłowymi, ziemi zanieczyszczonej substancjami chemicznymi, odpadami poprodukcyjnymi i komunalnymi. Zapewnienie właściwego poziomu bezpieczeństwa środowiskowego zależy od intensyfikacji działań zmniejszających ryzyko awarii systemów technicznych wywołujących katastrofy ekologiczne. Bezpieczeństwo ekologiczne powinno być niepodważalnym kryterium oceny każdego przedsięwzięcia służącego zaspokajaniu potrzeb człowieka. Ujmują to, przyjęte przez Radę Europejską: *Strategia Zrównoważonego Rozwoju* i *Odnowiona Strategia Zrównoważonego Rozwoju UE*, opierające się na integracji i harmonijnym współdziałaniu gospodarki, społeczeństwa i środowiska przyrodniczego. Ich celem jest wspieranie zmian zmierzających do zapewnienia rozwoju gospodarczego przy uwzględnieniu potrzeb ochrony środowiska.

Wdrażanie nowych technologii stanowi nieustanne wyzwanie, które powinny zostać zidentyfikowane, zanim postęp technologiczny przyniesie kolejne zagrożenia bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego.

Znaczące podniesienie poziomu bezpieczeństwa technicznego oraz udoskonalenie zarządzania ryzykiem przemysłowym będzie sprzyjać wzrostowi konkurencyjności przemysłu europejskiego. Przewiduje się, że do roku 2020 poziom bezpieczeństwa technicznego istotnie wzrośnie [14] w wyniku redukcji wypadków i chorób wywołanych szkodliwymi zjawia-

skami i substancjami oraz skutecznej kontroli ryzyka środowiskowego, co znacząco wpłynie na redukcję poziomu strat produkcyjnych powstających na skutek wypadków. Spełnienie przyjętych założeń wymaga utrzymania systemów przemysłowych w nieustannym, trwałym rozwoju poprzez zapewnienie transferu najnowszych osiągnięć naukowych z obszaru bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego do przemysłu. W najbliższych latach rozwijana będzie kultura „eliminacji wypadków”, w której wszelkie aspekty bezpieczeństwa zostaną wbudowane w procesy projektowania, eksploatacji, konserwacji i zarządzania na wszystkich poziomach codziennej działalności przedsiębiorstwa.

Obszary działania

Według perspektywicznych prognoz i dokumentów strategicznych [¹⁵, ¹⁶, ¹⁷, ¹⁸] kluczowe obszary dla zagadnień bezpieczeństwa technicznego w latach 2015-2020 stanowić będą: teleprewencja, teleobsługa, monitoring produktów i materiałów, inteligentne identyfikatory i karty dostępne, ochrona danych osobowych, zapobieganie możliwościom wystąpienia poważnej awarii przemysłowej, ograniczenie do minimum skutków poważnej awarii w odniesieniu do ludzi, środowiska oraz wartości materialnych, projektowanie technologii, maszyn i urządzeń, w sposób zapewniający ich bezpieczne stosowanie, automatyzacja zarządzania w przypadku wystąpienia zagrożeń kryzysowych.

W myśl zasad trwałego i zrównoważonego rozwoju, jednym z najważniejszych obszarów działania, wskazywanych tak w unijnych, jak i w polskich rządowych dokumentach strategicznych, jest minimalizowanie zagrożeń dla środowiska naturalnego oraz niedopuszczanie do wyczerpywania jego nieodnawialnych zasobów.

Przepisy *Dyrektywy Seveso II* są podstawą polskich regulacji prawnych dotyczących przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym. Na aktualny stan regulacji prawnych Polski dotyczących przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym składają się także przepisy konwencji Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ (*Konwencji Helsińskiej*) [¹⁹].

Zapewnienie zrównoważonego rozwoju przemysłu wymaga znaczącej poprawy skuteczności ograniczania ryzyka katastrof poprzez ko-

ordynację działań w zakresie badań naukowych, rozwoju i wdrażania nowych technologii oraz stosowania najlepszych praktyk w zakresie rozwiązań techniczno-organizacyjnych ukierunkowanych na prewencję i ratownictwo.

W celu sprostania stawianym wymaganiom przedsięwzięcia badawcze mające na celu zmniejszenie ryzyka poważnych awarii uznawane są w państwach członkowskich UE jako jeden z priorytetowych kierunków w zakresie bezpieczeństwa pracy, bezpieczeństwa chemicznego, bezpieczeństwa publicznego oraz ochrony środowiska.

Świadomość rangi problemu i zaangażowania władz europejskich w sprawy bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego znajduje odbicie w 7. Programie Ramowym (7PR) Wspólnoty Europejskiej badań, rozwoju technologicznego i wdrożeń (2007-2013), w którym wspierana jest międzynarodowa współpraca między innymi w obszarze tematycznym Bezpieczeństwo. Biorąc pod uwagę stojące wyzwania 7PR wspiera rozwój technologii i wiedzy dla zapewnienia obywatelom bezpieczeństwa w zakresie problemów takich jak terroryzm, kataklizmy i przestępczość, pobudzanie współpracy dostawców i użytkowników rozwiązań w zakresie bezpieczeństwa cywilnego, poprawa konkurencyjności europejskiego sektora bezpieczeństwa, zmniejszenie istniejących braków w dziedzinie bezpieczeństwa, dostarczania rozwiązań technologicznych w zakresie ochrony ludności, w tym w zakresie biobezpieczeństwa i ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z przestępczości i ataków terrorystycznych, bezpieczeństwa infrastruktury i obiektów użyteczności publicznej, wzmocnienie skuteczności sprawności systemów, sprzętu, narzędzi i procesów oraz metod szybkiej identyfikacji łącznie z kwestiami kontroli i obserwacji granic, przywracanie bezpieczeństwa i ochrony w sytuacjach kryzysowych.

W roku 2003, w odpowiedzi na ustalenia nakreślone w Strategii Lizbońskiej, w Europie został zapoczątkowany proces tworzenia **Europejskich Platform Technologicznych**, stymulujących innowacyjność oraz będących wyrazem zainteresowania środowisk naukowo-technicznych problematyką związaną z bezpieczeństwem technicznym i środowiskowym.

Uwzględniając wagę problemów związanych z aspektami bezpieczeństwa utworzono wiele europejskich (Industrial Safety Technology Platform, The European Construction Technology Platform, Platform on Future Manufacturing Technologies Platform, Industrial Safety Technology Platform, The European Construction Technology Platform) i narodowych – także polskich platform (Polska Platforma Technologiczna – Bezpieczeństwo Pracy w Przemśle, Polska Platforma Technologiczna Systemów Bezpieczeństwa, Polska Platforma Technologiczna Bezpieczeństwa Wewnętrznego) – o profilu ściśle ukierunkowanym na podnoszenie poziomu bezpieczeństwa technicznego, środowiskowego i publicznego, zobligowanych do skoordynowanego transferu innowacyjnych rozwiązań pomiędzy różnymi sektorami i gałęziami przemysłu.

Strategiczne raporty i dokumenty [20, 21, 22] określają bezpieczeństwo jako kluczowy czynnik sukcesów biznesowych i nieodłączny element działań technicznych. Tak rozumiane bezpieczeństwo techniczne ma progresywny i mierzalny wpływ na zmniejszenie liczby wypadków przy pracy, wypadków drogowych, chorób zawodowych, katastrof i incydentów środowiskowych i związanych z wypadkami strat.

W Komunikacie Komisji Wspólnot Europejskich „Zrównoważona Europa dla Lepszego Świata”, ogłoszonym w 2001 r. i podpisanym przez Polskę, wyeksponowano rolę inwestowania w naukę i technologię z myślą o przyszłości. Przyjęto, że długoterminowy rozwój jest uzależniony od postępów w zakresie wiedzy i rozwoju technologicznego, a promowanie innowacji stanowi kluczowy sposób rozwijania nowych, tańszych technologii, oszczędzających surowce naturalne i zmniejszających zanieczyszczenie środowiska. Dokument podkreśla konieczność modernizacji przemysłu w celu poprawy efektywności jakości i bezpieczeństwa.

W Polsce już podjęto w tej sferze działania i będą one kontynuowane coraz dynamiczniej w długookresowych strategiach rozwoju. Wzrost poziomu bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego jest zgodny z celami sformułowanymi w krajowych strategicznych dokumentach dotyczących zrównoważonego rozwoju, innowacyjności i konkurencyjności gospodarki pod względem uzyskiwanych wyników badań. Bez-

pieczeństwo techniczne obejmuje obszar problemowy znajdujący pełne odzwierciedlenie w priorytetowych działaniach i kierunkach programów strategicznych dla Polski.

Przedsięwzięcie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „*Narodowy Program Foresight Polska 2020*” realizowane na podstawie ustawy z października 2004 r. wzmacnia powiązania nauki z gospodarką i obejmuje działania dotyczące zrównoważonego rozwoju Polski, technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych oraz bezpieczeństwa. Zagadnienia bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego bezpośrednio odpowiadają priorytetom wskazanym w *Narodowym Programie Foresight* np. w zakresie priorytetowych kierunków: „Zaawansowane, inteligentne systemy oszczędności energii i monitoringu bezpieczeństwa technicznego dla budynków mieszkalnych, infrastruktury użyteczności publicznej i budowli przemysłowych” oraz „Unikatowe urządzenia technologiczne oraz aparatura badawcza i pomiarowa dla zaawansowanych technologii nowej generacji”.

Bezpieczeństwo techniczne i środowiskowe szczegółowo wpisuje się w priorytetowe obszary i kierunki badań określone w Krajowym Programie Badań Naukowych i Prac Rozwojowych (KPBNI PR) opracowanym w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Tematyka jest zbieżna głównie z dwoma obszarami badawczymi KPBNI PR pn. „Nowoczesne technologie dla gospodarki” oraz „Energia i infrastruktura”, z wyraźnym ukierunkowaniem działań przede wszystkim na: rozwój i udoskonalenie technologii dla poprawy bezpieczeństwa społeczeństwa, gospodarki i kraju.

Rozwój technologii bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego jest ściśle zbieżny z obszarami uznanymi za najważniejsze z punktu widzenia Strategii Rozwoju Kraju 2007–2015 (SRK) jako podstawowego dokumentu strategicznego Polski. Najważniejsze kierunki i działania, dzięki którym możliwe będzie osiągnięcie celu Strategii, tj. podniesienie poziomu i jakości życia mieszkańców Polski, w zakresie bezpieczeństwa technicznego, określone są w priorytetach „Wzrost konkurencyjności i innowacyjności gospodarki” oraz „Poprawa stanu infrastruktury technicznej”.

Rozwój technologii bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego odpowiada tematyce Programu Wieloletniego PW-004 pn.: „Dokształcenie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004-2008, szczególnie w obszarze grupy tematycznej: „Zaawansowane systemy bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego” oraz „Specjalizowana aparatura badawcza oraz mechatroniczne systemy wspomagania procesów wytwarzania i eksploatacji”.

Podjęcie problematyki innowacyjności w zakresie bezpieczeństwa technicznego jako istotnego elementu wspierania zrównoważonego rozwoju przedsiębiorczości, inspirowane także *Plan Strategiczny Ministerstwa Gospodarki* ustanowiony w styczniu 2008 r.

Realizacja zadań z dziedzin i dyscyplin naukowych dotyczących technologii bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego odgrywa istotną rolę w rozwoju gospodarczym i cywilizacyjnym kraju, przyczyniając się do osiągnięcia głównego celu wytyczonego w KPBNI PR, tj. zdynamizowaniu zrównoważonego rozwoju gospodarczego i podniesieniu jakości życia społeczeństwa. Służy także osiągnięciu strategicznego celu polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa, tj. zbudowaniu gospodarki opartej na wiedzy [23].

Wnioski

Ze względu na rozwój przemysłowy i cywilizacyjny technologie bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego ulegają dynamicznym przemianom. Współczesne uwarunkowania przemysłowe, ekonomiczne i polityczne wyznaczają im szczególnie istotną rolę w grupie czynników zapewniających zrównoważony rozwój. Znamiennym jest, że pomimo stosowania coraz doskonalszych systemów zabezpieczeń ilość czynników generujących zagrożenia wraz z rozwojem cywilizacyjnym stale wzrasta. Niezbędne jest funkcjonowanie systemu, w którym nowym zagrożeniom nieustannie przeciwstawiane są nowe lub udoskonalone technologie oraz innowacyjne sposoby, metody i techniki zabezpieczeń.

Na podstawie wyników analizy wiodących kierunków rozwoju technologii przeprowadzonej w skali świata i kraju w obszarze systemów

bezpieczeństwa technicznego wyróżniono następujące priorytetowe obszary tematyczne:

- systemy techniczne wspomagające bezpieczeństwo obiektów i procesów technicznych;
- systemy monitorowania i diagnozowania procesów i obiektów technicznych;
- systemy zwiększające bezpieczeństwo ekologiczne.

Wytypowane obszary określają najważniejsze kierunki prowadzonych w kraju i za granicą prac badawczych oraz wyróżniające rozwiązania techniczne wdrożone w polskim i światowym przemyśle a także definiują perspektywiczne kierunki rozwoju.

Literatura

1. Pihowicz W., *Inżynieria Bezpieczeństwa technicznego*, WNT, Warszawa, 2008;
2. Manion M., Evan W.M., *Technological catastrophes: their causes and prevention*, [w:] *Technology in Society*. Vol. 24 (2002), pp.207–224;
3. Jane's NBC Protection Equipment 201-2002, Jane's Defence Data, 2001;
4. Strategiczny Program Badawczy (SPB). Polska Platforma Technologiczna Bezpieczeństwo Pracy w Przemśle (PPT BPP), Warszawa czerwiec 2006 r., http://www.ciop.pl/zasoby/PPT_BPP_SPB.pdf;
5. Eurostat, *Work and health in the EU, A statistical portrait*, Data 1994–2002 (2004);
6. *Accident and disease information*, International Labor Organisation, <http://www.ilo.org>;
7. Borysiewicz M., Krzystolik P., Markowski A.S., *Katastrofy przemysłowe (Industrial disaster)*, rozdział 16 w monografii: „Bezpieczeństwo pracy i higiena pracy”, red.: Koradecka D., CIOP, Warszawa 1997;
8. *The Lancet*. Vol 362, October 4, 2003 pp 1125;
9. Markowski A.S., *Risk management in major hazards industry in Poland*, Loss prevention and Safety Promotion in Process Industries Proceedings of the 10-th International Symposium 19-21- June 2001, Stockholm, Elsevier, vol. 1, pp 411-416;
10. Lassarre S., *Analysis of progress in road safety in ten European countries* [w:] *Accident Analysis and Prevention*. 33 (2001) 743–751;
11. Dumas L., *Lethal arrogance*, [w:] *Human fallibility and dangerous technologies*, St. Martin's Press, New York 1999;
12. Evan W., Manion M., *Minding the Machines*, [w:] *Preventing Technological Disasters*, Prentice Hall, 2002;
13. Kołodziński E., *Zagrożenie bezpieczeństwa i organizacja przeciwdziałania ich skutkom*, XII Konferencja Naukowa „Automatyzacja dowodzenia”, Gdynia - Jurata, 02.06 - 04.06.2004;

14. <http://www.industrialsafety-tp.org/home.aspx?lan=230&tab=254&pag=4>;
15. FuTMan. *The Future of Manufacturing in Europe 2015-2020. The Challenge for Sustainability*, Final Report. March 2003;
16. Activity Report 2008. Submitted to the EC for the Annual Reporting. September 2008. <http://www.industrialsafety-tp.org/filedown.aspx?file=1223>;
17. *The Future of Manufacturing in Europe 2015-2020 The Challenge for Sustainability. March 2003. Institute for Prospective Technological Studies*. <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/eur20705en.pdf>;
18. Manufuture Workprogramme New Production, http://www.leadership-ssa.net/documents/results/Deliverable_D_2_5%20Overall_Manufuture_Roadmap1.pdf;
19. *Convention on the transboundary effects of industrial accidents, ECE UN, E/ECE 1268*, UN 1992; New York 1994. Konwencja sporządzona w Helsinkach dnia 17 marca 1992 r. w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych. DzU z 2004 r. nr 129, poz. 1352;
20. *Activity Report 2008. Submitted to the EC for annual reporting. September 2008*. <http://www.industrialsafety-tp.org/filedown.aspx?file=1223>;
21. Strategic Research Agenda. Detailed Version. First Edition, January 2006. http://www.industrialsafety-tp.org/downloads/DETAILED_SRA_ETPIS_January2006_1.pdf;
22. Second Status Report on European Technology Platforms, *Moving to Implementation*, Report compiled by a Commission Inter-Service Group on European Technology Platforms. May 2006. <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/technology-platforms/docs/ki7305429ecd.pdf>;
23. *Strategia Rozwoju Nauki w Polsce do 2015 r.*, ramowy dokument, odniesiony do Strategii Rozwoju Kraju 2007–2015”, Warszawa lipiec 2008 r.

Recenzenci:

dr inż. Waldemar Wnęk

dr Ryszard Grosset

dr Zbigniew CIEKANOWSKI

MOTYWACJA A KSZTAŁTOWANIE PŁAC

Motivation and payment forming

Streszczenie

W omawianym artykule przedstawiono relację pomiędzy procesem motywacji, a kształtowaniem płac w organizacji. Zwrócono szczególną uwagę na złożoność tego zjawiska oraz na fakt, iż pobudzanie motywacji jest procesem, który rozpatrywać należy w wielu aspektach. Odniesiono się również, do funkcji, jaką pełni w organizacji płaca zasadnicza oraz system premiowania pracowników, wskazując na możliwe rozwiązania w zakresie budowania strategii wynagradzania, a szczególnie, jak jest ona kształtowana w zależności od celu, jaki chce osiągnąć pracodawca.

Summary

The article describes relations between motivation process and salary forming in organization. Complexity of this phenomenon especially was taken in consideration as well as fact that stimulation of motivation process has many aspects. The author discusses the function of basic salary and premium system and indicate possible solutions in payment strategy in dependence on employer's goals.

Słowa kluczowe: pobudzanie motywacji, motywowanie, strategia motywowania, kształtowanie płacy, premia jako instrument, pobudzanie motywacji;

Key words: motivation, stimulation, motivation strategy, salary forming, bonus as a tool of motivation;

Wstęp

Prawidłowo umotywowany pracownik jest zadowolony z wykonywanych zadań, identyfikuje się z organizacją, która zaspokaja oprócz jego potrzeb materialnych także potrzeby niematerialne. Pracownik taki jest wydajny, a jego praca służy realizacji celów firmy, przynosi jej konkretne korzyści. Jest to sprzężenie zwrotne, bowiem w tej sytuacji korzyści są zarówno po stronie organizacji jak i pracownika².

Motywowanie jest procesem złożonym i wymagającym od menedżerów, którzy je stosują, wiedzy teoretycznej, ale i nabytych umiejętności praktycznych. Szczególnie są one ważne w nawiązywaniu kontaktów interpersonalnych z pracownikami, w sposobie postępowania z nimi, ale umiejętności praktyczne rozciągają się również na umiejętne kreowanie własnego wizerunku przez przełożonego. Musi on wiedzieć, jaki ten wizerunek powinien być, aby przystawał on do wybranej przez niego, w da-

nym momencie, metody motywowania pracowników.

Motywacja jest problemem złożonym, ale jednocześnie na tyle istotnym, iż pozostaje w zainteresowaniu wielu dziedzin nauki. Szczególnym zainteresowaniem cieszy się ona wśród psychologów, którzy położyli podwaliny pod wiele teorii z zakresu motywacji i motywowania. Wielość tych teorii ukazuje, że dokładne zdefiniowanie procesów zachodzących w człowieku i jego otoczeniu, we wzajemnych relacji między pracownikiem i pracodawcą, a także poszczególnymi składnikami szeroko pojętego środowiska pracy, w kontekście motywacji, ciągle pozostaje sprawą otwartą.

Pobudzanie motywacji w organizacji

Pobudzanie motywacji jest procesem złożonym, który rozpatrywać należy w wielu aspektach. Jest to w głównej mierze spowodowane tym, iż każdy człowiek posiada swój własny autonomiczny system wartości, w którym mieszczą się zarówno wartości ogólnoludzkie – uni-

² Z. Sekuła, *Motywowanie do pracy, teorie i instrumenty*, PWE, Warszawa 2008, s. 67.

wersalne, jak i osobiste – jednostkowe. Wartości te są uzależnione od jego aspiracji życiowych, potrzeb, które odczuwa, czy wreszcie od jego indywidualności. Bogactwo i konstrukcja tego systemu wartości „wpływa na to, jak postrzega on otaczającą go rzeczywistość i jak ją ocenia, jakie podejmuje decyzje i jak działa, na co i w jakim rozmiarze przeznaczają i gotów jest przeznaczyć swój czas, wysiłek i uczucie, jak traktuje swoje otoczenie: rodzinę, kolegów w pracy, przełożonych”³.

Wartości, o których jest mowa, często układają się na sposób pracy danego człowieka w organizacji i ściśle go z nią wiążą. Związek ten ma charakter sprzężenia zwrotnego, które polega na tym, iż wartości określają oczekiwania pracowników wobec organizacji, a sposób, w jaki ona funkcjonuje i osiągnięte przez nią wyniki, wpływają na stopień realizacji tych wartości.

W celu pobudzenia motywacji, należy stworzyć warunki, w których będzie możliwe zaspokojenie zróżnicowanych potrzeb, a więc poszukiwanie różnych wartości, czyli tego wszystkiego, co ma rzeczywistą, „namacalną” zdolność do ich zaspokojenia. Trzeba zatem umożliwić pracownikom zaspokojenie zarówno potrzeb wzrostu, w tym także potrzeby samo-realizacji, jak również potrzeb deficytu (niedoboru). W tym kontekście proces motywowania należy traktować kompleksowo i szeroko, a w żadnym wypadku nie ograniczać go tylko i wyłącznie do polityki płacowej, nawet w wypadku właściwej jej kreowania i różnicowania. Proces ten, jeżeli ma być skuteczny, musi obejmować szeroki wachlarz oddziaływań, dostosowanych do systemu wartości i oczekiwań prezentowanych przez pracowników danej organizacji.

W organizacji celowo tworzone są układy będące kompozycją różnych narzędzi pobudzania, które tworzą systemy motywacyjne. Składają się one z zespołu bodźców, warunków i środków, których celem jest zachęcenie pracowników do angażowania się w wykonywaną pracę i obowiązki służbowe, w taki sposób, aby było to jak najbardziej efektywne z punktu widzenia organizacji, a jednocześnie pracownikowi da-

wało osobiste poczucie satysfakcji z wykonywanej pracy. System ten powinien tak funkcjonować, aby potrafił tworzyć atrakcyjne sytuacje motywacyjne, a także rozbudzał i utrzymywał motywację pozytywną, zachęcając przy tym, do podejmowania działań kreatywnych, samodzielnych i przedsiębiorczych. Jest to możliwe, jeżeli cele organizacji są jednocześnie zgodne z celami pracowników i podlegają stymulacji przez ten system.

Literatura przedmiotu wskazuje wiele takich systemów, zależnie od tego, jakie rodzaje motywatorów w nich dominują. Mówi się zatem o systemach motywacyjnych działających w oparciu o przewagę⁴:

- motywacji witalnych;
- motywacji ekonomicznych;
- motywacji prawnych;
- motywacji poznawczych;
- motywacji etyczno-ideologicznych.

Dla praktyki zarządzania i kierowania takie rozróżnienie systemów motywacyjnych jest mało istotne, ważniejsze jest bowiem to, jak składniki oraz ich struktura, są w danej sytuacji dostosowane do wewnętrznej motywacji pracownika, a zależy ona od takich elementów, jak:

- percepcja, traktowana jako indywidualny sposób postrzegania i uświadamiania sobie otaczającej rzeczywistości, a także intensywności doznawanych wrażeń pochodzących z faktu jej negacji bądź akceptacji;
- poglądy i wartości, od których jest uzależnione, jakie sobie cele człowiek stawia, czy zgadza się z celami, które pochodzą z otoczenia, z zewnątrz, a także, w jaki sposób podejmuje decyzje oraz w jaki sposób przebiega jego proces komunikowania się z innymi ludźmi;
- zainteresowania, od których zależy stopień zaangażowania i akceptacji przy wykonywanej pracy, a także intensywność zaangażowania się w jej wykonywanie oraz nastawienie na osiągnięcie pozytywnego skutku przy realizacji określonego celu;
- uczucia, które są czynnikiem decydującym w relacjach z innymi ludźmi, ale także decydują o chęci lub niechęci do nawiązywania

³ Z. Jacukiewicz, *System wynagrodzeń*, Wyd. Poltext, Warszawa 1999, s. 23.

⁴ Z. Sekuła, *Motywacyjne kształtowanie plac*, Wyd. TNOiK Ośrodek Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 1997, s. 35.

współpracy i współdziałania oraz intensywności działania, bądź decydują o nastroju wewnętrznym pracownika np. o występującej frustracji, apatii czy zadowoleniu;

- osobowość, która jest elementem decydującym o specyficznych sposobach przystosowania się danej jednostki do jej środowiska oraz do wymagań tworzonych przez samą pracę i sposób w jaki została ona zorganizowana.

Praktycznie każdy menedżer dysponuje wieloma możliwościami pobudzania i utrwalania motywacji oraz ma możliwość korzystania z wielu motywatorów. Może on motywować poprzez kreowanie polityki wynagradzania za pracę (lepszą pracę to wyższa płaca), ale także poprzez zainteresowanie pracowników samą pracą, przez stworzenie perspektyw awansu, lepszych warunków pracy, korzystniejszych świadczeń socjalnych, większej swobody działania dzięki poszerzeniu możliwości wyboru, a także większych możliwości uczestniczenia w zarządzaniu organizacją.

Środki te, w literaturze przedmiotu, dzieli się na trzy podstawowe grupy⁵:

- środki przymusu, do których zalicza się wszelkie rozkazy (zakazy i nakazy), polecenia i zalecenia oraz rady przełożonych, a także własne powinności i zobowiązania przyjęte na siebie przez pracowników dobrowolnie, lecz zmuszające ich do określonego działania i zachowania się w organizacji, której jest członkiem – środki te zakładają podporządkowanie się woli przełożonego lub szeroko rozumianym interesom organizacji, z pominięciem niejako potrzeb i interesów pracowników;
- środki zachęty, które obejmują wszelkie obietnice dawane pracownikom, z których mają dla nich wynikać realne korzyści, przekraczające ewentualne koszty wynikające z wykonania danej pracy – główną intencją ich stosowania jest zachęcenie motywowanych do lepszego realizowania powierzonych zadań, co prowadzi do realizacji celów organizacji, a zarazem celów pracowników (środki te są wykorzystywane jako instrumenty oddziaływania na motywy postępowania człowieka z zewnątrz, poprzez

kształtowanie i modyfikację pożądaných zachowań i ich wzorców na skutek sterowania otoczeniem – nie ma tutaj dążenia do bezpośredniej zmiany nawyków, odczuć czy postaw jednostki), zachętę można podzielić na: materialną, ekonomiczną (zmieniającą stan posiadania pracownika – płaca, nagroda czy awans) oraz niematerialną (dodającą mu powagi i godności - uznanie społeczne, prestiż, możliwość decydowania);

- środki perswazji to te, które skierowane są do motywacji wewnętrznej pracownika i wynikają z wzajemnej negocjacji czy konsultacji motywowanego i motywującego, a nagrodą jest tutaj integrowanie się motywowanych pracowników z celami motywującego ich menedżera w dłuższym okresie czasu – skutkuje to przede wszystkim większym przywiązaniem do miejsca pracy, umocnieniem własnej pozycji jako partnera współuczestniczącego w podejmowaniu decyzji (poczucie pracownika, iż dzieli on władzę z przełożonym), perswazja ta może być oddziaływaniem jednostronnym, ingerującym w sferę emocjonalną człowieka (np. wmawianie czegoś pracownikowi, propaganda czy też wykorzystanie autorytetu), lub też działaniem dwustronnym, opartym przede wszystkim na relacjach partnerskich, przepływie informacji i wzajemnym przekonaniu o swoich racjach (często polega to na negocjacji lub konsultacji, co powoduje, iż motywowany sam dochodzi to tego, które zachowania są najwłaściwsze, w tym momencie, jeżeli sam uznał je za swoje przekonania, to na pewno będzie starał się je realizować jak najlepiej).

Wskazane środki motywacji zawsze wywierają duży wpływ na sposób zachowania się jednostki w organizacji. Pozwalają na kształtowanie jej właściwego stosunku do pracy, przełożonych czy współpracowników, ale także skłaniają ją do podejmowania ambitnych zadań, podnoszenia swoich umiejętności – kwalifikacji, a przez to podnoszenia jakości wykonywanej pracy. Środki te zapobiegają również powstawaniu u ludzi postaw bierności czy asekuracji, ukierunkowując ich na budowanie postaw chęci współpracy czy też zaangażowania. Jednak ich stosowanie wymaga umiejętnego pogodzenia dwóch tendencji: po pierwsze dążenia do „dy-

⁵ Z. Sekuła, *Motywacyjne kształtowanie plac*, Wyd. TNOiK Ośrodek Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 1997, s. 45.

ferencji korzyści” preferowanej przez poszczególnych pracowników, a po drugie „dążenia do egalitaryzacji” ze strony poszczególnych grup pracowniczych. Zderzenie tych tendencji może w praktyce prowadzić do ograniczenia wpływu środków motywacyjnych na motywowanych pracowników. Aby takiej sytuacji uniknąć, trzeba w postępowaniu z pracownikami kierować się sprawiedliwością, by w ich odczuciu istniała bezpośrednia zależność pomiędzy nakładem pracy i jej wynikami, a otrzymanymi przez poszczególnych pracowników korzyściami.

Motywowanie poprzez kształtowanie płac

Kształtowanie płacy w organizacji, jest najpowszechniejszym, co nie oznacza, iż najprostszym sposobem motywowania pracowników do efektywnej i pełnej zaangażowania osobistego pracy. Najczęściej spotykanym podejściem do zarządzania płacami jest stopniowe budowanie nowego systemu wynagradzania na podstawie wcześniej już istniejącego. Kształtowanie się systemu płac uzależnione jest w głównej mierze od bieżących praktycznych potrzeb organizacji, co nie oznacza, iż w dłuższej perspektywie taka sytuacja będzie korzystna. Konkurencyjność każdej praktycznie firmy, jest uzależniona od kompetencji jej pracowników przy jednocześnie relatywnie niskich kosztach pracy. Zagrożeniem dla konkurencyjności firmy staje się zatem, albo przeszacowanie wynagrodzeń wypłacanych pracownikom (zostały one ustalone na zbyt wysokim poziomie), albo zbyt duża ilość pracowników (tzw. przerost zatrudnienia)⁶.

W wielu rozwijających się dziedzinach gospodarki (tak jak: finanse, marketing czy też szeroko rozumiana informatyka) powstają firmy, które zatrudniają pracowników na nowych i wysoko opłacanych stanowiskach, co może powodować w dalszej perspektywie wzrost kosztów funkcjonowania całej organizacji. Jest to spowodowane tym, iż pracownicy mają tendencję do porównywania wykonywanej przez siebie pracy i uzyskiwanych z tego tytułu zarobków, do pracy wykonywanej przez innych pracowników i zakresu wykonywanej przez nich czyn-

ności, przy czym zauważyć należy, iż ocen taka jest zawsze subiektywna i przeważnie pracownik ma wewnętrzne przekonanie, iż praca przez niego wykonywana jest cięższa od tej, którą wykonują inni. W tej sytuacji pojawienie się dobrze opłacanych stanowisk w firmie, prowadzi do subiektywnej „inflacji” zarobków na innych stanowiskach pracy w organizacji. Sutkiem takiego stanu rzeczy, może być żądanie podniesienia płac przez pracowników na innych stanowiskach, niż to dobrze opłacane, a to z kolei prowadzi do wzrostu kosztów płac, znacznie ponad poziom, jaki wynikłaby z inflacji. Taki stan rzeczy wpływa na obniżenie konkurencyjności firmy i może pogorszyć jej sytuację na rynku. Aby temu zapobiec konieczna jest racjonalna polityka płacowa, tak, aby zapobiec nieuzasadnionemu windowaniu płac na jednych stanowiskach z pominięciem innych. Potrzebne są tutaj jasne zasady awansu i uzależnionego od niego wzrostu wynagrodzeń (większa odpowiedzialność uzasadnia większe zarobki). Jest to związane również z tym, iż wysokość zarobków stanowi dla pracownika swego rodzaju komunikat, na ile jest on organizacji potrzebny, na ile jego praca jest ceniona oraz co musi zrobić, aby stać się dla niej bardziej cenny, a przez to zarabiać lepiej (np. podnoszenie kwalifikacji, które umożliwią awans).

Istnieją oczywiście skrajne postacie motywowania płacowego. Na jednym biegunie możemy umiejscowić system płacowy pasywny, który poprzez skostniałą strukturę nie uwzględnia indywidualnego wkładu pracowników w wykonywaną w firmie pracę, a który przez to posiada ograniczony wpływ motywacyjny na pracowników (co by pracownik nie zrobił i tak otrzyma taką samą pensję), a na drugim biegunie możemy umiejscowić aktywne, a czasem nawet agresywne zarządzanie płacami (tak dzieje się w przypadku pracowników „na prowizji”, którzy zdają sobie sprawę, iż wysokość otrzymywanego uposażenia zależy od ich własnej postawy i wypracowanego dla firmy zysku).

Strategia wynagradzania

Każda funkcjonująca organizacja, dla utrzymania właściwego kierunku działania, który będzie zgodny z celami, jakie przyświecały jej powstaniu, musi posiadać strategię, czyli długofa-

⁶ T. Oleksyn, *Zarządzanie zasobami ludzkimi w organizacji*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Kraków 2008, s.132.

lowy program działania. Strategia wynagradzania jest jednym z podstawowych komponentów zarządzania organizacją i musi on być spójny z ogólną strategią firmy. Dzięki tej korelacji, wynagrodzenie przyczyni się do poprawy efektywności funkcjonowania organizacji⁷.

Jak wskazano już wcześniej, wynagrodzenie wpływa na zachowanie pracowników, ich motywację oraz kulturę w organizacji, a dobra strategia wynagradzania pozwala na odpowiedź na następujące pytania⁸:

- **Jaka jest rola wynagrodzenia?**

Wynagrodzenie w organizacji może pełnić rolę wspomagającą – jest wtedy głównym czynnikiem zapewniającym pracownikowi poczucie bezpieczeństwa, lub może pełnić rolę sterującą – wówczas jest motorem zmian i czynnikiem informującym pracownika o tym, jakie cele i zachowania są dla firmy najważniejsze. W momencie określenia listy zachowań, które należy wzmacniać u pracowników, należy podjąć decyzję, które z nich będą wzmacniane za pomocą wynagrodzenia. Jest ono bowiem bardziej odpowiednie dla kształtowania orientacji na wyniki, niż zachęcania do dobrego komunikowania się czy budowania twórczych postaw przy rozwiązywaniu konkretnego problemu. Warto więc pamiętać, iż nie trzeba płacić pracownikom za wszelkie ich pożądane zachowania, należy bowiem pamiętać o doborze właściwej metody motywowania, adekwatnej do celu jaki chce osiągnąć organizacja.

- **Czy struktura wynagrodzeń powinna być wewnętrzna czy określona przez rynek?**

Podjęcie decyzji o zastosowaniu strategii wewnętrznej, nie ogranicza możliwości uwzględnienia przy jej tworzeniu sytuacji na rynku, ale należy pamiętać, że w późniejszym etapie strategia ta wyklucza uwzględnianie sytuacji rynkowej. Powoduje to sytuację, iż po pewnym czasie niektórzy pracownicy są zbyt słabo lub też zbyt sowiec opłacani, w stosunku do sytuacji na rynku pracy. W pierwszym przypadku może spowodować to, iż powstaną problemy z utrzymaniem już zatrudnionych pracowników lub znale-

zieniem nowych pracowników na dane stanowisko, a w drugim przypadku, mamy do czynienia z niepotrzebną eskalacją wydatków płacowych, których uniknięcie podniósłby konkurencyjność firmy na rynku.

- **Jaki powinien być poziom wynagrodzeń w stosunku do rynku?**

Wysokość wynagrodzeń w firmie, jak już wcześniej zauważono, decyduje o kosztach pracy, a co za tym idzie o jej rentowności, dlatego też strategia oparta na kształtowaniu płac w zależności od sytuacji rynkowej, zdaje się być korzystna dla organizacji, ponieważ zapewnia utrzymanie wysokości płac na optymalnym, z punktu widzenia aktualnej sytuacji rynkowej, poziomie. Wymaga to oczywiście elastycznego podejścia i szybkiej reakcji na zmieniającą się sytuację rynkową. Zbyt późna reakcja na zmianę może spowodować obniżenie konkurencyjności kosztowej firmy (w przypadku obniżenia się tych kosztów na rynku), lub może grozić utratą wykwalifikowanych i sprawdzonych pracowników (w przypadku, gdy rynek oferuje wyższe zarobki za wykonywanie tego rodzaju pracy).

- **Czy wynagrodzenie powinno być powiązane z pracownikiem czy ze stanowiskiem?**

Organizacja może dokonać wyboru czy będzie wynagradzać osobę czy też przypisze wynagrodzenie do danego stanowiska. W pierwszym przypadku wynagrodzenie może być oparte na modelu posiadanych przez pracownika kompetencji, co stanowi czynnik motywujący do podnoszenia kwalifikacji i umiejętności. Zastosowanie tego rozwiązania powoduje jednak konieczność stosowania odmiennych systemów administrowania wynagrodzeniami, dla różnych poziomów lub kategorii stanowisk. W przypadku przypisania wynagrodzenia do stanowiska, nieodłącznym staje się stworzenie określonego pakietu wynagrodzeń dla każdego stanowiska w firmie, uzależnionego od zakresu obowiązków i skali ich trudności, nie uwzględniając w tym przypadku osoby pracownika. Ten system wynagradzania sprzyja kontrolowaniu budżetu, czyniąc koszty wynagrodzeń bardziej przewidywalnymi, a ponadto upraszcza administrację płacami i ogranicza ich zróżnicowanie na takich samych stanowiskach.

⁷ S. Borkowska, *Prawo do płacy godziwej*, Wyd. Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Poznań 1994, s. 12.

⁸ Sekuła Z., *Motywacyjne kształtowanie płac*, Wyd. TNOiK Ośrodek Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 1997, s. 51.

- **Jak powinno się wynagradzać za sposób pracy czy za wyniki?**

W sytuacji, gdy pracownicy są wynagradzani za osiągane wyniki zostają automatycznie ukierunkowani na rezultaty swojej pracy (często metoda ta stosowana jest w działach sprzedaży w firmach handlowych). W momencie prosperity ten sposób wynagradzania sprawdza się, jednak w momencie recesji, z którą mamy do czynienia obecnie, może powodować on poczucie niesprawiedliwości i narastającą frustrację z uwagi na to, iż obniżenie się dochodów pracownika, nie jest tak na dobrą sprawę zależne od niego i od jego zaangażowania w wykonywaną pracę, lecz ma swoje źródło w czynnikach zewnętrznych, zupełnie od niego niezależnych.

W przypadku wynagradzania pracownika za sposób pracy, czyli oparty o cenę środków, jakie zostały przez niego użyte do osiągnięcia celu, uzyskuje się przede wszystkim efekty w budowaniu pożądanych postaw i umiejętności cenionych przez organizację, czasami także w ten sposób łatwiej można wdrożyć w życie określone procedury. Ten sposób wynagradzania może jednak być odbierany jako niesprawiedliwy, z uwagi na to, iż w znacznej mierze opiera się on na subiektywnej ocenie przełożonego.

- **Jaka powinna być proporcja stałych i zmiennych składników wynagrodzenia?**

Stały poziom składników uposażenia daje pracownikom przede wszystkim poczucie bezpieczeństwa i stabilizacji, a w stosujących to rozwiązania organizacjach, ceni się przede wszystkim długi staż pracy. Ta sytuacja stwarza jednak problemy z pozyskiwaniem nowych, dynamicznych i ambitnych pracowników oraz potęguje ryzyko utraty tych najbardziej cenionych, którzy znając swoją wartość, poszukują lepszej oferty na rynku pracy. Ponadto sytuacja taka wywołuje poczucie niesprawiedliwości u tych pracowników, którzy pracują bardzo dobrze, ponieważ ich wynagrodzenie kształtuje się na poziomie wynagrodzenia tych, którzy pracują mniej wydajnie.

Zmienne składniki uposażenia, są stosowane przez organizacje ukierunkowane na wysoką efektywność kosztową i operacyjną. Dążą one do osiągnięcia maksymalnej jakości i wydajności pracy, porównując osiągane przez pracowników wyniki z kosztami ponoszonymi z tytu-

łu ich pracy. Występująca w tej sytuacji duża zmienność otrzymywanej płacy, jest niestety często powodem szybkiego wypalenia się zawodowego pracownika.

Odpowiedzi, jakich udzieliła dana organizacja, na powyższe pytania, determinuje przyjętą przez nią strategię wynagradzania. Konstruując system wynagradzania, należy odpowiedzieć także na szereg innych pytań, ale zakłada się, iż nie mają już one znaczenia strategicznego, a pełnią raczej funkcję korygującą dla przyjętego systemu. Zastosowana w firmie strategia wynagradzania, stanowi więc wypadkową wielu decyzji, które należy uwzględnić przy jej konstruowaniu, a które mają niebagatelne znaczenia dla właściwego zmotywowania pracowników do efektywnej pracy.

Kształtowanie płacy zasadniczej

Przyjęte przez organizację zasady kształtowania płacy zasadniczej, muszą być spójne z szerszymi założeniami, którymi ona się kieruje. Jeżeli dana firma, zachęca bowiem pracowników do długoterminowego wiązania swojej kariery zawodowej z nią właśnie, to nie ma uzasadnienia dla wprowadzania jednocześnie agresywnego systemu premiowania, który motywowałby pracowników do osiągania ambitnych, ale krótkoterminowych celów. Podobnie nie wydaje się słusznym posunięciem zapewnienie zatrudnionemu pakietu długoterminowych świadczeń, jeżeli założeniem pracodawcy jest, aby kariera pracownika w jego organizacji trwała maksymalnie kilka lat.

Zazwyczaj firmy wybierają od 2 do 4 zasad, którymi kierują się przy budowaniu swoich strategii wynagradzania. Zasadniczym celem, jaki należy mieć w tej sytuacji na uwadze jest oczywiście to, aby efektem zastosowanego rozwiązania była silna motywacja pracowników, która będzie ich pobudzała do maksymalnego wysiłku w realizowaniu zadań i celów organizacji.

Wyróżnić możemy cztery główne zasady strategii wynagradzania⁹:

- **zasada sprawiedliwości** – to termin często używany przy omawianiu sposobów wynagradzania za pracę. Przyjmuje się, iż system jest sprawiedliwy wtedy, gdy decyzje są po-

⁹ A. Sajkiewicz, *Zmiany w organizacji a struktura zatrudnienia*, w: *Personel*, nr 2, 1997, s. 3.

dejmowane na podstawie wyraźnie zdefiniowanego i łatwego do obrony, racjonalnego, a przy tym obiektywnego zestawu otwarcie głoszonych i wszystkim znanych kryteriów. Pokrótce oznacza to, iż wszelkie decyzje płacowe oraz różnice w sposobie traktowania poszczególnych pracowników mają w każdej sytuacji racjonalne uzasadnienie.

Sprawiedliwie, to nie zawsze znaczy równo, ponieważ pracownicy na tym samym stanowisku pracy mogą być różnie opłacani, jeżeli przemawiają za tym pewne jasne kryteria (np. kompetencje, doświadczenie czy też efektywność wykonywanej pracy). Są takie kryteria, które mogą być przez pracodawcę pomijane (np. wiek pracownika czy też doświadczenie), jeżeli koncentruje on uwagę na kompetencjach i efektywności w realizacji tego konkretnego zadania lub celu. Jednakże kryteria te muszą być postrzegane jako wolne od uprzedzeń i obiektywne. Ponadto, organizacja kierująca się tą zasadą w systemie wynagradzania, musi kontrolować podejmowane w tym zakresie decyzje oraz efektywnie informować pracowników o obowiązujących kryteriach oceny.

- **zasada promowania rozwoju osobistego pracowników** – nieustanny rozwój pracowników jest obecnie koniecznym warunkiem, aby firma mogła prawidłowo się rozwijać i realizować swoje cele, szczególnie, iż postęp w różnych dziedzinach gospodarki jest bardzo dynamiczny. Wysoki potencjał pracowników, w zakresie posiadanej wiedzy i umiejętności, jest cennym zasobem dla każdej organizacji.

W celu podnoszenia tego potencjału pracodawcy podejmują następujące działania:

- o zachęcanie pracowników do poszukiwania możliwości nabycia nowych umiejętności;
- o organizowanie szkoleń, potrzebnych do efektywnego wykonywania pracy na zajmowanym stanowisku oraz odnoszących się do planowanej kariery pracownika;
- o wprowadzanie programów, których celem jest dzielenie się wiedzą wśród pracowników i grup pracowniczych;
- o oparcie struktury stanowisk na wymaganiach odnośnie posiadanych kompetencji;
- o wynagradzanie osobistego rozwoju oraz posiadanych kompetencji.

Kierując się rozwojem osobistym pracowników, należy pamiętać, aby realizacja podstawowych zadań na stanowisku pracy nie została zepchnięta na plan dalszy, właśnie przez dążenie pracownika do podnoszenia własnych kwalifikacji i osobistego rozwoju. System płac powinien stać na straży tego, że będzie wynagradzany wzrost kompetencji, ale tych, które ściśle są powiązane z wymogami stanowiska pracy oraz tylko wtedy, gdy nowe umiejętności zostaną efektywnie wykorzystane w celach zgodnych z założeniami organizacji.

- **zasada opiekuńczego pracodawcy** – do niedawna w Polsce typowa organizacja troszczyła się o pracowników zapewniając im szereg świadczeń (np. mieszkanie służbowe, opieka zdrowotna czy też wypoczynek w firmowych ośrodkach wczasowych), co powodowało, iż te dobra były traktowane w kategoriach należności i oczywistych praw pracowniczych. Nowa sytuacja powstała po wprowadzeniu w kraju gospodarki rynkowej i doprowadziła do likwidacji lub znacznej redukcji tego typu świadczeń.

Obecnie pracodawcy odchodzą od bezpośredniego dostarczania wymienionych świadczeń, na rzecz partycypowania w kosztach realizacji danego świadczenia lub poprzez zawieranie umów zbiorowych, gdzie warunki korzystania z danego świadczenia są dużo korzystniejsze niż przy zawieraniu umów indywidualnych (np. umowy ubezpieczeniowe – ubezpieczenie na życie, umowy z placówkami służby zdrowia – najczęściej prywatnymi itp.).

Należy zwrócić uwagę, iż organizacje kreujące swój wizerunek, jako opiekuńczego pracodawcy, powodują eskalację oczekiwań pracowników, którzy wychodzą z założenia, że nawet w trudnym okresie dla organizacji, ich interesy traktowane będą w sposób priorytetowy. Okazuje się jednak, iż w gospodarce rynkowej nie zawsze jest to możliwe i zdarza się, iż interesy niektórych pracowników lub grup pracowniczych trzeba poświęcić dla dobra ogółu zatrudnionych (np. redukcja zatrudnienia konieczna dla uratowania firmy przed bankructwem). Aby w takich trudnych momentach uniknąć niezadowolienia lub buntu pracowników, należy w sposób dobitny wskazać im, już w momencie ich zatrudniania, czego mogą od firmy oczekiwać, a czego nie.

- **zasada maksymalnego upelnomocnienia** – oznacza ona przekazywanie odpowiedzialności i uprawnień na niższe szczeble w strukturze organizacji, powodując, iż ludzie mają większą swobodę działania z własnej inicjatywy. Mogą wprowadzać zmiany, ulepszenia i samodzielnie rozwiązywać pojawiające się problemy. Służy to podniesieniu standardów obsługi klienta oraz zmianie pozycji zajmowanej przez menedżera, który z kierownika staje się liderem zespołu pracujących dla organizacji oddanych pracowników.

Zasada maksymalnego upelnomocnienia oznacza również, że musi zostać wprowadzony taki system płac, który będzie wynagradzał przejawy osobistej inicjatywy ze strony pracowników i promował je (np. innowacyjność, podejmowanie rozsądnego ryzyka czy też pozytywną postawę wobec konieczności zmian). Wprowadzenie tego systemu, wymaga uświadamienia pracowników i menedżerów, co do podstawowych jego założeń, ponieważ zmiana relacji pomiędzy tymi dwiema grupami, często przebiega z oporami (szczególnie menedżerom doskwiera poczucie straty, związane z pozorną utratą władzy na rzecz pracowników). Występujące nieporozumienia mogą stać się poważną przeszkodą w dążeniu do upelnomocnienia, dlatego do tych zmian trzeba dobrze przygotować personel.

Premia jako instrument motywowania

Premia jest, obok płacy zasadniczej, drugim elementem wynagrodzenia o podstawowym znaczeniu motywującym. Jej znaczenie wynika z tego, iż ma ona bezpośredni i silny związek z aktualną efektywnością pracownika, w zakresie wykonywanej pracy. W tym zakresie można dostrzec przewagę premii nad płacą zasadniczą, która może być oceniana jako wypłacana niezależnie od codziennych efektów pracy. Premia stanowi często główny składnik tak zwanej ruchomej części wypłacanego pracownikowi wynagrodzenia. Jest ona powszechnie stosowana w organizacjach jako motywator płacowy, co nie oznacza, że systemy płacowe bezpremiowe nie są w stanie zapewnić właściwego poziomu motywowania pracowników. Działają na nich bowiem motywatory zewnętrzne oraz wewnętrzne, które mieszczą się w ramach zarzą-

dzania zasobami ludzkimi, które w danej sytuacji są w stanie zapewnić oczekiwany poziom zmotywowania człowieka do efektywnej realizacji celów organizacji.

Kierownicy chętnie sięgają po premie, jako motywatory płacowe, a ich rola rośnie w sytuacji, gdy powszechną praktyką staje się odchodzenie od wynagradzania w oparciu o akordowy system rozliczania efektów pracy.

Właściwe wykorzystanie premii, jako instrumentu służącego do zmotywowania pracowników, wymaga dokonania analizy wysokości premii, które będą wystarczające do zmotywowania danej grupy pracowników. System premii obejmuje wskazanie celów, zadań, które jemu podlegają, wskazuje związki między premią a wykonaniem zadania oraz procedury podejmowania decyzji w zakresie planowania zadań, wysokości premii, oraz sposobów uruchamiania jej wypłaty¹⁰.

Premiowanie może koncentrować się na indywidualnym pracowniku, albo dotyczyć całej ich grupy, zespołu realizującego jakieś zadanie, przy czym w przypadku premiowania grupowego, zespołowego mamy do czynienia z nowym poziomem ustalania premii. Premiowanie grupowe – zespołowe, skłania pracowników do integracji przy realizacji zadania, dzięki czemu mamy do czynienia z efektem synergicznego współdziałania poszczególnych członków danego zespołu. Premiowanie tego rodzaju, może dotyczyć zarówno małych grup roboczych, jak i dużych zespołów o złożonej strukturze.

Kolejnego podziału systemów premiowania można dokonać w oparciu o kryterium uzależnienia wypłacenia premii od osiągniętych przez pracowników efektów pracy. Wskazuje się na występujące tutaj dwa aspekty premiowania, czyli premiowanie uznaniowe oraz sformalizowane.

W przypadku premiowania uznaniowego premia i jej wysokość bezpośrednio zależy od osiągniętych efektów pracy i przejawia z reguły ogólny i uproszczony charakter. W tym przypadku o wysokości premii i jej wypłaceniu decyduje przełożony, co powoduje, iż jego pozycja, w procesie motywowania płacowego, umacnia się, a jednocześnie pracownik nigdy nie ma pewności czy daną premię i jakiej wysokości otrzy-

¹⁰ T. Oleksyn, *Efektywne systemy wynagradzania*, Wyd. Międzynarodowa Szkoła Menedżerów, Warszawa 1996, s. 50.

ma. Do zalet tego sposobu premiowania zaliczyć można, przede wszystkim dużą jego elastyczność i możliwość jego zastosowania przy zmieniających się często zadaniach zespołu czy indywidualnych pracowników.

Do wad systemu premiowania uznaniowego zaliczyć należy¹¹:

- możliwość wystąpienia konfliktu między przełożonym a podwładnym na tle poziomu przyznanej premii i oceny wykonanej pracy;
- możliwość osłabienia pozycji kierowników średniego szczebla w przyznawaniu premii, w momencie, gdy ostateczną wysokość premii określają kierownicy szczebla wyższego;
- osłabienie odpowiedzialności kierowników szczebla średniego za efektywne wykorzystanie premii oraz działanie ukierunkowane na zmniejszenie występującego napięcia, związanego z realizacją zadań premiowanych.

Premiowanie sformalizowane bardziej konkretnie wskazuje pracownikowi perspektywy premii, które są uzależnione od wykonania zadania, zakłada ono bowiem, iż pracownikowi należy wypłacić premię jeżeli wykonał on zadanie premiowane na określonym poziomie, który został wcześniej ustalony przez system.

Do zalet tego systemu zaliczyć należy¹²:

- minimalizowanie możliwości wystąpienia konfliktu między przełożonym a podwładnym na tle poziomu przyznanej premii i oceny wykonanej pracy;
- umocnienie się pozycji kierowników szczebla średniego, którzy uzyskują zwiększone kompetencje w zakresie organizowania pracy zespołu, a także podziału premii pomiędzy poszczególnych członków zespołu.

Wadami systemu premiowania sformalizowanego są¹³:

- ryzyko, iż powstaną zobowiązania płacowe w stosunku do pracowników, z których trudno będzie się wywiązać, gdy powstaną w organizacji trudności finansowe (np. w obec-

nym czasie recesji gospodarczej);

- ryzyko, iż wysokości wypłacanych poszczególnym pracownikom premii będzie nieadekwatna do wykonanych przez nich zadań (może do tego dojść w momencie, gdy źle zostały dobrane parametry systemu);
- pracochłonności opracowania zasad funkcjonowania systemu.

Można dokonać podziału systemów premiowania sformalizowanego na dwie grupy: po pierwsze na premiowanie prowizyjne, a po drugie na premiowanie rozdzielcze. W pierwszym przypadku, premiowanie jest przykładem motywowania pozytywnego, które zostało oparte na nagrodach i oznacza, że premia stanowi udział pracownika w efektach pracy. Może on być o charakterze pośrednim lub o charakterze prowizyjnym od efektów (np. udział w zysku przedsiębiorstwa – zakładu, udział w dodatkowej, powyżej planowanej sprzedaży lub udział w oszczędnościach materiałów czy też energii).

Premiowanie rozdzielcze jest szczególną postacią premiowania sformalizowanego i zakłada, że zależnie od indywidualnych wyników pracy, pracownik ma możliwość uzyskania określonej ilości punktów premiowych. Wartość punktu premiowego ustala się jako iloraz funduszu premiowego i łącznej ilości punktów premiowych wszystkich pracowników, przypisanych do ww. funduszu. Pracownik otrzymuje premię indywidualną po przemnożeniu zgromadzonej przez niego ilości punktów premiowych przez ustaloną wartość pojedynczego punktu premiowego. System ten ma motywować pracowników do lepszej pracy poprzez wskazanie, że wysokość ich premii jest zależna tylko i wyłącznie od ich pracy¹⁴.

Należy w tym miejscu wspomnieć, iż w praktyce stosowane są również systemy premiowania mieszane, zawierające elementy z różnych wymienionych systemów. Za przykład może posłużyć nierzadko występujące rozwiązanie, gdy zespół jest premiowany w sposób sformalizowany, natomiast poszczególni jego członkowie są premiowani uznaniowo.

Aby dopełnić obrazu prezentowanych systemów premiowych, należy wskazać na kilka do-

¹¹ T. Oleksyn, *Systemy ocen, rozwoju zawodowego i awansów*, Międzynarodowa Szkoła Menedżerów, Warszawa 1995, s. 93.

¹² Tamże, s. 94.

¹³ Z. Sekuła, *Motywacyjne kształtowanie plac*, Wyd. TNOiK Ośrodek Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 1997, s. 60.

¹⁴ P. Druker, *Praktyka zarządzania, Nowoczesność*, Kraków 1994, s. 32.

datkowych założeń, które umożliwiają skuteczne posługiwanie się premią w procesie motywowania pracowników, a są nimi¹⁵:

- nadanie premiowaniu charakteru motywowania, stosując wzmocnienia pozytywne – nagrody, a nie negatywne – kary (dotyczy do w szczególności systemów premiowych o charakterze uznaniowym);
- zwiększenie w stopniu maksymalnym, przy premiowaniu uznaniowym, roli bezpośredniego przełożonego w procesie ustalania wysokości premii dla poszczególnych pracowników;
- w przypadku premiowania sformalizowanego, doprowadzenie tego rodzaju premiowania do możliwie jak najniższego stopnia w zespołach;
- ograniczenie ilości efektów pracy objętych systemem premiowym, aby zachować w ten sposób przejrzystości systemu i uniknąć zjawiska tak zwanych „bodźców sprzecznych”;
- maksymalne skrócenia czasu oczekiwania na wypłacenie premii po wykonaniu zadania, jest to szczególnie ważne na stanowiskach wykonawczych (zgodnie z zasadą, kto szybko daje, ten dwa razy daje).

Podsumowanie

Jak wynika z omówionych powyżej przykładów, dobór właściwego systemu premiowego, wpływa znacząco na sposób wykonywania zadań przez poszczególnych pracowników w organizacji. Zauważyć należy, iż ma na to wpływ zarówno dobry jak i zły dobór systemu premiowego. W pierwszym przypadku można zakładać, że efektywność pracowników będzie rosła, z uwagi na realną możliwość zwiększenia swoich dochodów o przyznaną premię. W drugim przypadku natomiast, można spodziewać się efektu odwrotnego, ponieważ źle dobrany system premiowy powoduje, iż nagrody otrzymują nie ci, którzy najbardziej na nie zasługują, albo w wysokości, która ich nie zadowala, prowadzi to do frustracji, niezadowolenia i obniżenia wydajności pracy.

Literatura

1. Borkowska S., *Prawo do płacy godziwej*, Wyd. Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Poznań 1994;
2. Cofek Ch., Appley M., *Motywacja. Teoria i praktyka*, PWE, Warszawa 1998;
3. Druker P., *Praktyka zarządzania, Nowoczesność*, Kraków 1994;
4. Jacukiewicz Z., *System wynagrodzeń*, Wyd. Poltext, Warszawa 1999;
5. Sekuła Z., *Motywacyjne kształtowanie plac*, Wyd. TNOiK Ośrodek Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 1997;
6. Sekuła Z., *Motywowanie do pracy, teorie i instrumenty*, PWE, Warszawa 2008;
7. Sajkiewicz A., *Zmiany w organizacji a struktura zatrudnienia*, Personel, nr 2, 1997;
8. Oleksyn T., *Efektywne systemy wynagradzania*, Wyd. Międzynarodowa Szkoła Menedżerów, Warszawa 1996;
9. Oleksyn T., *Systemy ocen, rozwoju zawodowego i awansów*, Międzynarodowa Szkoła Menedżerów, Warszawa 1995;
10. Oleksyn T., *Zarządzanie zasobami ludzkimi w organizacji*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Kraków 2008.

Recenzenci:

dr hab. inż. Jarosław Wolejszo

dr Ryszard Grosset

¹⁵ Ch. Cofek, M Appley, *Motywacja. Teoria i praktyka*, PWE, Warszawa 1998, s. 45.

mgr inż. Anna TOMAKA

Stanowisko d/s zamówień publicznych

CNBOP

KONSORCJUM W ZAMÓWIENIACH PUBLICZNYCH

Consortium in public procurement

Streszczenie:

W artykule opisano organizację konsorcjum jako umowę podmiotów występujących wspólnie w postępowaniach o udzielenie zamówienia publicznego. Prawa i obowiązki wynikające z udziału w konsorcjum. Informację o działalności CNBOP jako uczestnika konsorcjum dysponującym zespołem informacji i rozwiązań dotyczących bezpieczeństwa i działań kryzysowych w zakresie ochrony przeciwpożarowej.

Summary:

This article is about consortium organizations cooperating as one in public procurement contract award procedure. Rights and duties in consortium. Information of CNBOP activity as participant who has knowledge of safety procedures, emergency procedures for fire protection.

Słowa kluczowe: konsorcjum, warunki udziału w postępowaniu, lider konsorcjum, umowa konsorcjum, doświadczenie, know-how, PROTEUS;

Key words: consortium, conditions for participation in the procedure, leader of consortium, consortium contract, experience, know-how, PROTEUS;

Wstęp

Celem niniejszego artykułu jest omówienie najważniejszych aspektów występowania konsorcjum w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego.

Zamiarem autorki jest wskazanie, jaka jest istota prawna konsorcjum, cechy umów, zasady doboru współkonsorcjantów, więzi między członkami konsorcjum i ich odpowiedzialności, a także co daje takie porozumienie stron i dlaczego coraz trudniej w pojedynkę ubiegać się o zamówienie publiczne.

Pojęcie i istota prawna konsorcjum

Konsorcjum to „organizacja zrzeszająca kilka podmiotów (zazwyczaj gospodarczych) na określony czas, w konkretnym celu. Konsorcja są tworzone najczęściej w przypadku bardzo dużych lub ryzykownych inwestycji. Mają one charakter doraźny. Tym się wyróżniają od innych form wspólnego działania (holding, kartel,

syndykat itp.), które mają charakter instytucjonalny lub trwały”. [1]

Konsorcjum, to „organizacja gospodarcza, założona na ściśle określony czas przez grupę przedsiębiorstw przemysłowych, handlowych, banków itp. w celu dokonywania operacji handlowych, finansowych lub, co jest najczęstsze, w celu zrealizowania przedsięwzięcia gospodarczego o dużej skali (budowa lotnisk, autostrad, infrastruktury przemysłowej, sprzedaż obligacji itp.), przekraczającego możliwości produkcyjne i szczególnie kapitałowe pojedynczych, nawet bardzo dużych, przedsiębiorstw i banków. Jest to na ogół struktura tymczasowa, kończąca swój żywot po osiągnięciu celu, dla którego realizacji została utworzona. Podmioty gospodarcze wchodzące w skład konsorcjum zachowują pełną niezależność w swojej działalności nie związanej z celem konsorcjum, w jego ramach natomiast realizują na wspólny rachunek ściśle wyznaczone zadania rzeczowe, handlo-

we i finansowe objęte porozumieniem. Głównym celem tworzenia konsorcjum jest uzyskanie większego, niż w przypadku pojedynczych jednostek, potencjału finansowego i wytwórczego oraz ułatwienie dostępu do rynku kredytowego i kapitałowego”. [2]

Aktualny stan prawny umożliwia ubieganie się przez kilka podmiotów o zamówienie publiczne, zarówno prawo wspólnotowe (Art. 4 ust. 2 dyrektywy 2004/18/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 31.3.2004 r. w sprawie koordynacji procedur udzielania zamówień publicznych na roboty budowlane, dostawy i usługi ma na celu harmonizację określonych elementów procedur udzielania zamówień publicznych) [3], jak i prawo krajowe transponujące dyrektywę wspólnotową do polskiego porządku prawnego (Art. 23 ustawy z 29.1.2004 r. – Prawo zamówień publicznych (tekst jedn. Dz. Urz. z 2010 r. Nr 113, poz. 759). [4]

Według Leopolda Stockiego: „Przywilej utworzenia konsorcjum, lub do przystąpienia do konsorcjum już istniejącego ma w zasadzie każdy podmiot prawa prowadzący działalność gospodarczą w kraju lub zagranicą.

W polskim prawie konsorcjum nie jest zdefiniowane. Konsorcjum jest to twór powołany w drodze umowy przez podmioty prowadzące działalność gospodarczą lub osoby fizyczne nie prowadzące działalności gospodarczej, które zobowiązują się wspólnie dążyć do osiągnięcia wytyczonego celu gospodarczego. Ponieważ prawo nie wyszczególnia umowy konsorcjum, należy ona do tzw. umów nienazwanych. Konsorcjum nie musi posiadać określonej struktury organizacyjnej (organów), nie musi też być wyposażone w majątek własny, wyodrębniony z majątków jego uczestników, nie musi więc być rejestrowane, nie musi mieć odrębnej nazwy ani też siedziby.

Tworzyć konsorcjum mogą wszelkie przedsiębiorstwa i to niezależnie od tego, jaki podmiot jest ich właścicielem. Założycielami konsorcjum mogą być więc przedsiębiorstwa państwowe lub prowadzone z kapitałowym udziałem państwa. Wielkość tego udziału jest obojętna. Nieistotne jest przy tym, że określony udział w przedsiębiorstwie państwowym ma podmiot zagraniczny. Identyczne uprawnienia do utworzenia konsorcjum mają przedsiębiorstwa spółdzielcze lub mieszane, a więc państwowo-spół-

dzielcze. Z przywileju tego mogą oczywiście korzystać również przedsiębiorstwa prywatne, i to także wtedy, gdy uczestniczą w nich kapitałowo lub rzeczowo, osoby mające swe siedziby (miejsce zamieszkania) poza granicami tworzenia i działania danego konsorcjum.

Organizacyjno-prawne i gospodarcze rozmiary tych wszystkich przedsiębiorstw nie odgrywają zasadniczej roli. Nie mają też istotnego znaczenia prawne struktury, według których poszczególne podmioty prowadzą działalność gospodarczą. Twórcami konsorcjum mogą więc być nie tylko przedsiębiorstwa jednopodmiotowe, ale także różnej postaci spółki osobowe i kapitałowe, a zwłaszcza spółki z ograniczoną odpowiedzialnością i spółki akcyjne. Do grupy tej mogą być włączane także spółki skarbu państwa.

Wśród uczestników konsorcjum krajowego mogą znaleźć się także podmioty prowadzące swą podstawową działalność gospodarczą za granicą. Konsorcjum międzynarodowe mogą zawiązać także podmioty, z których każdy ma swą siedzibę główną w innym kraju.

Dziedziny gospodarcze, w których może dochodzić do tworzenia konsorcjów, nie mają żadnych ograniczeń ustawowych. W konsekwencji twórcami konsorcjów mogą być przedsiębiorstwa wszystkich gałęzi przemysłowych (wytwórczych), handlowych i usługowych. Nierzadko wchodzi w grę przedsiębiorstwa budowy rurociągów, tuneli, dróg, mostów, pojazdów mechanicznych, urządzeń lotniczych czy statków morskich i powietrznych oraz przedsiębiorstwa komunikacyjne (lotnicze, kolejowe). Kooperacja konsorcjalna może obejmować każdą działalność nie pozostającą w kolizji z obowiązującym w danym kraju porządkiem prawnym.

Nie ma ekonomicznie uzasadnionych przyczyn natury ogólnej, które by mogły prowadzić do przekonania, że konsorcjum może być utworzone tylko przez podmioty mające swe siedziby w tym samym kraju. Przeciwnie – racje ekonomiczne, a niekiedy także społeczne i polityczne, mogą przemawiać za kreowaniem konsorcjum, którego uczestnikami będą podmioty mające swe siedziby w różnych krajach, Mówimy wówczas o konsorcjum międzynarodowym. Tak rozumiane konsorcja międzynarodowe nie należą do rzadkości. Bowiem dzięki koncentracji kapitału podmiotów krajowych i zagranicznych

możliwe staje się często podjęcie się wykonania nawet bardzo kosztownych przedsięwzięć gospodarczych.

Działalność takiego konsorcjum może być rozwijana na obszarach kilku krajów albo też ograniczana do terenu jednego kraju. W drugim wypadku chodzi na ogół o kraj, w którym prowadzi swą działalność gospodarczą podmiot aranżujący utworzenie konsorcjum międzynarodowego. Podmiot ten bywa następnie umocowany przez pozostałych uczestników do prowadzenia spraw tego konsorcjum. Jedną z głównych przyczyn powierzania mu tej funkcji jest to, że posiada on najbardziej rozległe informacje o warunkach organizacyjnych, prawnych i ekonomicznych swego kraju oraz o lokalnym rynku kapitałowym czy o rynku zbytu oznaczonych wytworów (towarów). Ponadto określenia **konsorcjum międzynarodowe** używa się w praktyce także wówczas, gdy chce się wskazać na to, że choć dane konsorcjum zrzesza jedynie uczestników krajowych, to jednak rozwija swą działalność na terenie kilku krajów. Posługiwanie się takim określeniem stanowi rezultat uwzględniania wspomnianego kryterium przestrzennego, a więc geograficznego zasięgu rozwijanej przez dane konsorcjum działalności gospodarczej.

Rozróżnienie konsorcjum krajowego i międzynarodowego dokonuje się w oparciu o kryteria geograficzne (przestrzenne). Jako krajowe określa się konsorcjum, gdy tworzące je podmioty mają swe siedziby na obszarze tego samego kraju. Jako krajowe uważa się także konsorcjum, które rozwija swą działalność gospodarczą wyłącznie na terytorium jednego kraju.”[5]

Ocena wspólnych ofert

„Do podmiotów wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia stosuje się te same przepisy co do pojedynczego wykonawcy. Odpowiednie ich stosowanie oznacza, że każdy uczestnik wspólnej oferty musi udokumentować, iż nie podlega wykluczeniu z postępowania. Natomiast przy ocenie spełniania warunków, o których mowa w art. 22 ust. 1 należy brać pod uwagę łączny potencjał techniczny i kadrowy wykonawców, ich łączne kwalifikacje i doświadczenie oraz łączną sytuację ekonomiczną i finansową. Tylko taki bowiem sens

mogą mieć przepisy o wspólnym ubieganiu się o zamówienie i tylko taki sens może mieć tworzenie wspólnych przedsięwzięć”. [6]

„Sprawdzenie, czy przesłanki skutkujące wykluczeniem podmiotów ubiegających się o zamówienie publiczne są wypełnione, czy też nie, dokonywane jest indywidualnie względem każdego z członków konsorcjum. Jeżeli choć jeden z nich jest wykluczony, skutkuje to automatycznym wykluczeniem z postępowania całego konsorcjum”. [7]

Z opinią Raczkiewicza nie zgadza się Jan Lic, który uważa, że „Wykluczenie jednego z wykonawców nie oznacza, iż umowa nie może zostać zawarta z pozostałymi. Ich status wykonawców wspólnie ubiegających się o wykonanie zamówienia w trybie art. 23 PZP nie ulega zmianie przez to, że z ich grona został wyeliminowany jeden lub więcej wykonawców. Istotne jest tylko to, czy wspólnie spełniają oni warunki wymienione w art. 2 ust. 1 pkt 1-3 PZP. Rozumowaniu temu nie przeczy treść art. 24 ust. 4 PZP, na mocy którego ofertę wykonawcy wykluczonego uznaje się za odrzuconą. Oferta wspólna uczestników konsorcjum nie jest ofertą wykonawcy wykluczonego, gdyż poszczególny wykonawca nie formułuje swojej własnej oferty, odrębnej od oferty wspólnej wszystkich wykonawców. Pomimo wykluczenia jednego z wykonawców oferta wspólna pozostaje w mocy. Ze względu na brak podmiotowości konsorcjum oferta wspólna to nic innego jak suma oświadczeń woli wszystkich wykonawców, a eliminacja jednego z takich oświadczeń nie może powodować odrzucenia pozostałych. Oferta nie traci waloru oferty wspólnej przez to, że jedno ze składowych oświadczeń woli stało się nieaktualne. Wobec tego wystarczy, aby w razie wyboru takiej oferty pozostali wykonawcy przedstawili na żądanie zamawiającego zaktualizowaną umowę regulującą ich wzajemną współpracę. Stanowisko przeciwne: „Wykluczające konsorcjum wykonawców z postępowania o udzielenie zamówienia publicznego z tego powodu, że został wyeliminowany jeden z jego uczestników, byłoby nieuzasadnionym traktowaniem konsorcjum w sposób podmiotowy. Należy pamiętać, że uczestnikami postępowania i stroną przyszłej umowy są wspólnie wszyscy wykonawcy, a nie konsorcjum jako podmiot czy nawet tylko jednostka organizacyjna, a zatem negatywna oce-

na prawna jednego z wykonawców może dotknąć tylko jego samego, a nie innych uczestników konsorcjum. Restrykcyjne stanowisko w tej sprawie nie jest też uzasadnione koniecznością ochrony żadnego ważnego interesu społecznego lub grupowego, a zatem opierając się na zasadzie wolności gospodarczej, należy przyjąć wykładnię zmierzającą w kierunku ułatwienia i uproszczenia obrotu gospodarczego”. [8]

Doświadczenie w konsorcjum

„Konsekwencją wspólnego spełniania warunków udziału w postępowaniu, a następnie wspólnej, a wręcz solidarnej realizacji umowy w sprawie zamówienia publicznego, jest możliwość wykazywania realizowanego w konsorcjum projektu jako doświadczenia jego poszczególnych członków. Taką możliwość wyraźnie potwierdza orzecznictwo arbitrażowe: „Skoro istnieje możliwość zawiazania konsorcjum w celu spełnienia warunków udziału w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego, to każdemu z członków konsorcjum przysługuje prawo do wykazywania doświadczenia zdobytego na skutek uczestnictwa w konsorcjum. Zgodnie z art. 141 ustawy PZP, wykonawcy występujący w konsorcjum ponoszą solidarną odpowiedzialność za wykonanie umowy, zatem konsekwencją powyższego jest możliwość wykazania się zrealizowaniem usługi, za którą wykonawca ponosi odpowiedzialność.”

Inaczej orzekła KIO w wyroku z dnia 9 września 2008 r. sygn. Akt KIO/ZUP 886/08: „Uczestnik konsorcjum jest uprawniony do posługiwania się dokumentami (referencjami), poświadczającymi wykonanie zamówienia, za które ponosi odpowiedzialność”. W tym wyroku wskazano bowiem, iż uczestnik konsorcjum może wykazywać jako własne doświadczenie tylko to, co faktycznie w ramach realizacji wykonał.

Podobnie wypowiedział się Zespół Arbitrów w wyroku z dnia 8 września 2006 r. (sygn. akt UZP/ZO/0-2428/06): „Referencje, z których explicite wynika, że konsorcjant zrealizował określony zakres prac, bez wątpliwości potwierdzają uzyskane przez niego w tym zakresie doświadczenie. Dla oceny posiadania wymaganego doświadczenia istotnym jest bowiem wykonanie

odpowiednich prac, a nie to, kto był stroną umowy z zamawiającym”. [9]

Solidarna odpowiedzialność wykonawców

Konsorcjum przy formułowaniu postanowień umowy konsorcjum, winni uwzględnić w tworzonych zapisach odpowiedzialność solidarną, jednakże nawet jeśli tego nie uczynią i tak wynika to z art. 141 Prawa zamówień publicznych: „Wykonawcy, o których mowa w art. 23 ust. 1, ponoszą solidarną odpowiedzialność za wykonanie umowy i wniesienie zabezpieczenia należytego wykonania umowy”.

Wcześniej, wobec braku takich postanowień w umowie konsorcjum, zamawiający miał powód do odrzucenia ich oferty z uwagi na jej sprzeczność z postanowieniami specyfikacji istotnych warunków zamówienia lub zaproszenia do składania ofert, gdzie zamawiający miał obowiązek żądania umowy konsorcjum wraz z ofertą. W obecnym stanie prawnym zamawiający nie może żądać umowy konsorcjum na etapie składania ofert. Zamawiający może żądać umowy regulującej współpracę podmiotów występujących wspólnie na podstawie art. 23 ust. 4 Prawa zamówień publicznych: „Jeżeli oferta wykonawców, o których mowa w ust. 1, została wybrana, zamawiający może żądać przed zawarciem umowy w sprawie zamówienia publicznego umowy regulującej współpracę tych wykonawców”.

Należy jednak zauważyć, że zagadnienie związane z solidarną odpowiedzialnością mają szczególne znaczenie w stosunkach wewnątrzpodmiotowych, natomiast bez większego znaczenia pozostają dla zamawiającego, jako przyszłego kontrahenta konsorcjum. Niemniej jednak dla określenia odpowiedzialności pomiędzy partnerami, umowa konsorcjum powinna precyzyjnie określać zadania poszczególnych uczestników konsorcjum w związku z wynikającym z ustawy reżimem odpowiedzialności solidarnej podmiotów występujących wspólnie oraz ma to znaczenie w przypadku przyszłych ewentualnych procesów wynikających z niewykonania zobowiązania. Tak naprawdę solidarne zobowiązanie jest osią wszystkich przyszłych postępowań z jakimi będą mieli do czynienia konsorcjanci, którzy powołują się na ich doświadczenie

w zrealizowanych kontraktach oraz zamawiający przy ocenie spełniania warunków udziału w postępowaniu.

W związku z tym, że największym obszarem ewentualnych konfliktów pomiędzy konsorcjantami jest ich odpowiedzialność w stosunku do części zamówienia jakie wykonują formułowaniu tej odpowiedzialności poświęcają najwięcej uwagi. Powyższe zapisy w umowie konsorcjum pozwalają na ustalanie reguł odpowiedzialności w stosunkach zewnętrznych, tj. z zamawiającym, jak i wewnętrznych, czyli pomiędzy podmiotami występujących wspólnie.

Tworząc umowę na potrzeby uczestnictwa konsorcjum w danym postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego, uczestnicy konsorcjum powinni dostosować się do wszelkich wymogów stawianych przez zamawiającego, a dotyczących realizacji przyszłej umowy zawartej z zamawiającym. Zagadnienia te dotyczą: terminu wykonania umowy, zabezpieczenia należytego wykonania umowy, okresu rękojmi czy też gwarancji na wykonana dostawę, usługę czy też robotę budowlaną. Wynika to bezpośrednio z art. 151 ust. 3: „Kwota, o której mowa w ust. 2, jest zwracana nie później niż w 15. dniu po upływie okresu rękojmi za wady”.

Wobec powyższego okres na jaki zostaje zawarta umowa konsorcjum na potrzeby udziału w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego nie powinien być krótszy od okresu realizacji zamówienia publicznego oraz muszą być uwzględnione okresy rękojmi, a jeśli z postanowień umowy wynika, że wykonawca będzie udzielał gwarancji, to musi również i ten okres trwania gwarancji uwzględnić w okresie trwania umowy.

Umowa konsorcjum zawierać powinna zasady udziału w zyskach oraz kosztach związanych z realizacją wspólnego celu gospodarczego oraz sposób dokonywania rozliczeń pomiędzy uczestnikami konsorcjum, ponieważ stanowi jeden z najdonioślejszych elementów łączącego ich stosunku wewnętrznego.

Powyższe zagadnienia nie są określone w obowiązujących przepisach prawa wobec czego pozostawiają omawianą materię jedynie rozstrzygnięciu podmiotom występującym wspólnie w łączącej ich umowie. Wzajemne rozliczenia z zasady powinny odzwierciedlać zakres udziału uczestników w realizacji wspólnego celu

gospodarczego konsorcjum – wówczas każdy z konsorcjantów uczestniczy w zyskach konsorcjum w takim zakresie, w jakim zrealizował zamówienie. Nie ma jednakże żadnych przeszkód, aby niektórym członkom konsorcjum przyznać dodatkowe uprawnienia do udziału w zysku lub zwolnić ich od udziału w ewentualnych stratach. Umowa konsorcjum powinna regulować zarówno zakres partycypacji w zysku jak i w stratach. W przeciwnym razie znaleźć może zastosowanie art. 867 § 1 Kodeksu cywilnego ustanawiający regułę równego udziału w zyskach i stratach. W zakres materii wzajemnych rozliczeń wchodzi rozliczenia na okoliczność zaspokojenia wierzyciela (zamawiającego) przez jednego z konsorcjantów w związku z niewykonaniem części zamówienia przez pozostałego lub pozostałych konsorcjantów (tzw. roszczenia regresowe). Niezależnie jednak od regulacji wewnętrznych konsorcjum, za niewykonanie lub nienależyte wykonanie zamówienia konsorcjanci odpowiadają solidarnie przed zamawiającym za całość zamówienia, nawet wówczas, gdy pozostanie jeden konsorcjant, który zobligowany był umową wewnętrzną do realizacji części zamówienia.

Umowa konsorcjum na wypadek zaistnienia takiego zdarzenia powinna zawierać stosowne klauzule, określające który z konsorcjantów przejmie na siebie zobowiązania nie mogącego wykonać swojego zakresu zamówienia konsorcjanta, a w związku z tym powinny znajdować się zapisy dotyczące zwrotu poniesionych kosztów związanych z wykonaniem części zamówienia obciążającej innego konsorcjanta.

W przypadku podmiotów występujących wspólnie ich odmienny sposób zobowiązania może wynikać z następujących zapisów umowy regulujących ich współpracę, a dotyczące odpowiednio konsorcjantów:

1. ma świadczyć przedmiot zamówienia w swoim zakresie w różnych terminach i miejscach, a zobowiązania jednych mają być uzależnione od drugih;
2. jeden tylko wpłaca wadium lub udostępnia potencjał finansowy, inny zaś zabezpieczenie należytego wykonania umowy;
3. następny udostępnia tzw. know-how przy spełnianiu warunków udziału, jakie określił zamawiający itd.

Opisywane powyżej okoliczności można uregulować w umowie konsorcjum na podstawie art. 367 § 1 Kodeksu cywilnego: „Kilku wierzycieli może być uprawnionych w ten sposób, że dłużnik może spełnić całe świadczenie do rąk jednego z nich, a przez zaspokojenie któregokolwiek z wierzycieli dług wygasa względem wszystkich (solidarność wierzycieli)”

Zapisy umowne są jedynie wewnętrznymi uregulowaniami podmiotów, gdy zaś dochodzi do roszczenia przez zamawiającego o spełnienie świadczenia, wówczas i tak te zapisy są zupełnie obojętne. Wykonawcy muszą znać instrumentaria prawne, które ich dotyczą, by podczas problemów z wykonywaniem zamówienia nie być zaskoczonym. To zamawiającemu przysługuje niczym nieograniczone prawo wyboru tego z konsorcjantów, który zobowiązanie będzie musiał spełnić.

Treść istniejącego między współdłużnikami stosunku prawnego rozstrzyga o tym, czy i w jakich częściach może on żądać zwrotu od współdłużników. Gdy nie są nieuregulowane powyższe kwestie w umowie podmiotów występujących wspólnie, jeden z podmiotów, który spełnił świadczenie, może żądać zwrotu w częściach równych od pozostałych partnerów. Z powstaniem konsorcjum będą wiązały się szczególne obowiązki obciążające partnerów wynikające z cech charakterystycznych tych postępowań. Wynikać będą one z konieczności zrealizowania wymogów formalnych właściwych dla procedury zamówień publicznych. Ich spełnienie, jako warunkujące osiągnięcie wspólnego celu gospodarczego, jakim jest uzyskanie zamówienia publicznego objęte jest ogólnym zobowiązaniem konsorcjantów do wspólnego działania w celu osiągnięcia wyznaczonego celu gospodarczego. Z drugiej strony ich wymiar jest jednakże na tyle istotny, iż warto je poddać szczegółowej regulacji w umowie konsorcjum, ale tylko w kontekście ich wewnętrznego rozliczenia.

Umowa konsorcjum może regulować zasady ponoszenia kosztów uczestnictwa w postępowaniu, w szczególności kosztów wniesienia wadium, ceny specyfikacji istotnych warunków zamówienia oraz kosztów związanych z wniesieniem zabezpieczenia należytego wykonania umowy. Prawo nie narzuca w tej mierze żadnych rozstrzygnięć, a uczestnicy mogą ukształ-

tować łączącą ich umowę w sposób najlepiej odpowiadający ich potrzebom. Przykładowo udział w kosztach związanych z postępowaniem może odzwierciedlać udział w zyskach osiągniętych przez konsorcjum lub jeden konsorcjant zobowiązany będzie opłacić wadium, zaś inny zabezpieczenie należytego wykonania umowy.

Solidarna odpowiedzialność wykonawców ubiegających się wspólnie o udzielenie zamówienia wzmacnia pozycję zamawiającego jako wierzyciela. Wszyscy dłużnicy solidarni pozostają tak długo zobowiązani aż zobowiązanie (zamówienie publiczne) nie zostanie całkowicie wykonane. Art. 141 Prawa zamówień publicznych ustanowił regułę, iż wykonawcy występujący wspólnie w postępowaniu o udzielenie zamówienia ponoszą solidarną odpowiedzialność za niewykonanie lub nienależyte wykonanie zamówienia i jest jednym z rodzajów sytuacji, w której w charakterze jednej strony stosunku zobowiązaniowego występuje kilku podmiotów.

Charakterystyczną cechą odpowiedzialności solidarnej wykonawców występujących wspólnie w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego jest jej powstawanie bezpośrednio z mocy prawa i charakter bezwzględnie obowiązujący. Odpowiedzialność solidarna wykonawców ubiegających się wspólnie o udzielenie zamówienia wzmacnia pozycję zamawiającego jako wierzyciela. Zamawiający (jako wierzyciel) może również swobodnie, jedynie według swojego wyboru skierować roszczenie o wykonanie zamówienia do każdego z uczestników konsorcjum.

Dłużnicy solidarni pozostają w nierozdzielnej więzi dłużników wobec wierzyciela, dlatego też wewnętrzne postanowienia umowy konsorcjalnej wskazujące jakie części zamówienia powinni wykonać poszczególni konsorcjanci w żadnym stopniu nie wiążą zamawiającego. Zamawiający może domagać się od każdego z uczestników konsorcjum wykonania całości zamówienia i bez znaczenia jest okoliczność jaką część zamówienia winien on wykonać w myśl umowy konsorcjum oraz fakt czy wypełnił już swoje zobowiązanie.

Rozważania powyższe prowadzą ku analizie zobowiązań solidarnych na gruncie przepisów prawa cywilnego uregulowanych w art.

366-378 ustawy z dnia 23 kwietnia 1964 r. Kodeks cywilny.

Znaczenie prawne i ekonomiczne każdego z konsorcjów dotyczy koncentracji kapitału, dzięki czemu staje się możliwe osiągnięcie celów gospodarczych, które z natury rzeczy związane są ze znacznymi nakładami pieniężnymi czy materialnymi. Ogromne znaczenie w tym aspekcie posiadają konsorcja grupujące duże przedsiębiorstwa przemysłowe, usługowe, banki, koncerny, podejmujące się rozległych przedsięwzięć na światowych rynkach finansowych.

Wspomniana koncentracja kapitału może nieść za sobą szereg pozytywnych skutków, jak chociażby: wzrost potencjału gospodarczego i pewności obrotu prawnego czy zwiększenie zdolności płatniczej. Kumulacja wszystkich tych czynników może oznaczać, iż konsorcja stają przed szansą osiągnięcia celów gospodarczych, które na drodze indywidualnego, jednostkowego działania nie byłyby możliwe. Rozważania dotyczące solidarności dłużników na gruncie przepisów prawa cywilnego rodzą konieczność poczynienia wcześniejszego wprowadzenia dotyczącego stosunku zobowiązaniowego w ogólności oraz stron stosunku zobowiązaniowego. Zgodnie z art. 353 § 1 KC: „Zobowiązanie polega na tym, że wierzyciel może żądać od dłużnika świadczenia, a dłużnik powinien świadczenie spełnić”. Powyższy artykuł określa definicję tzw. stosunku zobowiązaniowego, wyznaczając tym samym jego treść. Zgodnie z powyższym, na treść stosunku zobowiązaniowego składa się istnienie po stronie wierzyciela uprawnienia, z którym jest integralnie związany obowiązek oznaczonego działania lub zaniechania istniejący wprost po stronie dłużnika. Na gruncie prawa cywilnego istnieje zasada swobody umów. Oznacza ona, iż strony stosunku cywilnoprawnego mogą swobodnie kreować łączący je węzeł prawny. Zasada ta nie ma jednak charakteru bezwzględnego i podlega przewidzianym w przepisach prawa ograniczeniom. Zgodnie z art. 3531 KC: „Strony zawierające umowę mogą ułożyć stosunek prawny według swojego uznania, byleby jego treść lub cel nie sprzeciwiały się właściwości (naturze) stosunku, ustawie ani zasadom współzycia społecznego”.

Zasada swobody umów *pacta contrahendo* ma charakter bardzo szeroki i należy ją postrzegać także jako swobodę w zakresie samej decy-

zji o zawarciu umowy, a także wyboru spośród nazwanych w przepisach prawa umów bądź takim ukształtowaniu stosunku prawnego, któremu nie odpowiada żadna określona w przepisach prawa umowa. Powyższe muszą jednak zawsze pozostawać w ścisłej zgodności z:

1. ustawą;
2. właściwością stosunku prawnego;
3. zasadami współzycia społecznego.

Pełnomocnictwo

Według Macieja Pastusiaka: „Wykonawcy ubiegający się wspólnie o udzielenie zamówienia powinni zgodnie z art. 23 ust. 2 PZP ustanowić pełnomocnika (lidera konsorcjum) do reprezentowania ich w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego.

Zakres pełnomocnictwa zależy od woli wykonawców i może obejmować umocowanie do:

- reprezentowania ich w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego bądź też
- reprezentowania ich w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego i zawarcia umowy w sprawie zamówienia publicznego.

Pełnomocnictwo powinno mieć charakter rodzajowy, a więc powinno upoważniać do dokonywania określonych czynności. Prawidłowo umocowany pełnomocnik może w imieniu konsorcjum np.:

- zadawać pytania do treści specyfikacji istotnych warunków zamówienia (SIWZ);
- złożyć i podpisać ofertę;
- wnosić środki odwoławcze;
- podpisać umowę w sprawie zamówienia publicznego.

Konieczność ustanowienia pełnomocnika ma głównie za cel ochronę interesów zamawiającego. Podejmując czynności względem pełnomocnika (lidera konsorcjum) – zamawiający podejmuje je ze skutkiem dla wszystkich konsorcjantów.

Należałoby pamiętać o tym, iż pełnomocnictwo musi być załączone do oferty lub wniosku o dopuszczenie do udziału w postępowaniu. W przypadku ustanowienia pełnomocnika przez konsorcjum, zamawiający nie ma obowiązku wysyłania pism do każdego z wykonawców wchodzących w skład konsorcjum, lecz na adres pełnomocnika.

Pełnomocnikiem konsorcjum (wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia publicznego) może być jeden z wykonawców lub osoba trzecia (podmiot nie będący konsorcjantem). Przepisy nie wprowadzają w tym względzie żadnych ograniczeń. W praktyce najczęściej jest tak, że członkowie konsorcjum upoważniają jednego z nich (lidera konsorcjum) do występowania w imieniu całego konsorcjum”. [10]

Warunki udziału w postępowaniu o zamówienie publiczne

Kształtowanie przez zamawiającego warunków udziału w postępowaniu ma zasadniczy wpływ na tworzenie konsorcjum, jak również na sam ich byt prawny, jako że od tych warunków zależy, czy stworzone konsorcjum na potrzeby danego postępowania ma szansę w uzyskaniu zamówienia. Wykonawcy ubiegający się wspólnie o udzielenie zamówienia powinni być traktowani na równych zasadach z wykonawcą działającym samodzielnie. Zgodnie z zasadą zachowania uczciwej konkurencji zamawiający nie może różnicować sytuacji wykonawcy ze względu na to, czy jest to tzw. konsorcjum, czy samodzielny wykonawca, szczególnie przez stawianie dodatkowych warunków udziału w postępowaniu.

Zgodnie z 22 ust. 1) ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. – Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2010r. Nr 113, poz. 759 tekst jednolity) zwaną dalej „PZP”:

O udzielenie zamówienia mogą ubiegać się wykonawcy, którzy spełniają warunki, dotyczące:

- 1. posiadania uprawnień do wykonywania określonej działalności lub czynności, jeżeli przepisy prawa nakładają obowiązek ich posiadania;*
- 2. posiadania wiedzy i doświadczenia;*
- 3. dysponowania odpowiednim potencjałem technicznym oraz osobami zdolnymi do wykonania zamówienia;*
- 4. sytuacji ekonomicznej i finansowej.*

Poza tymi warunkami ustawodawca w art. 24 ust. 1 wskazuje okoliczności, których zaistnienie powoduje wykluczenie wykonawcy z postępowania o udzielenie zamówienia. Warun-

ki te nazwano w opinii prawnej Urzędu Zamówień Publicznych „warunkami negatywnymi”. Spełnienie „warunku negatywnego” w rzeczywistości powoduje obowiązek wykluczenia wykonawcy z postępowania o udzielenie zamówienia publicznego.

I tak:

„Z postępowania o udzielenie zamówienia wyklucza się:

- 1. wykonawców, którzy wyrządzili szkodę, nie wykonując zamówienia lub wykonując je nienależycie, jeżeli szkoda ta została stwierdzona orzeczeniem sądu, które uprawomocniło się w okresie 3 lat przed wszczęciem postępowania;*
- 2. w stosunku do których otwarto likwidację lub których upadłość ogłoszono, z wyjątkiem wykonawców, którzy po ogłoszeniu upadłości zawarli układ zatwierdzony prawomocnym postanowieniem sądu, jeżeli układ nie przewiduje zaspokojenia wierzycieli przez likwidację majątku upadłego;*
- 3. wykonawców, którzy zalegają z uiszczeniem podatków, opłat lub składek na ubezpieczenia społeczne lub zdrowotne, z wyjątkiem przypadków gdy uzyskali oni przewidziane prawem zwolnienie, odroczenie, rozłożenie na raty zaległych płatności lub wstrzymanie w całości wykonania decyzji właściwego organu;*
- 4. osoby fizyczne, które prawomocnie skazano za przestępstwo popełnione w związku z postępowaniem o udzielenie zamówienia, przestępstwo przeciwko prawom osób wykonujących pracę zarobkową, przestępstwo przeciwko środowisku, przestępstwo przekupstwa, przestępstwo przeciwko obrotowi gospodarczemu lub inne przestępstwo popełnione w celu osiągnięcia korzyści majątkowych, a także za przestępstwo skarbowe lub przestępstwo udziału w zorganizowanej grupie albo związku mających na celu popełnienie przestępstwa lub przestępstwa skarbowego;*
- 5. spółki jawne, których wspólnika prawomocnie skazano za przestępstwo popełnione w związku z postępowaniem o udzielenie zamówienia, przestępstwo przeciwko prawom osób wykonujących pracę zarobkową, przestępstwo przeciwko środowisku, przestępstwo przekupstwa, przestępstwo przeciwko obrotowi gospodarczemu lub inne przestęp-*

stwo popełnione w celu osiągnięcia korzyści majątkowych, a także za przestępstwo skarbowe lub przestępstwo udziału w zorganizowanej grupie albo związku mających na celu popełnienie przestępstwa lub przestępstwa skarbowego;

6. spółki partnerskie, których partnera lub członka zarządu prawomocnie skazano za przestępstwo popełnione w związku z postępowaniem o udzielenie zamówienia, przestępstwo przeciwko prawom osób wykonujących pracę zarobkową, przestępstwo przeciwko środowisku, przestępstwo przekupstwa, przestępstwo przeciwko obrotowi gospodarczemu lub inne przestępstwo popełnione w celu osiągnięcia korzyści majątkowych, a także za przestępstwo skarbowe lub przestępstwo udziału w zorganizowanej grupie albo związku mających na celu popełnienie przestępstwa lub przestępstwa skarbowego;
7. spółki komandytowe oraz spółki komandytowo-akcyjne, których komplementariusza prawomocnie skazano za przestępstwo popełnione w związku z postępowaniem o udzielenie zamówienia, przestępstwo przeciwko prawom osób wykonujących pracę zarobkową, przestępstwo przeciwko środowisku, przestępstwo przekupstwa, przestępstwo przeciwko obrotowi gospodarczemu lub inne przestępstwo popełnione w celu osiągnięcia korzyści majątkowych, a także za przestępstwo skarbowe lub przestępstwo udziału w zorganizowanej grupie albo związku mających na celu popełnienie przestępstwa lub przestępstwa skarbowego;
8. osoby prawne, których urzędującego członka organu zarządzającego prawomocnie skazano za przestępstwo popełnione w związku z postępowaniem o udzielenie zamówienia, przestępstwo przeciwko prawom osób wykonujących pracę zarobkową, przestępstwo przeciwko środowisku, przestępstwo przekupstwa, przestępstwo przeciwko obrotowi gospodarczemu lub inne przestępstwo popełnione w celu osiągnięcia korzyści majątkowych, a także za przestępstwo skarbowe lub przestępstwo udziału w zorganizowanej grupie albo związku mających na celu popełnienie przestępstwa lub przestępstwa skarbowego;
9. podmioty zbiorowe, wobec których sąd orzekł zakaz ubiegania się o zamówienia na

podstawie przepisów o odpowiedzialności podmiotów zbiorowych za czyny zabronione pod groźbą kary”.

Warunki udziału w postępowaniu nie mają natury jednolitej. Są wśród nich zarówno takie, których treść wyznaczył normatywnie ustawodawca, ale także i takie, które w powiązaniu do odnośnego postępowania o udzielenie zamówienia publicznego wymagają dookreślenia przez zamawiającego. Spośród cech, którymi powinni wykazywać się uczestnicy postępowania o udzielenie zamówienia publicznego, wyłącznie konieczność posiadania uprawnienia do występowania w obrocie prawnym i niepodleganie wykluczeniu mają treść obiektywną, w tym znaczeniu, że jest ona co do zasady niezmienna w zależności od określonego przypadku. Wykonawca powinien być uprawniony do występowania w obrocie prawnym zgodnie z przepisami ustawowymi.

Całkowicie inny charakter mają natomiast pozostałe warunki udziału w postępowaniu. Ich treść jest względna, zmienna w zależności od danego zamówienia publicznego i bezpośrednio zależy od danego przedmiotu zamówienia. Nie można bowiem mówić o hipotetycznie rozumianym potencjale technicznym i ekonomicznym niezbędnym do wykonania zamówienia, czy o pojmowanej w podobny sposób sytuacji finansowej pozwalającej na wykonanie zamówienia, bez jakiegokolwiek powiązania wskazanych sytuacji z konkretnym świadczeniem, które ma być zrealizowane w wykonaniu umowy. Dopiero adaptacja przez zamawiającego tych warunków do potrzeb danego zamówienia nadaje im sens odpowiedni do tego, aby mogły stać się przedmiotem weryfikacji z punktu widzenia przesłanek wykluczenia z postępowania. Adaptacja ta musi być proporcjonalna i związana z przedmiotem zamówienia.

W konkretnym postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego musi dojść do sprecyzowania ogólnie określonych warunków udziału w postępowaniu wskazanych między innymi w art. 22 ust. 1 PZP, co się wiąże z art. 36 ust. 5 PZP- informującym, co ma zawierać Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia oraz art. 41 ust. 1 pkt 7 dotyczącym informacji, jakie powinny być zawarte w ogłoszeniu o zamówieniu. Powyższe artykuły wskazują na konieczność określenia przez zamawiającego warun-

ków udziału w postępowaniu oraz opisu sposobu dokonywania oceny spełniania tych warunków. Zamawiający dookreślają w specyfikacjach istotnych warunków zamówienia lub zaproszeniach do składania ofert istotne dla danego zamówienia doświadczenie wykonawcy, potencjał techniczny, czy też ekonomiczny. Niejednokrotnie również zdarza się, iż zamawiający w jednym postępowaniu stawia równocześnie kilka warunków udziału w postępowaniu, np. dysponowanie określonym potencjałem technicznym i posiadanie kadry o wskazanych kwalifikacjach, minimalny poziom przychodu, określona zdolność kredytowa lub posiadanie środków finansowych, czy też posiadanie ubezpieczenia od odpowiedzialności cywilnej związanej z przedmiotem zamówienia. Wówczas wykonawcy ubiegający się wspólnie o uzyskanie zamówienia powinni spełnić wszystkie warunki.

W żadnym artykule ustawy Prawo zamówień publicznych ustawodawca nie określa w jaki sposób warunki udziału w postępowaniu mają spełniać wykonawcy wspólnie ubiegający się o udzielenie zamówienia. Istnieje kilka przepisów w PZP, które dotyczą wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia.

Są to:

1. art. 23 ust.1. *Wykonawcy mogą wspólnie ubiegać się o udzielenie zamówienia.*
2. *W przypadku, o którym mowa w ust. 1, wykonawcy ustanawiają pełnomocnika do reprezentowania ich w postępowaniu o udzielenie zamówienia albo reprezentowania w postępowaniu i zawarcia umowy w sprawie zamówienia publicznego.*
3. *Przepisy dotyczące wykonawcy stosuje się odpowiednio do wykonawców, o których mowa w ust. 1.*
4. *Jeżeli oferta wykonawców, o których mowa w ust. 1, została wybrana, zamawiający może żądać przed zawarciem umowy w sprawie zamówienia publicznego umowy regulującej współpracę tych wykonawców.*
5. oraz art. 141 PZP - *wykonawcy, o których mowa w art. 23 ust. 1, ponoszą solidarną odpowiedzialność za wykonanie umowy i wniesienie zabezpieczenia należytego wykonania umowy.*

Pewna regulacja znalazła się § 6 ust. 2 rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia

30 grudnia 2009 r. w sprawie rodzajów dokumentów, jakich może żądać zamawiający od wykonawcy, oraz form, w jakich te dokumenty mogą być składane (Dz. U. Nr 226, poz. 1817). *W przypadku wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia oraz w przypadku podmiotów, o których mowa w § 1 ust. 2 i 3, w kopie dokumentów dotyczących odpowiednio wykonawcy lub tych podmiotów są poświadczane za zgodność z oryginałem przez wykonawcę lub te podmioty.*

Z istoty wspólnego ubiegania się o udzielenie zamówienia wynika, iż wymaganie od każdego z wykonawców wspólnie ubiegających się o udzielenie zamówienia spełnienie każdego warunku udziału w postępowaniu byłoby bezprzedmiotowym oraz nieuprawnionym ograniczeniem zasady uczciwej konkurencji. Niewątpliwym jest, że wykonawcy wspólnie ubiegający się o udzielenie zamówienia winni być względem siebie komplementarni.

Celem art. 23 ust. 1 PZP jest umożliwienie grupie wykonawców połączenia ich potencjału technicznego, osobowego **know-how** – wiedzy i doświadczenia, ekonomicznego i finansowego w sytuacji, gdy każdy z osobna nie spełnia warunków udziału w postępowaniu określonych przez zamawiającego (wyrok ZA z dnia 28 stycznia 2005 r., sygn. UZP/ZO/0-119/053) „*należy odpowiednio sumować potencjał wykonawców*”.

Zamawiający kształtując warunki udziału w postępowaniu wymaga, aby poza koniecznością łącznego ich spełnienia przez konsorcjum jako całość – przynajmniej jeden członek konsorcjum spełniał warunek co najmniej w jakiejś części. W specyfikacjach istotnych warunków zamówienia pojawiają się zapisy zgodnie z którymi w przypadku konsorcjum przychód konsorcjantów będzie sumowany, ale pod warunkiem, że przynajmniej jeden z członków konsorcjum wykaże się przychodem w określonej wysokości np. połowy wysokości wymaganej. Takie rozwiązania mają za cel uniknięcie nadmiernego „rozdrobnienia” konsorcjów ubiegających się o zamówienie publiczne, co nie znaczy, że takie rozwiązanie w przypadku złożenia odwołania do KIO będzie uznane za prawidłowe.

W ocenie niektórych zamawiających dodatkowe wymagania odnoszące się do poszcze-

gólnych konsorcjantów w zakresie warunków udziału w postępowaniu mogą być uzasadnione specyfiką zamówienia. Zaznaczyć należy w tym miejscu, że stanowisko co do możliwości stosowania dodatkowych warunków dla konsorcjum w opisanym wyżej zakresie oraz sposobu dokonywania oceny doświadczenia na zasadach wcześniej wskazanych ma zarówno swoich zwolenników jak i przeciwników. Przepisy ustawy nie dają zamawiającemu podstaw do różnego określania w ogłoszeniu czy specyfikacji istotnych warunków zamówienia sposobu spełniania warunków wymaganych od wykonawców w zależności od tego, czy ofertę składa podmiot samodzielnie ubiegający się o udzielenie zamówienia publicznego, czy też ofertę wspólną składa konsorcjum. Oznacza to, że żądanie zamawiającego, aby „w przypadku składania oferty przez podmioty występujące wspólnie, warunki udziału w postępowaniu spełniał każdy z podmiotów wspólnie składających ofertę” może zostać uznane za niezgodne z ustawą i prowadzić do naruszenia zasady uczciwej konkurencji i nierównego traktowania podmiotów ubiegających się o zamówienie publicznego. Zapisy takie mogą bowiem uniemożliwić złożenie wspólnej oferty, podmiotom występującym wspólnie, gdyż pozbawiają członków konsorcjum możliwości łączenia swoich doświadczeń, umiejętności i potencjałów.

Zdaniem autorów: W. Dzierżanowskiego, J. Jerzykowskiego i M. Stachowiak „Do konsorcjum należy stosować przepisy o wykonawcy, a więc również przepisy zapewniające równe traktowanie wykonawców, np. nieróżnicowanie warunków udziału w postępowaniu w zależności od statusu wykonawcy. Przepis ust. 3 oznacza nie tylko to, że łącznie występujący wykonawcy winni być traktowani jak wykonawca, ale również to, iż każdy z takich wykonawców z osobna też winien być traktowany jak wykonawca. Taka konstrukcja przepisu i jego cel ułatwienia uzyskiwania zamówienia publicznego wykonawcom niebędącym w stanie ich uzyskać samodzielnie sprawiają, że szczególnie dokładnie należy rozważyć, jakie prawa i obowiązki wykonawców przysługują konsorcjum tylko w przypadku gdy działa wspólnie, a jakie są przypisane każdemu z członków. W świetle orzecznictwa nie ulega wątpliwości, że odrębnie każdy z członków konsorcjum musi spełnić

warunki niepodlegania wykluczeniu z postępowania, o których mowa w art. 24 ust. 1 pkt 1-9. Łącznie natomiast powinny być spełniane warunki, o których mowa w art. 22 ust. 1 pkt 2, tj. dysponowanie potencjałem technicznym i osobami zdolnymi do wykonania zamówienia, posiadanie odpowiedniej wiedzy i doświadczenia.

Kumulacji co do zasady będzie podlegać również potencjał finansowy i ekonomiczny (art. 22 ust. 1 pkt 3) z tym, że niektóre aspekty sytuacji finansowej są integralnie związane z indywidualną sytuacją podmiotu (np. płynność finansowa). Wówczas warunek taki powinni spełniać odrębnie poszczególni członkowie konsorcjum. Podobnie w sytuacji postawienia warunku udziału w postępowaniu posiadania ubezpieczenia od odpowiedzialności cywilnej prowadzonej działalności na określonej sumę. Ochrona ubezpieczeniowa jednego z konsorcjantów nie obejmuje innych członków konsorcjum, dlatego też warunek taki powinien spełniać każdy z nich. Należy się również opowiedzieć za brakiem obowiązku posiadania uprawnień ustawowych (art. 22 ust. 1 pkt 1) przez wszystkich członków konsorcjum. Wyjątek będzie jednak stanowić sytuacja, w której wszystkie aspekty objęte zamówieniem wymagają posiadania uprawnień, gdyż wówczas konsorcjant, który ich nie posiada, nie mógłby w ogóle uczestniczyć w wykonywaniu zamówienia. Łącznym uprawnieniem konsorcjantów jest korzystanie ze środków ochrony prawnej. Kolejną kwestią istotną w przypadku konsorcjów jest sposób wnoszenia wadium. Pogląd wyrażony w wyroku z dnia 7 czerwca 2006 r. (sygn. akt UZP/ZO/0-1603/06), zgodnie z którym to nie wyłącznie data wystawienia dokumentu wadialnego, ale całokształt okoliczności związanych ze złożeniem oferty przesądza o prawidłowości złożenia wadium wystawionego na jednego z konsorcjantów. We wspomnianej sprawie orzeczono, że jeśli z umowy konsorcjum wynika obowiązek wniesienia wadium przez podmiot będący pełnomocnikiem wykonawców, a pełnomocnictwo obejmuje również podpisanie umowy, to wadium opiewające na pełnomocnika w pełni zabezpiecza interesy zamawiającego.” [11]

Doświadczenie prawne a faktyczne

Często wykonawca wykazuje się doświadczeniem zawodowym i realizacjami, które zdobył działając w ramach innego konsorcjum, niejednokrotnie stworzonym dla wykazania w kolejnym postępowaniu doświadczenia konsorcjanta. W takim wypadku Krajowa Izba Odwoławcza, w wyroku z 22 marca 2010 r., sygn. akt KIO/UZP 176/10 potwierdziła, że doświadczenie wykazane przez jednego z członków konsorcjum, składającego ofertę, które nabył działając w ramach innego konsorcjum jest wystarczające dla stwierdzenia, że wykonawcy wspólnie ubiegający się o zamówienie posiadają wymagane przez zamawiającego doświadczenie.

UZP/ZO/0-2467/05. Umowa konsorcjum ze swej istoty wymaga wspólnej realizacji inwestycji i wspólnego działania Firma X, jako jedna z partnerów konsorcjum w zadaniu na wybudowanie 30 mieszkań, wykonała stan „0” całej inwestycji i zapewniła kierownika robót stąd też niemożliwe byłoby rozdzielenie odpowiedzialności uczestników konsorcjum za wykonanie zamówienia. W świetle przepisu art. 141 PZP, który jest przepisem o charakterze ius cogens, odpowiedzialność uczestników konsorcjum jest solidarna i wyłączenie tej odpowiedzialności w drodze umowy jest niemożliwe. Zamawiający może zatem uznać, że uczestnicy konsorcjum wspólnie wybudowali 30 mieszkań i każdemu z uczestników konsorcjum można zaliczyć w kryterium „doświadczenie” wybudowanie 30 mieszkań.

W dniu 5.05.2009 r. Prezes Urzędu Zamówień Publicznych, na zapytanie jednego z zamawiających, jak traktować konsorcjanta, który faktycznie wykonywał niewiele, czy może powoływać się na doświadczenie całego konsorcjum, wypowiedział się w ten sposób: „W opinii Departamentu Prawnego Urzędu Zamówień Publicznych co do zasady nie można zgodzić się ze stanowiskiem KIO, wedle którego wykonawca może legitymować się doświadczeniem związanym z wykonaniem zamówienia publicznego konsorcjum, którego był uczestnikiem powyższe wynika z istoty regulacji art.22 ust. 1 pkt 2 ustawy PZP, albowiem celem unormowania zawartego w niniejszym przepisie jest zapewnienie, aby zamówienie publiczne zostało udzielone wykonawcy zdolnemu do jego należytego wykonania. Gwarancją osiągnięcia powyższe-

go celu ma być udzielenie zamówienia publicznego wykonawcy posiadającemu odpowiednie doświadczenie w zakresie wykonania zamówień odpowiadających swoim rodzajem i wartością przedmiotowi danego zamówienia.

Doświadczenie wykonawcy należy postrzegać w kategoriach fizycznych, a nie prawnych. Warunek udziału w postępowaniu o wykonanie zamówienia publicznego, o którym mowa w art. 22 ust. 1 pkt 2 ustawy Pzp odnosi się do rzeczywistego zrealizowania przez wykonawcę części lub całości zamówienia, a nie prawnych tj. powiązanych z wcześniej zawartymi przez wykonawcę umowami. W związku z tym istnienie solidarnej odpowiedzialności konsorcjantów za wykonanie umowy wynikające z brzmienia art. 141 PZP nie pociąga za sobą konsekwencji w postaci dopuszczalności powoływania się przez jednego członka konsorcjum na doświadczenie zdobyte przez innego konsorcjanta w trakcie wykonywania wspólnego zamówienia, a więc uprawnienia do legitymowania się pełnym doświadczeniem wynikającym z wykonanego przez konsorcjum zamówienia. Tym samym członek konsorcjum nabywa wyłącznie doświadczenie związane z zakresem prac, jakie wykonywał samodzielnie albo przy pomocy podwykonawców, nie nabywa jednak doświadczenia odnośnie prac wykonanych przez innych konsorcjantów.

Przyjęcie odmiennego poglądu wiąże się z:

- *aprobowaniem fikcji faktycznej (opartej na założeniu, iż pomimo wykonania 1% zamówienia nabywa się doświadczenie odnoszące się do pełnego zakresu jego realizacji,*
- *zwielokrotnianiem doświadczenia np. 10 konsorcjantów uzyskuje doświadczenie w realizacji określonego zamówienia, co faktycznie odpowiada wykonaniu nie jednego ale 10 zamówień publicznych,*
- *ograniczeniem zainteresowania większych wykonawców w tworzeniu konsorcjów z mniejszymi podmiotami,*
- *tworzeniu fikcyjnych konsorcjów z mniejszymi wykonawcami w celu uzyskania przez nich doświadczenia przekraczającego ich rzeczywiste możliwości realizacji zamówienia, ale umożliwiającego im samodzielne ubieganie się o kolejne zamówienie w większym zakresie. Należy jednocześnie wskazać, że wyżej przedstawione stanowisko nie*

wyklucza możliwości mniejszych wykonawców do zdobycia w ramach konsorcjum doświadczenia o większym zakresie, gdyż taki konsorcjant jest uprawniony do wykonania większej części zamówienia i pozyskania w ten sposób referencji”.

Jednakże powyższe wyroki jak i opinia nie znalazła aprobaty w orzecznictwie Krajowej Izby Odwoławczej czy też w wyrokach sądów okręgowych. Szczególne znaczenie ma wyrok Sądu Okręgowego we Wrocławiu Sygn. Akt X Ga 332/09 z dnia 2 grudnia 2009 r., który nie popiera opinii Prezesa Urzędu Zamówień Publicznych i jednoznacznie wskazuje że: *”podkreślić należy, że hipotezą przepisu art. 22 ust 1 pkt 2 ustawy PZP nie jest objęta okoliczność sposobu nabywania doświadczenia. Z treści wskazanego przepisu nie wynika, by prace miały być wykonane samodzielnie lub bezpośrednio faktycznie w całości przez konkretnego wykonawcę, który ubiega się o zamówienie”*. Nie ma wyroku, który by nie uznawał doświadczenia 100% jakiegokolwiek partnera konsorcjum nawet jak mu się sądownie udowodni, że nic nie wykonywał.

Wspólne doświadczenie

Zgodnie z postanowieniem art. 22 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 stycznia 2004 r. Prawo Zamówień Publicznych (zwanej dalej PZP) o zamówienie publiczne mogą ubiegać się wykonawcy, którzy posiadają niezbędną wiedzę i doświadczenie oraz dysponują potencjałem technicznym i osobami zdolnymi do wykonania zamówienia lub przedstawią pisemne zobowiązanie innych podmiotów do udostępniania potencjału technicznego i osób zdolnych do wykonania zamówienia. Sens normatywny tego przepisu sprowadza się zatem do ustalenia, że zamówienie publiczne może być udzielone wykonawcy tylko takiemu, który jest zdolny do wykonania danego zamówienia. Jednym z elementów oceny zdolności wykonawcy ubiegającego się o wykonanie zamówienia publicznego w myśl art. 22 ust. 1 pkt 2 ustawy PZP jest posiadanie przez wykonawcę **odpowiedniego doświadczenia**. Wymóg posiadania odpowiedniej wiedzy wiąże się bezpośrednio z odpowiednią znajomością technologii czy metody, w jakiej wykonane ma być zamówienie tzw. *know-how* oraz wiedzą (kwalifikacjami) osób, które bezpośrednio będą wykony-

wać zamówienie. W tym celu zamawiający ma możliwość określenia warunków wymaganych od wykonawców w zakresie niezbędnego doświadczenia. Warunki te powinny odpowiadać przedmiotowi zamówienia w taki sposób, aby zapewnić efekt w postaci należytego wykonania zamówienia publicznego. Wymogi określone przez zamawiającego w zakresie niezbędnego doświadczenia mają zatem służyć zapewnieniu, że wykonawca, któremu zostanie udzielone zamówienie, będzie zdolny wykonać je w sposób należyty, odpowiadający interesowi zamawiającego. Jedynym ograniczeniem dla zamawiającego w tym zakresie jest zakaz określania warunków udziału w postępowaniu o udzielenie zamówienia w sposób, który mógłby utrudniać uczciwą konkurencję. Jak wykazano powyżej istota unormowania zawartego w art. 22 ust. 1 pkt 2 ustawy PZP sprowadza się do ustalenia, że podmiot ubiegający się o udzielenie zamówienia publicznego (wykonawca) jest zdolny do wykonania takiego zamówienia. W celu potwierdzenia, że wykonawca posiada niezbędne doświadczenie, zamawiający może żądać od wykonawcy wykonania odpowiednich usług, dostaw lub robót budowlanych odpowiadających swoim rodzajem i wartością przedmiotowi zamówienia z podaniem ich wartości, przedmiotu, dat wykonania i odbiorców, oraz żądania dokumentów potwierdzających, że te usługi, dostawy lub roboty zostały wykonane należycie (art. 25 ust. 1. PZP oraz rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 30 grudnia 2009 r. w sprawie rodzaju dokumentów potwierdzających spełnianie warunków udziału w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego, jakich może żądać zamawiający od wykonawcy - Dz. U. Nr 226, poz. 1817, z późn. zm.). Takie rozumienie doświadczenia wykonawcy, o którym mowa w art. 22 ust. 1 pkt 2 ustawy PZP przemawia za stanowiskiem, według którego doświadczenie to winno wynikać z wykonania fizycznego przez wykonawcę zamówienia odpowiadającego swoim rodzajem i wartością przedmiotowi danego zamówienia. Jednocześnie należy wskazać, iż odnośnie możliwości legitymowania się przez uczestnika konsorcjum doświadczeniem zdobytym w ramach wykonywania zamówień publicznych przez konsorcjum. o którym mowa w art. 23 ustawy PZP, Krajowa Izba Odwoławcza i Zespoły Arbitrów wypowiedziały się w wyrokach:

KIO/UZP 630/08, UZP/ZO/0-1752/06), UZP/ZO/0-2880/06, UZP/ZO/0-1173/07), KIO/UZP 99/08), KIO/UZP 1285/08 KIO/UZP 530/08 KIO/UZP 5681/08 i w wielu innych w sposób następujący: „W celu wykazania swojego doświadczenia konsorcjantowi przysługuje prawo posługiwania się dokumentami (referencjami), udzielanymi z tytułu zrealizowania zadań przez konsorcjum, co spełnia wymagania art. 22 ust. 1 pkt 2 ustawy PZP Konsekwencją odpowiedzialności solidarnej członków konsorcjum za należyte wykonanie całego zamówienia jest możliwość posługiwania się przez każdego z członków konsorcjum dokumentami poświadczającymi wykonanie zamówienia, za które każdy ponosi pełną odpowiedzialność. Nie można odmówić konsorcjantowi prawa do doświadczenia nabytego w ramach konsorcjum przy inwestycji realizowanej jako całości, przy jednoczesnej zgodzie na zawiązywanie konsorcjum celem spełniania warunku określonego przez zamawiającego. Należy zauważyć, iż gdyby uznać za prawidłowe rozumowanie przeciwne, to mały przedsiębiorca nigdy nie nabyłby doświadczenia, bo nawet gdyby zawiązał konsorcjum, to i tak wykazywałby doświadczenie w zakresie tego, co sam zrealizował, a nie tego, co było przedmiotem zamówienia. Doświadczenie w realizacji zamówienia publicznego nie powoduje, że geodeta staje się prawnikiem a prawnik geodetą na skutek wspólnie realizowanego przedsięwzięcia, ale że „ten prawnik” w przypadku ogłaszania innego zamówienia publicznego, będzie miał wiedzę, jakimi osobami musi dysponować, aby je zrealizować, jaki sprzęt będzie mu potrzeby, ile środków musi zabezpieczyć na prefinansowanie realizacji zamówienia, w jakim czasie jest on zdolny wykonać i za jaką cenę, tak aby realizując zamówienie samodzielnie wykonał je z należytą starannością.

Ta zasada funkcjonuje nawet w przypadku, gdy konsorcjant nic faktycznie nie wykonał.

Inaczej wygląda sprawa, gdy udowodni się konsorcjantowi, że pomimo zadań wyznaczonych przez lidera konsorcjum faktycznie nie wykonał danego zadania. Skład orzekający Izby nie podzielił stanowiska zamawiającego, iż wykonawca nie może wykazać, jako posiadanego doświadczenia do zrealizowania zamówienia roboty zrealizowanej przez konsorcjum firm, którego był uczestnikiem (liderem). Możliwość po-

woływania się na wcześniej zdobyte doświadczenie jako członek konsorcjum zgodne jest z utrwalonym orzecznictwem Zespołów Arbitrów i Krajowej Izby Odwoławczej. W takim przypadku Odwołujący mógł wykazać doświadczenie zdobyte w ramach działania konsorcjum”.

Osią całego zagadnienia dla przyjęcia powyższego stanowiska ma stanowić art. 141 ustawy PZP, w myśl którego wykonawcy, o których mowa w art. 23 ust. 1 ustawy PZP ponoszą solidarną odpowiedzialność za wykonanie umowy i wniesienie zabezpieczenia należytego wykonania umowy. Istota zobowiązania solidarnego, o której mowa w art. 141 ustawy PZP, polega bowiem na tym, iż wierzyciel (zamawiający) może żądać całości lub części doświadczenia od wszystkich uczestników łącznie, od kilku z nich lub od każdego z osobna (argument. z art. 366 KC). Innymi słowy każdy z wykonawców wchodzących w skład konsorcjum, któremu udzielono zamówienia publicznego jest odpowiedzialny wobec zamawiającego za wykonanie danego zamówienia niezależnie od wewnętrznego podziału zadań pomiędzy poszczególnych członków konsorcjum, jak również niezależnie czy którykolwiek z konsorcjantów cokolwiek wykonywał.

Rola CNBOP jako współkonsorcjanta w realizacji projektów naukowych

Celem konsorcjum zgodnie z art. 23 ust. 1 PZP jest umożliwienie grupie wykonawców połączenia ich potencjału technicznego, osobowego **know-how** – wiedzy i doświadczenia, ekonomicznego i finansowego w sytuacji, gdy każdy z osobna nie spełnia warunków udziału w postępowaniu określonych przez zamawiającego (wyrok ZA z dnia 28 stycznia 2005 r., sygn. UZP/ZO/0-119/053) „*należy odpowiednio sumować potencjał wykonawców*”.

Zamawiający kształtując warunki udziału w postępowaniu wymaga, aby poza koniecznością łącznego ich spełnienia przez konsorcjum jako całość – przynajmniej jeden członek konsorcjum spełniał warunek co najmniej w jakiejś części. **Know-how** stanowi często efekt działalności naukowej oraz badań naukowych. Badania naukowe oraz prace rozwojowe zostały wpisane w system działalności innowacyjnej ure-

gulowanej w przepisach ustawy z dnia 29 lipca 2005 r. o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej (Dz. U. z 2005 r. nr 179, późn. 1484 ze zm.).

„CNBOP w ramach działalności statutowej prowadzi badania techniczne i naukowe dot. bezpieczeństwa oraz działań kryzysowych w zakresie ochrony przeciwpożarowej. Zespoły informacji o wiedzy w tym zakresie stanowią niematerialne dobra CNBOP, które mogą być wykorzystywane w realizacji przedsięwzięć wraz z innymi podmiotami. Klasycznym przykładem jest projekt PROTEUS².

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów wraz z kilkoma ośrodkami naukowo-badawczymi, w tym Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie k/Otwocka, rozpoczął pracę nad innowacyjnym projektem, któremu nadano nazwę **PROTEUS**, którego wyniki będą odpowiedzią na nowe wyzwania stojące przed służbami odpowiedzialnymi za ratownictwo, zarządzanie kryzysowe i bezpieczeństwo publiczne. W styczniu 2009 r. rozpoczęto realizację projektu, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013, Poddziałanie 1.1.2 *Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych*.

Projekt jest realizowany przez konsorcjum, złożone z siedmiu polskich podmiotów, w którym jednostką wiodącą jest Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów.

Osoby prowadzące działania ratownicze narażone są na wiele niebezpieczeństw oraz oddziaływanie wielu niekorzystnych czynników, między innymi na wysoką temperaturę, eksplozję gazów, pyłów i par cieczy, obecność toksycznych związków chemicznych i substancji żrących, urazy mechaniczne spowodowane zawaleniem się konstrukcji i urządzeń technologicznych i inne³. Realizacja projektu PROTEUS pozwoli na pokonanie barier i przełamanie luk technologicznych, które uniemożliwiały do tej pory opracowanie w Polsce zintegrowanego mobilnego systemu wspomagającego działania antyterrorystyczne i antykryzysowe. W czasie realizacji projektu PROTEUS zostanie zbudowa-

wana wersja demonstracyjna systemu. Umożliwi to zweryfikowanie w praktyce opracowanych na potrzeby projektu nowych technologii i rozwiązań technicznych⁴.

Pierwszym zadaniem podczas realizacji ww. projektu było „Opracowanie wstępnych założeń taktyczno-technicznych dla systemu i podsystemów”. W ramach realizacji tego zadania CNBOP przeprowadziło ankietę wśród przedstawicieli różnych jednostek organizacyjnych PSP dotyczącą potrzeb i oczekiwań strażaków w zakresie funkcjonalności i możliwości projektowanego systemu. Na podstawie zebranych informacji opracowano wykaz oczekiwanych zastosowań systemu. Po dokonaniu analizy zebranych ankiet zorganizowano spotkanie w celu prezentacji oczekiwań strażaków przedstawicielom konsorcjum realizującego projekt, a także przedstawienia strażakom dodatkowych możliwości jakie stwarzają najnowsze technologie.

Kolejnym etapem prac było szczegółowe doprecyzowanie funkcjonalności poszczególnych elementów zintegrowanego systemu wspomagającego działania antyterrorystyczne i antykryzysowe oraz określenie warunków środowiskowych, jakie mogą wystąpić w miejscu akcji. Na podstawie tych opracowań oraz wymagań użytkowników końcowych zostały przygotowane scenariusze potencjalnych działań ratowniczych, zarządzania kryzysowego z zastosowaniem projektowanego systemu.

Scenariusze są oparte na analizach akcji ratowniczo-gaśniczych, które miały miejsce w rzeczywistości⁵.

Opracowanie scenariuszy użycia robotów i mobilnego centrum dowodzenia dla sytuacji kryzysowych pozwoliło na zidentyfikowanie parametrów niezbędnych do przeprowadzenia analizy i wyboru kryteriów oceny działania systemu.

Ostatnim etapem realizacji zadania nr 1 w projekcie było opracowanie wstępnych założeń taktyczno-technicznych dla systemu i podsystemów. Uwzględniają one zarówno oczekiwania potencjalnych użytkowników jak również realne możliwości techniczne realizacji. Założenia te są materiałem wyjściowym dla naszych

² www.cnbop.pl.

³ www.cnbop.pl.

⁴ www.piap.pl.

⁵ www.cnbop.pl.

partnerów w projekcie do rozpoczęcia prac projektowych konstrukcyjnych”. [12]

Zakończenie

Podsumowując rozważanie dotyczące udziału konsorcjum w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego należy stwierdzić, że jest to instytucja korzystna dla wykonawców, którzy samodzielnie nie są w stanie spełnić warunków udziału w postępowaniu, tym samym nie mogą wziąć udziału w postępowaniu. Łącząc się z innymi wykonawcami, którzy posiadają oczekiwany przez zamawiającego potencjał ekonomiczny, techniczny, nie tracą charakteru wykonawcy określonego na gruncie ustawy Prawo zamówień publicznych.

Moja ocena wskazuje, że wspólne ubieganie się o zamówienie publiczne jest niekiedy jedynym sposobem na skuteczne otrzymanie zamówienia i rzetelne jego wykonanie oraz zdobycie nowego doświadczenia. Dzięki regulacjom stawianym konsorcjom na równi z pojedynczym wykonawcą możliwa jest realizacja złożonych co do zakresu, sposobu świadczenia i terminu realizacji przedsięwzięć.

Z moich dociekań wynika, że udział wykonawców występujących wspólnie w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego zamawiającemu przysparza zwiększenia ilości składanych ofert, a tym samym zwiększa prawdopodobieństwo wyboru korzystniejszej oferty.

Podjęta w tym artykule charakterystyka konsorcjum jest ważną przesłanką do zrozumienia bytu prawnego tej instytucji.

Literatura

1. Biskupski Z., *Encyklopedia gazety prawnej*, w: www.gazetaprawna.pl, [dostęp 15 lipca 2010];
2. *Popularna Encyklopedia Powszechna*, Wydawnictwo Fogra, 2002;
3. Dyrektywa 2004/18/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 31.3.2004 r. w sprawie koordynacji procedur udzielania zamówień publicznych na roboty budowlane, dostawy i usługi (Dz.Urz. WE, polskie wydanie specjalne, rozdz. 6, tom 7, s. 132);
4. Ustawa z 29.1.2004 r. – Prawo zamówień publicznych (tekst jedn. Dz. U. z 2010 r. Nr 113, poz. 759);
5. Stecki L., *Konsorcjum*, Dom Organizatora TNOiK, Toruń, 1997;
6. Pieróg J., *Prawo zamówień publicznych komentarz*, Wydawnictwa C. H. Beck, 2009;
7. Raczekiewicz Z., *Konsorcjum w ramach zamówień publicznych*, Kwartalnik PZP, Nr 2(21)/2009;
8. Lic J., *Konsorcjum w zamówieniach publicznych*, Przegląd Zamówień Publicznych nr 4/2008;
9. Zamówienia Publiczne Doradca, nr 11/2009;
10. Pastusiak M., *Warunki udziału konsorcjum w zamówieniach publicznych*, w: www.prawnie.pl, 2009;
11. Dzierżanowski W., Jerzykowski J., Stachowiak M., *Komentarz, LEX 2007, Komentarz do art. 23 ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo Zamówień Publicznych* (Dz. U.07.223.1655), [w:] Stachowiak M., Jerzykowski J., Dzierżanowski W., *Prawo zamówień publicznych. Komentarz, LEX, 2007, wyd. III*;
12. *Zintegrowany mobilny system wspomagający działania antyterrorystyczne i antykryzysowe* – Proteus, www.cnbp.pl;
13. www.piap.pl.

Recenzenci:

prof. dr hab. Alojzy Zalewski

mgr Teresa Kowalska

mgr **Marta CŁAPKA**

Starszy Specjalista

Departament Unii Europejskiej

i Współpracy Międzynarodowej MSWiA

INICJATYWY PODEJMOWANE PODCZAS PREZYDENCJI HISZPAŃSKIEJ W OBSZARZE OCHRONY LUDNOŚCI W RAMACH GRUPY ROBOCZEJ PROCIV¹

**The initiatives that have been taken during the Spanish Presidency in the area of
civil protection in framework of the working group PROCIV**

Streszczenie

Materiał obejmuje informacje z zakresu działalności grupy roboczej ds. ochrony ludności PROCIV ze szczególnym uwzględnieniem okresu prezydencji hiszpańskiej w Radzie UE (I połowa 2010 r.). W związku z przygotowaniami Polski do objęcia prezydencji w II połowie 2011 r. istotnym jest, by ze szczególną uwagą przyjrzeć się tendencjom oraz inicjatywom podejmowanym aktualnie w obszarze ochrony ludności w UE.

Summary

The article contains complex information about activities of the working group for civil protection (PROCIV) with particular emphasis on the period of Spanish presidency in the Council of European Union (the first half of 2010). Having in mind the incoming Polish presidency (the second half of 2011) and all preparations connected with this large-scale event, it is essential to familiarize with tendencies and initiatives that are currently being discussed in the area of civil protection in the EU.

Słowa kluczowe: ochrona ludności, zarządzanie kryzysowe, imprezy masowe, zapobieganie, reagowanie;

Key words: civil protection, disaster management, mass events, prevention, response;

Wprowadzenie

Od kilku lat obserwujemy wzrost znaczenia kwestii ochrony ludności w Unii Europejskiej. Dyskusje nad kształtem ochrony ludności w UE toczą się na forum grupy roboczej PROCIV², w skład której wchodzi eksperci z zakresu ochrony ludności ze wszystkich państw człon-

kowskich UE. Zadaniem grupy jest wypracowanie propozycji konkretnych rozwiązań zmierzających do usprawnienia współpracy w obszarze ochrony ludności. Współpraca w ramach grupy polega również na wymianie doświadczeń z sytuacji nadzwyczajnych oraz wniosków z prowadzonych ćwiczeń. Dzięki kontaktom roboczym eksperci poznają także rozwiązania instytucjonalne stosowane w poszczególnych państwach UE.

Ekspert z grupy PROCIV bierze także udział w opracowywaniu procedur koordynacji kryzysowej UE, czyli wewnętrznej koordynacji w ramach UE w przypadku katastrofy, która wykracza poza możliwości reagowania państw członkowskich (*Crisis Coordination Arrangements – CCA*). Procedury te są sprawdzane podczas

¹ Materiał został sporządzony w oparciu o instrukcje oraz sprawozdania z posiedzeń grupy roboczej PROCIV, a także dokumenty omawiane podczas posiedzeń ww. gremium.

² W spotkaniach grupy roboczej Rady UE ds. ochrony ludności (PROCIV) aktualnie udział biorą przedstawiciele KG PSP. Jest to związane ze zmianą instytucji wiodącej, jaka nastąpiła w marcu br. (poprzednio instytucją wiodącą w pracach grupy było Rządowe Centrum Bezpieczeństwa).

ćwiczeń CCA, których celem jest usprawnienie przepływu informacji pomiędzy instytucjami UE a państwami członkowskimi, sprawdzenie standardowych procedur operacyjnych oraz usprawnianie procesu decyzyjnego Komitetu Stałych Przedstawicieli (COREPER II). Priorytety prac grupy roboczej PROCIV są określane przez państwo sprawujące aktualnie przewodnictwo w Radzie UE.

Jeśli chodzi o narodowe podejście, Polska konsekwentnie opowiada się za wzmacnianiem gotowości, zapobiegania i reagowania na katastrofy w UE, ze szczególnym uwzględnieniem kluczowej odpowiedzialności państw członkowskich za zapewnianie bezpieczeństwa obywatelom. Istotne jest także, by unikać powielania działań i istniejących mechanizmów oraz optymalnie wykorzystać istniejące instrumenty na poziomie UE, takie jak: Wspólnotowy Mechanizm Ochrony Ludności – WMOL (Decyzja Rady z dnia 8 listopada 2007 r. *ustanawiająca Wspólnotowy Mechanizm Ochrony Ludności*, 2007/779/WE, Euratom) oraz Instrument Finansowy Ochrony Ludności (Decyzja Rady z dnia 5 marca 2007 r. *ustanawiająca Instrument Finansowy Ochrony Ludności*, 2007/162/WE, Euratom)³.

Program TRIO prezydencji Hiszpania – Belgia – Węgry

Na forum UE wciąż trwają prace nad usprawnieniem zdolności reagowania UE w obliczu katastrof i kryzysów, zarówno w granicach Unii, jak i w państwach trzecich, z zachowaniem odpowiedniej równowagi między zapobieganiem, gotowością i reagowaniem.

W ramach aktualnego TRIO⁴ są podejmowane, lub będą podejmowane, działania, które wynikają bezpośrednio z dwóch komunika-

tów Komisji: w sprawie wzmocnienia zdolności Unii do reagowania w przypadku katastrof oraz w sprawie podejścia UE do zapobiegania klęskom żywiołowym oraz katastrofom spowodowanym przez człowieka.

Wszystkie inicjatywy dotyczące szkoleń będą realizowane, a szczególna uwaga będzie poświęcona wprowadzeniu i rozwijaniu modułów ochrony ludności oraz wzmocnieniu centrum monitorowania i informacji (MIC) w ramach Wspólnotowego Mechanizmu Ochrony Ludności. Prezydencje skoncentrują się także na prowadzeniu prac związanych z zapobieganiem, ale także na ocenie WMOL i Instrumentu Finansowego, który zacznie obowiązywać podczas kolejnych trzech prezydencji. W tym kontekście kontynuowana będzie współpraca z Organizacją Narodów Zjednoczonych.

W okresie urzędowania trzech prezydencji śledzone będą postępy w zakresie elementów europejskiego programu ochrony infrastruktury krytycznej (EPCIP), a priorytetem w tym zakresie będzie zwiększenie bezpieczeństwa chemicznego, biologicznego, radiologicznego i jądrowego (CBRN).⁵

Prace prezydencji hiszpańskiej w obszarze ochrony ludności

Prezydencja hiszpańska podczas I połowy 2010 r. skoncentrowała się priorytetach związanych z kwestiami:

- zapobiegania pożarom lasów;
- pomocy psychologicznej dla ofiar poważnych katastrof;
- użycia Mechanizmu Wspólnotowego Ochrony Ludności w przypadku imprez masowych w Unii Europejskiej.

Konkluzje Rady UE w sprawie zapobiegania pożarom lasów

W styczniu 2010 r. prezydencja hiszpańska przedstawiła projekt konkluzji w sprawie pożarów lasów⁶, zwracając uwagę, że problem nie

³ <http://rcb.gov.pl/wspolpraca/?a=226>.

⁴ Zgodnie z decyzją Rady Europejskiej z dnia 1 stycznia 2007, po przyjęciu Bułgarii i Rumunii do grona państw członkowskich UE ustalono nowy porządek sprawowania Prezydencji w Radzie Europejskiej. Obejmuje on obecnie 27 Państw Członkowskich i określony jest do połowy 2020 r. Pierwszymi państwami, które zrealizowały ten model były Niemcy, Portugalia i Słowenia. Koncepcja Prezydencji grupowej, w której trzy kraje sprawujące po sobie przewodnictwo koordynują między sobą główne cele, jakie chciałyby zrealizować w dłuższym okresie czasu, to znaczy 18 miesięcy sprawowanych przez siebie trzech kolejnych Prezydencji. Źródło: <http://prezyden->

cjaue.gov.pl/polskie-przygotowania-do-prezydencji/co-oznacza-trio-prezydencji.

⁵ doc. 17696/09 (program TRIO prezydencji z dnia 22 grudnia 2010).

⁶ *Draft Council Conclusions on prevention of forest fires within the European Union*. W trakcie dyskusji nad dokumentem w lutym oraz marcu br. państwa członkowskie przedstawiły wiele uwag i komentarzy, odnoszących się

dotyczy tylko państw basenu Morza Śródziemnego, ale całej UE. Intencją prezydencji było, by konkluzje koncentrowały się na zapobieganiu (*prevention*), czyli działaniach mających na celu unikanie pożarów lasów oraz zminimalizowanie konsekwencji w przypadku ich wystąpienia (zapobieganie pożarom jest kontynuacją działań rozpoczętych przez prezydencję szwedzką w II połowie 2009 r.). Kwestia ta wymaga horyzontalnego podejścia, co w praktyce oznacza zaangażowanie w ten problem sektorów takich jak: ochrona ludności, ochrona środowiska, gospodarka, gospodarowanie przestrzenią.

Według prezydencji hiszpańskiej istotne jest, by wskazać potrzebę przeanalizowania konsekwencji społecznych i gospodarczych pożarów lasów w programach prewencyjnych, przygotowywanych przez poszczególne państwa członkowskie. Istotne jest wspieranie działań zmierzających do rozbudowy mechanizmów związanych z zapobieganiem pożarom lasów i uwzględnianie ochrony przeciwpożarowej lasów w planach zagospodarowania przestrzennego, w tym rolnego i leśnego, ochrony popożarowej terenów leśnych oraz promowania ponownego zalesiania terenów popożarowych, wzmocnienia współpracy transgranicznej, dalszego szkolenia i motywowania służb leśnych w dziedzinie zapobiegania pożarom lasów oraz surowego karania sprawców podpałów terenów leśnych.

Ważne jest podkreślenie poprawy bezpieczeństwa ludności, mienia i środowiska w UE, na które składać się powinny rozwiązania prawne dot. wszystkich działań ujmujących m.in. poprawę rozwiązań prawnych mających na celu obniżenie prawdopodobieństwa powstawania pożarów lasów, a także utrzymania na minimalnym poziomie negatywnych efektów zaistniałego zdarzenia. Konkluzje stanowią zatem połączenie pomiędzy fazą zapobiegania a wnioskami z fazy reagowania.

Rada UE w Konkluzjach w sprawie zapobiegania pożarom lasów (doc. 7788/10 z dnia 16 czerwca br.) wzywa państwa członkowskie m.in., by:

- zagwarantowały, że odpowiednie organy włączą w zakres planowania przestrzennego oraz gospodarki gruntami na obszarach

wiejskich i gospodarki leśnej środki zapobiegania pożarom i gotowości;

- wzmocniły zapobieganie pożarom na obszarach granicznych, w szczególności poprzez zacieśnienie współpracy między państwami sąsiadującymi obejmującej szkolenia, procedury komunikowania w stosunku do osób trzecich;
- udostępniły w ramach Europejskiego Systemu Informacji o Pożarach Lasów (EFFIS) –oprócz informacji o wystąpieniu pożarów lasów – informacje na temat krajowych środków zapobiegawczych dostępnych na obszarach zagrożonych;
- w ramach istniejących instrumentów finansowania UE (rozwój obszarów wiejskich, LIFE+, itp.) propagowały szkolenia i odpowiednie nagrody dla zawodowych pracowników leśnictwa, co podniesie standardy ochrony lasów, łącząc je ze zrównoważonym zarządzaniem lasami;
- zintensyfikowały zwalczanie działalności przestępczej związanej z pożarami lasów, zachęcając w szczególności do prowadzenia dochodzeń na temat przyczyn pożarów oraz do ścigania przestępstw;
- poprawiły koordynację między wszystkimi podmiotami uczestniczącymi w zapobieganiu pożarom lasów, takimi jak organy właściwe do spraw środowiska, rolnictwa, leśnictwa, planowania przestrzennego oraz ochrony ludności;
- pogłębiały wiedzę ogółu społeczeństwa na temat zapobiegania pożarom lasów poprzez edukację ekologiczną, kampanie uświadamiające i informacyjne, zwłaszcza dotyczące zmiany klimatu i różnorodności biologicznej;
- promowały zrównoważoną gospodarkę leśną, aby ograniczyć potencjał rozprzestrzeniania się pożarów lasów oraz zwiększyć odporność lasów na pożary w przyszłości;
- w pełni wykorzystały możliwości finansowania przez UE w celu realizacji krajowych strategii i środków zapobiegania pożarom lasów, w tym poprzez włączanie środków zapobiegawczych w ramach finansowanych ze środków unijnych krajowych programów usuwania skutków pożarów lasów.

Ponadto Rada UE wzywa Komisję Europejską i Państwa Członkowskie, by:

w szczególności do zadań wynikających dla państw członkowskich (doc. 17606/1/09 REV 1, 5612/10, 17606/2/09 REV 2, 6741/10, 7031/10, 7084/10, 7685/10, 7788/10).

- wspólnie dopracowały systemy wczesnego ostrzegania poprzez wykorzystanie najnowocześniejszych dostępnych technologii oraz poprzez poświęcenie szczególnej uwagi informowaniu społeczeństwa, tak aby umożliwić odpowiednie działania prewencyjne mające na celu ograniczenie występowania pożarów lasów i minimalizację ich skutków;

oraz Komisję Europejską, by:

- kontynuowała rozbudowę Europejskiego Systemu Informacji o Pożarach Lasów (EFFIS) na podstawie danych dostarczanych przez państwa członkowskie, poprzez włączenie doń informacji o przyczynach pożarów lasów, jak również szacunków dotyczących emisji gazów cieplarnianych w wyniku pożarów lasów; w tym celu Komisja proszona jest o zwiększenie wysiłków w tej dziedzinie;
- nasiliła starania w ramach programów badawczych UE w zakresie pożarów lasów, w tym wykorzystania środków technicznych i metod mapowania, zwłaszcza w dziedzinie systemów i metod monitorowania, wykrywania, wczesnego ostrzegania oraz zwalczania pożarów, rekultywacji po pożarze, związków ze zmianą klimatu i potencjalnych tendencji, na które ma ona wpływ, jak również społecznych czynników ryzyka, które wywodzą się z wzorców zachowań ludzkich;
- włączyła pożary lasów do priorytetów, którymi powinna się zająć w swojej bieżącej pracy nad wymianą dobrych praktyk, opracowaniem wytycznych dotyczących oceny zagrożeń i map ryzyka oraz wytycznymi dotyczącymi minimalnych standardów w zakresie zapobiegania katastrofom ukierunkowanego na konkretne zagrożenia;
- przedstawiła przegląd (współ)finansowanych projektów i działań w dziedzinie pożarów lasów oraz określiła i oceniła możliwości lepszego włączenia problematyki zapobiegania pożarom lasów do instrumentów finansowania UE wspierających zrównoważone leśnictwo, zalesianie i rekultywację lasów po pożarze, takie jak wprowadzenie do wspomnianych instrumentów finansowych przepisu, który wymagałby, aby programy finansowane z tych instrumentów obejmowały środki zapobiegawcze;
- ułatwiała koordynację między państwami członkowskimi i innymi pobliskimi krajami

w świadczeniu pomocy w zakresie zapobiegania pożarom w regionach dotkniętych pożarami lasów;

- uwzględniła niniejsze konkluzje Rady w kontekście działań w zakresie ochrony lasów podejmowanych w następstwie białej księgi „*Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania*”, zwłaszcza dotyczących debaty na temat ochrony lasów i informacji o lasach, którą Komisja zainicjowała w kontekście zielonej księgi w sprawie ochrony lasów i informacji o lasach oraz strategii leśnej UE i planu działań dotyczącego gospodarki leśnej UE.

Dokument zostanie przyjęty podczas kolejnej Rady ds. Wymiaru Sprawiedliwości i Spraw Wewnętrznych (JHA).

Konkluzje Rady UE w sprawie opieki psychospołecznej w przypadku sytuacji nadzwyczajnych i katastrof⁷

Zagadnienie pomocy psychospołecznej jest drugim obszarem priorytetowym, nad którym prowadzono prace na forum grupy PROCIV. Zamierzeniem prezydencji hiszpańskiej było rozpoczęcie dyskusji nt. wspólnotowego podejścia do tego zagadnienia oraz wsparcia, jakie może być udzielone państwom członkowskim (w ramach Mechanizmu i innych instrumentów) w sytuacji zdarzeń o charakterze masowym (duże imprezy sportowe itp.). Temat ten wydaje się szczególnie dla nas ważny w kontekście przygotowań do Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej EURO2012⁸.

Zagadnienie wsparcia psychologicznego jest kontynuacją propozycji delegacji hiszpańskiej dotyczącej utworzenia modułu pomocy psychologicznej, o którym poinformowano na spotkaniu Dyrektorów Generalnych ds. Ochrony Ludności w Marsylii (październik 2008 r.). Prezen-

⁷ *Draft Council Conclusions on psychosocial support in the event of emergencies and disasters*. Wcześniejszy zapis obejmował dodatkowo „*and the role of the Union Civil Protection Mechanism in major events*” niemniej jednak w toku dyskusji zrezygnowano z tego pomysłu. W rezultacie powstał odrębny dokument *Draft Council conclusions on the use of the Community Civil Protection Mechanism in major events in the European Union*.

⁸ W 2009 r. decyzją KG PSP powołano do życia Zespół, który opracował zasady organizacji systemu pomocy psychologicznej w PSP.

tując uwagi po katastrofie w Madrycie, zaproponowano nowy typu modułu – psychologicznego – złożonego z grupy psychologów, którzy w przypadku katastrof z udziałem obywateli danego państwa członkowskiego mogliby być wysyłani na miejsce zdarzenia i świadczyć pomoc w ojczystym języku.

Problematyka wsparcia psychologicznego w sytuacjach katastrof jest niezwykle ważna i dotyczy dwóch wymiarów: pomocy udzielanej ratownikom w wyniku przeżyć traumatycznych, a także pomocy psychologicznej udzielanej ofiarom katastrof zarówno bezpośrednio po zdarzeniu jak również w okresie późniejszym. Istotna jest także potrzeba współdziałania służb psychologicznych ze strukturami pomocy społecznej.

Punktem wyjścia dla opracowania Konkluzji Rady było zorganizowanie przez prezydencję hiszpańską seminarium w dniach 8-9 lutego br. w Madrycie (w seminarium udział wzięło ok. 100 ekspertów z państw członkowskich, w tym dwóch ekspertów z Polski).

Podczas spotkania w Madrycie uczestnicy stwierdzili, że pomoc psychologiczna powinna być:

- stałym elementem interwencji kryzysowych;
- elementem procedur działania w sytuacjach kryzysowych;
- wspierana przez politykę społeczną;

oraz, że:

- powinna obejmować średnio i długoterminowe działania „rehabilitacyjne”;
- istnieje potrzeba wzmacniania rozwoju sfery pomocy psychologicznej poprzez współpracę międzynarodową.

W dniu 17 marca br., podczas posiedzenia grupy roboczej PROCIV, przedstawiony został pierwszy projekt Konkluzji w zakresie interwencji psychologicznej w przypadku katastrof i zdarzeń niekorzystnych, który spotkał się z poparciem państw członkowskich⁹.

Oprócz promowania strategii utworzenia sieci ekspertów zajmujących się wymianą wiedzy, doświadczeń, najlepszych praktyk w zakresie pomocy psychospołecznej na potrzeby

⁹ doc. 6890/1/10 REV 1, oraz w toku dalszych prac w marcu, kwietniu i maju br. 6890/2/10 REV 2, 7902/10, 8098/10 (włączony później do 6890/2/10), DS 1312/10, 8787/10, 8788/10, 9736/10, 9838/10.

Wspólnotowego Mechanizmu Ochrony Ludności, prezydencja planowała także włączyć pomoc psychospołeczną do programu szkoleniowego w ramach ww. Mechanizmu. Koszty realizacji założeń miałyby być pokrywane przez kraje członkowskie w ramach posiadanych budżetów, a jedynym dodatkowym wsparciem finansowym mógłby być Instrument Finansowy OL. Inicjatywa tworzenia sieci ekspertów, o której mowa powyżej będzie zastąpiona włączeniem ekspertów z zakresu pomocy psychologicznej do istniejącej grupy ekspertów wykorzystywanych na potrzeby ochrony ludności.

Rada UE w Konkluzjach w sprawie opieki psychospołecznej w przypadku sytuacji nadzwyczajnych i katastrof (doc. 9838/10 z dnia 21 maja br.) wzywa państwa członkowskie (jeżeli ich systemy ochrony ludności i inne właściwe organy tego wymagają), by:

- starały się włączyć pomoc psychospołeczną w poszczególne fazy zarządzania ryzykiem i sytuacją nadzwyczajną (fazę profilaktyki, interwencji i łagodzenia skutków);
- ułatwiały i wspomagały kształtowanie indywidualnej i społecznej odporności, stosując profilaktyczne programy społeczne do wzmacniania odporności grup poszkodowanych w wyniku katastrof;
- propagowały ujmowanie – w systemach reagowania na sytuacje nadzwyczajne przewidzianych w planach ochrony ludności na różnych szczeblach (lokalnym, regionalnym, krajowym) – specjalnych zespołów lub ekspertów ds. opieki psychospołecznej, tak by ich działania i działania innych, będących ich partnerami, grup lub instytucji operacyjnych można było łatwiej koordynować na szczeblu dowodzenia lub w terenie;
- propagowały opracowywanie zintegrowanych programów radzenia sobie ze stresem, które pozwolą odpowiednio szkolić pod względem psychospołecznym personel poszczególnych służb ratowniczych (straży pożarnej, policji, służby zdrowia itp.) i, w stosownych przypadkach, pracowników innych kategorii, tak by m.in. zwiększyć ich zdolność do psychospołecznej samoochrony i radzenia sobie ze stresem w sytuacjach krytycznych;
- uwzględniały średnio- i długookresową rehabilitację psychospołeczną w różnych

aspektach życia społecznego, opracowując interdyscyplinarne programy łączące różne obszary kształcenia, zdrowia i działalności instytucyjnej, a także aktywnie angażując poszczególne sektory, które mogły zostać poszkodowane w wyniku katastrofy, oraz organizacje lokalne (stowarzyszenia wolontariackie itp.);

oraz Komisję Europejską, by:

- kwestie psychospołeczne stały się częścią działań unijnego mechanizmu ochrony ludności, w tym częścią programu wymiany ekspertów, co ma na celu rozwijanie odporności psychospołecznej;
- uaktualniła szkoleniowe programy mechanizmu, włączając do istniejących kursów nowe treści psychospołeczne;
- umożliwiła włączenie do bazy ekspertów mechanizmu także ekspertów do spraw psychospołecznych, którzy w razie potrzeby byłiby dyspozycyjni na potrzeby interwencji w ramach mechanizmu;
- ułatwiała w ramach mechanizmu wzajemne kontakty ekspertów do spraw psychospołecznych z myślą o wzmocnieniu i propagowaniu ich funkcji doradczej, szkoleniowej, badawczej, informacyjnej oraz ich roli w wymianie doświadczeń itp.;
- dalej badała, wraz z państwami członkowskimi, potrzebę posiadania unijnych wytycznych w dziedzinie pomocy psychospołecznej i potencjalną korzyść z ich stworzenia, uwzględniając prace toczące się w tej dziedzinie.

Dokument został przyjęty podczas Rady ds. Wymiaru Sprawiedliwości i Spraw Wewnętrznych (JHA), która odbyła się w dniach 3-4 czerwca 2010 r.

Konkluzje Rady UE w sprawie stosowania Mechanizmu Wspólnotowego Ochrony Ludności w przypadku imprez masowych w Unii Europejskiej¹⁰

Pierwotnie Projekt Konkluzji Rady w sprawie użycia WMOL podczas ważnych wydarzeń

w UE miał być częścią składową Projektu Konkluzji Rady w sprawie opieki psychospołecznej w przypadku sytuacji nadzwyczajnych i katastrof. Zdecydowano się jednak rozdzielić oba zagadnienia dla zachowania większej przejrzystości.

W dniach 3-5 marca br. odbyły się w Madrycie warsztaty eksperckie poświęcone koordynacji ochrony ludności podczas imprez masowych. Celem warsztatów było zidentyfikowanie imprez masowych (np.: olimpiady, szczyty polityczne, koncerty etc), w które zaangażowane być mogą struktury ochrony ludności, oraz wypracowanie sposobu analizy ich ryzyka. Prezydencja dużą wagę przyłożyła również do aspektu wsparcia psychologicznego dla potencjalnych ofiar, poszkodowanych w związku z imprezami masowymi. Na warsztatach wypracowano wnioski dla służb i organów funkcjonujących w ramach struktur ochrony ludności w państwach członkowskich. Wyszczególniono rekomendacje, zalecenia, wskazano obszary, w których należy zintensyfikować działania państw członkowskich i UE.

Należy podkreślić, że zintegrowane zarządzanie ryzykiem w sytuacjach zagrożenia przez służby zaangażowane w zabezpieczenie większych wydarzeń może przyczynić się do zwiększenia efektywności ich reagowania w likwidację skutków zdarzenia. Natomiast rozwijanie współpracy pomiędzy administracją publiczną na poziomie krajowym i międzynarodowym może ułatwiać zarówno działania prewencyjne, jak i reagowanie w sytuacji zagrożenia.

Ponadto konieczne jest także ulepszanie metod i narzędzi prewencyjnych przed takimi zdarzeniami, z uwzględnieniem analizy ryzyka i przygotowania obywateli do podejmowania działań. Warto zwrócić także uwagę na konieczność współpracy z mediami, korzystania z doświadczeń innych służb, które mają doświadczenia m. in. w przygotowaniu oraz przeprowadzaniu ewakuacji.

Rada UE w Konkluzjach w sprawie stosowania Mechanizmu Wspólnotowego Ochrony Ludności w przypadku imprez masowych w Unii Europejskiej (doc. 9837/10 z dnia 21 maja br.) wzywa państwa członkowskie, by zgodnie z wymogami ich systemów ochrony ludności i z wymogami określonymi przez odpowiednie organy:

¹⁰ *Draft Council conclusions on the use of the Community Civil Protection Mechanism in major events in the European Union* (doc. 9737/10, ostatnia wersja 9837/10).

- starały się, aby organy odpowiedzialne za zarządzanie ryzykiem, w tym za działania, które należy podjąć na etapie zapobiegania i na etapach wczesnego wsparcia i wspomagania, prowadziły planowanie w sposób zintegrowany, co ma służyć skoordynowaniu i wzajemnemu uzupełnianiu się wszystkich działań interwencyjnych;
- upowszechniały opracowywanie procedur współpracy na szczeblu krajowym i europejskim poprzez wymianę sprawdzonych wzorców i zacieśnianie kontaktów między odpowiednimi podmiotami;
- propagowały korzystanie z doświadczeń nabytych przy okazji podobnych imprez, które odbyły się w przeszłości, zarówno w Unii Europejskiej, jak i poza jej granicami;
- wspierały współpracę i koordynację między podmiotami biorącymi udział w poszczególnych etapach działań, od momentu planowania danej imprezy aż do zarządzania jej przebiegiem;
- wspierały opracowywanie planów ewakuacji w pełni uwzględniających dynamikę tłumu i techniki zarządzania tłumem, które pomogą spowodować właściwą reakcję publiczności i uniknąć niekontrolowanych i nieskoordynowanych reakcji;
- wykorzystywały w tym celu istniejące możliwości, jakie daje instrument finansowy ochrony ludności i wspólnotowy mechanizm ochrony ludności.

oraz Komisję Europejską, by:

- w dalszym ciągu wspierała działania służące określaniu sprawdzonych rozwiązań w celu usprawnienia na wszystkich szczeblach działań z zakresu prewencji, gotowości i reagowania służących zarządzaniu ryzykiem w przypadku imprez masowych;
- pomagała wyciągać wnioski z doświadczeń zdobytych przy okazji imprez masowych i upowszechniała te doświadczenia między państwami członkowskimi;
- dopilnowała, by w projektach realizowanych w ramach instrumentu finansowego ochrony ludności można było uwzględnić analizę ryzyka, gotowość oraz planowanie w zakresie reagowania w odniesieniu do imprez masowych;
- propagowała ćwiczenia w zakresie gotowości i reagowania różnych służb w odniesieniu do imprez masowych w ramach

rocznych programów prac realizowanych na podstawie instrumentu finansowego ochrony ludności;

- zbadała możliwości uprzedniego rozmieszczenia – na wniosek państwa przyjmującego – modułów lub jednostek interwencyjnych za pośrednictwem mechanizmu ochrony ludności;
- w przypadku, gdy państwo przyjmujące wystąpi z prośbą o pomoc – ułatwiała dostęp do informacji na temat procedur interwencyjnych stosowanych przez to państwo;
- promowała różne działania, takie jak seminaria, warsztaty i wymiana ekspertów, które stwarzają możliwość omówienia kwestii przygotowań do imprez masowych;
- uwzględniała imprezy masowe w programach i działaniach szkoleniowych realizowanych w ramach mechanizmu ochrony ludności;
- uwzględniała szczególnie charakter imprez masowych w kontekście prac prowadzonych nad modułami w ramach mechanizmu ochrony ludności z myślą o zwiększeniu interoperacyjności i zapewnieniu jak największej skuteczności pomocy europejskiej;
- prowadziła, wraz z państwami członkowskimi, dalsze prace nad wsparciem państwa przyjmującego.

Dokument został przyjęty podczas Rady ds. Wymiaru Sprawiedliwości i Spraw Wewnętrznych (JHA), która odbyła się w dniach 3-4 czerwca 2010 r.

Zapowiedź priorytetów prezydencji belgijskiej w obszarze ochrony ludności

Prezydencja belgijska rozpocznie się 1 lipca 2010 r. Na spotkaniu Dyrektorów Generalnych Ochrony Ludności w Madrycie (10-11.06.2010) dokonano prezentacji zagadnień, którymi zajmie się nadchodząca Prezydencja. Na forum PROCIV PREZ BE zaproponowała:

- wypracowanie Konkluzji Rady UE dla stworzenia innowacyjnych rozwiązań w zakresie finansowania działań w dziedzinie zapobiegania katastrofom. Celem ma być przeciwdziałanie katastrofom poprzez efektywniejsze wspieranie państw członkowskich w zakresie prewencji;

- wypracowanie Konkluzji Rady UE służących wsparciu państwa-gospodarza (*Host Nation Support*). Celem jest usprawnienie systemu współpracy z zagranicznymi grupami ratowniczymi na terytorium państwa-gospodarza, który obejmuje szereg aspektów, takich jak: logistyka (np. zakwaterowanie, transport lokalny, itp.), zagadnienia prawne (np. kwestie celne), kwestie finansowe, kwestie odpowiedzialności. Warsztaty na temat *Host Nation Support*, służące za podstawę do wypracowania Konkluzji Rady odbędą się w dniach 15-17 września we Florival;
- rozwijanie zagadnienia pomocy konsularnej (temat potencjalny). Celem jest wykorzystanie, w ramach Mechanizmu, możliwości zwiększenia pomocy konsularnej. Podstawę prawną stanowi art. 2 pkt.10 Decyzji Rady nr 2007/779/EG.

Planowana jest organizacja corocznego spotkania koordynatorów kursów Wspólnotowego Mechanizmu OL (6-7 październik 2010, Florival) oraz ewaluacja 8. cyklu szkoleniowego w ramach Wspólnotowego Mechanizmu OL.

Prezydencja będzie stosować się do wytycznych dotyczących Oceny Ryzyka jak również rozwijać pracę nad Siecią Ostrzegania o Zagrożeniach dla Infrastruktury Krytycznej (*Critical Infrastructure Warning Information Network – CIWIN*). Spotkanie Dyrektorów Generalnych ds. OL odbędzie się w dniach 26-28 października 2010 r. w Brukseli. Podczas spotkania mają zostać zaprezentowane wytyczne dot. oceny ryzyka UE oraz innowacyjne inicjatywy dot. przepisów i dobrych praktyk w zakresie ochrony lasów przed pożarami. Jednym z ważniejszych wydarzeń będzie seminarium podsumowujące projekt „Zdolność Szybkiego Reagowania” EURRC7 (*Rapid Response Capability Project 7 – EURRC7*).

Podsumowanie

Okres prezydencji hiszpańskiej w sposób znaczący przyczynił się do zaktywizowania działań w kwestiach związanych z zapobieganiem pożarom lasów, pomocą psychologiczną dla ofiar poważnych katastrof, a także użyciem Mechanizmu Wspólnotowego Ochrony Ludności w przypadku imprez masowych w Unii Europejskiej.

Prezydencja belgijska będzie kontynuowała podjęte już wcześniej prace w ramach grupy roboczej PROCIV, ale także podejmie nowe wyzwania związane m.in. ze stworzenia innowacyjnych rozwiązań w zakresie finansowania działań w dziedzinie zapobiegania katastrofom.

Okres prezydencji belgijskiej będzie też czasem adaptacji nowej struktury OL w Komisji Europejskiej. Wprowadzona zmiana polega na integracji Wydziału Ochrony Ludności, który został przesunięty z Dyrekcji Generalnej Środowisko (DG ENV) do nowoutworzonej Dyrekcji Generalnej ds. Pomocy Humanitarnej i Ochrony Ludności (DG ECHO) – wcześniej Dyrekcji Generalnej ds. Pomocy Humanitarnej (DG ECHO). Należy się spodziewać, że wprowadzona zmiana zaowocuje integracją sfery ochrony ludności ze sferą pomocą humanitarną, co przyczyni się do możliwości wypracowania jednolitego podejścia do sytuacji kryzysowych wymagających zaangażowania potencjału OL, a także lepszej koordynacji podejmowanych decyzji¹¹.

Literatura

1. 18-miesięczny program Rady (doc. 17696/09 z dnia 22 grudnia 2009 r.);
2. Konkluzje Rady UE w sprawie zapobiegania pożarom lasów (doc. 7788/10 z dnia 16 czerwca br.);
3. Konkluzje Rady UE w sprawie opieki psychospołecznej w przypadku sytuacji nadzwyczajnych i katastrof (doc. 9838/10 z dnia 21 maja br.);
4. Konkluzje Rady UE w sprawie stosowania Mechanizmu Wspólnotowego Ochrony Ludności w przypadku imprez masowych w Unii Europejskiej (doc. 9837/10 z dnia 21 maja br.);
5. Instrukcje i sprawozdania z posiedzeń grupy roboczej PROCIV (styczeń – czerwiec 2010 r.);
6. Zasoby internetowe m.in.: instytucji unijnych takich jak Rada UE, czy też Komisja Europejska, a także Rządowego Centrum Bezpieczeństwa.

Recenzenci:

dr inż. Dariusz Wróblewski

mgr Sławomir Górski

¹¹ Od lutego 2010 r. po zatwierdzeniu nowego Kolegium komisarzy UE – wzrosło znaczenie Dyrekcji Generalnej ds. pomocy humanitarnej (DG ECHO). Wyznaczenie nowego komisarza odpowiedzialnego za współpracę międzynarodową, pomoc humanitarną i reagowanie w sytuacjach kryzysowych jest zgodne z przepisami Traktatu Lizbońskiego, który nadaje trwałą i ważną rolę kwestiom pomocy humanitarnej i ochrony ludności.

mgr Anna KOŁODZIEJ-SARAMAK

Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożarowego

i Automatyki Pożarniczej

CNBOP

PRZYSZŁOŚĆ SYSTEMÓW WCZESNEGO OSTRZEGANIA LUDNOŚCI O ZAGROŻENIACH. „CELL BROADCAST FOR PUBLIC WARNING”

**The future of public warning systems.
Project “Cell broadcast for public warning”**

Streszczenie

Prace nad realizacją projektu “Cell Broadcast for public warning - Sharing knowledge and experiences and identification and standardisation of (technical) requirements” związane były z badaniami możliwości wykorzystania systemu “Cell broadcast” do masowego powiadamiania o zagrożeniach. Kluczowym zagadnieniem projektu było sprawdzenie jego użyteczności, społecznej akceptacji i skuteczności jako systemu uzupełniającego istniejące narzędzia alarmowania. Artykuł przedstawia wyniki badań oraz doświadczenie zgromadzone przez uczestników projektu podczas dwuletniej realizacji.

Summary

Project “Cell Broadcast for public warning - Sharing knowledge and experiences and identification and standardisation of (technical) requirements” study into the use of cell broadcast as a citizen alert system. This article will describe the conclusions and lessons two years works on this problem.

The central question of the study was whether cell broadcast for citizen alert systems would be a useful addition to the present siren system, in terms of effectiveness and efficiency. To answer this central question, four themes were studied: reach, acceptance, technology and content.

Słowa kluczowe: cell broadcast, GSM, telefon komórkowy;

Key words: cell broadcast, GSM, mobile phones;

Wstęp

Cele projektu w ujęciu Komisji Europejskiej

Począwszy od 2004 roku z inicjatywy wspólnoty unijnej rozpoczęto szereg działań w obszarze bezpieczeństwa, co znalazło swoje odzwierciedlenie w Programie Haskim z tegoż roku. Program ten wyraźnie podkreślał potrzebę działań mających na celu zapobieganie i zwalczanie różnych rodzajów przestępstw, w szczególności terroryzmu oraz wypracowania rozwiązań techniczno-strukturalnych, a także prawnych, umożliwiających realizację i wdrożenie systemów ważnych z punktu widzenia bezpie-

czeństwa ludności (alarmowanie i ostrzeganie). Program ten kładł ogromny nacisk na potrzebę praktycznej współpracy w tych obszarach, polegającej zarówno na wymianie doświadczeń, jak również współpracy służb i instytucji odpowiedzialnych za systemy wczesnego ostrzegania w krajach europejskich.

Celem nadrzędnym stała się eliminacja słabych punktów wspólnoty w zakresie infrastruktury krytycznej, w tym łączności i systemów wczesnego ostrzegania.

Komisja Europejska zaprezentowała ideę uruchomienia mechanizmów systemu wczesne-

go ostrzegania przed zagrożeniami naturalnymi i cywilizacyjnymi.

Stworzenie systemu wczesnego ostrzegania jest procesem, którego pierwszą fazą jest zidentyfikowanie obszarów i kierunków prac, które powinny być podjęte, aby możliwe było osiągnięcie celu. Komisja Europejska ogłaszając 7 program ramowy zapewniła możliwość dofinansowania tego obszaru. Program finansujący projekty naukowo-badawcze skupiające się wokół tematyki wczesnego ostrzegania przed katastrofami, tzw. „na wielką skalę”, jak tsunami, trzęsienia ziemi, powódzie, osunięcia terenu, pożary obszarów leśnych czy zagrożenia lawinami, rozpoczął kosztowny i pracochłonny etap integracji europejskiej w zakresie ochrony ludności.

Przedstawiony przez Komisję Europejską pakiet programowy zawierał trzy programy „*Solidarność i zarządzanie przepływem migracji – Solidarity and management of migration flows*”, „*Podstawowe prawa i sprawiedliwość – Fundamental rights and justice*” oraz „*Bezpieczeństwo i zabezpieczenie wolności – Security and safeguarding liberties*”.

W ostatnim ramowym programie znalazł się projekt „*Zapobieganie, przygotowanie i rezultaty zarządzania w aspekcie przeciwdziałania terroryzmowi (Prevention, preparedness and consequence management of terrorism*”, którego finansowanie objęło międzynarodowy projekt „*The Cell broadcast for public warning*”. Prace nad realizacją projektu ukierunkowane były na rozwój współpracy oraz tworzenie lub wzmacnianie istniejących mechanizmów wymiany informacji zgodnie z jednym z kierunków przyjętych w ramach działalności wspólnoty europejskiej w zakresie technologii informatycznych i telekomunikacyjnych w wymienionych poniżej obszarach:

1. Porównawcze analizy nt. konsekwencji w zakresie funkcjonowania infrastruktury krytycznej ICT;
2. Studiowanie realnych, pomocniczych systemów zasilania dla komórkowej sieci telekomunikacyjnej w celu wzmocnienia wytrzymałości podczas przerw w zasilaniu z zewnętrznych źródeł;
3. Rozwój strategii unijnej na wypadek zaistnienia sytuacji kryzysowych w sektorze infrastruktury łączności, która wspiera

operacyjność i interoperacyjność działania w przypadkach zniszczenia infrastruktury telekomunikacji i łączności (np. centra 112, radiowe i telewizyjne stacje nadawcze).

Głównymi celami projektu „Cell broadcast for public warning” (pozytywnie zaopiniowanego przez Komisję Europejską) jest zapewnienie skutecznej międzynarodowej współpracy w zakresie wymiany doświadczeń pomiędzy podmiotami i służbami odpowiedzialnymi za reagowanie w poszczególnych krajach. Zamierzonym efektem realizacji projektu będzie wzmocnienie lub nawiązanie współpracy w obszarze reagowania i ochrony ludności na wypadek skutków zagrożeń wywołanych katastrofami naturalnymi i cywilizacyjnymi, szczególnie w zakresie alarmowania i ostrzegania (system wczesnego ostrzegania) o charakterze transgranicznym. Z uwagi na charakter projektu wzięły w nim udział instytucje odpowiedzialne za ochronę ludności w poszczególnych krajach-partnerach projektu oraz instytucje i służby, których zadaniem jest likwidacja skutków zdarzeń kryzysowych.

Komisja Europejska przedstawiła propozycje przedsięwzięć w ramach programu dla Państwowej Straży Pożarnej we współpracy z innymi służbami w obszarze działań ukierunkowanych na rozwój na poziomie UE. Projekt skupiał się na współpracy międzynarodowej ukierunkowanej na transfer doświadczeń dotyczących zdolności przeprowadzania operacji masowej ewakuacji w przypadku wystąpienia zdarzeń kryzysowych (analiza i ocena procedur współpracy operacyjnej, planów koordynacji i reagowania kryzysowego).

Komisja Europejska do nadrzędnych działań ukierunkowanych na ochronę ludności zaliczyła rozwój potencjału europejskich ośrodków naukowo-badawczych mogących prowadzić badania ukierunkowane na rozwój infrastruktury wczesnego ostrzegania w poszczególnych krajach, jak również wkład w rozwój systemów wczesnego ostrzegania wykorzystywanych przez służby obrony cywilnej. Ogromne znaczenie dla realizacji projektu ma wymiana doświadczeń środowisk naukowych, obrony cywilnej oraz służb ratowniczych, gdyż to właśnie na płaszczyźnie wzajemnej współpracy po-

między krajami można budować podstawy zunifikowanego systemu wczesnego ostrzegania w UE.

Jednakże podstawą działań ukierunkowanych na wzmacnianie istniejących mechanizmów bezpieczeństwa w UE jest poprawa bezpieczeństwa społeczności lokalnych w poszczególnych krajach w przypadku występowania zagrożeń naturalnych i cywilizacyjnych bądź terrorystycznych.

Zadania projektu „Cell Broadcast” wpisują się w unijny program poprawy bezpieczeństwa oraz wymiany doświadczeń z zakresu systemów wczesnego alarmowania o zagrożeniach.

Skuteczny system wczesnego ostrzegania

W obecnych czasach wykorzystuje się wiele sposobów, by w razie zagrożenia szybko i efektywnie powiadomić ludność o niebezpieczeństwie oraz przekazać instrukcje o sposobie postępowania lub ewakuacji. Po atakach terrorystycznych z 11 września 2001r na World Trade Center, 7 lipca 2005r na Londyńskie Metro oraz 11 marca 2004 na pociągi podmiejskie pod Madrytem, wczesne ostrzeganie stało się głównym tematem debat politycznych w Europie.

Wykrywanie zagrożeń, alarmowanie i ostrzeganie stanowią pole dla zastosowań najnowszych zdobyczy technologicznych. Podstawowe cele funkcjonowania nowoczesnych systemów to:

- umożliwienie jak najwcześniejszego wykrycia zagrożenia;
- stworzenie procedur alarmowania zapewniających możliwie najkrótszy czas podjęcia działań przez właściwe służby;
- stworzenie procedur i systemów ostrzegania i informowania ludności gwarantujących jak najszybszy dostęp do rzetelnej informacji w możliwie najkrótszym czasie (dotyczy to przesyłania informacji przez Służby Publiczne do odbiorców znajdujących się w obrębie zdefiniowanego obszaru.

Ministerstwo Spraw Wewnętrznych Holandii przedłożyło Komisji Europejskiej propozycję projektu ostrzegania ludności przed zagrożeniami za pomocą telefonii komórkowej. Celem projektu było stworzenie takiego systemu ostrzegania, żeby informacja o zagrożeniu została dostarczona do jak największej ilości użyt-

kowników telefonów komórkowych na zagrożonym obszarze w postaci krótkiej informacji tekstowej. Holandia, jako inicjator i koordynator prac nad projektem oraz kraj mający w tym względzie największe doświadczenie spośród państw europejskich, dysponowała wynikami kilkuletnich badań dotyczących wymagań technicznych w zakresie technologii cell broadcast.

Wdrożenie tej technologii na poziomie całego kraju zostanie przeprowadzone w Holandii do końca roku 2010.

Warsztaty odbywające się w toku realizacji projektu służyły przedstawieniu efektów dotychczasowej pracy zespołów z krajów biorących udział w przedsięwzięciu. Przedstawicielami państw, uczestników projektu, byli w większości pracownicy ministerstw spraw wewnętrznych lub biur ochrony ludności. (Tab.1)

Tabela 1.

Uczestnicy projektu „Cell Broadcast”

Austria	Federal Ministry of Interior, National Crisis and Disaster Prevention Management
Finland	Ministry of the Interior, Department for Rescue Services
France	Ministry of the Interior
Germany	Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance
Hungary	National Directorate General for Disaster Management
Norway	Directorate for Civil Defence and Emergency Planning
Slovenia	Administration for Civil Protection and Disaster Relief
Sweden	Swedish Rescue Services Agency
The Netherlands	Ministry of the Interior, National Crisis Centre
United Kingdom	Cabinet Office, Civil Contingencies Secretariat

The Cell Broadcast

Prace nad realizacją projektu miały na celu wymianę wiedzy z zakresu komunikacji kryzysowej oraz doświadczeń ukierunkowanych na wymagania techniczne oraz regulacje prawne, które będą podstawą do opracowania stan-

dardów europejskich umożliwiających wprowadzenie technologii Cell Broadcast do życia codziennego na obszarze Unii Europejskiej.

Komunikacja kryzysowa, techniczne problemy komunikacji z użytkownikami telefonów komórkowych, jak również zagadnienia związane z kompetencjami organów odpowiedzialnych za działania podczas sytuacji zagrożenia w poszczególnych krajach, będących partnerami projektu, to tylko niektóre z problemów poruszanych podczas zjazdów warsztatowych i seminarijnych.

Ze względu na charakter projektu „The Cell Broadcast for public warning”, jego realizacja polegała na wymianie doświadczeń i analizie informacji uzyskanych na podstawie badań prowadzonych w poszczególnych krajach. System CB jako sposób przekazywania informacji o zagrożeniu za pośrednictwem sieci telefonii komórkowej do osób będących na zagrożonym terenie uzyskał rekomendacje wszystkich krajów członkowskich, które podpisując list intencyjny wyraziły zainteresowanie wynikami projektu i ewentualnym wdrożeniem systemu CB na obszarze własnego państwa w bliżej nieokreślonej perspektywie.

Z perspektywy Polski tematyka projektu pokrywa się z celami i kierunkami działania Państwowej Straży Pożarnej i Krajowego Sytemu Ratowniczo-Gaśniczego, jednakże należy zwrócić uwagę, iż system wczesnego ostrzegania nie znajduje się z obszarze zadań i kompetencji PSP.

Zgodnie z harmonogramem przyjętym we wniosku do Komisji Europejskiej, Polska reprezentowana przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej oraz Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej, była partnerem projektu europejskiej współpracy w zakresie wdrożenia technologii Cell Broadcast. W roku realizacji projektu (2009) Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej było dwukrotnie organizatorem warsztatów w dniach 4-5 marca oraz seminarium 30.06.2009 – 01.07.2009.

Ustanowiona europejska grupa robocza ds. technicznych, w ramach której prowadzono wymianę wiedzy i doświadczeń, oprócz aspektów technicznych poruszała między innymi problemy:

- określenia rodzaju języków w jakich nastąpi nadawanie komunikatów ostrzegawczych;

- doboru sygnałów dźwiękowych dla aparatów telefonicznych;
- doboru kanałów częstotliwości oraz konfiguracji aparatów telefonicznych w celu odbioru sygnału;
- przeprowadzenia międzynarodowych testów – w tym przeprowadzenie ćwiczeń alarmowania ludności przy użyciu technologii Cell Broadcast jako głównego narzędzia systemu alarmowania ludności.

Ustanowienie europejskiej grupy roboczej stało się podstawą sukcesu projektu.

Kluczowymi punktami podczas realizacji projektu było określenie kierunków prowadzonych obecnie badań w obszarze systemów wczesnego wykrywania i ostrzegania o zagrożeniach oraz znalezienie płaszczyzn wzajemnej współpracy środowisk naukowych i obrony cywilnej w zakresie zmian w przepisach, ustanowienia standardów wiadomości na obszarze UE, opracowania i ustanowienia standardów sygnałów alarmowych, pojemności tekstowej informacji wiadomości CB, zasięgu systemu Cell Broadcast, badań społecznych i kampanii informacyjnej, wprowadzenia systemu do praktycznych zastosowań (Holandia).

System „Cell Broadcast”, zgodnie z założeniami, będzie stanowić technologię uzupełniającą funkcjonujący w krajach system wczesnego ostrzegania i alarmowania ludności na wypadek mogących wystąpić zagrożeń.

System CB wykorzystuje technologię wysyłania wiadomości do użytkowników telefonów komórkowych. Wiadomości te wysyłane są za pomocą masztów, nadajników GSM (stacji bazowych BTS) używanych powszechnie w systemie telefonii komórkowej. Oznacza to, że każdy użytkownik otrzyma wiadomość pod warunkiem przebywania w zasięgu sieci i posiadania uaktywnionego w swoim aparacie właściwego kanału. W nowych telefonach komórkowych istnieje możliwość automatycznego uaktywniania kanału.

Wykorzystanie najnowszych zdobyczy technologii i rozwiązań technicznych takich jak telefonia cyfrowa, czy RDS pozwala na skuteczniejszą formę alarmowania dużej grupy społeczeństwa w bardzo krótkim czasie. Rozwiązanie CB może odegrać ogromną rolę w kontekście alarmowania ludności, nie tylko w przypadku

wystąpienia zdarzeń, katastrof o dużych rozmiarach i gwałtownym przebiegu, ale również jako system ostrzegania przed zagrożeniami o charakterze lokalnym, ograniczonym do gminy czy nawet jednej dzielnicy bądź ulicy w mieście. Realizacja projektu jest ogromną szansą dla unifikowania systemów wczesnego ostrzegania na obszarze Europy, a dla krajów nie posiadających doświadczeń w dziedzinie nowoczesnego systemu wczesnego ostrzegania i alarmowania otwiera możliwość zdobycia informacji oraz zaimplementowanie sprawdzonych algorytmów w kontekście ogólnoeuropejskim.

W świetle nadchodzących wyzwań związanych przede wszystkim z organizacją mistrzostw EURO 2012, celem było rozpoczęcie prac nad rozwojem nowoczesnych technologii wczesnego ostrzegania. Ponadto zaangażowanie KG PSP w realizację projektu było wypełnieniem obowiązków wynikających z § 2 pkt 8. rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Szefa Obrony Cywilnej Kraju, szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin (DzU. z 2002r., Nr 96 poz. 850), który mówi, iż do zadań SOCK należy inicjowanie działalności naukowo-badawczej dotyczącej obrony cywilnej, udział w pracach unifikacyjno-normalizacyjnych w tej dziedzinie, a także wytyczenie kierunków modernizacji systemu wykrywania i alarmowania oraz systemu wczesnego ostrzegania o zagrożeniach w związku z § 3 pkt 6 ww. rozporządzenia.

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi, w ramach realizacji projektu, prowadziło badania ukierunkowane na rozwiązanie problemu systemu wczesnego ostrzegania za pośrednictwem telefonii komórkowej w aspekcie oddziaływania komunikatów oraz zrozumiałości komunikatów anglojęzycznych. CNBOP reprezentowało Polskę na zjazdach seminaryjnych i warsztatowych poza granicami kraju oraz było organizatorem warsztatów i seminarium w kraju, zgodnie harmonogramem realizacji projektu. Zjazdy miały na celu wymianę wiedzy z zakresu komunikacji kryzysowej, technicznych problemów komunikacji z użytkownikami telefonów komórkowych, jak również zagadnień związanych z kompetencjami organów odpowiedzialnych za działania podczas sytuacji

zagrożenia w poszczególnych krajach w aspekcie organizacyjno-prawnym.

Poczynione obserwacje systemu ostrzegania w Polsce oraz analiza procedur z zakresu alarmowania ludności stwarzają podstawy do stwierdzenia, iż obecny stan systemu wczesnego ostrzegania nie gwarantuje powiadomienia wszystkich osób znajdujących lub mogących się znaleźć w strefie zagrożenia, jak również nie gwarantuje powiadomienia wszystkich w tym samym czasie, jest zatem systemem nierównych szans.

Podstawową zaletą systemu CB, opartego na zastosowaniu technologii komórkowej, jest możliwość przesłania w czasie od kilkunastu sekund do maksymalnie kilku minut informacji o zagrożeniu (mogącym być konsekwencją ataku terrorystycznego, naglej anomalii pogodowej – trąby powietrznej, burzy itp.) do wszystkich osób znajdujących się w strefie zagrożenia (np. miejsce rozgrywek piłkarskich – stadion, obiekt rozrywkowy itp.).

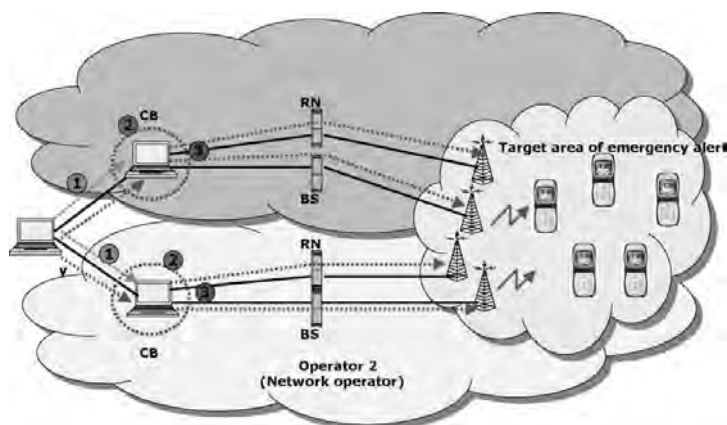
Do głównych zalet systemu zaliczamy:

- jego szybkość (bez względu na liczbę osób wszyscy otrzymują informację jednocześnie);
- możliwość jednoczesnego nadawania komunikatów ostrzegawczych w kilku językach (możliwość dotarcia do osób posługujących się innym językiem niż język polski);
- możliwość przesyłania instrukcji o sposobie uniknięcia zagrożenia lub zminimalizowania ryzyka.

System ten wykorzystuje do nadawania komunikatów istniejące nadajniki operatorów sieci komórkowej, zatem przekaz następuje za pośrednictwem fal radiowych o określonej częstotliwości i na określonym kanale. Zaletą takiego rozwiązania jest funkcjonowanie systemu nawet w przypadku „przeciążenia” sieci. Oznacza to, że użytkownik otrzyma komunikat SMS-CB, natomiast nie otrzyma wiadomości SMS. W przypadku wiadomości SMS numer telefonu, do którego jest ona wysyłana musi być znany operatorowi, zatem najpierw musi zostać nawiązane obustronne połączenie pomiędzy telefonem i miejscem lokalizacji czyli nadajnikiem BTS. Ponadto, każdy telefon musi być zaadresowany oddzielnie, w rezultacie czego prędkość dostarczania wiadomości nie jest satysfakcjonująca, jak również niemożliwe jest równoczesne

nadanie komunikatu do wszystkich telefonów w strefie nadajnika. Podsumowując powyższe można stwierdzić, że SMS nie spełnia kryteriów wymaganych od usług kierunkowej – lokalizacji.

Otrzymanie komunikatu za pomocą systemu CB obwarowane jest dwoma warunkami: użytkownik musi przebywać w pewnym obszarze oraz musi mieć włączony telefon. System CB jest technologią umożliwiającą definiowanie i przysyłanie wiadomości tekstowych do wszystkich terminali mających dostęp do tzw. „komórek” (obszar zasięgu). Podczas gdy wiadomości SMS przysyłane są z jednego punktu do jednego telefonu, komunikaty CB (SMS – CB) mogą być transmitowane z jednego punktu do określonej, wyselekcjonowanej strefy. Oznacza to, że wiadomości SMS-CB mogą dotrzeć do dużej liczby odbiorców w jednej chwili – komunikaty są kierowane do „komórek”, a nie do terminali. Ponadto system ten pozwala na zachowanie anonimowości, tzn. podmiot wysyłający informację nie zna danych personalnych odbiorcy. (Ryc. 1,2)



Ryc. 1. Zasada działania systemu CELL BROADCAST
Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu

Harmonogram realizacji projektu przewidywał pięć spotkań warsztatowych, 4 spotkania grup roboczych oraz 2 seminaria podsumowujące prace.

„Frequency management”, seminarium otwierające prace nad projektem miało na celu zapoznanie uczestników ze strukturami zarządzania kryzysowego w poszczególnych krajach partnerach projektu oraz z istniejącym systemem powiadamiania o zagrożeniach.

W większości krajów podstawowym systemem alarmowania jest sieć syren akustycznych

oraz dostawcy mediów czyli radio, telewizja i Internet. Holandia i Szwecja dodatkowo posługuje się systemem RDS (Radio Data System), polegającym na wyświetlaniu na panelu radiowym informacji na temat warunków atmosferycznych i informacji drogowych dla kierowców. W Szwecji istnieje także dodatkowe rozwiązanie dedykowane do miejscowości położonych w pobliżu elektrowni atomowych opierające się również na systemie RDS.

Na spotkaniu zostały poruszone także problemy związane z lokalizacją CBC (Cell Broadcast Centrum) czyli „serca” systemu powiadamiania na terenach poszczególnych krajów oraz zasad i sposobu administrowania centrów przez operatorów.

Uczestnicy projektu mieli możliwość poznania zalet systemu i ogólnych zasad jego funkcjonowania na terenie Królestwa Holandii. Podstawą przekazu komunikatu Cell Broadcast jest stały trzyetapowy algorytm:

1. Władze lub odpowiedzialne służby przysyłają informacje do operatorów telekomunikacyjnych w celu nadania przekazu wiadomości do docelowej strefy;
2. Operatorzy telekomunikacyjni określają komórki sieci – nadajniki BTS (lub władze określają komórki na podstawie danych otrzymanych od operatorów);
3. Operatorzy telekomunikacyjni (bądź władze) przekazują komunikat (Cell Broadcast Message) poprzez odpowiednich kontrolerów stacji bazowych.

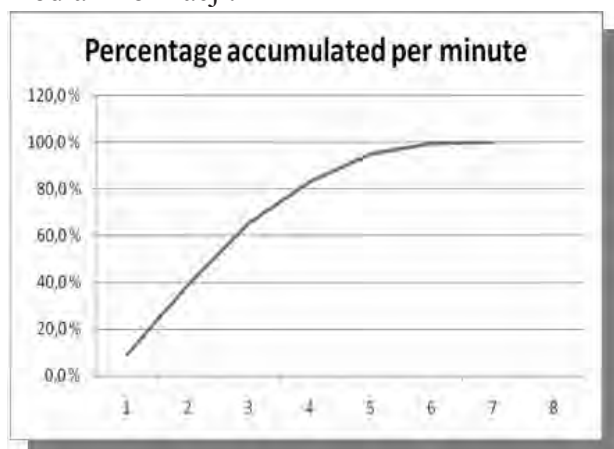


Ryc. 2. Zasada funkcjonowania systemu CBS
Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu

Na wybór systemu CB jako uzupełniającego systemu służącego do ostrzegania i alarmowania wpłynęły głównie następujące jego cechy, m.in.:

- możliwość skutecznej masowej komunikacji ludności (w tym turystów) na określonym obszarze (przesyłanie informacji niemalże w czasie rzeczywistym, dopuszczalne jest maksymalnie 3 sekundowe opóźnienie;
- używanie dedykowanego kanału, co pozwala uniknąć zakłócania pracy innych sieci, w przypadku Holandii jest to kanał #920;
- możliwość przesyłania zarówno tekstów jak i obrazów np. piktogramów, uproszczonych map itp.;
- możliwość przesyłania tekstów w różnych językach ukierunkowana na obywateli innych państw, których operator obsługuje w ramach roamingu, oraz możliwość objęcia usługą terenów transgranicznych (możliwość rezerwacji dodatkowych kanałów dla różnych wersji językowych i możliwość wyboru przez użytkownika telefonu odpowiedniej wersji językowej);
- możliwość ostrzegania obywateli, którzy w chwili alarmu znajdują się w: domach, pracy, miejscach publicznych, na zewnątrz i wewnątrz zabudowań lub zmieniają miejsce pobytu np. prowadzą samochód i mogą wjechać w zagrożoną strefę.

Poniżej (Ryc.3.,4.,5.) przedstawione zostały wyniki badań przeprowadzanych podczas testów systemu w Holandii oraz wyniki badań ankietowych dotyczących rozkładu zaufania do źródła informacji.



Ryc.3. Procentowy rozkład rezultatów badania – weryfikacja czasu potrzebnego na dostarczenie informacji za pomocą sieci CB.

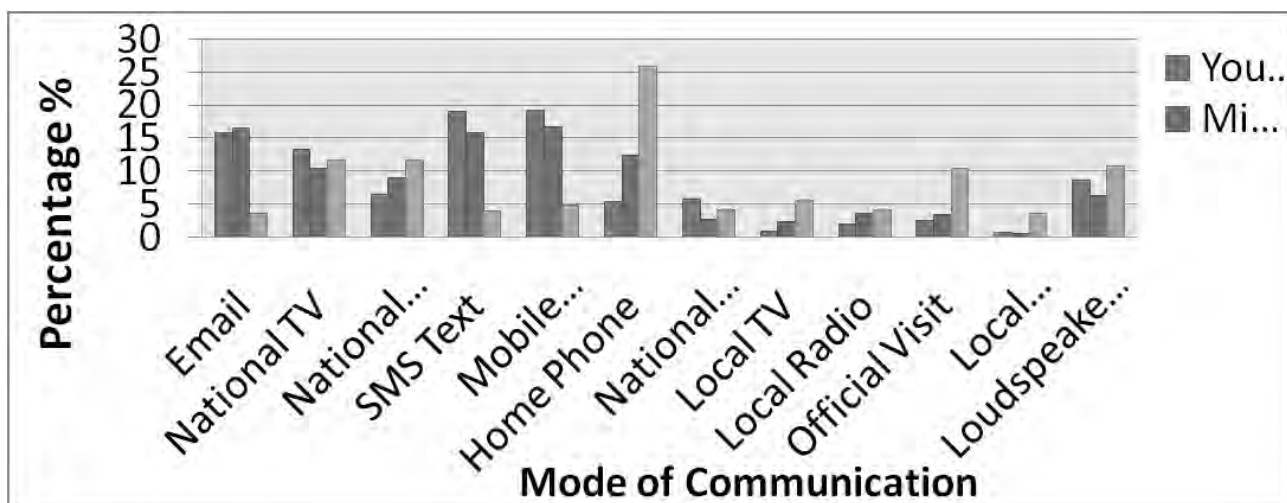
Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu.

Przedstawiony wykres ilustruje szybkość dostarczenia komunikatu. W ciągu kilku minut od wysłania wiadomości SMS-CB, większa część uczestników projektu otrzymała wiadomość udzielając pozytywnej odpowiedzi w postaci zwrotnej wiadomości tekstowej.

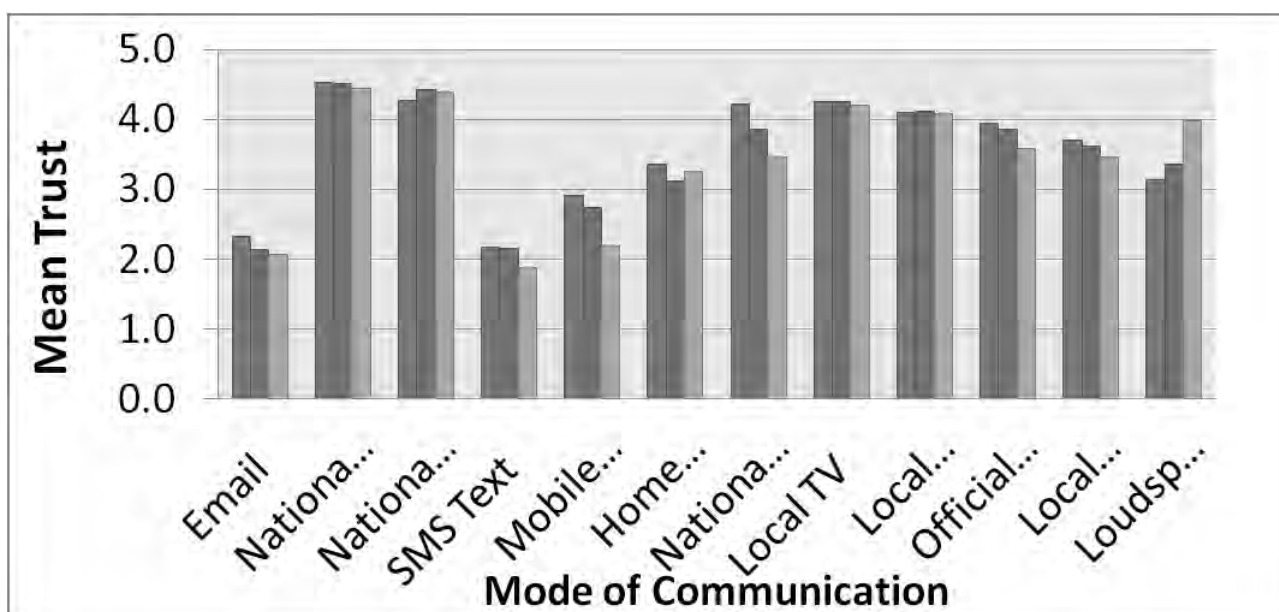
Blok tematyczny „*User Interface*” – poruszał techniczne zagadnienia związane z dostępnością sieci telefonii komórkowej oraz jej ograniczeniach dla przesyłania informacji tj. zasięg sygnału, pokrycie obszarowe, zmiany w oprogramowaniu telefonów, techniczne możliwości nadawania komunikatów dla osób niepełnosprawnych (głucho-niemych, niewidzących). Przedstawione wyniki badań przeprowadzonych na grupie obywateli holenderskich, dzięki zastosowaniu telefonów komórkowych Nokia 6150 ze zmienionym oprogramowaniem, dowiodły, iż ten rodzaj informacji cieszy się społecznym zainteresowaniem oraz bardzo dużym zaufaniem wśród badanych. Prowadzone ankiety potwierdziły wysoki stopień akceptacji społecznej oraz bardzo wysoki procent potencjalnych użytkowników i dostępności do informacji w porównaniu z innymi źródłami rozsyłania komunikatów o zagrożeniu. Zmodyfikowane na potrzeby projektu Cell Broadcast oprogramowanie telefonu umożliwiało interaktywne testy funkcjonalne systemu polegające na potwierdzaniu otrzymania wiadomości przez badanych i wysłaniu informacji zwrotnej o zrozumieniu polecenia do centrum nadawczego.

Przedstawione badania populacji brytyjskiej dotyczyły zakresu wykorzystywania różnego rodzaju źródeł informacji oraz stopnia zaufania do poszczególnych sposobów uzyskiwania tych informacji w różnych przedziałach wiekowych (kolor zielony – ludzie starsi, kolor niebieski – osoby młode, kolor bordowy – osoby w średnim wieku).

W bloku tematycznym „*User interface*” zidentyfikowano problemy związane z zastosowaniem systemu w okolicach przygranicznych, a dokładniej na obszarach, gdzie zagrożenie może oddziaływać na dwa lub więcej sąsiadujących ze sobą państw. Ważnym zadaniem jest zatem uzyskanie kompatybilności systemów CB różnych krajach. Oprócz problemów technicznych w wymianie informacji o zagrożeniu zwrócono uwagę również na aspekt językowy, będący równie istotnym zagadnieniem do roz-



Ryc. 4. Procentowy rozkład korzystania z różnego typu dostawców informacji w kategoriach wiekowych
Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu



Ryc. 5. Wykres zależności stopnia zaufania do źródła informacji w odniesieniu do kategorii wiekowej
Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu

wiązania na terenach gdzie obywatele posługują się różnymi językami.

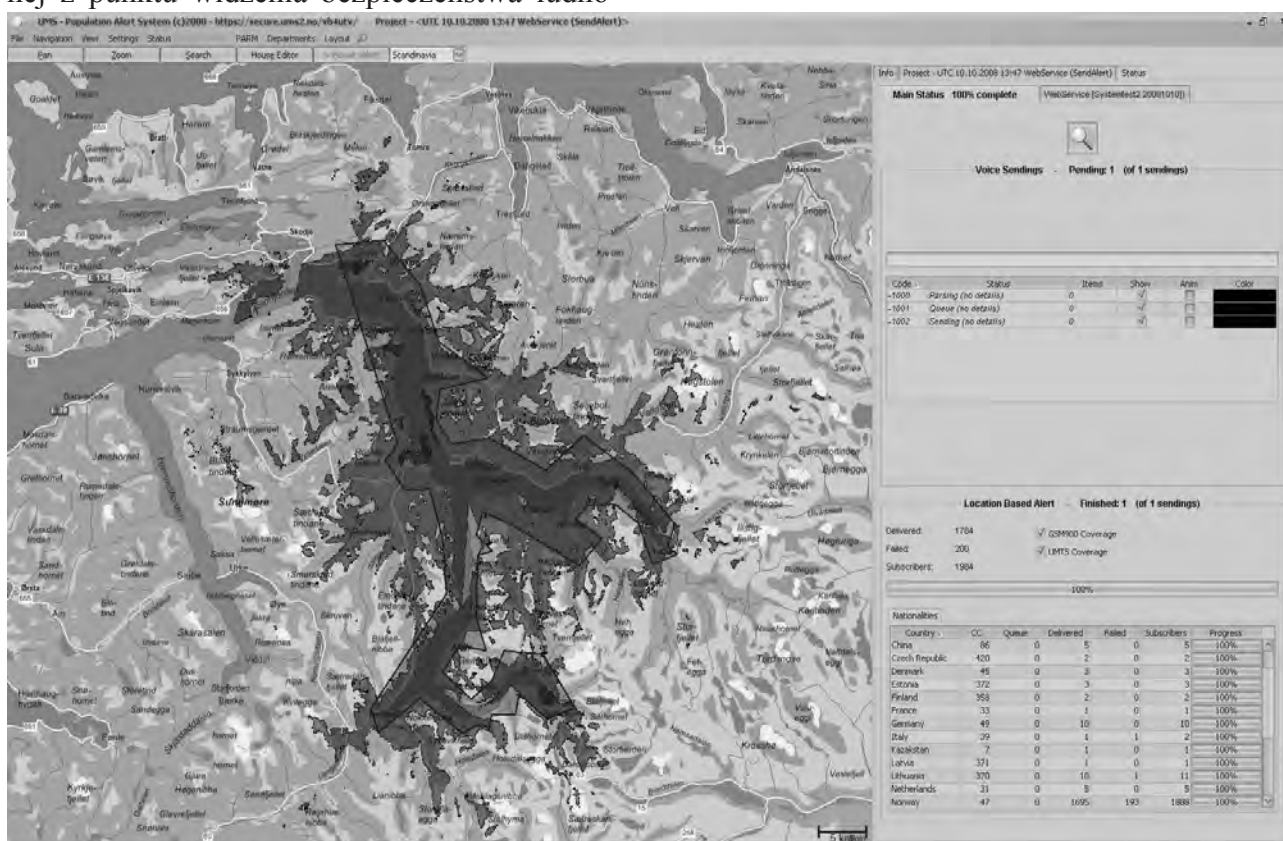
Wszystkie kraje biorące udział w projekcie definiowały problemy związane z zagadnieniami wczesnego ostrzegania, w aspekcie środków powiadamiania o zagrożeniu za pośrednictwem odpowiedzialnych instytucji, zapewnienia warunków do podjęcia działań mających na celu uniknięcie lub zminimalizowanie ryzyka wystąpienia zagrożenia oraz przygotowanie do podjęcia skutecznych i efektywnych działań w przypadku ich wystąpienia, poprzez:

a. identyfikację niebezpieczeństw i ryzyk z nimi związanych (m.in.: mapowanie zagrożeń i szacowanie ryzyka);

- b. wczesne wykrywanie zagrożeń;
- c. określenie istniejących systemów powiadamiania o zagrożeniu;
- d. określenie możliwości w zakresie wykorzystania sieci komórkowej;
- e. przekazywanie sygnałów alarmowych do podmiotów instytucjonalnych oraz społeczeństwa lokalnego; systemy powiadamiania Cell Broadcast;
- f. zdefiniowanie progów alarmowania o niebezpieczeństwie;
- g. zdefiniowanie gradacji alarmów – stopnie alarmów np. jest to w przypadku zagrożeń terrorystycznych w USA stopień czerwony, pomarańczowy i żółty.

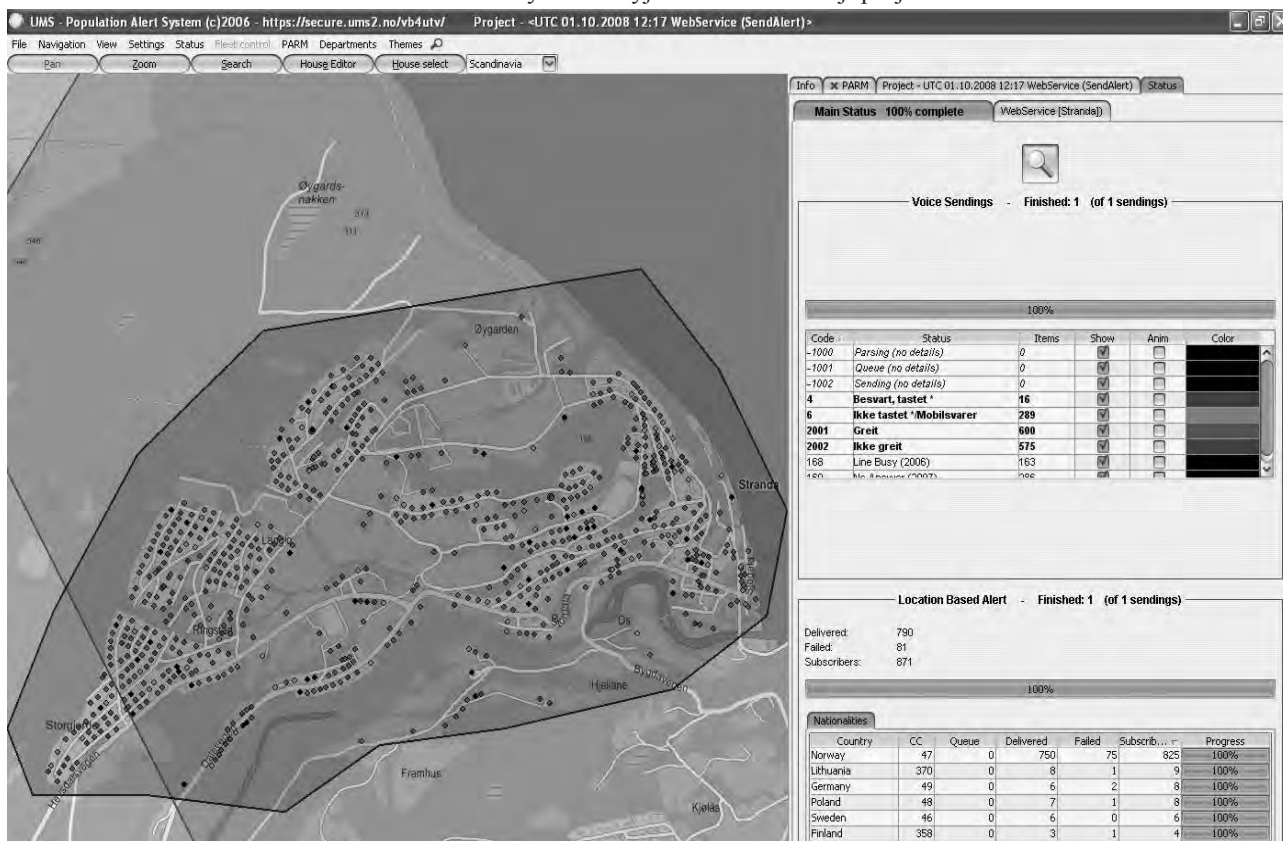
Wypracowanie i wdrożenie wspólnej technologii przesyłania informacji SMS-CB, ważnej z punktu widzenia bezpieczeństwa ludno-

ści, jest zasadniczą i bardzo ważną inicjatywą państw zjednoczonej Europy.



Ryc.6. Widok zagrożonej strefy

Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu



Ryc.7. Mapa zasięgu nadawania komunikatu o zagrożeniu. Widok ekranu komputera w Cell Broadcast Center

Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu

System SMS-CB jest nowym narzędziem, które może być wykorzystane do informowania społeczeństwa o występujących lub mogących wystąpić zagrożeniach. Pilotaż w zakresie ostrzegania ludności przy wykorzystaniu tego systemu sprawuje Centrum Eksperymentalne ds. Komunikacji w Stanach Zagrożeń w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych Królestwa Holandii. System CB jest stosunkowo nową technologią, oferującą nowe możliwości lokalnego informowania społeczeństwa. Stąd rząd Holandii zdecydował się, przy współudziale wybranych operatorów komunikacyjnych, przeprowadzić testy mające na celu sprawdzenie poprawności działania całego systemu. Celem testów jest sprawdzenie czy mieszkańcy danego regionu mogą być skutecznie informowani. System jest kompleksowo sprawdzany przez instytucje administracji rządowej oraz operatorów telekomunikacyjnych. Proces testowania systemu został rozpoczęty w październiku 2005 r. i trwał do listopada 2007 (w sumie 24 miesiące). Holandia początkowo testowała system na ograniczonym obszarze, testami zostało objętych 1000 obywateli z miasta Zoetermeer, którzy wyrazili chęć wzięcia udziału w badaniach. Poniżej przedstawione zdjęcia przedstawiają widok pulpitu komputera Cell Broadcast center obsługującego system CB na wytypowanym do badań obszarze.

CAP message in the Message Creator & Dispatcher



Ryc. 8. Widok ekranu komputera – interfejs użytkownika systemu Cell Broadcast

Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu

Obywatele Holandii w 2006 roku zostali poinformowani o systemie CB i zasadzie jego funkcjonowania. W ramach ogólnokrajowych testów zostały przeprowadzone próby przesłania wiadomości testowych. Inicjatywa ta zyskała akceptację i poparcie społeczne, co skłoniło rząd do podjęcia decyzji o wdrożeniu systemu

wczesnego ostrzegania za pośrednictwem telefonii komórkowej do powszechnego użycia na terenie Królestwa Holandii. Nad projektem pracowali przedstawiciele administracji publicznej Holandii oraz służby odpowiedzialne za interwencje w sytuacjach zagrożenia. Po zakończeniu prób dokonano oceny rezultatów badań. Równolegle, uniwersytet technologii w Delft prowadził badania w zakresie techniki oraz wykorzystania wiadomości przez służby ratownicze oraz administrację publiczną.

Pozytywna ocena projektu przez Ministerstwo Spraw Wewnętrznych Holandii doprowadziła do podniesienia tematu na forum międzynarodowym, aby umożliwić wprowadzenie dodatkowego elementu do systemu syren w celu informowania mieszkańców o wystąpieniu katastrof oraz o sposobach postępowania podczas tych zdarzeń.

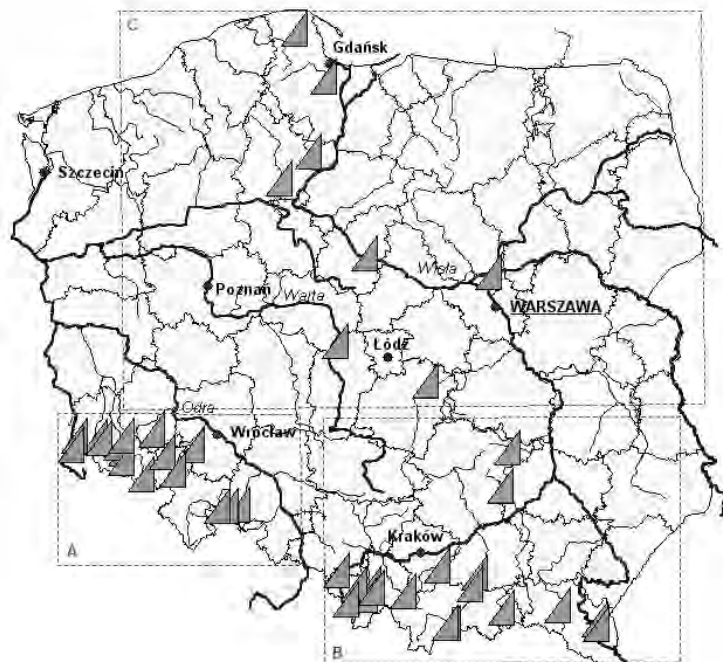
Polska dzięki udziałowi w projekcie ma możliwość wykorzystania doświadczeń i wyników kilkuletnich i niezwykle kosztownych badań prowadzonych przez administrację publiczną, służby oraz specjalistów w dziedzinie technologii telekomunikacyjnych z krajów biorących udział w projekcie.

W Polsce wdrożenie systemu w pierwszym etapie w województwach, które będą bezpośrednim organizatorem Mistrzostw Świata EURO 2012, umożliwiłoby przetestowanie systemu w celu późniejszego wprowadzenia technologii na terenie całego kraju. Zastosowanie technologii opartej o sieć telefonii komórkowej znacznie usprawni obecnie funkcjonujący system ostrzegania i alarmowania o zagrożeniach.

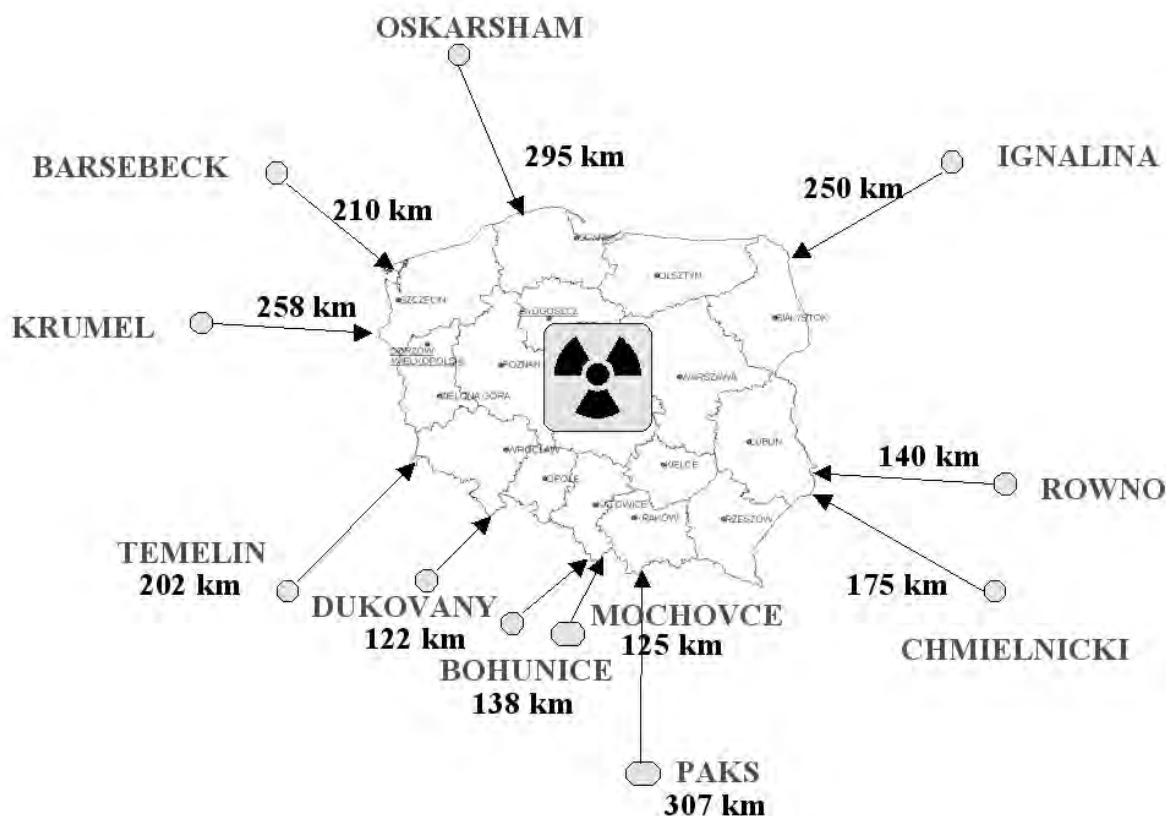
Na obszarze RP, służby odpowiedzialne za ochronę ludności gromadzą dużą ilość informacji i danych dotyczących wszelkiego rodzaju zagrożeń, zarówno naturalnych jak i cywilizacyjnych. Zebrane dane dotyczące zagrożeń mogących stwarzać niebezpieczeństwo dla społeczeństwa pozwoliły na opracowanie graficznych map zagrożeń i określenie miejsc o największym ryzyku. Z punktu widzenia służb odpowiedzialnych za alarmowanie i ostrzeganie o niebezpieczeństwie oraz ewentualne działania zapobiegające zagrożeniu np. ewakuację, podstawą systemu CB powinno być założenie uzyskania jak największego pokrycia nadajnikami BTS, gdyż dostępność czyli zasięg jest wy-



Ryc. 9. Mapa ryzyka powodziowego w Polsce
Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu



Ryc. 10. Mapa ryzyka hydrologicznego w Polsce – sztuczne zbiorniki retencyjne, zapory wodne
Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu



Ryc. 11 Mapa ryzyka skażeniem radioaktywnym w Polsce – elektrownie jądrowe w państwach sąsiadujących

Źródło: Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu

znacznikiem skuteczności systemu oraz jego użyteczności w perspektywie całego kraju.

Ostatnia mapka prezentująca potencjalne zagrożenia radiacyjne, ze źródłem poza granicami

naszego kraju – kraje sąsiadujące z Polską, stanowi ważny argument, dla poparcia idei transgranicznego wykorzystania technologii Cell Broadcast oraz rozwijania jej sieci na obsza-

rze całej Europy. Opracowanie, ustanowienie i wprowadzenie jednolitych procedur, standardów sygnałów alarmowych, standardów wiadomości na obszarze UE stanowi podstawowe narzędzie dla zarządzania bezpieczeństwem i ochroną ludności w Europie, co bezpośrednio przekłada się na ochronę ludności w poszczególnych państwach.

Podsumowanie

Prace nad projektem skupiły się na rozwoju strategii unijnej na wypadek zaistnienia sytuacji kryzysowych w sektorze infrastruktury łączności, która wspiera operacyjność i interoperacyjność działania w przypadkach zniszczenia infrastruktury telekomunikacyjnej i łączności (np. centra 112, radiowe i telewizyjne stacje nadawcze).

W ramach realizacji tematu prowadzono działania w zakresie:

- wypracowania skoordynowanego podejścia pośród państw członkowskich w zakresie zapobiegania przed i przygotowania na wypadek istniejących potencjalnych zagrożeń oraz zarządzania kryzysowego skutkami ataku;
- przeprowadzenia badań i oceny w zakresie możliwości powstania systemu wczesnego ostrzegania za pośrednictwem telefonii komórkowej zarówno w sektorze publicznym odpowiedzialnym za systemy wczesnego reagowania, jak również wymagań formalno-prawnych oraz uwarunkowań technicznych odnośnie sektora prywatnego – operatorów sieci komórkowych;
- wymiany doświadczeń oraz informacji w zakresie bezpieczeństwa w odniesieniu do systemu wczesnego ostrzegania i zarządzania kryzysowego.

Z uwagi na fakt, iż projekt był finansowany ze źródła oferującego wkład zarówno do rozwoju „Europejskiego programu ochrony infrastruktury krytycznej – the European Programme for Critical Infrastructure Protection (EPCIP)”, jak również polityki mającej na celu gwarancję bezpieczeństwa i porządku publicznego podczas sytuacji kryzysowych, realizacja projektu dla państw członkowskich była wyzwaniem o charakterze strategicznym. Praca nad pro-

jektem polegała na realizacji celów ogólnych i szczegółowych skupionych wokół obszarów:

1. zapobiegania i gotowości (w odniesieniu do środków ukierunkowanych na zapobieganie i obniżenie zagrożeń dotyczących bezpieczeństwa ludności) szczególnie poprzez dokonywanie oceny ryzyka, zagrożenia, przeprowadzania inspekcji i kontroli, a także rozwoju wspólnych standardów w technologii i metodologii;
2. zarządzania informacją w odniesieniu do środków skierowanych na przestrzeganie i/lub gwarancję bezpieczeństwa i porządku publicznego, a także świadczenie podstawowych usług w trakcie i po wystąpieniu sytuacji kryzysowej.

Realizacja projektu zgodnie z założeniami była skierowana na:

- a. pobudzanie, promowanie i wspieranie wymiany metod „know – how”, interoperacyjności procedur ostrzegania społeczeństwa, doświadczeń i technologii, rozwoju procedur alarmowania mających na celu wzmocnienie komunikacji w zakresie informacji o zdarzeniach kryzysowych - krajowe systemy wczesnego reagowania na poziomie lokalnym, krajowym i UE;
- b. pobudzanie, promowanie i wspieranie rozwoju istotnej metodologii i planów reagowania;
- c. zapewnienie odpowiedniej wiedzy eksperckiej w sprawach bezpieczeństwa podczas całkowitego czasu trwania „zarządzania kryzysem” oraz odpowiednio skutecznego i szybkiego alarmowania oraz mechanizmów ochrony ludności (ustanowienie europejskiej grupy roboczej ds. technicznych);
- d. wypracowanie rozwiązań technicznych umożliwiających realizację koncepcji w zakresie funkcjonowania systemu oraz wdrożenie systemu CB, jako instrumentu szybkiego reagowania w przypadku wystąpienia głównych katastrof na obszarze UE.

Realizacja projektu „Cell Broadcast for public warning - Sharing knowledge and experiences and identification and standardisation of (technical) requirements” z zakresu wykorzystania technologii Cell Broadcast w systemie ostrzegania ludności opierała się w głównej mierze na wymianie wiedzy i doświadczeń oraz identyfi-

kacji potrzeb w zakresie standaryzacji wymagań (w tym technicznych) dla zastosowania nowej technologii w systemie wczesnego ostrzegania. Rozwiązanie to może odegrać ogromną rolę w kontekście alarmowania ludności, nie tylko w przypadku wystąpienia zdarzeń, katastrof o dużych rozmiarach, ale również o mogących wystąpić zagrożeniach lokalnych. Próba realizacji projektu stanowi ogromną szansę dla naszego kraju w dziedzinie posiadania nowoczesnego systemu wczesnego ostrzegania i alarmowania nie tylko obywateli naszego kraju, ale również innych państw.

Należy także zwrócić uwagę na fakt, iż prace nad zmianami w ustawie o ochronie ludności pod kątem wykorzystania technologii komórkowej do alarmowania o zagrożeniach rozpoczęto jeszcze przed realizacją projektu. Dzięki temu możliwe było wykorzystanie doświadczenia i wiedzy zgromadzonej podczas prowadzonych przez odpowiedzialne służby i instytucje prac mających na celu ustanowienie podstawy prawnej w projekcie ustawy o ochronie ludności odnośnie możliwości przesyłania krótkich wiadomości tekstowych do ludności przez operatorów telekomunikacyjnych oraz opracowanie modelu systemu wczesnego ostrzegania z uwzględnieniem technologii Cell Broadcast jako narzędzia uzupełniającego istniejący system wczesnego ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach. Sukcesem realizacji projektu było powołanie grupy roboczej zajmującej się problematyką językową komunikatów alarmowych, w ramach której zdefiniowano rodzaje komunikatów alarmowych.

Obecnie instytucje odpowiedzialne za ochronę ludności sytuacjach wyjątkowych, aby dotrzeć do ludzi szybko i efektywnie w celu powiadomienia ich o zagrożeniu i nakłonieniu do właściwego działania, posługują się systemem syren lub bezpośrednim użyciem wykwalifikowanych służb. Dostępne są również inne środki: radio i TV, Internet, prasa, komunikaty rozgłaszane z samochodów. W przypadkach kiedy istnieje konieczność natychmiastowego poinformowania o niebezpieczeństwie urzędnicy te mogą okazać się nieskuteczne, wówczas najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie systemu CB. Przeprowadzone badania dowodzą, iż 84,9% populacji jest w zasięgu sieci i czynnie korzysta z telefonów (dane z roku 2009).

Istnieje kilkanaście platform, za pomocą których służby publiczne mogą dostarczać informacje od służb publicznych. „Komórkowy przekaz” (CB) jest postrzegany jako platforma o największym potencjale. Do chwili obecnej system ten był bardzo mało używany w ramach standardów GSM oraz UMTS. Aplikacja CB umożliwia organom władzy przesyłanie wiadomości w przeciągu kilku minut do wszystkich telefonów komórkowych (zestawów bezobsługowych) w ramach wskazanej strefy geograficznej (np. miasta, województwa, całego kraju), przy jednoczesnym zsynchronizowaniu z przesyłanym sygnałem alarmowym. Cała operacja jest realizowana w sposób zapewniający prywatność ludzi np. bez wiedzy nt. nazwisk osób przebywających w alarmowanej strefie. GSM (oraz w przyszłości UMTS) jest niezastąpiony w społeczeństwie jako przekaznik systemu CB i w przeciągu minionych lat udowodnił swoją solidność jako standardowe narzędzie do komunikacji, z którym społeczeństwo jest w dużej mierze zaznajomione.

Na podstawie badań prowadzonych w poszczególnych krajach – partnerach projektu udowodniono, że użytkownicy są entuzjastami usługi CB jako systemu wczesnego ostrzegania. W przeprowadzonym kwestionariuszu, 90% ankietowanych wyraziło wolę, iż zainstalowałoby system CB. Oczywistym stało się – pod warunkiem, że cała infrastruktura działa bez zarzutu oraz aparaty są skonfigurowane poprawnie – iż ok. 40% ludzi podjęłoby działania przekazane przez organy władzy w przeciągu kilku minut. Przedstawione wyniki ankiet są dowodem na duży oddźwięk ze strony społeczeństwa. Pierwszy istotny wniosek jaki nasuwa się jest taki, że obywatele (odbiorcy usługi) chcieliby otrzymywać informację istotną dla nich w danym momencie. Drugi wniosek brzmi, iż skonfigurowanie aparatów w celu otrzymania wiadomości CB jest barierą dla wielu osób, co stanowi czasowy problem wprowadzenia aplikacji w powszechne użycie.

Wyniki projektu rekomendują rozwijanie scenariusza CB jako platformy dla komunikacji na wypadek zagrożeń i uzupełnienia istniejących Systemów Ostrzegania i Alarmowania. CB wykorzystując potencjał najnowszych rozwiązań z zakresu telekomunikacji może stać się w przyszłości jednym z podstawowych narzędzi

dzi naglej i ukierunkowanej komunikacji realizowanej przez państwo w stosunku do obywateli ze względu na powszechność użytkowania. Z pomocą CB służby publiczne są w stanie w kilkanaście sekund lub maksymalnie kilka minut, bezpośrednio dotrzeć z informacją do każdego obywatela w zagrożonej strefie (w obrębie zdefiniowanego obszaru) lub do całego społeczeństwa.

Technologia CB jest w stanie zaoferować poprzez sieć GSM (i wkrótce UMTS) adekwatny do wymagań stawianych systemom ostrzegania i alarmowania stopień pokrycia i niezawodności.

W ramach realizacji ww. celów, proponowane jest uruchomienie usługi w Polsce pn. „komórkowy przekaz wiadomości” *Cell Broadcast*. System będzie oparty na doposażeniu istniejących centrów zarządzania kryzysowego zlokalizowanych w Wydziałach Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Urzędów Wojewódzkich, Starostw Powiatowych i Urzędów Miejskich w niezbędny sprzęt i oprogramowanie umożliwiające zarządzanie systemem. Centra, po otrzymaniu potwierdzonej informacji o zagrożeniu, będą przysyłały komunikat ostrzegawczy (alarm) wraz z procedurami postępowania dla ludności znajdującej się w strefie zagrożenia. Jednocześnie wraz z planami uruchomienia systemu należy podjąć działania mające na celu podniesienie świadomości społecznej, poprzez odpowiednią edukację.

Działanie to umożliwi:

- zapoznanie społeczeństwa z nowym sposobem ostrzegania o zagrożeniach;
- akceptację ww. usługi;
- umiejętne korzystanie z ww. usługi.

Trzeba pamiętać, że system CBS jest jedynym rozwiązaniem zapewniającym przesłanie w możliwie krótkim czasie wiadomości do dużej liczby abonentów. Aplikacja umożliwia organom władzy lub służbom publicznym przysyłanie wiadomości w przeciągu kilku minut do wszystkich telefonów komórkowych (zestawów bezobsługowych) w ramach wskazanej strefy geograficznej (np. miasta, województwa, całego kraju), przy jednoczesnym zsynchronizowaniu z przesyłanym sygnałem alarmowym. W przeciwieństwie do wiadomości SMS, które przysyłane są z jednego punktu do jednego telefonu, komunikaty CB mogą być transmitowane z jed-

nego punktu do określonej, wyselekcjonowanej strefy.

Podsumowując realizację przedsięwzięcia oraz udział ekspertów z instytucji bezpośrednio realizujących zadania w projekcie, jak również przedstawicieli wyższego szczebla administracji państwowej krajów uczestniczących w projekcie (ministerstwa spraw wewnętrznych, biur ochrony ludności itp.) należy podkreślić duży wkład merytoryczny poszczególnych krajów w prace nad projektem. Udział Polski stanowi szansę dla zdobycia wyników badań oraz doświadczeń służb oraz specjalistów w dziedzinie technologii telekomunikacyjnych z krajów, w których struktura systemów wczesnego alarmowania jest bardziej rozbudowana i wykorzystuje w znacznej mierze zdobycze najnowszych technologii. Mijmy nadzieję, że systemy takie nie będą koniecznością, jednakże ostatnie powodzie i anomalie pogodowe wiosny i lata 2010, nie tylko w Europie Centralnej, ale także pożary lasów zagrażające miastom wschodniej części Europy (obwód moskiewski) skłaniają do refleksji i budują jednolite stanowisko zarówno służb publicznych i administracji rządowej, jak również ogółu społeczeństwa co do zasadności tego typu rozwiązań w ochronie ludności.

Literatura

1. World Meteorological Organization – DRR Programme <http://www.wmo.int/disasters>;
2. Third and Second Early Warning Conference <http://www.ewc3.org> ; www.ewc2.org;
3. ISDR Platform for Promotion of Early Warning (PPEW), <http://www.unisdr-earlywarning.org>;
4. WMO Severe Weather Information Centre <http://severe.worldweather.wmo.int>
5. WMO Climate Outlook Forums, http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcsp/clips/outlooks/climate_forecasts.html;
6. UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission, <http://ioc-tsunami.org>;
7. Global Fire Monitoring Center (GFMC), <http://www.fire.uni-freiburg.de>;
8. Global Disaster Alert and Coordination System, <http://www.gdacs.org>;
9. Materiały seminaryjne z toku realizacji projektu „Cell Broadcast for public warning - Sharing knowledge and experiences and identification and standardisation of (technical) requirements”.

Recenzenci:

mgr inż. Waldemar Maliński

mgr Sławomir Górski

mł. bryg dr **Marzena PÓŁKA**
Zakład Spalania i Teorii Pożarów
SGSP

ANALIZA TOKSYCZNOŚCI PRODUKTÓW ROZKŁADU TERMICZNEGO I SPALANIA UZYSKANYCH Z WYBRANYCH MATERIAŁÓW EPOKSYDOWYCH

Analysis of the toxicity of thermal decomposition and combustion products obtained from selected epoxy materials

Streszczenie

Toksyczność produktów rozkładu termicznego w środowisku pożarowym jest przyczyną większości wypadków śmiertelnych. Powszechne stosowanie materiałów syntetycznych do konstrukcji, wystroju i wyposażenia wnętrz zazwyczaj jeszcze bardziej zwiększa szybkość tworzenia się zagrożeń toksycznych w pomieszczeniu podczas pożaru.

Stąd też celem niniejszego artykułu jest analiza toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania uzyskanych zgodnie z PN-88/B-02855 z materiałów epoksydowych utworzonych podczas spalania żywic epoksydowych. Metoda wykorzystana w pracy służy do badania materiałów budowlanych i materiałów wyposażenia wnętrz mogących wydzielać toksyczne produkty rozkładu termicznego i spalania. Do badań eksperymentalnych w niniejszym artykule wykorzystano nie modyfikowane i modyfikowane przeciwogniowo żywice epoksydowe w postaci wylewek podłogowych, wyprodukowane przez Zakłady Chemiczne „Organika - Sarzyna” w Nowej Sarzynie. Niemodyfikowane badane żywice epoksydowe występują pod nazwą handlową Epidian 561. Jako antypireny zastosowano Roflam E, Roflam P, Roplast FN-1 wyprodukowane w Zakładach Chemicznych „Rokita S.A.” w Brzegu Dolnym. Skład chemiczny każdej z badanych próbek różnił się rodzajem użytej substancji obniżającej palność żywic epoksydowych. Ilość dodanych środków ogniochronnych do żywicy epoksydowej (Epidian 561) była taka sama, a mianowicie wynosiła 5% wag. Dodatek środków ogniochronnych do żywicy epoksydowej Epidian 561 zmniejsza emisję głównych toksyn tj. CO i CO₂, wyznaczonych zgodnie z PN-88/B-02855. Najbardziej niebezpiecznym materiałem pod względem toksyczności głównych gazów CO i CO₂ okazał się nie modyfikowany ogniochronnie Epidian 561. Zakwalifikowanie badanych utwardzonych żywic epoksydowych do grupy materiałów umiarkowanie toksycznych pozwala na stosowanie ich jako materiałów wykończenia wnętrz w strefach pożarowych ZL I, ZL II, ZL III i ZL V (w myśl rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zmianami).

Summary

The toxicity of thermal decomposition products in a fire environment is the cause of the majority of mortalities. The common use of synthetic materials for construction, decoration and furnishings of the interior as a rule tends to increase even more the creation rate of toxic hazards in a room during a fire.

Consequently the objective of this paper is making an analysis of the toxicity of thermal decomposition and combustion products obtained according to PN-88/B-02855 of epoxy materials during combustion of epoxy resins. The method adopted in the paper is applied for testing building materials and interior decoration materials which could emit toxic products of the thermal decomposition and combustion. In experimental testing executed for needs of this paper used was made of fireproof non-modified and modified epoxy resins in the form of flooring compounds, produced by Zakłady Chemiczne „Organika - Sarzyna” in Nowa Sarzyna. The tested non-modified epoxy resins may be found under the trade name Epidian 561. The used antipyrenes comprised Roflam E, Roflam P, Roplast FN-1 produced by Zakłady Chemiczne „Rokita S.A.” in Brzeg Dolny. The chemical composition of each of the tested samples differed with respect to the type of used substance that reduced the flammability of epoxy resins. The amount of added fire retardants to the epoxy resin (Epidian 561) was the same, and equalled to 5% by weight. The addition of fire retardants to the Epidian 561 epoxy resin

reduces the emissions of the main toxins, i.e. CO and CO₂, determined according to the standard PN-88/B-02855. As it turned out, the most hazardous material with respect to toxicity of the main gases, CO and CO₂, proved to be Epidian 561 not modified with flame retardants. The qualification of the tested hardened epoxy resins to the group of moderately toxic materials allows their application for interior decoration elements in fire zones ZL I, ZL II, ZL III and ZL V (in accordance with Regulation of the Minister of Infrastructure dated 12 April 2002 on technical requirements which have to be met by buildings and their situation (Journal of Laws - Dz. U. Nr 75, item 690 with subsequent amendments).

Słowa kluczowe: toksyczność, rozkład termiczny, spalanie;

Key words: toxicity, thermal decomposition, combustion;

Wstęp

Toksyczność produktów rozkładu termicznego w środowisku pożarowym jest przyczyną większości wypadków śmiertelnych. Powszechne stosowanie materiałów syntetycznych do konstrukcji, wystroju i wyposażenia wnętrz zazwyczaj jeszcze bardziej zwiększa szybkość tworzenia się zagrożeń toksycznych w pomieszczeniu podczas pożaru.

Można wyróżnić dwie teorie wyjaśniające, dlaczego problem toksyczności produktów spalania nie maleje, a nawet ciągle wzrasta [1, 2]. Pierwsza teoria mówi, że dym pochodzący ze współczesnych tworzyw sztucznych często zawierających środki ogniochronne może wywoływać nieznane efekty toksyczne nawet przy bardzo niskich stężeniach. Stąd też stwierdzono, że można określić toksyczność produktów określonego materiału korzystając z metod małej skali, wyznaczając poziom toksyczności za pomocą stężenia np. LC₅₀. Ta teoria wymaga zapoznania z metodami laboratoryjnymi, dotyczącymi badań nad toksycznością produktów rozkładu termicznego i spalania.

Druga teoria twierdzi, że skład jakościowo-ilościowy głównych toksycznych produktów spalania jest niemalże identyczny we wszystkich pożarach. Można natomiast zauważyć wyraźny wzrost szybkości rozwoju współczesnych pożarów, a co za tym idzie, istotne zmiany w szybkości emisji toksycznych produktów spalania w stosunku do pożarów z wcześniejszych lat. Na podstawie tych rozważań najlepszym sposobem na zmniejszenie zagrożenia związanego z toksycznością środowiska pożarowego jest kontrolowanie czynników decydujących o powstaniu i rozwoju pożaru, a mianowicie: niedopuszczenie do zapłonu palnej fazy lotnej oraz do rozprzestrzeniania się płomienia, obniżenie szybkości wydzielania dymu, aniżeli analiza składu jakościowo-ilościowego toksycznych produk-

tów spalania. To podejście skłania do określania poziomu toksyczności środowiska pożarowego poprzez określenie głównych produktów spalania, a następnie prześledzenia zależności czas/profil stężeń toksyn w testach w pełnej skali. W tym kontekście głównym zadaniem metod laboratoryjnych byłoby potwierdzenie toksyczności składu chemicznego produktów spalania danego materiału i nadzwyczajnych skutków toksycznych dla człowieka, poprzez porównanie wyników badań otrzymanych z ekspozycji na zwierzętach. To podejście w inżynierii pożarowej umożliwia pogrupowanie scenariuszy pożarowych w cały system (np. pożar sypialni hotelowej lub kabiny lotniczej) i poprzez analizę chemiczną środowiska pożarowego utworzonego w małej i w pełnej skali, można przewidzieć prawdopodobne rzeczywiste zagrożenie toksyczne. Modele te niestety są często uproszczone i nie uwzględniają wzajemnych oddziaływań i reakcji pomiędzy produktami rozkładu termicznego i spalania. Stąd też w praktyce użyteczne są testy, przeprowadzane w małej i w pełnej skali, służące do określenia modelowych profili głównych toksyn w warunkach pożarowych [1, 3-16].

Stąd też celem niniejszego artykułu jest analiza toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania uzyskanych zgodnie z PN-88/B-02855 z materiałów epoksydowych utworzonych podczas spalania żywic epoksydowych.

Toksyczność produktów rozkładu termicznego i spalania wytworzonych z materiałów polimerowych

Analiza toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania, powstałych z materiałów polimerowych w środowisku pożaru, jednoznacznie wskazuje, że rodzaj i ilość produktów toksycznych zależy od wielu czynników,

ale głównie od składu chemicznego i struktury cząsteczkowej, masy i powierzchni, formy użytkowej materiału badanego oraz warunków rozkładu termicznego i spalania materiałów, które zależą przede wszystkim od fazy rozwoju pożaru [3]. Z punktu widzenia, zarówno składu produktów spalania jak i zagrożenia toksycznego, można wyróżnić trzy podstawowe etapy rozwoju pożaru, decydujące o tworzeniu się toksyn, a mianowicie:

1. spalanie bezpłomieniowe (tlenie);
2. spalanie płomieniowe w początkowej fazie rozwoju pożaru;
3. spalanie płomieniowe w fazie rozwiniętego pożaru lub spalanie w fazie porozgorzeniowej [1].

W tabeli 1. przedstawiono wpływ etapów rozwoju pożaru na szybkość tworzenia się zagrożenia toksycznego dla człowieka [1]. Badania wykazały, że w zakresie temperatur od 400°C do 700°C, w którym odbywa się tlenie i/lub przejście w spalanie płomieniowe (w początkowej fazie pożaru), większość materiałów palnych ulega zazwyczaj rozkładowi termicznemu bądź spalaniu. Powstaje wówczas miesza-

na gazów narkotycznych i drażniących oraz nie spalonych cząstek.

W tej fazie rozwoju pożaru tworzy się największa różnorodność toksycznych produktów spalania. W przypadku spalania niecałkowitego materiałów w stosunkowo dużych ilościach powstaje tlenek węgla, a stosunek stężeń $\text{CO}_2:\text{CO}$ wynosi w przybliżeniu 1. Dla wielu materiałów skład i ilość powstających produktów spalania w mieszaninie jest funkcją temperatury otoczenia. Po zapłonie (lub samozapłonie) palnej fazy lotnej, większość produktów niecałkowitego spalania ulega dalszemu rozkładowi tworząc proste związki, takie jak ditlenek węgla i woda. Początkowo stosunek stężeń $\text{CO}_2:\text{CO}$ jest bardzo duży, wynosi 500, a nawet 1000. Pomimo, iż tlenek węgla jest w zależności od warunków 10- do 50-krotnie bardziej toksyczny od ditlenku węgla, oznacza to, że w tej fazie pożaru CO_2 jest o wiele bardziej niebezpieczny niż CO. Jednakże, jeśli stężenie CO_2 w pomieszczeniu objętym pożarem osiągnie 5%, a stężenie tlenu zmaleje do 15%, spalanie materiałów zostanie spowolnione i stosunek $\text{CO}_2:\text{CO}$ będzie wynosić w granicach 50 do 100, ponownie powodując wzrost ilości CO. Niemniej jednak, jak po-

Tabela 1.

Wpływ etapów rozwoju pożaru na szybkość tworzenia się zagrożenia toksycznego dla człowieka [1]

Rodzaj spalania w określonej fazie pożaru	CO_2/CO	Czynniki decydujące o zagrożeniu toksycznym	Czas potrzebny do osiągnięcia niewydolności przez człowieka	Czas do ucieczki
Początek pożaru: Tlenie/ Spalanie bezpłomieniowe	≈ 1	Stężenie CO 0 – 1500ppm, stężenie tlenu 15- 21%, dym, substancje drażniące	Kilka godzin	Wystarczający, jeśli osoba jest zaalarmowana
Początek pożaru: spalanie płomieniowe	1000 malejący do 50	Stężenie CO 0 – 1%, stężenie CO_2 0 – 10%, stężenie tlenu 15- 21%, ciepło, dym, substancje drażniące	Kilka minut	Kilka minut
W pełni rozwinięty pożar lub faza porozgorzeniowa	<10	Stężenie CO 0 – 3%, Stężenie HCN 0 – 500ppm, Niektóre substancje drażniące, dym i czasami ciepło	Poniżej 1 minuty w pobliżu pożaru, zależy od rozkładu dymu w pomieszczeniu	Ucieczka może być niemożliwa

kazuje tabela 1, atmosfera nad szybko rozwijającym się pożarem może zawierać narkotyczne stężenia: CO_2 (>5%), CO (>1000 ppm) i niskie stężenie tlenu (<15%). W pożarach, gdzie materiały spalają się płomieniowo, ilości powstających substancji drażniących, fragmentów utlenionych i CO są generalnie mniejsze niż w pożarach gdzie występuje spalanie bezpłomieniowe. W przypadku, gdy pożar rozwija się błyskawicznie i intensywnie, szybkość tworzenia produktów spalania często jest bardzo duża. Innym czynnikiem zauważonym w przypadku badań w małej skali, wpływającym na szybkość tworzenia produktów spalania, jest wydajność spalania. Kiedy materiał pali się w warunkach optymalnych, a tworzące się płomienie nie wydzielają dymu, powstające produkty, takie jak: CO, HCN i drażniące substancje organiczne, zostają całkowicie dopalone i atmosfera pożaru jest relatywnie mniej toksyczna. Inna sytuacja może być zaraz po rozpoczęciu spalania. Jeśli spalanie nie jest efektywne, może występować dużo dymu ze znaczącą ilością produktów niecałkowitego spalania, co może przyczyniać się do tworzenia bardzo toksycznej atmosfery pożaru.

W warunkach cieplno-przepływowych powstających w fazie porozgorzeniowej, przy temperaturach osiągających $700\div 1500^\circ\text{C}$ i przy stosunkowo niskim stężeniu tlenu, najistotniejszą zmianą w składzie produktów rozkładu termicznego jest to, że główne produkty spalania rozpadają się na frakcje małocząsteczkowe, które mogą zawierać stosunkowo wysokie stężenia substancji narkotycznych (np. CO, HCN) przy niewielkim stosunku $\text{CO}_2:\text{CO}$ [1].

Stąd też metoda badawcza oparta na PN-88/B-02855 wymaga badania materiałów budowlanych w tym również polimerowych w trzech temperaturach $450, 550, 750^\circ\text{C}$, co odpowiada ekspozycjom cieplnym występującym na początku, w fazie przedrozgorzeniowej i porozgorzeniowej w pożarze.

Opis materiałów wykorzystanych w eksperymencie

W niniejszym artykule do badań eksperymentalnych wykorzystano niemodyfikowane i modyfikowane przeciwogniowo żywice epoksydowe w postaci wylewek podłogowych, wyprodukowane przez Zakłady Chemiczne „Organika – Sarzyna” w Nowej Sarzynie. Niemodyfikowane badane żywice epoksydowe występują pod nazwą handlową Epidian 561. Jest to żywica dwuskładnikowa, składająca się z: żywicy epoksydowej z pigmentami nieorganicznymi i wypełniaczami (gęsta masa) oraz modyfikowanej poliaminy alifatycznej tzw. utwardzacza ET. Jest to uniwersalna kompozycja epoksydowa o dobrej odporności mechanicznej i chemicznej, szczególnie zalecana do wylewania posadzek na podłożu betonowym w obiektach budownictwa przemysłowego, w tym również w branży żywnościowej oraz użyteczności publicznej, a także w pomieszczeniach mieszkalnych [16, 17]. Jako antypireny zastosowano Roflam E, Roflam P, Roplast FN-1 wyprodukowane w Zakładach Chemicznych „Rokita S.A.” w Brzegu Dolnym. Skład chemiczny każdej z badanych próbek różnił się rodzajem użytej substancji obniżającej palność żywic epoksydowych. Ilość dodanych środków ogniochronnych do żywicy epoksydo-

Tabela 2 .

Własności fizykochemiczne środków ogniochronnych zastosowanych do modyfikacji Epidianu 561 [20]

Nazwa handlowa środka ogniochronnego	Roflam E	Roflam P	Roplast FN-1
Nazwa chemiczna	Fosforan(V) tri(2-chloroetylowy)	Fosforan(V) tri(2-chloropropylowy)	Mieszanina fosforanów fenylo-, nonylofenylo-, chloro propylowych
Wygląd zewnętrzny	Ciecz klarowna, jednorodna		
Zapach	Słaby, charakterystyczny (estrowy)		
Gęstość w temp. 25°C	1,41-1,44	1,29±0,01	1,15-1,25
Temperatura zapłonu [$^\circ\text{C}$]	228	215	225
Temperatura rozkładu [$^\circ\text{C}$]	280	2	300

Podstawowe właściwości fizykochemiczne badanych materiałów

Parametry	Utwardzony Epidian 561	Utwardzony Epidian 561 z dodatkiem 5% Roflamu E	Utwardzony Epidian 561 z dodatkiem 5% Roflamu P	Utwardzony Epidian 561 z dodatkiem 5% Roplastu
Wytrzymałość na rozciąganie, MPa	50,6	37,4	40,3	45,7
-moduł sprężystości, MPa	4678	3865	4472	6162
-wydłużenie, %	1,3	0,9	0,9	0,9
Wytrzymałość na zginanie, MPa	82,8	67,3	71,3	83,6
-moduł, MPa	5662	5636	5460	5979
-wydłużenie, mm	3,0	2,4	2,8	2,8
Wytrzymałość na ściskanie, MPa	85,8	75,8	31,1	97,5
Temperatura ugięcia wg Martensa, °C	52	52	52	53
Udarność bez karbu, kJ/m ²	7	7	6,6	9,6
Twardość metodą wgniotu kulki, MPa	150	150	150	165

wej (Epidian 561) była taka sama, a mianowicie wynosiła 5% wag. Własności fizykochemiczne środków ogniochronnych przedstawiono w tabeli 2 [20]: Podstawowe właściwości fizykochemiczne badanych materiałów przedstawiono w tabeli 3.

Analizę elementarną składu pierwiastkowego modyfikowanych przeciwogniowo materiałów epoksydowych przedstawiono w tabeli 4 [21]. Ze względu na małą zawartość chloru w próbkach epoksydowych, analizę toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania (zgodnie z PN-88/B-02855) ograniczono do wyznaczenia CO i CO₂. W badaniu wykorzystano utwardzone lane wylewki podłogowe w postaci rozdrobnionej.

Tabela 4.

Skład elementarny badanych materiałów epoksydowych [21]

Nazwa materiału	% wag C	% wag H ₂	% wag Cl
Epidian 561	49,50	6,20	0,24
Epidian 561 + Roflam E	47,66	4,99	0,98
Epidian 561 + Roflam P	47,57	5,23	1,23
Epidian + Roplast FN-1	48,19	5,04	brak

Opis metody badawczej zgodnej z PN-88/B - 02855

W analizie toksyczności środowiska pożarowego powstałego w czasie spalania materiałów epoksydowych wykorzystano metodę badania wydzielania toksycznych produktów rozkładu i spalania materiałów, opisaną w PN-88/B-02855. Metoda wykorzystana w pracy służy do badania materiałów budowlanych i materiałów wyposażenia wnętrz mogących wydzielać toksyczne produkty rozkładu termicznego i spalania. Ponadto dzięki tej metodzie można klasyfikować materiały pod względem toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania. Jednakże norma nie daje podstaw do określenia rzeczywistego zagrożenia pożarowego [2]. Stanowisko badawcze, które służy do badania toksyczności środowiska pożarowego, ukazano na fot. 1. Za-



Fot. 1. Stanowisko do prowadzenia procesu rozkładu i spalania materiałów znajdujące się w pracowni Zakładu Spalania i Teorii Pożarów SGSP

sadniczym jego elementem jest piec i blok regulacji i pomiaru temperatur pieca, blok przesuwu pieca zapewniający stabilizację przesuwu pieca 20 ± 2 mm/min, blok analizy produktów rozkładu i spalania próbek materiałów oraz układ doprowadzenia powietrza zapewniający stabilizację przepływu powietrza 100 ± 10 dm³/h.

Opis procedury badawczej

Badanie toksycznych produktów rozkładu termicznego i spalania przeprowadzono zgodnie z PN-88/B-02855. Po ustawieniu pieca w położeniu wyjściowym i ustabilizowaniu przepływu powietrza 100 ± 10 dm³/h, ustawiono temperaturę pieca ($450^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $550^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ lub $750^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$). Po ustabilizowaniu się temperatury, kuwety z umieszczoną w nich próbką zostały wsunięte do rury kwarcowej. Czas przesuwu pieca (czas trwania badania) wynosił 30 minut. Produkty do analizy były odbierane i pochłaniane w płuczkach z roztworem pochłaniającym NaOH, a następnie odprowadzone do analizatora stężeń CO i CO₂ w podczerwieni Infralyt 2206, firmy Junkalor Dessau, Niemcy. Badanie zostało powtórzone dla każdej temperatury. Jeśli po wyznaczeniu emisji właściwej dla dwóch badań, wyniki różnią się między sobą więcej niż o 30%, należy przeprowadzić trzecie badanie [2].

Klasyfikacja własności toksycznych produktów rozkładu termicznego i spalania

Wyznaczone emisje właściwe produktów rozkładu i spalania każdego z badanych materiałów pozwalają wyznaczyć wskaźniki toksykometryczne:

1. **Wskaźnik toksykometryczny** W_{LC50} [g/m³] – masa danego materiału, którego rozkład lub spalanie w warunkach badania wytwarza graniczne stężenia toksyczne danego produktu rozkładu lub spalania.

$$W_{LC50} = \frac{LC_{50}}{E}$$

gdzie:

LC_{50} [g/m³] – graniczne stężenie danego produktu rozkładu termicznego, stężenie powodujące śmierć 50% populacji przy 30 minutowej ekspozycji,

E – emisja właściwa [g/g] (średnia arytmetyczna wartości emisji właściwej badań).

2. **Wskaźnik toksykometryczny** W_{LC50M} [g/m³] – wypadkowa wskaźników W_{LC50} poszczególnych produktów rozkładu i spalania dla danej temperatury, wyznaczona według wzoru:

$$\frac{1}{W_{LC50M}} = \sum \frac{1}{W_{LC50}}$$

gdzie:

n – ilość oznaczonych produktów

3. **Wskaźnik toksykometryczny** W_{LC50SM} [g/m³] – średnia arytmetyczna wskaźników przy tym samym czasie badania W_{LC50M} z poszczególnych temperatur (450°C , 550°C , 750°C).

$$W_{LC50SM} = \frac{1}{3} (W_{LC50M450C} + W_{LC50M550C} + W_{LC50M750C})$$

Wskaźnik W_{LC50SM} posłużył do klasyfikacji materiałów [2].

Własności toksyczne produktów rozkładu i spalania materiałów klasyfikuje się do odpowiednich grup według kryteriów zamieszczonych w tabeli 5 [2].

Tabela 5.

Kryteria klasyfikacji własności toksycznych produktów rozkładu i spalania [2]

W_{LC50SM}	Własności toksyczne produktów rozkładu i spalania materiałów
≤ 15	Bardzo toksyczne
$>15, \leq 40$	Toksyczne
>40	Umiarkowanie toksyczne

Wyniki badań

Przeprowadzone badania dotyczące toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania próbek wylewki epoksydowej Epidian 561 i Epidian 561 z dodatkiem Roflamu E, Rofla-

mu P i Roplastu FN-1 wykonano w dwóch seriach (wartości emisji właściwej dla CO i CO₂ w dwóch seriach pomiaru nie różniły się więcej niż), w każdej z temperatur (450°C, 550°C, 750°C), zgodnie z normą PN-88/B-02855. Otrzymane wyniki dla badanych materiałów zamieszczono w tabelach 6 i 7.

Korzystając z wyznaczonych wartości emisji właściwej wyznaczono wskaźnik toksykometryczny produktów uzyskanych w badaniach każdej z żywic, W_{LC50} :

Następnie dla każdej z temperatur obliczono wskaźnik toksykometryczny W_{LC50M}

Tabela 8. zawiera wyliczone wartości wskaźnika toksykometrycznego W_{LC50M} .

Tabela 6.

Wyznaczone wartości średnie emisji właściwej produktów rozkładu termicznego i spalania dla badanych materiałów

Rodzaj materiału	Temperatura rozkładu	Średnia arytmetyczna emisji właściwej E produkt rozkładu [g/g]	
		CO	CO ₂
Utwardzony Epidian 561	450°C	0,03	0,005
	550°C	0,06	0,018
	750°C	0,074	1,306
Utwardzony Epidian 561 z Roflamem E	450°C	0,02	0,003
	550°C	0,07	0,013
	750°C	0,064	1,209
Utwardzony Epidian 561 z Roflamem P	450°C	0,02	0,003
	550°C	0,06	0,009
	750°C	0,059	1,204
Utwardzony Epidian 561 z Roplastem FN-1	450°C	0,02	0,004
	550°C	0,08	0,015
	750°C	0,046	1,243

Tabela 7.

Wartości wskaźnika toksykometrycznego W_{LC50} dla badanych materiałów

Rodzaj materiału	Temperatura rozkładu	W_{LC50} [g/m ³]	
		CO	CO ₂
Utwardzony Epidian 561	450°C	125,00	39280,0
	550°C	62,5	10911,11
	750°C	50,68	150,38
Utwardzony Epidian 561 z Roflamem E	450°C	187,5	65466,67
	550°C	53,57	21822,22
	750°C	58,59	162,45
Utwardzony Epidian 561 z Roflamem P	450°C	187,5	65466,67
	550°C	62,5	16366,67
	750°C	63,56	163,12
Utwardzony Epidian 561 z Roplastem FN-1	450°C	187,5	49100
	550°C	46,87	13093,33
	750°C	81,52	158

Tabela 8.

Wartości wskaźników toksykometrycznych W_{LC50M} produktów rozkładu badanych żywic

Temperatura pieca [°C]	Rodzaj materiału			
	Epidian 561	Epidian 561 z Roflamem P	Epidian 561 z Roflamem E	Epidian 561 z Roplastem FN-1
	W_{LC50M} [g/m ³]			
450°C	124,6	186,9	186,9	186,79
550°C	62,1	62,26	53,44	46,7
750°C	37,9	45,74	43,06	53,77

Tabela 9.

Wartości wskaźników toksykometrycznych W_{LC50SM} produktów rozkładu badanych żywic

Wskaźnik toksykometryczny	Rodzaj materiału			
	Epidian	Epidian z Roflamem P	Epidian z Roflamem E	Epidian z Roplastem FN-1
W_{LC50SM} [g/m ³]	74,9	98,3	94,47	95,75

Następnie wyznaczono wskaźnik toksykometryczny W_{LC50SM} i na podstawie tego wskaźnika dokonano klasyfikacji własności toksycznych produktów rozkładu i spalania (tab. 9.).

Otrzymane wyniki dla trzech modyfikowanych żywic są zbliżone i świadczą o tym, że kwalifikują się one do grupy **materiałów umiarkowanie toksycznych**. Niemodyfikowana żywica Epidian wykazuje niższą wartość W_{LC50SM} jednakże również kwalifikuje się do grupy materiałów umiarkowanie toksycznych.

Analiza wyników i wnioski

Różnica w składzie chemicznym modyfikowanych materiałów za pomocą środków ogniochronnych: Roflam E, Roflam P i Roplast FN-1 w stężeniu 5%, powoduje niezbyt duże zmiany w składzie ilościowym analizowanych produktów rozkładu termicznego i spalania. Najmniejsze ilości CO i CO₂ generowała utwardzona żywica Epidian 561 z dodatkiem Roflamu E. Zastosowana modyfikacja ogniochronna Epidianu 561 powojuje zmniejszenie emisji CO i CO₂ w porównaniu do nie modyfikowanego ogniochronnie materiału epoksydowego.

W temperaturze 450°C zarejestrowano kilkuminutowe wydzielanie się CO₂ średnio w po-

łowie trwania badania, a ilość wytworzonego CO dla wszystkich materiałów była zbliżona. W temperaturze 550°C próbki wydzielają CO przez cały czas trwania badania, natomiast w przypadku CO₂ generacja rozpoczynała się od 8-12 minuty i ilość wydzielonego ditlenku węgla była stała przez pewien czas (około 0,1 g/m³) z wyjątkiem Epidianu 561 z dodatkiem Roflamu E.

Ilość wydzielonego CO w temperaturze 750°C była nieznaczna, a generacja CO₂ o ponad rząd wielkości przewyższyła generację CO dla wszystkich badanych materiałów. Biorąc pod uwagę emisję właściwą CO największą wartość zanotowano w temperaturze 550°C, a najmniejszą (mniejsza o 75%) w temperaturze 450°C, niezależnie od rodzaju badanego materiału.

Analizując wartości emisji właściwej CO₂, zaobserwowano największą wartość w temperaturze 750°C (znacznie większą w stosunku do wartości E w temperaturach 550°C i 450°C. Wraz ze wzrostem temperatury zauważalne było stopniowe zwiększanie emisji CO₂ niezależnie od rodzaju próbek. W temperaturze 550°C materiały epoksydowe zawierające Roflam E i Roflam P wykazywały mniejszą emisję właściwą CO₂ o około 10-15%, w stosunku do materia-

łu epoksydowego zawierającego Roplast FN-1 i materiału nie modyfikowanego.

Najbardziej toksyczną atmosferę otrzymano w badaniu żywicy Epidian 561. Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

- dodatek środków ogniochronnych (Roflamu E, Roflamu P i Roplastu FN-1) do żywicy epoksydowej Epidian 561 zmniejsza emisję głównych toksyn tj. CO i CO₂, wyznaczonych zgodnie z PN-88/B-02855;
- wzrost temperatury badania toksyczności fazy gazowej do 550°C powoduje podwyższenie ilości tlenu węgla dla wszystkich analizowanych próbek materiałów;
- wraz z podwyższeniem temperatury rozkładu termicznego i spalania materiałów epoksydowych, ilość wydzielonego CO₂ zwiększa się i osiągnęła maksimum dla analizowanego zakresu w temperaturze 750°C;
- otrzymane wartości wskaźników toksykometrycznych W_{LC50SM} uwzględniające jedynie toksyczne działanie CO i CO₂ dla wszystkich badanych materiałów epoksydowych są powyżej wartości 40, co oznacza, że ich analizowane produkty rozkładu termicznego i spalania są umiarkowanie toksyczne;
- najbezpieczniejszym materiałem pod względem toksyczności głównych gazów CO i CO₂ okazał się Epidian 561;
- zakwalifikowanie badanych utwardzonych żywic epoksydowych do grupy materiałów umiarkowanie toksycznych pozwala na stosowanie ich jako materiałów wykończenia wnętrz w strefach pożarowych ZL I, ZL II, ZL III i ZL V (w myśl rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zmianami).

Literatura

1. Praca zbiorowa, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, National Fire Protection Association, 2001;
2. PN-88/B-02855 *Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania wydzielania toksycznych produktów rozkładu i spalania materiałów*;
3. Pofit-Szczepańska M., Półka M., *Oddziaływanie produktów spalania na ludzi w różnych fazach pożaru*, Sympozjum SITP, Zakopane 2004;
4. Brandys J., *Toksykologia wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1999;
5. Noll G., Hildebrand M. S., Yvorra J. G., *Hazardous materials. Managing the incident*, Fire Protection Publications Oklahoma State University, Oklahoma 1995;
6. Skaźnik M., *Zagrożenia toksyczne dymów i gazów pożarowych*, Ochrona Przeciwpożarowa 3/2005;
7. Wesołek D., Kozłowski R., *Toxic Gaseous Products of Thermal Decomposition and Combustion of Natural and Synthetic Fabrics with and without Flame Retardant*, Fire and Materials 26/2002;
8. Seńczuk W., *Toksykologia*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2002;
9. Kowalczyk M., Rump S., Kołaciński Z., *Medycyna katastrof chemicznych*, Warszawa 2004;
10. Janicki K., *Tlenek węgla ciągle groźny*, W akcji 3/2004;
11. Sawicki T., *Zabójczy dym, a nie temperatura*, Atest 6/2005;
12. Seńczuk W., *Toksykologia współczesna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005;
13. Cote A. E., *Fire Protection Handbook*, National Fire Protection Association, 1991;
14. Domański W., *Dianowe żywice epoksydowe – zagrożenia czynnikami chemicznymi*, Bezpieczeństwo pracy 9/2004;
15. *Flammability of Epoxy Resins Containing Phosphorus*, Praca Zbiorowa. US Department of Transportation, November 2005;
16. Xiao W., He P., Hu G, He B., *Study on the Flame-retardance and Thermal Stability*, Journal of Fire Sciences vol. 19 nr 5/2001;
17. Florjańczyk Z., Penczek S., *Chemia polimerów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997;
18. Czub P., Bończa – Tomaszewski Z., Penczek P., Pielichowski J., *Chemia i technologia żywic epoksydowych*, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2002;
19. www.zch.sarzyn.pl, strona internetowa Zakładów Chemicznych „Organika-Sarzyna S.A.”
20. Materiały reklamowe Zakładów Chemicznych “Rokita S.A.”
21. Wyniki badań uzyskane w pracowni analizy elementarnej Instytutu Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Recenzenci:

dr Tomasz Węsierski

dr inż. Stefan Wilczkowski

dr **Tomasz WĘSIERSKI**
Z-ca dyrektora CNBOP
ds. naukowo-badawczych

ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI PALNYCH PODSTAWOWYCH GRUP ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

Analysis of the combustion characteristics of the main groups of organic compounds

Streszczenie

Analiza właściwości pożarowych związków chemicznych stanowi niezwykle ważne zagadnienie w aspekcie ochrony przeciwpożarowej. Określenie charakterystyk pożarowych daje nam możliwość przewidzenia zachowania się rozpatrywanej substancji w żądanych warunkach a zatem staje się realne właściwe określenie ryzyka pożarowego. W sytuacjach kiedy niektóre dane dotyczące substancji są niedostępne, istnieje możliwość przewidzenia teoretycznego wybranych parametrów takich jak temperatura zapłonu, temperatura samozapłonu, dolna i górna granica wybuchowości. W niniejszej publikacji zawarto również opis charakterystyk pomocniczych oraz sposobu ich interpretacji dla takich parametrów jak liczba F, liczba RF oraz współczynnik R. Parametry te mogą być również bardzo pomocne przy „projektowaniu” cząsteczek posiadających wewnętrzny mechanizm inhibicji procesu spalania co ma istotne znaczenie przy poszukiwaniu środków ogniopochronnych.

Summary

Analysis of the fire characteristics of the chemical compounds is a very important issue in terms of fire protection. Determination of this characteristics gives us the ability to predict the behavior of the substances present in the desired conditions and thus a real proper determination of fire risk. In situations where some data are unavailable, it is possible to predict some of the theoretical parameters such as flash point, auto-ignition temperature, flammability limits. This publication contains also a description of secondary characteristics such as F-number, RF-number R-index and their interpretation. They can be also very helpful in designing of molecules having internal combustion inhibition mechanism what is important in retardants research.

Słowa kluczowe: Analiza właściwości pożarowych; charakterystyki pożarowe, liczba F, liczba RF, współczynnik R;

Key words: Analysis of fire characteristics, fire characteristics, F number, RF number, R index;

Wstęp

Baza danych CAS Registry zawiera obecnie ok. 25 milionów dobrze zidentyfikowanych związków chemicznych oraz około 50 milionów produktów pośrednich, czyli związków, które nie zostały wyizolowane w postaci czystej ale prawdopodobnie istnieją. Liczbę tę w pewnym przybliżeniu można uznać za całkowitą liczbę wszystkich znanych obecnie związków chemicznych przy czym codziennie do bazy dopisywane jest około 4000 nowych związków.

Biorąc pod uwagę, iż zdecydowaną większość tych substancji stanowią związki orga-

niczne od razu ujawnia nam się skala problemu analizy ich właściwości pożarowych. Aby tego dokonać należy dla analizowanego związku wziąć pod uwagę między innymi jego masę cząsteczkową, skład atomowy, obecność oraz rodzaj grup funkcyjnych i wiązań nienasyconych, rozkład podstawników, kształt cząsteczki, a nawet rozważyć rodzaj ewentualnych zanieczyszczeń, które mogą znacznie zwiększyć niebezpieczeństwo niekontrolowanego zapłonu [1]. Analizując te dane jesteśmy w stanie przewidzieć dominujący typ oddziaływań międzycząsteczkowych, stan skupienia, a także osza-

cować niektóre parametry pożarowe takie jak dolna (L) oraz górna (U) granica wybuchowości [2-6], czy temperatura zapłonu oraz samozapłonu [6].

Jedną z ciekawych metod scharakteryzowania palności substancji chemicznych tworzących mieszaniny palne z powietrzem jest oznaczenie liczby F , dla której postać matematyczną przedstawiono w równaniu 1:

$$F = 1 - \left(\frac{L}{U} \right)^{0.5} \quad 1)$$

Wartość liczby F przyjmuje wartości pomiędzy zero a jednością w zależności od przyjętego stopnia palności substancji. Klasyfikacja substancji względem liczby F przedstawia się następująco:

- $F < 0,2$; praktycznie niezapalne;
- $0,2 < F < 0,4$; słabo zapalne;
- $0,4 < F < 0,6$; o normalnej zapalności;
- $0,6 < F < 0,8$; o podwyższonej zapalności;
- $F > 0,8$; ekstremalnie łatwo zapalne.

Wartość F można wyznaczyć teoretycznie dla nieznannej substancji na podstawie elementów strukturalnych obecnych w cząsteczce. Posiadając oznaczoną teoretycznie liczbę F możemy wyznaczyć dolną oraz górną granicę wybuchowości. Analityczny tok obliczeń zostanie przedstawiony w następnej części artykułu.

Innym parametrem określającym właściwości pożarowe jest współczynnik R definiowany jako iloraz stężenia stechiometrycznego (C_{st}) dla reakcji przebiegającej w warunkach całkowitego spalania do dolnej granicy wybuchowości (L) (równanie 2):

$$R = \frac{C_{st}}{L} \quad 2)$$

Jeśli licznik oraz mianownik pomnożymy przez molowe ciepło spalania wartość licznika reprezentuje nam maksymalną wartość ciepła jaka się wydzieli podczas spalania jednostkowej objętości mieszaniny palnej natomiast wartość mianownika minimalną ilość ciepła wydzielającą się w trakcie spalania jednostkowej objętości mieszaniny palnej. Dlatego też im wyższa wartość współczynnika R , tym paliwo jest określane jako bardziej „energetyczne”. Jednakże ten

parametr również nie daje nam całościowej oceny niebezpieczeństwa związanego z zapłonem par palnych substancji.

W pierwszym przybliżeniu wydaje się, iż prawdopodobieństwo zapłonu jest proporcjonalne do wielkości przedziału pomiędzy dolną a górną granicą wybuchowości. Z drugiej strony jednakże, im mniejsza jest wartość stężenia odpowiadająca dolnej granicy wybuchowości, tym łatwiejsze wydaje się być osiągnięcie tej granicy. Zakłada się, iż prawdopodobieństwo powstania zapłonu dane jest przez iloraz różnicy średniej geometrycznej dolnej oraz górnej granicy wybuchowości (UL)^{0.5} pomniejszonej o wartość dolnej granicy wybuchowości (L), do wartości dolnej granicy wybuchowości (L) wg równania 3:

$$\frac{(UL)^{0.5} - L}{L} = \left[\left(\frac{U}{L} \right)^{0.5} - 1 \right] = \frac{F}{1 - F} \quad 3)$$

Mnożąc wartość prawdopodobieństwa zapłonu przez iloraz molowego ciepła spalania (Q) i masy molowej (M) otrzymuje się wartość liczby RF (wzór 4):

$$RF = \left[\frac{(UL)^{0.5} - L}{L} \right] \frac{Q}{M} = \left[\left(\frac{U}{L} \right)^{0.5} - 1 \right] \frac{Q}{M} = \left[\frac{F}{1 - F} \right] \frac{Q}{M} \quad 4)$$

Wartość RF jest dodatkowym parametrem oprócz liczby F , który wyraża nam niebezpieczeństwo zaistnienia zapłonu [5]. Klasyfikacja substancji względem liczby RF przedstawia się następująco:

- $RF < 30$; słabo zapalne
- $30 < RF < 150$; o normalnej zapalności
- $RF > 150$; silnie zapalne

Empiryczne charakterystyki dla węglowodorów

Podstawową i najprostszą grupą związków organicznych są węglowodory. Grupa ta ze względu na najmniej skomplikowaną strukturę słabych oddziaływań międzycząsteczkowych oraz bogatą bazę danych literaturowych wydaje się najłatwiejsza do analizy. Ze względu na obecność w swej strukturze tylko atomów węgla i wodoru, wszystkie węglowodory w obecności tlenu i przy oddziaływaniu źródeł zapłonu

ulegają łańcuchowej reakcji spalania po osiągnięciu odpowiedniej prężności par w temperaturze zwanej temperaturą zapłonu.

Proste zależności funkcyjne nie uwzględniające elementów struktury

Temperatura zapłonu

Wielu autorów zauważyło [7-10], iż istnieje prosta korelacja pomiędzy temperaturą wrzenia (T_b) a temperaturą zapłonu paliw węglowodorowych (T_f) wyznaczoną metodą tygla zamkniętego. Liniowa zależność $T_f = f(T_b)$ w skali temperatur Celsjusza przedstawił Bodhurtha (wzór 5);

$$T_f = 0,683T_b - 71,7 \quad (5)$$

Zależność kwadratową w skali temperatur Kelvina została podana natomiast przez Patila (wzór 6);

$$T_f = 4,656 + 0,844T_b - 0,234 \times 10^{-3} T_b^2 \quad (6)$$

Satyanarayana i Kakati [10] w swoich obliczeniach uwzględnili również ciężar właściwy (d_w) co przedstawia wzór 7:

$$T_f = -83,3362 + 0,5811T_b + \frac{0,1118 \times 10^{-3}}{T_b} + 38,734d_w \quad (7)$$

Współczynnik korelacji równania oraz wartość odchylenia średniego wskazuje, iż z przedstawionych prostych zależności empirycznych określających temperaturę zapłonu najlepsze rezultaty daje zastosowanie równania Bodhurtha [3].

Granice wybuchowości

Przybliżona zależność określająca dolną granicę wybuchowości (L) mówi, iż wartość ta jest odwrotnie proporcjonalna do standardowego molowego ciepła spalania ΔH_{sp} [3], co przedstawia równanie 8:

$$L = \frac{-4354}{\Delta H_p} \quad (8)$$

Otrzymana zależność charakteryzuje się jednak dość niskim współczynnikiem korela-

cji ($R^2 = 0,83$) oraz wysoką wartością odchylenia średniego co potwierdza jedynie przybliżony charakter zależności.

Nieco lepsze wyniki daje metoda przewidywania dolnej granicy wybuchowości uwzględniająca wartość stężenia stechiometrycznego (C_{st}) substancji ulegającej spalaniu [3] wg równania 9:

$$L = 0,55C_{st} \quad (9)$$

Podobną zależność opracowano dla przewidywania wartości górnej granicy wybuchowości (U) (równanie 10), jednakże przybliżenie to wykazuje zdecydowanie mniejszą korelację z danymi eksperymentalnymi niż ma to miejsce w przypadku oznaczania dolnej granicy wybuchowości.

$$U = 3,5C_{st} \quad (10)$$

Zależności funkcyjne uwzględniające elementy strukturalne

Jak wcześniej wspomniano własności makroskopowe związków chemicznych są funkcją ich struktury. To założenie sugeruje, iż te własności mogą zostać obliczone uwzględniając udział poszczególnych elementów strukturalnych w cząsteczce, co stanowi podstawę teoretyczną metodyki SGC (structural group contribution). Charakterystyka danej właściwości związku może być dokonana poprzez określenie wkładu wagowego dla danego parametru dla poszczególnych atomów, grup atomów, typów wiązań, grup funkcyjnych oraz innych elementów ważnych dla właściwego sparowania wpływu struktury związku na badaną cechę.

Nieliniowe zależności przedstawione w pracy Alabahi'ego [3] wykazały, iż z dużą dokładnością istnieje możliwość przewidzenia pożarowych właściwości węglowodorów, bazując jedynie na strukturze rozpatrywanego związku. Ogólna postać zależności dającej możliwość przewidzenia temperatury zapłonu, temperatury samozapłonu oraz granic wybuchowości przedstawia równanie 11:

$$\Phi = \left[a + b \left(\sum_i (\Phi)_i \right) + c \left(\sum_i (\Phi)_i \right)^2 + d \left(\sum_i (\Phi)_i \right)^3 + e \left(\sum_i (\Phi)_i \right)^4 \right]$$

gdzie: Φ oznacza poszukiwany parametr natomiast $\sum_i (\Phi)_i$ określa sumę wkładów poszczególnych elementów struktury.

Temperatura zapłonu

Szczegółowe badania temperatury zapłonu przeprowadzone przez T. Albahri [3] dla 287 węglowodorów wykazały skomplikowaną zależność T_f od struktury rozpatrywanego związku [3]. I tak np. dla liniowych przedstawicieli alkanów wykazano, iż temperatura zapłonu jest liniową funkcją ilości atomów węgla obecnych w strukturze. Dla bardziej skomplikowanych izomerów obserwuje się natomiast zależność T_f od stopnia rozgałęzienia związku w sensie ilości oraz długości łańcuchów bocznych oraz położenia w łańcuchu głównym. T_f dla liniowych węglowodorów jest wyższa niż T_f dla związków rozgałęzionych o tej samej licznie atomów węgla. W przypadku olefin zaobserwowano zależność temperatury zapłonu od ilości wiązań wielokrotnych, ich typu, a nawet konfiguracji cis/

trans. Nie zaobserwowano natomiast większego wpływu położenia nieterminalnego wiązania nienasyconego wzdłuż łańcucha na wartość T_f .

Dla związków aromatycznych istotnym elementem wpływającym na wartość temperatury zapłonu jest ilość pierścieni aromatycznych oraz ich typ sprzężenia. Ważną rolę grają również rodzaje podstawników alkilowych pod kątem ich położenia, długości łańcucha i usieciowienia.

Funkcję określającą zależność temperatury zapłonu od elementów strukturalnych przedstawia równanie 12:

$$T_f = \left[84,65 + 64,18 \left(\sum_i (\Phi)_i \right) - 5,6345 \left(\sum_i (\Phi)_i \right)^2 + 0,36 \left(\sum_i (\Phi)_i \right)^3 - 0,01 \left(\sum_i (\Phi)_i \right)^4 \right]$$

Wagi elementów strukturalnych charakteryzujących temperaturę zapłonu przedstawiono natomiast w tabeli 1.

Obliczenie przykładowe temperatury zapłonu

Związkiem dla którego przedstawiono przykładowe obliczenia jest p-dietylbenzen. W jego strukturze można wyróżnić następujące składniki: dwie grupy etylowe ($-C_2H_5$), cztery elementy układu aromatycznego ($=CH-$), jeden niesprzę-

Tabela 1.

Wagi elementów strukturalnych wpływające na temperaturę zapłonu [3]

Typ związku	Grupa	Waga grupy	Typ związku	Grupa	Waga grupy
Alkany	$-CH_3$	0,4832	węglowodory cykliczne niearomatyczne	$>CH_2$	0,6080
	$>CH_2$	0,5603		$>CH-$	0,4217
	$\alpha- >CH-$	0,5275		$\alpha- >CH-$ cis	0,7148
	$\beta- >CH-$	0,5499		$\alpha- >CH-$ trans	0,6986
	$\gamma- >CH-$	0,4778		$\beta- >CH-$ cis	0,6518
	$\delta- >CH-$	0,4543		$\beta- >CH-$ trans	0,4601
	$\alpha- >C<$	0,4008		$\gamma- >CH-$ cis	0,7167
	$\beta- >C<$	0,5281		$\gamma- >CH-$ trans	0,5899
	$-C_2H_5$ (rozg)	1,0370		$>C<$	0,1847
Olefiny	$=CH_2$	0,4078		$=CH-$	0,5287
	$=CH$	0,6037	węglowodory aromatyczne	$=CH-$	0,6205
	$=CH$ (cis)	0,5913		$>CH_2$	1,5159
	$=CH$ (trans)	0,6216		$>C=$ (skum)	0,8898
	$\alpha- >C=$	0,7135		$>C=$	0,6150
	$\beta- >C=$	0,6550		$>C=$ orto	0,7535
	$=C=$	0,8659		$>C=$ meta	0,7384
	$\equiv CH$	0,4475		$>C=$ para	0,7675
	$\equiv C-$	0,8387			

żony element ($>C=$) oraz jeden element niesprzężony aromatyczny ($>C=$) w pozycji para względem poprzedniego. A zatem korzystając z tabeli 1. otrzymujemy oraz równania 12 otrzymujemy:

$$\Sigma \Phi_i = 2 \times 1,037 + 4 \times 0,6205 + 1 \times 0,615 + 1 \times 0,7675 = 5,9385$$

$$T_f = [84,65 + 64,18(5,9385) - 5,6345(5,9385)^2 + 0,36(5,9385)^3 - 0,01(5,9385)^4] = 329,9 \text{ K}$$

Otrzymana wartość temperatury zapłonu p-dietylbenzenu różni się zaledwie o 0,1 K od wartości tabelarycznej.

Temperatura samozapłonu (T_{AIT})

Podobnie jak w przypadku temperatury zapłonu i w tym przypadku obserwuje się wyraźny efekt wpływu struktury na temperaturę samozapłonu. Analiza dokonana przez T. Albahri [3] obejmuje grupę kontrolną 131 związków. U lek- kich n-parafin o liczbie atomów węgla do sied- miu T_{AIT} spada wyraźnie wraz ze zwiększaniem się liczby atomów węgla w cząsteczce. Dla licz- by atomów węgla pomiędzy 7 a 16 różnice te są już niewielkie i T_{AIT} wahają się w zakresie 473 do 479 K. Podobną tendencję da się zauważyć u 1-alkenów. Obserwuje się wyraźny spadek temperatury zapłonu dla 1-alkenów o licznie atomów węgla nie większej niż 5, a następnie T_{AIT} zmienia się nieznacznie dla przedstawicieli pomiędzy C_6 a C_{18} oscylując w granicach od 503 do 526 K. Wpływ konfiguracji cis-/trans można uznać za zanedbywalny. Temperatura samoza- płonu związków aromatycznych mieści się ogół- nie w zakresie pomiędzy 700 a 840 K i jest zde- cydowanie wyższa niż dla przedstawicieli para- fin oraz olefin o tej samej ilości atomów węgla.

Dla związków aromatycznych można zauwa- żyć wpływ ilości pierścieni, ich rodzaj (sprzę- żone, niesprzężone), położenia podstawników alifatycznych (orto-, meta-, para-). Tempera- tura samozapłonu związków cyklicznych mie- ści się natomiast pomiędzy temperaturą samo- zapłonu związków niecyklicznych a aromatycz- nych o odpowiedniej im liczbie atomów węgla w cząsteczce. Dla większości związków tej gru- py wartość ta mieści się w przedziale 510 – 750 K. Podobnie jak w przypadku związków aro- matycznych nie obserwuje się natomiast wyraź- nej korelacji pomiędzy T_{AIT} a temperaturą wrze- nia jak i również ilością atomów węgla w czą- steczce. Funkcję określającą zależność tempera- tury samozapłonu od elementów strukturalnych przedstawia równanie 13:

$$T_{AIT} = \left[780,42 + 26,78 \left(\sum_i (\Phi_i) \right) - 2,5887 \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^2 - 0,3195 \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^3 - 0,007825 \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^4 \right]$$

Wagi elementów strukturalnych charakte- ryzujących temperaturę samozapłonu przedsta- wiono natomiast w tabeli 2.

Obliczenie przykładowe temperatury samozapłonu

Przykładowym związkiem dla którego przedstawiono obliczenia jest 1-okten. W jego strukturze można wyróżnić następujące skład-niki: jedną terminalną grupę $CH_2=$, jedną gru- pę ($=CH-$), pięć grup alifatycznych $>CH_2$, jed- na terminalna grupa $-CH_3$. A zatem korzystając z tabeli 2 otrzymujemy oraz równania 13 otrzy- mujemy:

Tabela 2.

Wagi elementów strukturalnych wpływające na temperaturę samozapłonu [3]

Typ związku	Grupa	Waga grupy	Typ związku	Grupa	Waga grupy
Alkany	$-CH_3$	-0,8516	węglowodory cykliczne niearomatyczne	$>CH_2$	-1,1600
	$>CH_2$	-1,4207		$>CH-$	0,0372
	$>CH-$	0,0249		$>C<$	8,9600
	$>C<$	2,3226		$=CH-$	0,0037
	$\square$			$>C=$	-12,3300
Olefiny	$=CH_2$	0,4682	węglowodory aromatyczne	$=CH-$	0,4547
	$=CH$	-1,9356		$>C=$ (skum)	0,0246
	$>C=$	-2,2420		$>C=$	-1,8890
	$\equiv CH$	-3,1180		$>C=$ orto	0,9125
	$\equiv C-$	-1,1360		$>C=$ meta	2,4650
	$\square$			$>C=$ para	2,0970

$$\Sigma\Phi_1 = 1 \times 0,4682 + 1 \times 1,9356 + 5 \times 1,4207 + 1 \times 0,8516 = -9,4225$$

$$T_{AC} = [780,42 + 2(78 - 9,4225) - 2,5887(-9,4225)^2 - 0,3195(-9,4225)^3 - 0,007825(-9,4225)^4] = 503,87 \text{ K}$$

Otrzymana wartość temperatury zapłonu 1-oktenu różni się zaledwie o 0,57 K od wartości tabelarycznej.

Górna (U) oraz dolna (L) granica wybuchowości

Badania przeprowadzone pod kątem górnej oraz dolnej granicy wybuchowości przez T. Alababri [3] obejmowały odpowiednio grupę 464 oraz 454 węglowodorów. Obydwa parametry wykazują podobną zależność od tych samych elementów strukturalnych. Stąd też wagi grup zestawiono sumarycznie w jednej tabeli (tabela 3). Stwierdzono, iż wartości górnej oraz dolnej granicy wybuchowości dla izoparafin są nie tylko zależne od całkowitej ilości atomów węgla w cząsteczce, ale również od ilości, typu oraz stopnia rozgałęzień w cząsteczce. Położenie rozgałęzienia ma jednak marginalny wpływ na te granice. Podobnie w przypadku związków aromatycznych oraz olefin położenie bocznej grupy alkilowej nie miało większego znaczenia na wartość U oraz L. W przypadku olefin nie stwierdzono również wyraźnego wpływu konfiguracji cis-/trans-.

Funkcję określającą zależność dolnej oraz górnej granicy wybuchowości od elementów strukturalnych przedstawiają równania 14 oraz 15:

$$L = \left[4,174 + 0,8093 \left(\sum_i (\Phi_i) \right) + 0,0688 \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^2 + 0,00265 \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^3 + 3,76 \cdot 10^{-5} \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^4 \right] \quad (14)$$

$$U = \left[18,14 + 3,4135 \left(\sum_i (\Phi_i) \right) + 0,3587 \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^2 + 0,0174 \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^3 + 3,403 \cdot 10^{-4} \left(\sum_i (\Phi_i) \right)^4 \right] \quad (15)$$

Obliczenia górnej oraz dolnej granicy wybuchowości wyglądają analogicznie jak przytoczone przykłady dla temperatury zapłonu oraz samozapłonu. W tym celu należy skorzystać z wag elementów strukturalnych zawartych w tabeli 3 oraz wzorów 14 oraz 15.

Tabela 3.

Wagi elementów strukturalnych wpływające na górną (U) oraz dolną (L) granicę wybuchowości [3]

Typ związku	Grupa	Waga grupy (U)	Waga grupy (L)
alkany	-CH ₃	-0,8394	-1,4407
	>CH ₂	-1,1219	-0,8736
	>CH-	-1,2598	-0,2925
	>C<	-2,1941	0,2747
olefiny	=CH ₂	0,2479	-1,3126
	=CH	-0,3016	-0,7679
	>C=	-0,6524	-0,2016
	=C=	0,0675	-0,4473
	≡CH	3,8518	-1,2849
	≡C-	1,3924	-0,4396
węglowodory cykliczne niearomatyczne	>CH ₂	-0,8386	-1,0035
	>CH-	-0,9648	-0,4955
	>C<	-2,2754	0,1058
	=CH-	-0,0821	-0,8700
	>C=	-0,1252	-0,5283
węglowodory aromatyczne	=CH-	-1,2966	-0,8891
	>CH ₂	-1,6166	-1,0884
	>C= (skum)	-1,4722	-0,3694
	>C=	0,6649	-0,2847

Liczba F

Tak jak wspomniano wcześniej, jedną z form scharakteryzowania właściwości palnych substancji jest określenie liczby F. Eksperymentalnie jej wartość można wyznaczyć mając do dyspozycji wartość dolnej oraz górnej granicy wybuchowości zgodnie ze wzorem 1. Natomiast jej wartość teoretyczną można określić na podstawie elementów strukturalnych stanowiących cząsteczkę badaną. Wpływ na jej wielkość ma długość łańcucha, obecność wiązań nienasyconych, obecność pierścieni aromatycznych lub alifatycznych, obecność oraz ilość grup funkcyjnych takich jak grupa -OH, -NO₂, -NH₂, -CN, -COOH zgodnie ze wzorem 16 podanym przez Kondo i współpracowników [2].

$$F = p_1(1 + p_2 C_1 + p_3 R_{OE} + p_4 R_{CO} + p_5 R_{COO} + p_6 R_{NH} + p_7 R_{RNG} + p_8 R_{ARM} + p_9 R_{US})(1 + p_{10} R_F + p_{11} R_{Cl} + p_{12} R_{Br} + p_{13} R_{OH} + p_{14} R_{NO_2} + p_{15} R_{NH_2} + p_{16} R_{CN} + p_{17} R_{COOH}) \quad (16)$$

Tabela 4.

Wartości parametrów równania Kondo i współpracowników służące oszacowaniu liczby F [2]

Parametr	Opis parametru	Wartość parametru
p_1	Współczynnik główny	0,581
p_2	dla jednego węgla	-0,194
p_3	grupa eterowa	0,134
p_4	grupa karbonylowa	0,028
p_5	grupa estrowa	-0,097
p_6	grupa iminowa	-0,014
p_7	pierścień alifatyczny	0,299
p_8	pierścień nienasycony	-0,125
p_9	nienasycenie	0,290
p_{10}	Fluor	-0,344
p_{11}	Chlor	-0,985
p_{12}	Brom	-3,160
p_{13}	grupa hydroksylowa	0,284
p_{14}	grupa nitrowa	0,527
p_{15}	grupa aminowa	-0,344
p_{16}	grupa cyjankowa	-0,566
p_{17}	grupa karboksylowa	-0,850

gdzie:

$p_1 - p_{17}$ – parametry równania określone eksperymentalnie i zestawione w tabeli 4;

C_1 – wartość parametru wynosząca jeden dla związków monowęglowych, zero dla pozostałych przypadków. Dla pochodnych metanu zawierających grupy CO, COO, CN, COOH wartość ta również wynosi zero;

R_{OE} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup eterowych zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów węgla stanowiących szkielet;

R_{CO} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup karbonylowych zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów węgla stanowiących szkielet;

R_{COO} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup estrowych zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów węgla stanowiących szkielet;

R_{NH} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup iminowych zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów węgla stanowiących szkielet;

R_{RNG} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości pierścieni alifatycznych zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów węgla stanowiących szkielet;

R_{ARM} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości pierścieni aromatycznych zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów węgla stanowiących szkielet;

R_{US} – wartość otrzymana przez podzielenie stopnia nienasycenia cząsteczki (uwzględniającego również układy aromatyczne) do sumarycznej ilości atomów węgla stanowiących szkielet;

R_F – wartość otrzymana przez podzielenie ilości atomów fluoru zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową;

R_{Cl} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości atomów chloru zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową;

R_{Br} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości atomów bromu zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową;

R_{OH} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup -OH zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową;

R_{NO_2} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup -NO₂ zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową;

R_{NH_2} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup -NH₂ zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową;

R_{CN} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup -CN zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową;

R_{COOH} – wartość otrzymana przez podzielenie ilości grup -COOH zawartych w cząsteczce do sumarycznej ilości atomów wodoru w węglowodorze stanowiącym cząsteczkę podstawową.

Tak więc wyraźnie widać, iż ilość szkieletowych atomów węgla w cząsteczce lub też atomów wodoru w niepodstawionym węglowodorze zawarta jest przy określaniu parametrów R_X , gdzie X oznacza rozpatrywany element struktury lub grupę.

Analizując tabelę 4 można zauważyć efekt podstawnikowy poszczególnych elementów strukturalnych na palność związków [2]. Dodania wartość parametru wskazuje na zwiększenie palności związku, gdyż wiąże się to ze zwiększeniem wartości liczby F. Ujemna wartość parametru natomiast wskazuje na element zmniejszający palność substancji. I tak np. wprowadzenie grupy karbonylowej lub eterowej teoretycznie zwiększa palność związku podobnie jak pojawienie się pierścienia alifatycznego, grupy hydroksylowej, nitrowej czy też wiązań wielokrotnych. Założenia te w pewnych przypadkach są zgodne z danymi literaturowymi, co wyraźnie widać porównując właściwości palne alkanów do np. alkenów, a zwłaszcza alkinów, a także eterów cyklicznych, nitrozwiązków. Wprowadzenie natomiast fluorowców, w rozważanym przypadku w szczególności bromu powo-

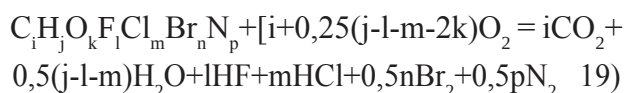
duje obniżenie palności. W rzeczywistości efekt ten jest największy w przypadku jodu, który w poniższej analizie nie był rozpatrywany.

Korzystając z równania 1 można w drugą stronę obliczyć górną (U) oraz dolną (L) granicę wybuchowości przy czym wartość (UL)^{0,5} w przybliżeniu można uznać za stechiometryczne stężenie substancji w procesie spalania. Niższe zależności podaje równanie 17 oraz 18.

$$L = (UL)^{0,5}(1-F) \quad 17)$$

$$U = (UL)^{0,5}/(1-F) \quad 18)$$

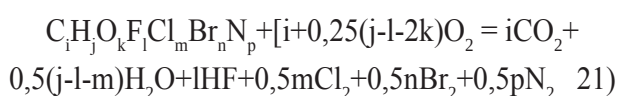
Stężenie stechiometryczne substancji zależy od typu reakcji przebiegającej w paliwie. I tak np. jeśli liczba atomów wodoru (j) w cząsteczce paliwa jest większa lub równa sumie ilości atomów fluoru lub chloru (l+m) istnieje duże prawdopodobieństwo, iż zawarte w paliwie atomy chloru i fluoru utworzą chlorowodor lub fluorowodor, podczas gdy bromopochodne węglowodorów, jako produkt spalania, będą tworzyły brom. W przypadku związków zawierających azot w większości przypadków produktem spalania będzie azot. Równanie reakcji dla rozpatrywanej sytuacji przedstawia się następująco:



A więc stężenie stechiometryczne w jednostkach bezwymiarowych będzie wynosić:

$$C_{st} = \frac{1}{1 + 4,773[j + 0,25(j-l-m-2k)]} \quad 20)$$

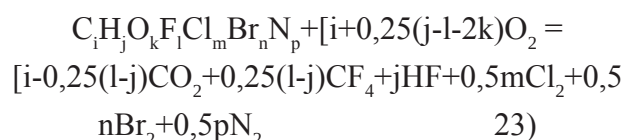
W przypadku, gdy liczba atomów wodoru (j) w cząsteczce jest mniejsza niż sumaryczna ilość atomów chloru oraz fluoru (l+m) jako produkt procesu utleniania tworzy się w przeważającej ilości chlor wg równania 21:



stężenie stechiometryczne w takiej sytuacji wynosi:

$$C_{st} = \frac{1}{1 + 4,773[j + 0,25(j-l-2k)]} \quad 22)$$

W szczególnym przypadku, gdy liczba atomów wodoru jest mniejsza nawet od liczby samych atomów fluoru w wyniku reakcji spalania nie tworzy się woda, a oprócz fluorowodoru powstaje również tetrafluorek węgla wg reakcji:



Stężenie stechiometryczne substancji jest określone podobnie jak w przypadku poprzednim poprzez równanie 22.

Nie zawsze jednak wartość stężenia stechiometrycznego dobrze odwzorowuje (UL)^{0,5}, co wynika z selektywnej dyfuzji cząsteczek paliwa oraz tlenu. Błąd względny pomiędzy wartością (UL)^{0,5} a stężeniem stechiometrycznym można zapisać zgodnie z równaniem 24:

$$\Delta = \frac{(UL)^{0,5} - C_{st}}{C_{st}} \quad 24)$$

Z dość dobrym przybliżeniem wartość niepewności jest liniową funkcją masy molowej wg równania 25:

$$\Delta = 0,00472(M-32) \quad 25)$$

Obliczenia przykładowe dla liczby F

Związkiem przykładowym przyjętym do obliczeń liczby F jest chlorooctan metylu ClCH₂COOCH₃. Korzystając z równania 16 oraz tabeli 4 oraz biorąc pod uwagę budowę chemiczną rozpatrywanej cząsteczki obliczenia teoretyczne liczby F przedstawiają się następująco:

- Ilość szkieletowych atomów węgla w cząsteczce – 2 (nie wliczamy atomu węgla grupy funkcyjnej)
- Ilość atomów wodoru w węglowodorze podstawowym (szkieletowym) – 6 (etan)
- Ilość grup estrowych – 1
- R_{COO} = 1/2 = 0,5
- Ilość atomów chloru -1
- R_{Cl} = 1/6 = 0,167

$$F_{\text{calc}} = 0,581(1 - 0,097R_{\text{COO}})(1 - 0,985R_{\text{Cl}}) = 0,581 \\ (1 - 0,097 \times 0,5)(1 - 0,985 \times 0,167) = 0,462$$

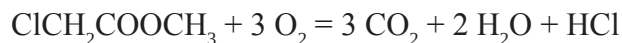
Wartość liczby F oznaczona na podstawie danych eksperymentalnych przy wykorzystaniu wzoru 1 wynosi natomiast:

$$F_{\text{obs}} = 1 - \left(\frac{L}{U} \right)^{0,5} = 1 - \left(\frac{7,5}{18,5} \right)^{0,5} = 0,363$$

Tak więc można zauważyć, iż akurat w tym przypadku istnieje dość duża rozbieżność pomiędzy wartością wyliczoną na podstawie symulacji a wartością oznaczoną na podstawie danych eksperymentalnych. Biorąc pod uwagę analizowane przez Kondo i współpracowników dane 238 związków chemicznych odchylenie średnie wyliczenia dla liczby F_{calc} względem F_{obs} wynosi 0,047, co stanowi średnio 9,2% wartości [2]. Stosowany wzór służący do oszacowania wartości F_{calc} ma zatem charakter wysoce orientacyjny.

Przykładowe obliczanie dolnej (L) oraz górnej (U) granicy wybuchowości z wykorzystaniem oszacowania liczby F

Niniejsze obliczenia stosuje się wtedy, gdy nie mamy do dyspozycji tabelarycznych wartości górnej oraz dolnej granicy wybuchowości. Obliczamy teoretycznie liczbę F_{calc} analogicznie jak w punkcie „Obliczenia przykładowe dla liczby F”, w następnej kolejności wyznaczamy stężenie stechiometryczne C_{st} dla danego związku. W tym przypadku rozpatrzmy podobnie jak w podpunkcie poprzednim chlorooctan metylu dla którego pełna reakcja spalania przedstawia się następująco:



Zważywszy na to, iż liczba atomów wodoru jest większa niż liczba atomów chloru spodziewanym produktem spalania będzie chlorowodor zgodnie z równaniem 19. Stężenie stechiometryczne wynosi natomiast:

$$C_{\text{st}} = \frac{1}{1 + 4,773[3 + 0,25(5 - 1 - 2 \times 2)]} = \frac{1}{15,319} = 0,0653 = 6,53\%$$

Uwzględniając masę molową związku ($M=108,5$ g/mol) poprawka Δ wynosi:

$$\Delta = 0,00472 (M - 32) = 0,00472 (108,5 - 32) = 0,361$$

Po przekształceniu wzoru 24 otrzymujemy teoretyczną wartość średniej geometrycznej granic wybuchowości $(UL)^{0,5}$:

$$(UL)^{0,5} = \Delta C_{\text{st}} + C_{\text{st}} = 0,361 \times 0,0653 + 0,0653 \\ = 0,0889$$

A zatem na podstawie wzoru 17 oraz 18 oszacowana wartość górnej oraz dolnej granicy wybuchowości wynosi:

$$L = (UL)^{0,5}(1 - F) = 0,0889(1 - 0,462) = 0,0478 = 4,78\%$$

$$U = (UL)^{0,5}/(1 - F) = 0,0889/(1 - 0,462) = 0,165 = 16,5\%$$

Wartości obserwowane dolnej i górnej granicy wybuchowości wynoszą odpowiednio 7,5% oraz 18,5%. Dla tej metodyki obliczeń, podobnie jak w przypadku teoretycznego szacowania liczby F, teoretyczne wartości dolnej oraz górnej granicy wybuchowości należy traktować jedynie jako przybliżone.

Równania udokładniane (szczególne)

Dla niektórych grup związków chemicznych wyznaczono równania udokładniane charakteryzujące się dużo lepszym odwzorowaniem wartości obliczonych względem obserwowanych. Jedną z takich grup są fluorowane pochodne węglowodorów oraz prostych eterów [6]. Mechanizm analizy jest bardzo podobny z tą różnicą, iż dotyczy szczególnych elementów strukturalnych, a przewidywana wartość średniej geometrycznej granic wybuchowości jest opisany bardziej złożoną zależnością. Wartość teoretyczna liczby F określona jest następującym równaniem:

$$F = a_1(1 + a_2C_1 + a_3P_{\text{OE}} + a_4P_{\text{US}} + a_5E_{\text{F}} + a_6P_{\text{sf3}} + a_7P_{\text{df}} + a_8P_{\text{dfc}} + a_9P_{\text{df2}} + a_{10}P_{\text{of}} + a_{11}P_{\text{of2}} + a_{12}P_{\text{of3}}) \quad (26)$$

Średnia geometryczna granic wybuchowości wynosi natomiast:

$$UL^{0,5} = C_{st} [1 + q_1(M-32) + q_2C_1 + q_3P_{OE} + q_4P_{US} + q_5R_F + q_6P_{df} + q_7P_{dfc} + q_8P_{df2}] \quad (27)$$

przy czym:

R_F i C_1 – zgodnie z opisem równania ogólnego omówionego wcześniej. Dla uproszczenia R_F można dla omówionej sytuacji zdefiniować również jako liczbę atomów fluoru podzieloną przez sumę atomów wodoru i fluoru w cząsteczce. Wartość liczbową C_1 dla równań 26 oraz 27 jest inna, co pokazują tabele 5 oraz 6;

P_{OE} – ilość eterowych atomów tlenu podzielona przez ilość szkieletowych atomów węgla pomniejszonych o jeden. I tak np. dla eteru dietylowego $P_{OE} = 1$;

P_{US} – oznacza stopień nienasycenia szkieletu węglowego podzielony przez liczbę szkieletowych atomów węgla pomniejszoną o jeden. I tak np. dla etylenu $P_{US} = 1$, dla acetylenu $P_{US} = 2$, dla butadienu $P_{US} = 2/3$.

E_F – jest funkcją R_F wyrażoną zgodnie z równaniem 28:

$$E_F = \sqrt{1 - 2,56R_F^2} \quad \text{dla } R_F \leq 0,625 \quad (28)$$

$$E_F = 0 \quad \text{dla } R_F > 0,625$$

Badania wykazały, iż w przeważającej większości związki o $R_F > 0,625$ są niepalne;

P_{sf3} – oznacza liczbę atomów fluoru należącą do grup CF_3-C , podzieloną przez sumę atomów wodoru oraz fluoru w cząsteczce. Np. dla CF_3CH_3 , $P_{sf3} = 3/6 = 0,5$;

P_{df} – oznacza liczbę atomów fluoru należącą do grup $CHF=C$, podzieloną przez sumę atomów wodoru oraz fluoru w cząsteczce. Np. dla $CH_2=CHF$, $P_{df} = 1/4$;

P_{dfc} – oznacza liczbę atomów fluoru należącą do grup $C-CF=C$, podzieloną przez sumę atomów wodoru oraz fluoru w cząsteczce. Np. dla $CH_2=CF-CF_3$, $P_{dfc} = 1/6$;

P_{df2} – oznacza liczbę atomów fluoru należącą do grup $CF_2=C$, podzieloną przez sumę atomów wodoru oraz fluoru w cząsteczce. Np. dla $CF_2=CHCF_3$, $P_{df2} = 2/6 = 0,33$;

P_{of} – oznacza liczbę pojedynczych atomów fluoru przyłączonych do atomów węgla sąsiadujących bezpośrednio z eterowym atomem tlenu, podzieloną przez sumę atomów wodoru oraz fluoru w cząsteczce. Np. dla $CH_3CHFOCH_3$, $P_{of} = 1/8 = 0,125$;

P_{of2} – oznacza liczbę podwójnych atomów fluoru przyłączonych do atomów węgla sąsiadujących bezpośrednio z eterowym atomem tlenu, podzieloną przez sumę atomów wodoru oraz fluoru w cząsteczce. Np. dla $CH_3CF_2OCH_3$, $P_{of2} = 2/8 = 0,25$;

P_{of3} – oznacza liczbę atomów fluoru należącą do grup CF_3-O , podzieloną przez sumę atomów wodoru oraz fluoru w cząsteczce. Np. dla $CHF_2CH_2OCF_3$, $P_{of3} = 3/8$.

Parametry równania służące do wyliczenia liczby F oraz $UL^{0,5}$ podano odpowiednio w tabeli 5 oraz 6.

Tabela 5.

Wartości parametrów równania liczny F dla fluorowanych węglowodorów i eterów [6]

Parametr	Opis parametru	Wartość
a_1	współczynnik główny	0,232
a_2	C_1	-0,441
a_3	ugrupowanie eterowe	0,619
a_4	Nienasycenie	0,651
a_5	F	1,337
a_6	sf3	0,131
a_7	Df	-0,682
a_8	Dfc	-0,580
a_9	df2	-0,360
a_{10}	Of	0,091
a_{11}	of2	0,175
a_{12}	of3	-2,194

Tabela 6.

Wartości parametrów równania dla średniej geometrycznej granic wybuchowości (UL)^{0,5} fluorowanych węglowodorów i eterów [6]

Parametr	Opis parametru	Wartość
q_1	(M-32)	0,0029
q_2	C_1	-0,0210
q_3	Ugrupowanie eterowe	-0,0150
q_4	Nienasycenie	0,4760
q_5	F	0,0180
q_6	Df	-1,5050
q_7	Dfc	-2,0040
q_8	df2	-1,0220

Porównanie wartości eksperymentalnych z obliczonymi teoretycznie na podstawie równań 26 oraz 27 wykazały bardzo dobrą dokładność dla związków o $R_F \leq 0,625$. Średnia wartość błędu nie przekraczała w tym przypadku 0,55% objętościowego (średnia maksymalna - fluorowane etery) dla dolnej granicy wybuchowości oraz 1,25% objętościowego (średnia maksymalna - fluorowane węglowodory) dla górnej granicy wybuchowości.

Porównanie charakterystyk pożarowych wybranych grup związków organicznych

W tabeli 7 zestawiono przykładowe charakterystyki wybranych związków z grupy węglowodorów oraz ich pochodnych. Omówione zostaną efekty podstawienia tylko niektórych grup funkcyjnych, dla których istnieje dostatecznie duża baza danych literaturowych.

Tabela 7.

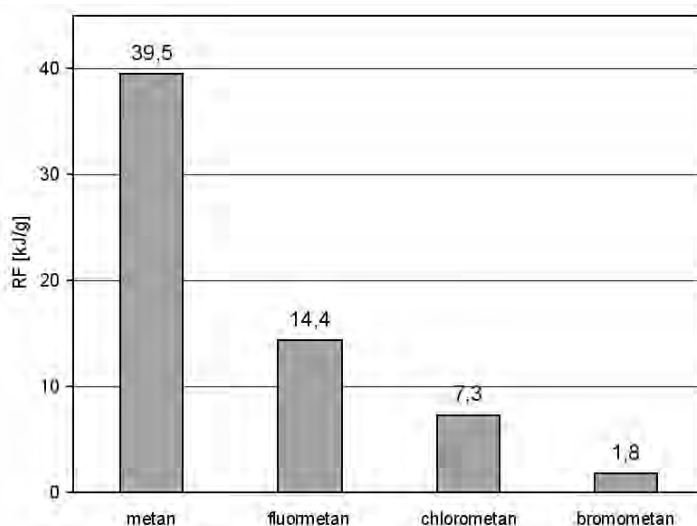
Wybrane charakterystyki pożarowe dla różnych związków organicznych [5]

wzór chemiczny	masa cząsteczkowa [g/mol]	liczba F	współczynnik R	liczba RF [kJ/g]
metan i jego pochodne				
CH ₄	16,04	0,46	1,94	39,5
CH ₃ F	34,03	0,42	1,8	14,4
CH ₃ Cl	50,49	0,36	1,49	7,3
CH ₃ Br	94,94	0,21	1,23	1,8
CH ₂ F ₂	52,02	0,33	1,3	4,6
CH ₂ ClF	68,48	0,26	1,2	2,6
CH ₂ Cl ₂	84,93	0,18	1,23	1,2
etan i jego pochodne				
CH ₃ CH ₃	30,07	0,51	1,88	49,4
CH ₃ CH ₂ Cl	64,51	0,5	1,72	19,6
CH ₃ CH ₂ Br	108,97	0,08	0,96	1
CH ₃ CHF ₂	66,05	0,47	1,61	14,9
CH ₃ CHCl ₂	98,96	0,35	1,38	5,9
CH ₃ CF ₃	84,04	0,39	1,35	6,7
CH ₃ CClF ₂	100,5	0,32	1,22	4,1
CH ₃ CCl ₂ F	116,95	0,24	1,05	2,4
CH ₃ CCl ₃	133,4	0,23	1,26	2
inne węglowodory				
CH ₃ CH ₂ CH ₃	44,1	0,53	1,92	52,2
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	58,12	0,56	1,95	59
CH(CH ₃) ₃	58,12	0,54	1,73	52,9
CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	72,15	0,56	1,7	58,1
CH(CH ₃) ₂ CH ₂ CH ₃	72,15	0,57	1,82	60,2
węglowodory cykliczne				
(CH ₂) ₅	70,13	0,51	1,81	50,6
związki zawierające tlen				
C ₂ H ₅ OH	46,07	0,58	1,98	38,8
(CH ₃) ₂ CHOH	60,1	0,6	2,22	47,4
CH ₃ OCH ₃	46,07	0,65	1,92	52,4
CH ₃ OCF ₃	100,04	0,3	1,17	3,3
CH ₃ OC ₂ H ₅	60,1	0,56	2,22	40,1

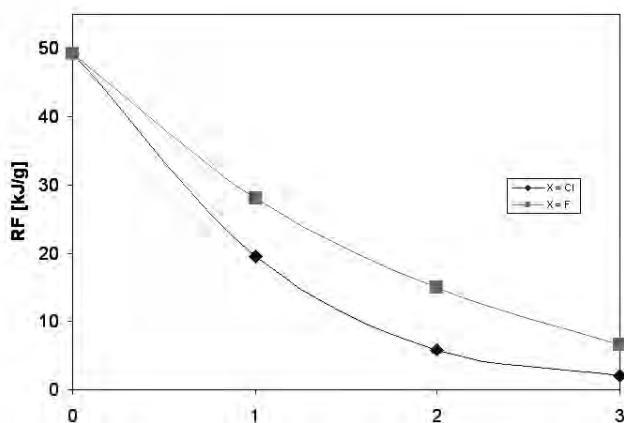
wzór chemiczny	masa cząsteczkowa [g/mol]	liczba F	współczynnik R	liczba RF [kJ/g]
$\text{CH}_3\text{OC}_2\text{F}_5$	150,05	0,12	0,9	0,9
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	74,12	0,77	1,78	114,5
$\text{CH}_2\text{COC}_2\text{H}_5$	72,11	0,65	2,62	59,1
HCOOCH_3	60,05	0,56	2,11	19,3
związki zawierające azot				
CH_3NH_2	31,06	0,51	1,74	33,1
$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{NH}_2)$	45,08	0,5	0,51	35,2
związki nienasycone				
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	28,05	0,73	2,42	125
$\text{CH}_2=\text{CHF}$	46,04	0,65	2,97	47,6
$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	62,5	0,67	2,15	37,5
$\text{CH}_2=\text{CF}_2$	64,03	0,49	1,72	15,1
$\text{CH}_2=\text{CCl}_2$	96,94	0,35	1,46	5,5
$\text{CHCl}=\text{CHCl}$	96,94	0,34	1,69	5,2
$\text{CHCl}=\text{CCl}_2$	131,39	0,13	1,19	1
$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	100,02	0,55	1,73	8,3
$\text{CF}_2=\text{CFCl}$	116,47	0,28	1,71	2,1
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	42,08	0,58	2,22	62,1
C_2H_2	26,04	0,84	3,09	256,8
związki nieorganiczne				
H_2	2,02	0,77	7,4	401,5
NH_3	17,03	0,27	1,46	6,9
CO	28,01	0,59	2,37	14,5
SiH_4	32,12	0,88	6,92	335,6

Efekt wprowadzenia halogenu

Wyraźnie da się zauważyć, iż wprowadzenie halogenu zmniejsza wartości liczbowe F, R oraz RF, co wskazuje na zmniejszenie stopnia palności po wprowadzeniu podstawnika halogenowego. Wartość efektu wzrasta proporcjonalnie do masy molowej halogenu, co dla pochodnych metanu przedstawiono na podstawie analizy liczby RF na rycinie 1. Jest to związane między innymi z malejącą energią dysocjacji wiązania węgiel – halogen, która wynosi odpowiednio: $\text{CH}_3\text{-F}$ (453 kJ/mol), $\text{CH}_3\text{-Cl}$ (352 kJ/mol), $\text{CH}_3\text{-Br}$ (293 kJ/mol), $\text{CH}_3\text{-I}$ (235 kJ/mol). Zwiększenie liczby atomów halogenu również wyraźnie wpływa na obniżenie palności związku, co najlepiej widać porównując wartości liczby RF (ryc. 2).



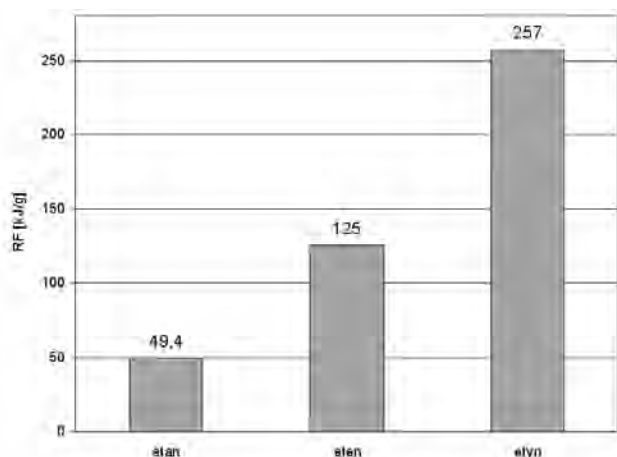
Ryc. 1. Wpływ typu halogenu na wartość liczby RF dla monohalogenometanów



Ryc. 2. Wpływ ilości atomów halogenu n_x (chloru oraz fluoru) dla halogenopochodnych etanu na wartość liczby RF

Efekt wprowadzenia wiązania olefinowego

Wprowadzenie wiązania nienasyconego wyraźnie zwiększa wartość liczby RF pod warunkiem, iż nie tworzy się układ aromatyczny. Szczególnie jest to widoczne w przypadku dwuwęglowych węglowodorów (ryc. 3). Efekt ten spada wraz ze wzrostem ilości atomów węgla co widać wyraźnie już dla trójwęglowych węglowodorów, dla których wartości RF wynoszą odpowiednio: propan RF = 52,2; propen RF=62,1; propyn RF = 77,6.



Ryc. 3. Wpływ typu wiązania między atomami węgla na wartość liczby RF dla dwuwęglowych węglowodorów

Efekt wprowadzenia układu aromatycznego

Wprowadzenie układu aromatycznego zmniejsza wartość liczby RF, a zatem zwiększa odporność układu na czynniki termiczne. Wynika to ze stabilizacji układu aromatycznego po-

zez delokalizację elektronów π pierścienia. Analiza wartości liczby F nie wykazuje jednak poważnych różnic. Dla sztandarowego przykładu porównawczego benzenu oraz heksanu liczby te wynoszą odpowiednio: heksan F=0,617 RF=77,9; benzen F=0,594 RF=61,24.

Efekt wprowadzenia pierścienia alifatycznego

Wartość liczby RF, F oraz współczynnika R dla cykloheksanu oraz cyklopentanu jest niższa niż ich nasyconych liniowych odpowiedników. A zatem pojawienie się pierścienia pięcio- i sześciocłonowego stabilizuje układ, jednakże nie tak, jak ma to miejsce w przypadku pierścienia aromatycznego. Wartość liczby RF dla cyklopentanu oraz cykloheksanu wynosi odpowiednio 50,6 oraz 69, natomiast wartości dla pentanu oraz heksanu wynoszą odpowiednio 58,1 oraz 77,9. Sytuacja się diametralnie zmienia w przypadku pojawienia się układów małopierścieniowych. Dla cyklopropanu wartość liczby RF wynosi aż 167 w stosunku do 52,2 odpowiadającej propanowi. Wynika to z faktu bardzo dużych naprężeń sterycznych pierścienia trójczłonowego. Badania prowadzone przez Kondo [2] dają dodatni parametr p_7 dla układów pierścieniowych. Wartość ta jednak jest zbyt ogólna wskutek nierozróżniania przez autora wielkości pierścieni, co ma istotne znaczenie przy rozpatrywaniu problemu.

Efekt wprowadzenia grupy aminowej

Wprowadzenie grupy aminowej powoduje wyraźny spadek wartości RF. W przypadku metyloaminy wartość ta wynosi 33,1, natomiast etyloaminy 35. Podobne rezultaty można wyciągnąć analizując współczynnik R, który jest wyraźnie mniejszy dla amin. Badania dotyczące liczby F przeprowadzone przez Kondo [2] wykazują ujemną wartość parametru p_{15} , co również potwierdza inhibicyjny charakter grupy aminowej. W przypadku metylo- oraz etyloaminy wartości liczby F są jednak bardzo zbliżone do siebie.

Efekt wprowadzenia grupy hydroksylowej

Efekt wprowadzenia grupy hydroksylowej powoduje nieznaczne zwiększenie wartości liczby F oraz współczynnika R. Obserwuje się jednak zmniejszenie wartości RF dla alkoholi-

li niskocząsteczkowych. Począwszy od butanolu RF alkoholi jest wyższe niż odpowiada to węglowodorowi podstawowemu. Zatem wprowadzenie grupy OH generalnie zwiększa palność związku chemicznego. Dane porównawcze dla wybranych alkoholi i odpowiadających im węglowodorów zestawiono w tabeli 8.

Tabela 8.

Wybrane charakterystyki pożarowe dla węglowodorów oraz ich pochodnych hydroksylowych

wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa [g/mol]	liczba F	współczynnik R	liczba RF [kJ/g]
CH ₄	16	0,46	1,94	39,5
CH ₃ OH	32	0,42	1,8	32,9
C ₂ H ₆	30	0,51	1,88	49,4
C ₂ H ₅ OH	46	0,58	1,98	38,8
C ₃ H ₈	44	0,53	1,92	52,2
n-C ₃ H ₇ OH	60	0,6	2,12	46,3
n-C ₄ H ₁₀	58	0,56	1,95	59,0
n-C ₄ H ₉ OH	74	0,65	2,41	65,9
n-C ₅ H ₁₂	72	0,56	1,7	58,1
n-C ₅ H ₁₁ OH	88	0,65	2,27	71,3
izo-C ₄ H ₁₀	58	0,54	1,73	52,9
izo-C ₄ H ₉ OH	74	0,60	1,99	54,0
izo-C ₅ H ₁₂	72	0,57	1,82	60,2
izo-C ₅ H ₁₁ OH	72	0,63	1,82	65,7

Efekt wprowadzenia grupy karboksylowej

Wprowadzenie grupy karboksylowej powoduje wyraźne obniżenie liczby RF. Tendencja ta jest szczególnie widoczna dla niskocząsteczkowych kwasów karboksylowych. Jest to łatwe do przewidzenia, gdyż w etapie dekompozycji tworzy się CO₂ a im większy % udziału grupy karboksylowej w związku tym efekt będzie silniejszy.

Tabela 9.

Wybrane charakterystyki pożarowe dla kwasów karboksylowych

wzór chemiczny	masa cząsteczkowa [g/mol]	liczba F	współczynnik R	liczba RF [kJ/g]
HCOOH	46	0,44	1,64	4,3
CH ₃ COOH	60	0,55	2,38	17,9
C ₂ H ₅ COOH	74	0,51	1,95	21,5
n-C ₃ H ₇ COOH	88	0,55	1,82	30,7
n-C ₄ H ₉ COOH	102	0,53	1,95	31,7

Podsumowanie

Odpowiednie podejście i znajomość parametrów fizykochemicznych ma bardzo duże znaczenie przy określaniu ryzyka związanego z niepożądanym uwolnieniem się substancji chemicznej [11-14]. W publikacji zostało przedstawione z jakich parametrów możemy korzystać próbując określić charakterystyki pożarowe analizowanych substancji. Przewidywania nieznanych parametrów, zwłaszcza w przypadku dolnej oraz górnej granicy wybuchowości, można dokonać z dość dużą dokładnością analizując strukturę węglowodorów. Analiza taka w przypadku zależności bazujących na wpływie danego typu podstawnika dla pochodnych węglowodorów odbywa się już z mniejszą dokładnością i otrzymanie dokładniejszego odwzorowania rzeczywistości wymaga zastosowania wzorów szczególnych [6]. Wynika to z faktu ograniczonej ilości dostępnych danych literaturowych oraz bardzo dużej ilości kombinacji, które należałoby uwzględnić dokonując analizy. W przypadku obliczeń teoretycznych związanych z liczbą F zakłada się jedynie 17 parametrów, nie uwzględniając np. struktury pierścieni, co będzie powodować poważne błędy w przypadku obliczeń dla związków małopierścieniowych. Obliczenia teoretyczne górnej granicy wybuchowości przy założeniu stężenia stechiometrycznego przy pełnym spalaniu dają duże błędy przypadku związków o bardzo wysokiej górnej granicy wybuchowości, takich jak np. tlenek etylenu, tlenek propylenu, epichlorohydryna, eten, acetylen, eter dietylowy, dioksan. Związane jest to z błędnym założeniem autorów uwzględniających reakcję pełnego spalania przy niedoborze tlenu, z jakim mamy do czynienia w procesie spalania przy górnej granicy wybuchowości. Charakterystyki opisane w niniejszej publikacji i sposób ich prezentacji wymaga dużego wyczucia i mogą one zostać wykorzystane do określenia niebezpieczeństwa pożarowego danego związku chemicznego, zwłaszcza do określenia hipotetycznej wartości górnej oraz dolnej granicy wybuchowości. Właśnie te parametry stanowią najważniejszą charakterystykę pożarową związków chemicznych. Oznaczenie wartości liczby F, liczby RF oraz współczynnika R ma jedynie charakter pomocniczy, jednakże istotny pod kątem „projektowania” czą-

steczek posiadających wewnętrzny proces inhibicji procesu spalania, co ma istotne znaczenie przy poszukiwaniu środków ogniochronnych [15,16]

Literatura

1. Shepherd J. E, Perez., F. A., *Kerosene lamps and cookstoves—The hazards of gasoline contamination*, Fire Safety Journal 43 (2008) pp.171–179;
2. Kondo S., Urano Y., Tokuhashi K., Takahashi A., Tanaka K., *Prediction of flammability of gases by using F-number analysis*, J. Hazardous Mat. A82 (2001), pp.113-128;
3. Albahri T. A., *Flammability characteristics of pure hydrocarbons*, Chemical Engineering Science 58 (2003), pp.3629 – 3641;
4. Kondo S., Takahashi A., Tokuhashi K., *Experimental exploration of discrepancies in F-number correlation of flammability limits*, J. Hazardous Mat. A100 (2003) pp.27–36;
5. Kondo S., Takahashi A., Tokuhashi K., Sekiya A., *RF number as index for assessing combustion hazard of flammable gases*, J. Hazardous Mat. A93 (2002), pp. 259-267;
6. Kondo S., Takizawa K., Takahashi A., Tokuhashi K., Mizukado J., Sekiya A., *Flammability limits of olefinie and saturated fluoro-compounds*, J. Hazardous Mat. 171 (2009), pp. 613-618;
7. Bodhurtha F. P., *Industrial explosion prevention and protection*, Mc-Graw Hill, New York, 1980;
8. Riazi M. R., Daubert T. E., *Predicting flash and pour points*, Hydrocarbon Processing, 56 (1987), pp. 81-83;
9. Patil G. S., *Estimation of flash point*, Fire and Materials, 12 (1988), pp. 127-131;
9. Satyanarayana K., Kakati M. C., *Correlation of flash points*, [w:] Fire and Materials, 15 (1991), pp. 97 - 100;
10. Pofit-Szczepańska M., *Analiza tworzenia się zagrożeń pożarowo-wybuchowych na instalacjach przerobu ropy naftowej w wyniku zapalenia się pirościarczków (cz. 2). Zabezpieczenie instalacji przerobu ropy naftowej przed zagrożeniami wynikającymi z obecności parosciarczków*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 01/2008, str.131-141;
11. Obolewicz A., *Zagrożenia związane z transportem drogowym towarów niebezpiecznych a tunele drogowe*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 02 (14) 2009, str. 97-116;
12. Węsierski T., *Chemia i toksykologia epichlorohydryny pod kątem przydatności dla działań straży pożarnych. Podstawy analizy ryzyka*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 02 (18) 2010, str. 61-72;
13. Węsierski T., *Funkcje probitowe jako narzędzie oceny skutków uwolnienia niebezpiecznych substancji chemicznych. Symulacja obliczeń dla uwolnienia się gazowego chloru*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 02 (18) 2010, str. 35-39;
14. Nagrodzka M., Małozieć D., *Znaczenie środków ogniochronnych wykorzystywanych w materiałach stosowanych w budownictwie*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 02 (18) 2010, str. 51-60;
15. Małozieć D., Koniuch A., *Reakcja na ogień. Metody badań i kryteria klasyfikacji*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 01 (17) 2010, str. 63-74.

Recenzenci:

dr inż. Waldemar Jaskółowski

dr inż. Stefan Wilczkowski

dr inż. **Stefan WILCZKOWSKI**

Sekretarz Naukowy CNBOP

DZIAŁANIA INHIBICYJNE WYBRANYCH ZWIĄZKÓW CHEMICZNYCH STOSOWANYCH W ŚRODKACH GAŚNICZYCH

Inhibition effect of chemical compounds in selected extinguishing agents

Streszczenie

W artykule przedstawiony został w zarysie aktualny stan wiedzy dotyczący procesów spalania materiałów palnych i mechanizmy procesów przeciwstawnych. Procesy przeciwstawne to oczywiście sposoby wygaszania płomieni. Omawianie tych procesów ograniczono do strefy spalania, ale ze szczególnym uwzględnieniem działań inhibicyjnych. Omówione zostały właściwości inhibicyjne wybranych związków chemicznych.

Summary

The article outlines the current state of knowledge about combustion processes of inflammable materials and mechanisms of opposing processes. Obviously, the opposing processes are the ways of extinguishing flames. Describing these processes was limited to the combustion area but specially taking into consideration the inhibition effect. The inhibition properties of several salts and chemical compounds were discussed.

Słowa kluczowe: Procesy spalania, procesy gaszenia, rodniki, inhibicja, efektywność gaśnicza, mechanizmy gaszenia, związki chemiczne, środki gaśnicze;

Key words: combustion, extinguishing, radical, inhibition, extinguishing efficiency, chemical compounds, extinguishing agents;

Wstęp

Poszukiwanie nowych, skuteczniejszych sposobów zwalczania pożarów jest przedmiotem ustawicznego zainteresowania ochrony przeciwpożarowej. Ważnym elementem tych poszukiwań są środki gaśnicze o lepszej skuteczności i szerszym zakresie stosowania.

Efektywność gaśnicza środków gaśniczych jest natomiast głównym elementem dynamizującym rozwój badań zmierzających do tego celu. Warunkiem niezbędnym do uzyskania postępu w tych badaniach jest pogłębianie wiedzy o mechanizmach spalania i inhibicji. Mimo prawie stu-letnich prac, badacze i naukowcy odkrywają w tej dziedzinie wciąż nowe możliwości. Jest to, zatem

proces ciągły, tak jak procesem ciągłym jest udoskonalanie i unowocześnianie całej ochrony przeciwpożarowej.

Badania nad poprawą efektywności gaśniczej środków gaśniczych są tylko jedną z wielu dróg prowadzących do lepszej ochrony ludności i ich mienia, nie mniej ważną.

Spalanie

Nie można próbować opisywać mechanizmów gaszenia inhibicyjnymi środkami gaśniczymi bez omówienia, chociażby w zarysie samych procesów spalania.

Palenie i pożary były w zakresie zainteresowania ludzkości od zarania dziejów, a badacze i na-

ukowcy zajmowali się tą problematyką od dawna i zajmują do dnia dzisiejszego.

Ci dawniejsi to: R. Boyle, J. Dalton J. Rey, A.S. Margraf, J. Priestley, M. W. Łomonosow, L.B. Guyton de Moreau, A. Fourcroy.

Już w 1772 r. Francuz Antoine Laurent Lavoisier prowadził laboratoryjne badania nad spalaniem. Udowodnił, swoimi doświadczeniami, że tlen łączy się ze spalającymi się substancjami. W 1777 roku ogłosił własną teorię spalania, w której sformułował twierdzenie, że „przyroda nie tworzy nic z niczego i materia nie może ginąć” znane jako zasada zachowania masy.

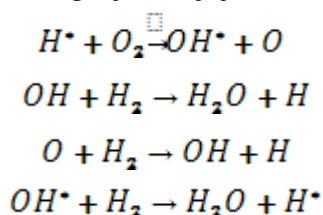
Kolejny badacz, Rosjanin Nikołaj Siemionow, znacznie później bo już w XX wieku, też zajmując się procesami spalania opracował, znaczącą w tym czasie, teorię zgodnie z którą, „proces palenia polega na reakcjach łańcuchowych palnych reagentów”. Za te i inne prace naukowe Siemionow w 1957 otrzymał naukową nagrodę Nobla. W tym też roku nagrodę Nobla otrzymał Anglik C.N. Hinshelwood.

To zaledwie kilka nazwisk z ogromnej listy historii nauki o próbach dogłębnego poznania procesów spalania i gaszenia. Dzisiaj na ten temat wiemy znacznie więcej, chociaż nie wszystko. Wiemy, że znajdujące się w strefie spalania reagenty w postaci mieszaniny palnych gazów i par związków organicznych, a także wielu związków nieorganicznych zmieszanych z tlenem z powietrza, po zainicjowaniu zapłonu, wywołuje powstanie płomieni i w konsekwencji kolejne fazy rozwojowe spalania.

Zachodzące w płomieniu chemiczne reakcje typu osydoredukcyjnego powodują wytworzenie specyficznych dla pożarów, warunków ekstremalnych. W tych ekstremalnych, zwłaszcza energetycznie warunkach powstają rodniki, a wysoka temperatura jest tym elementem, który w sposób istotny sprzyja ich powstawaniu.

Dobrym przykładem przebiegu procesu spalania jest proces spalania wodoru.

Po zapoczątkowaniu reakcji przez impuls energetyczny przebieg tej reakcji jest następujący:

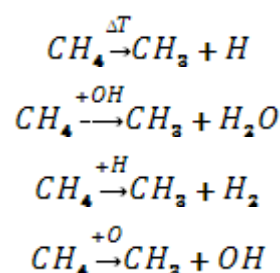


itd.

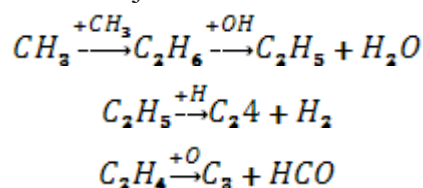
Jeden rodnik wodorowy po cyklu reakcji daje w końcowej fazie reakcji aż trzy nowe rodniki wodorowe zdolne do aktywnego oddziaływania na kolejne cząsteczki w tym obojętne, co stanowi kolejny etap w łańcuchowym procesie spalania.

Kolejnym przykładem reakcji łańcuchowej reakcji spalania jest spalanie metanu. W wysokiej temperaturze płomieni metan ulega częściowemu rozkładowi z wydzieleniem rodnika wodorowego, a jednocześnie jest atakowany przez znajdujące się w jego otoczeniu inne równie agresywne rodniki.

Proces ten można zapisać w sposób następujący:



I dalsze reakcje:



Proces spalania toczy się dalej.

Rodniki

Rodniki, albo wolne rodniki, występujące w strefie spalania i są produktami pośrednimi między kolejnymi reakcjami chemicznymi. Są to albo wolne atomy, albo fragmenty cząsteczek i są z reguły wynikiem długiego szeregu przemian w procesie o charakterze endotermicznym.

Bardzo dobrą, zdaniem wielu badaczy, jest współczesna dość precyzyjna definicja rodników, która mówi, że wolny rodnik to atom lub grupa atomów dysponujących jednym elektronem o nieskompensowanym spinie elektronowym.

Można też w uzupełnieniu tej definicji podać, że rodniki z reguły dysponują jedną nienasyconą wartościowością chemiczną, a ponadto zdarza się też, że cząsteczka zawiera dwa niesparowane elektrony.

Rodniki, z uwagi na swą dużą aktywność, są tworami bardzo nietrwałymi i natychmiast wcho-

dzą w kolejne reakcje z innymi podobnymi cząstkami, ale też mogą reagować z obojętnymi cząsteczkami chemicznymi rozrywając je.

Warunkiem powstawania nowych rodników jest więc odpowiednia energia zdolna do rozrywania wiązań chemicznych.

Podwyższenie średniej energii cząsteczek przez podgrzanie strefy spalania od kilkuset do 1000 i więcej °C jest wystarczającym warunkiem, by w wielu cząsteczkach popękały wiązania, zwłaszcza wiązania słabe, a cząsteczki przekształcone zostały w wolne rodniki lub wolne atomy. W kolejności wolne rodniki przekształcają się w cząsteczki wieloatomowe, a wolne atomy w cząsteczki dwuatomowe i większe. Rodniki mogą też z powrotem rekombinować na nowe cząsteczki.

Z tego wynika, że spalanie, co należy podkreślić, przebiega etapami, w których udział biorą wysoko energetyczne atomy i mniejsze lub większe fragmenty cząsteczek chemicznych.

Spalanie można też zdefiniować jako „proces fizyko-chemiczny przebiegający z wydzielaniem ciepła i światła”, stąd widoczny płomień.

Szybkość spalania uzależniona jest od warunków panujących w strefie spalania, a zwłaszcza uzależniona jest od temperatury.

Zależność szybkości spalania od temperatury podał Arrhenius i jest zgodna jego równaniem:

$$k = A \cdot e^{\frac{E}{RT}}$$

Gdzie: k – stała szybkości reakcji,
 E – energia aktywacji (J/mol),
 R – uniwersalna stała gazowa (8,314 J/K x mol),
 T – temperatura (K),
 A – stała charakterystyczna dla danej reakcji.

W płomieniach, w wyniku zachodzących reakcji, mogą znajdować się bardzo różne rodniki, na co oczywiście ma wpływ skład wyjściowy materiału palnego. Przykładowo w płomieniach palących się węglowodorów występują takie rodniki jak: H, O, OH, CH₂, CH czy CH₃.

Podane wyżej informacje dotyczące procesów spalania, uwzględniały sytuację, w których wszystkie składniki biorące udział w spalaniu

występują w tej samej postaci, w postaci gazowej, a więc były to układy homogeniczne.

Do tej postaci materiały palne, w zależności od stanu skupienia, są doprowadzane w różny sposób: stałe materiały palne poprzez rozkład pirolityczny, ciekłe przez odparowanie, a gazowe ten stan już posiadają.

Inhibicja

Poważne prace badawcze dotyczące poznawania mechanizmów oddziaływania proszków i halonów gaśniczych na procesy spalania prowadzone były od lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia i są nadal. Z licznych publikacji na ten temat wynika, że proszki gaśnicze i halony są bardzo efektywnymi środkami gaśniczymi. Te dobre efekty gaśnicze proszki i halony, a obecnie zamienniki halonów zawdzięczają właściwościom inhibicyjnym.

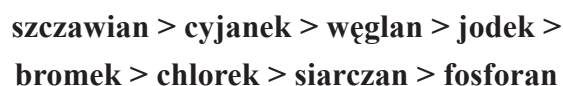
Inhibitorami procesów spalania w proszkach gaśniczych są rozdrobnione sole nieorganiczne zawierające w swym składzie odpowiednie metale alkaliczne.

Wracając do proszków gaśniczych to należy podkreślić, iż z wielu różnych soli posiadających właściwości inhibicyjne jest tylko kilka, w których te właściwości są szczególnie mocno zaznaczone, a mianowicie są to: kwaśny węglan sodowy, kwaśny węglan potasowy i szczawian potasowy.

Badania porównawcze wskazują, że efektywność gaśnicza soli kreślonych metali z tym samym anionem jest różna i rośnie w następującej kolejności:



Stwierdzono również, że skuteczność gaśnicza związków tego samego metalu związanego z różnymi anionami też jest różna i zmniejsza się w sposób następujący:



Z powyższych zestawień wysnuć można szereg interesujących spostrzeżeń i wniosków. Między innymi i ten, że najbardziej skutecznym proszkiem gaśniczym byłby proszek zawierający w swym składzie szczawiany.

Wysoka skuteczność gaśnicza szczawianów wynika z faktu, że związek ten w wysokiej temperaturze płomieni ulega rozkładowi wydzielając duże ilości dwutlenku węgla, który rozciąga strefę spalania, przy jednoczesnym oddzieleniu się dwóch aktywnych atomów metalu, które przecież również biorą udział w wychwytywaniu rodników i hamowaniu procesów spalania.

Z uwagi jednak na właściwości toksyczne, szczawiany nie są stosowane do produkcji proszków gaśniczych.

Bardzo skutecznym proszkiem gaśniczym, to kolejny wniosek, byłby proszek zawierający w swym składzie rubid (Rb). Jednak ten metal, z uwagi na bardzo wysoką cenę, też nie znalazł się wśród surowców stosowanych przy produkcji proszków przeznaczonych do gaszenia pożarów.

Kolejny wniosek to ten, że proszek gaśniczy zawierający w swym składzie potas (K) w połączeniu z anionem wodorowęglanowym powinien być bardzo skuteczny przy gaszeniu ognia i tak właśnie jest.

Proszek zawierający kwaśny węglan potasu (KHCO_3) jest jednym z najbardziej efektywnym i skutecznym proszkiem gaśniczym.

Na skuteczność gaśniczą proszku ma wpływ jego rozdrobnienie. Logicznie dedukując, im proszek jest bardziej rozdrobniony, tym jego efektywność gaśnicza powinna być wyższa. Zjawisko to można było by wytłumaczyć w następujący sposób, że: im proszek jest bardziej rozdrobniony, tym jego ogólna, sumaryczna po wierzchnia, wszystkich ziarenek, jest znacznie większa, a tym samym powierzchnia kontaktu między proszkiem a wolnymi rodnikami w płomieniu jest bardziej ułatwiona. Ponadto mniejsze ziarenka proszku w wysokiej temperaturze płomieni powinny rozpadać się szybciej i szybciej odparowywać, a tym samym łatwiej uwalniać wolne metale, co powinno skuteczniej neutralizować większą liczbę wolnych rodników. Proces spalania zostałby skutecznie wyhamowany.

Jednak w praktyce okazuje się, że zbyt daleko posunięte rozdrobnienie ziarenek nie sprzyja dobremu gaszeniu. Zbyt małe ziarenka proszku są porywane przez wznoszące się gorące strumienie rozgrzanych gazów, unoszone na zewnątrz i nie biorą udziału w procesie gaszenia. Musi więc być zachowany pewien kompromis, proszek musi być rozdrobniony ale do pewnej granicy. Dalsze jego

rozdrobienie spowoduje mniejszą penetrację w głąb strefy spalania.

Badania eksperymentalne wykazały, że najskuteczniej gaszą proszki, oczywiście o tym samym składzie chemicznym, które posiadają dużą frakcję ziaren o wielkości od 15 do 35 mikrometrów.

Powyższe uwagi dotyczą rozdrobnienia proszku, wielkości ziaren i ich wpływu na skuteczność gaśniczą proszków przeznaczonych do gaszenia pożarów grupy „B” i „C”.

W przypadku proszków przeznaczonych do gaszenia pożarów grupy „A” i „D” wielkość ziaren nie odgrywa tak znaczącej roli, gdyż wpływ inhibicji, w procesie gaszenia tych grup pożarów, jest znikomy.

Bardzo interesującym innowacyjnym przedsięwzięciem w produkcji proszków gaśniczych, a mających na celu przede wszystkim zwiększenie ich skuteczności gaśniczej, było opracowanie i wdrożenie do praktyki przemysłowej produkcji proszku mocznikowo węglanowego.

Istotą pomysłu była kondensacja kwaśnego węglanu potasowego z mocznikiem w podwyższonej temperaturze i przy znacznie podwyższonym ciśnieniu. Po ostudzeniu, tak powstały półprodukt mielono i wraz z dodatkami, nadającymi stosowne dla proszków gaśniczych właściwości jak płynność, odporność na zawilgocenie i zbrylanie, powstawał odpowiedni produkt.

Proszki mocznikowo-węglanowe przeznaczone są do gaszenia pożarów grupy „B” i „C”. Ich struktura rozdrobnienia, dyspersja, różni się jednak znacząco od pozostałych proszków węglanowych. Ziarenka proszków mocznikowo-węglanowych są znacznie większe. Dlatego też posiadają większą energię kinetyczną nadawaną im przez czynnik generujący strumień proszku. Dzięki takiemu układowi szybciej i głębiej przedostają się do strefy spalania. W strefie spalania proszek mocznikowo-węglanowy w bardzo krótkim czasie ulega przeobrażeniu. Przeobrażenie to polega na tym, że w sposób błyskawiczny odbywa się proces przeciwny do procesu wytwarzania proszku. Przy ciśnieniu atmosferycznym panującym w momencie gaszenia ognia, a więc niskim w porównaniu z wysokim ciśnieniem panującym w autoklawie w momencie jego wytwarzania i w wysokiej temperaturze płomieni, ziarenka proszku węglanowo - mocznikowego błyskawicznie rozpadają się na znacznie drobniejsze, co znacząco zwiększa

sza powierzchnię kontaktu między reagentami, a dzięki posiadanemu w swym składzie bardzo aktywnemu potasowi skutecznie atakują znajdujące się w strefie spalania rodniki. Proces spalania ulega gwałtownemu zahamowaniu, płomień zanika i pożar zostaje ugaszony.

Interesujące jest zestawienie skuteczności gaśniczej trzech węglanowych proszków gaśniczych posiadających różne bazy chemiczne, z których są zbudowane i przeznaczonych do gaszenia pożarów grupy „B” i „C”.

Za wartość skuteczności gaśniczej przyjęto ilość proszku gaśniczego w kilogramach, zużytego na ugaszenie testowego pożaru o wymiarach jednego metra kwadratowego i wysokości również jednego metra.

Na ugaszenie, wyżej opisanego testowego pożaru, zużyto:

- proszku zawierającego kwaśny węglan sodowy - 2,5 - 3,0 kg
- proszku zawierającego kwaśny węglan potasowy - 1,5 - 2,0 kg
- proszku mocznikowo-węglanowy (z kw. węglanem potasowym) - 0,5 - 1,0 kg

Zatem skuteczność gaśnicza proszku mocznikowo-węglanowego zawierającego wodorowęglan potasu jest dwukrotnie wyższa od skuteczności proszku na bazie tylko wodorowęglanu potasu i aż trzykrotnie wyższa od skuteczności proszku na bazie wodorowęglanu sodu.

W procesie gaszenia pożarów proszkami gaśniczymi wyróżnić można wiele elementów hamujących procesy spalania, są to między innymi:

- inhibicja procesów spalania przez alkaliczne atomy metalu;
- schładzanie strefy spalania przez strumień podawanego proszku;
- częściowy rozkład składników proszku;
- częściowe odparowanie składników proszku;
- rozcieńczanie strefy spalania przez powstający dwutlenek węgla i parę wodną w przypadku proszków węglanowych.

Na podstawie dotychczasowych badań nie ustalono precyzyjnie jaki jest udział każdego z wymienionych elementów, w ujęciu procentowym, w procesie gaszenia płomieni.

W procesie gaszenia pożarów chlorowcopochodnymi (halonami i zamiennikami halonów) głównymi elementami gaśniczymi są:

- inhibicja procesów spalania przez atomy chlorowców;
- schładzanie strefy spalania przez strumień podawanego halonu;
- rozcieńczanie strefy spalania wprowadzonym halonem.

Analogicznie, jak w przypadku gaszenia ognia proszkami gaśniczymi tak i w przypadku gaszenia halonami efekt schładzania płomieni przez wprowadzenie strumienia halonu jest niewielki i nie odgrywa większej roli w tym procesie.

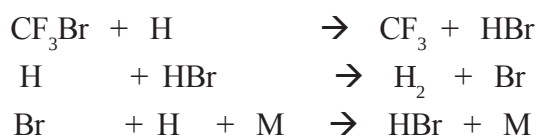
Inhibitorami procesów spalania przy użyciu halonów i zamienników halonów są poszczególne chlorowce. Przy czym efektywność gaśnicza poszczególnych halonów jest różna i uzależniona od występującego w nim chlorowca. Przy tym samym stężeniu halonu w strefie płomieni skuteczność ta układa się w następujący szereg:

fluorki << chlorki < bromki << jodki

Właściwości gaśnicze halonów zależą od składu i budowy strukturalnej, a w szczególności od doboru chlorowców. Wprowadzone w strefę spalania halony szybko reagują z wolnymi rodnikami.

Przykładem tego stwierdzenia może być proces gaszenia płomieni przy pomocy halonu o nazwie bromotrójfluorometan (halon 1301).

Reakcja przebiega następująco:



Na podstawie odpowiednich pomiarów stwierdzono, że poszczególne atomy chlorowców są połączone z atomami węgla stosunkowo słabymi wiązaniami. Jednocześnie stwierdzono, że wartości energii tych wiązań są zróżnicowane i wahają się w granicach od 0,16 MJ/mol dla wiązania między atomem węgla a atomem jodu do 0,43 MJ/mol dla wiązania między atomem węgla a atomem fluoru.

Pełen zestaw energii wiązań między poszczególnymi atomami wchodzącymi w skład halonów przedstawia się następująco dla wartości określonych w temperaturze 25° C.

Wiązanie:	Energia wiązania:
C - F	0,43 MJ/mol
C - Cl	0,25 MJ/mol
C - Br	0,22 MJ/mol
C - J	0,16 MJ/mol

Jest więc pewna korelacja między energią wiązań między chlorowcami i atomami węgla a skutecznością gaśniczą halonów.

Natomiast obserwacje makroskopowe gaszenia pożarów halonami pozwoliły na sformułowanie szeregu następujących wniosków i uwag:

- efektywność halonów i ich zamienników zależy od występujących w nich atomów chlorowca;
- w obecności halonowych inhibitorów wzrost temperatury płomieni rozpoczyna się później w stosunku do płomieni nie inhibitowanych;
- inhibitory halonowe są efektywniejsze w płomieniach bogatych w paliwo;
- efektywność inhibitora halonowego rośnie wraz z ilością wprowadzanych atomów bromu i atomów fluoru;
- trójfluorobromometan jest skutecznym inhibitorem tylko w obecności tlenu jako utleniacza;
- halony, chlorowce i halogenowodory obniżają szybkość spalania;
- ostatecznymi produktami rozkładu halonów w gazach spalinowych mogą być HX i X, gdzie X to atom chlorowca;
- istnieją zwolennicy wyłącznie fizycznego mechanizmu działania halonów, ale też rozważane są dwie inne opcje – mechanizmu mieszanego: chemicznego i fizycznego z przewagą efektu fizycznego i mechanizmu chemicznego, polegającego na wychwytywanie wolnych rodników oraz katalizowanie ich rekombinacji.

Opisy prawdopodobnych mechanizmów inhibicji uzyskano poprzez badania z wykorzystaniem spektrometrii masowej, pomiary szybkości spalania, badania profilów temperaturowych w płomieniach, poprzez badania składu gazów spalinowych i wiele innych.

Podsumowując rozważania na temat mechanizmów inhibicji procesów spalania za pomo-

cą halonów należy zauważyć, że zmniejszenie stężenia któregośkolwiek z rodników H, OH czy O zawsze będzie działało na rozgałęzienie łańcucha reakcji spalania.

Nie można też zapominać o efektach fizycznych, które również towarzyszą zjawiskom chemicznym.

Halony gaśnicze typu 1211 i 1301 były szeroko i chętnie stosowane w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego stulecia z uwagi na swe doskonałe właściwości fizyczne, a zwłaszcza wysoką skuteczność gaśniczą i niską toksyczność. Stosowane były w gaśnicach, agregatach, stałych urządzeniach gaśniczych, a nawet do zabezpieczania potężnych portowych zbiorników na ropę z dachami pływającymi.

W 1974 r. S. Rowland i M. Molina opublikowali teorię, w myśl której halony gaśnicze w stratosferze pod wpływem działania promieni ultrafioletowych ulegają rozpadowi. Konsekwencją rozpadu halonów jest powstawanie wolnych atomów chlorowców, które agresywnie atakują ozon. Wykazano, że jeden atom chloru może zniszczyć sto tysięcy cząsteczek ozonu w cennej dla życia biologicznego na ziemi warstwie ochronnej.

Ubytek warstwy ozonowej mógłby mieć istotny, destrukcyjny wpływ na życie ryb i planktonu w płytkich wodach, a u ludzi powodowałby wzrost zachorowań na złośliwe postacie raka skóry.

W tej sytuacji, na konferencji wiedeńskiej w 1985 roku, przedstawiciele 46 państw podpisali stosowny protokół, w myśl którego zobowiązali się do radykalnego obniżenia produkcji i stosowania halonów, w tym halonów gaśniczych. W sprawie dalszych ograniczeń produkcji i stosowania halonów przedstawiciele potęg przemysłowych, ale i innych państw, spotykali się jeszcze wielokrotnie na różnych kontynentach.

W miejsce klasycznych halonów gaśniczych dopuszczone zostały do stosowania w pożarnictwie między innymi takie zamienniki jak: diesięciofluorobutan, siedmiofluoropropan, trójfluorometan, sześćfluoropropan, czterofluorchloroetan czy pięćfluoroetan.

Podsumowanie

Zmniejszenie zagrożenia pożarami i zwiększenie skuteczności gaśniczej środków gaśniczych jest i będzie w przyszłości przedmiotem nieustających badań i dociekań.

Celem artykułu było zwrócenie uwagi na te elementy, które mają szczególną szansę rozwoju i wdrożeń. W proszkach i halonach są to właściwości inhibicyjne, które zdaniem specjalistów, powinny być poddane dalszym pogłębionym badaniom.

Niezależnie od badań nad poprawą skuteczności gaśniczej proszków i halonów należałoby się też zastanowić nad szerszym umożliwieniem stosowania w ochronie przeciwpożarowej skutecznych i niskotoksycznych halonów, o krótkich łańcuchach węglowych.

Przewidywane ilości halonów do stosowania w ochronie przeciwpożarowej nie są zbyt wielkie i nie powinny stanowić wielkiego zagrożenia dla warstwy ozonowej.

Literatura

1. Bulewicz E.M., Piechocińska I., *Badanie mechanizmów gaszenia płomieni proszkami gaśniczymi i halonami*, Sprawozdanie dla CNBOP, Kraków 1982;
2. Chomiak J., *Podstawowe problemy spalania*, PWN, Warszawa 1977;
3. Grynczel Z., Wilczkowski S., *Nowoczesne środki gaśnicze*, Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1976;
4. ISO 14520 – 8:2006: *Gaseous fire-extinguishing systems – Physical properties and system design – Part. 8: HFC 125 extinguishant*;
5. ISO 14520 – 9: 2006: *Gaseous fire-extinguishing systems – Physical properties and system design – Part. 9: HFC 227ea extinguishant*;
6. ISO 14528 – 10:2005: *Gaseous fire-extinguishing systems – Physical properties and system design – Part. 10: HFC 23 extinguishant*;
7. Kordylewski W., *Spalanie i paliwa*, Wyd. II, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999;
8. Kordylewski W., *Spalanie i paliwa*, Wyd. IV, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005;
9. Kucnerowicz – Polak B. J., *Alternatywne technologie gaszenia*, Materiał szkoleniowy KG PSP, Warszawa 1998;
10. Łudzik M., *Gaśnice. Badania wybranych parametrów techniczno-użytkowych*, [w:] *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 18/2/10, Józefów 2010;
11. Mizerski A., Sobolewski M., *Środki gaśnicze, Ćwiczenia laboratoryjne*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 1997;
12. Nagrodzka M., Małozieć D., *Znaczenie środków ogniochronnych wykorzystywanych w materiałach w budownictwie*, [w:] *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 18/2/12, Józefów 2010;
13. PN- EN 15004 – 2 *Stale urządzenia gaśnicze – Urządzenia gaśnicze gazowe – Część 2: Właściwości fizyczne i systemy projektowania urządzenia gaśniczego na środek gaśniczy FK-5-1-12*, 2008;
14. PN – EN 15004 – 5 *Stale urządzenia gaśnicze – Część 5: Właściwości fizyczne i systemy projektowania urządzenia gaśniczego gazowego na środek gaśniczy HFC 227 ea* 2008;
15. Pofit – Szczepańska M., *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożaru*, Wyd. Szkoła Aspirantów PSP, Kraków 1994;
16. Sobolewski M., *Skuteczność i bezpieczne zastosowanie środków gaśniczych*, Materiały do wykładu „Środki gaśnicze” USM 20, Warszawa 2010;
17. Sowa T., *Analiza porównawcza stałych urządzeń gaśniczych Część I.*, [w:] *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 17/1/10, Józefów 2010;
18. Stolarczyk L., Stolarczyk U., *Wolne rodniki*, Wiedza powszechna, Warszawa 1973;
19. Świetnicki J., *Stale urządzenia gaśnicze dziś i jutro*, Materiał na sympozjum CNBOP, Józefów 1994;
20. Wilczkowski S., *Środki gaśnicze* Wyd. I, Szkoła Aspirantów PSP, Kraków 1995;
21. Wilczkowski S., *Środki gaśnicze* Wyd. II, Szkoła Aspirantów PSP, Kraków 1999;
22. Zbrożek P., Prasula J., *Zagrożenia dla ludzi związane z udziałem Stałych Urządzeń Gaśniczych* [w:] *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*, Józefów 2010;

Recenzenci:

dr hab. inż. Andrzej Mizerski

dr Tomasz Węsierski

st. kpt. mgr inż. **Joanna RAKOWSKA**

mł. bryg. mgr **Bożenna PORYCKA**

mgr inż. **Monika NAGRODZKA**

Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych

EKOLOGICZNE KIERUNKI ZMIAN BAZY SUROWCOWEJ W KONCENTRATACH GAŚNICZYCH

Ecological directions of amendments of the resource of chemical feed in extinguishing foam

Streszczenie

W artykule przedstawiono wpływ pianotwórczych kompozycji gaśniczych na środowisko naturalne z uwzględnieniem metod oceny biodegradowalności i toksyczności. Analizowano także oddziaływanie poszczególnych składników pianotwórczych środków gaśniczych na ekosystem oraz przedstawiono kierunki zmian bazy surowcowej w nowo opracowywanych recepturach. Praca naukowa finansowana była przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy rozwojowy numer R00-O0046/03 „Badania nad otrzymaniem ekologicznego, biodegradowalnego środka zwilżającego, zwiększającego skuteczność akcji ratowniczo-gaśniczych i podnoszącego bezpieczeństwo powszechne kraju”

Summary

This article describes the environmental impact of foam extinguishing agents including testing methods of biodegradation and toxicity. The influence of individual elements of fire extinguishing foam on the ecosystem and directions of amendments of the resource of chemical feed to prescriptions newly compositions were described. Scientific work financially supported from funds reserved for science in 2007-2010, as a research and development project R00-O0046/03: „Badania nad otrzymaniem ekologicznego, biodegradowalnego środka zwilżającego, zwiększającego skuteczność akcji ratowniczo-gaśniczych i podnoszącego bezpieczeństwo powszechne kraju”.

Słowa kluczowe: biodegradacja, ekologia, piana gaśnicza;

Key words: biodegradation, ecology, extinguishing foam;

Wstęp

Piany gaśnicze wytwarzane na bazie związków powierzchniowo czynnych są znane i stosowane w ochronie przeciwpożarowej [1,2] od lat 30-tych minionego wieku. Przez ten czas zmieniła się zarówno technologia wytwarzania, jak i technika stosowania, co w efekcie zwiększyło skuteczność działania środków wykorzystywanych w pożarnictwie. I chociaż obecnie świadomość społeczna jest bardzo wysoka a przepisy środowiskowe restrykcyjne, temat wpływu pianotwórczych środków gaśniczych na środowisko jest ciągle aktualny. Producenci pian wytwarzają nowe, coraz bardziej przyjazne środowisku naturalnemu kompozycje, natomiast produkty zawierające zabronione komponenty są wycofywane z rynku [3].

W przypadku pianotwórczych środków gaśniczych, o wpływie na środowisko decydują takie właściwości jak pianotwórczość, toksyczność, zapotrzebowanie tlenowe, biodegradowalność oraz zdolność emulgowania olejów. Z powodu tych cech, wynikających ze składu, piany gaśnicze uwolnione do środowiska wpływają przede wszystkim na stan wód powierzchniowych i gruntowych.

Pianotwórcze środki gaśnicze są produktami przeznaczonymi do wytwarzania pian gaśniczych, złożonymi z wody, środków powierzchniowo czynnych, rozpuszczalników i innych dodatków np.: stabilizatorów piany, substancji hydrotropowych, inhibitorów korozji, konserwantów, substancji obniżających temperaturę krzepnięcia, barwników. Wpływ roztworów

środków gaśniczych na środowisko zależy jest od rodzaju zastosowanej bazy surowcowej, budowy chemicznej i stężenia składników a także sposobu prowadzenia akcji ratowniczo gaśniczej i czasu jej trwania. Najbardziej szkodliwe dla środowiska są piany wytwarzane w sposób tradycyjny, które powstają z roztworów środków gaśniczych o stężeniu 3-6%. Nowoczesne techniki generowania i środki gaśnicze umożliwiają wytwarzanie pian z roztworów stężeniu od 0.1% do 1%. Nie zawsze jednak rodzaj pożaru uzasadnia ich zastosowanie a jednostki ochrony przeciwpożarowej dysponują odpowiednim sprzętem.

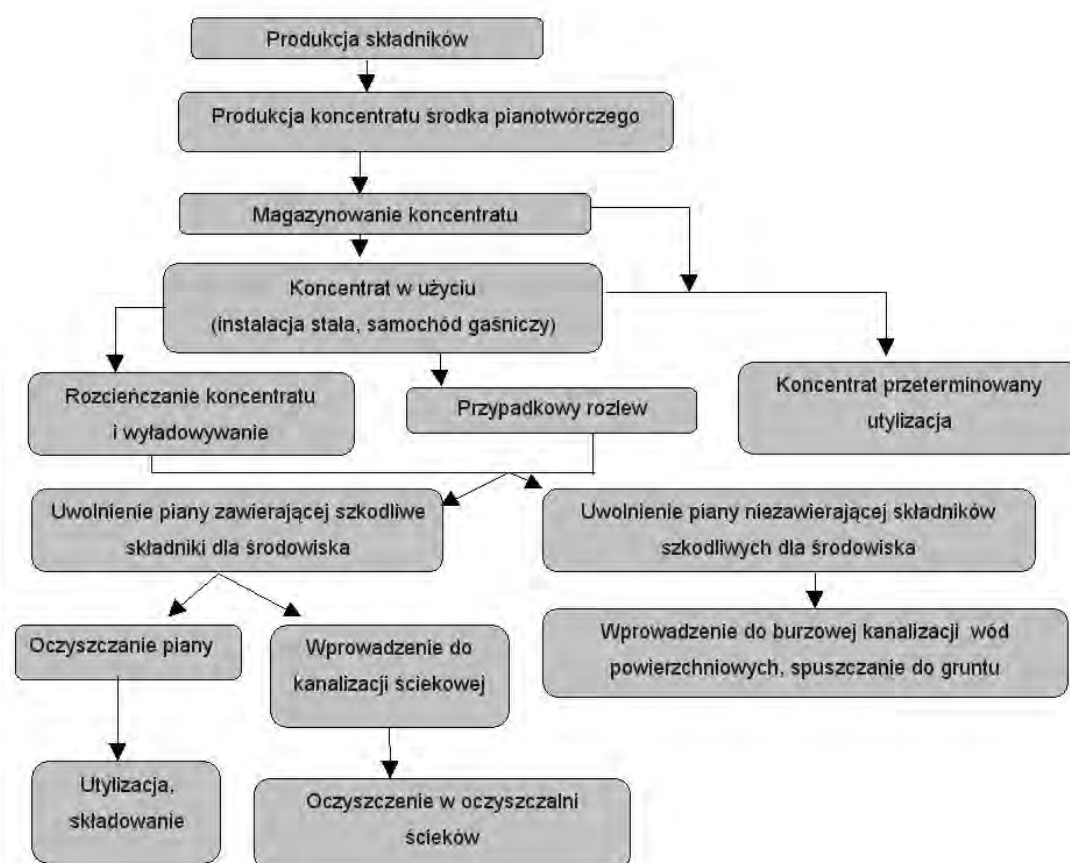
Pianotwórcze środki gaśnicze a środowisko

Pianotwórcze środki gaśnicze stanowią niewielką część chemikaliów wykorzystywanych przez człowieka zawierających związki powierzchniowo czynne. Niemniej używanie dużych ilości tych preparatów podczas akcji gaśniczych, często bezpośrednio trafiających do środowiska, budzi powszechne obawy. Pomija się w takich rozważaniach fakt, że to właśnie pożar stanowi największe zagrożenie spowodowane

emitowaniem do atmosfery substancji toksycznych lub niszczeniem ekosystemów, jak dzieje się podczas pożarów lasów, zarośli, traw czy torfowisk. Skutki takich pożarów odczuwane są jeszcze przez wiele lat ze względu na zniszczenie życia biologicznego. Podczas pożaru emitowane są do atmosfery potężne ilości toksycznych gazów i pyłów. Na podstawie danych literaturowych [4] można oszacować, że podczas pożaru prawie 10 000 ha lasu, który miał miejsce w 1992 r. w nadleśnictwach Rudy Raciborskie, Kędzierzyn i Rudzieniec do atmosfery zostało uwolnione ok. 500 000 ton CO₂ oraz 50 000 ton CO i innych gazów cieplarnianych.

Pianotwórcze środki gaśnicze podlegają przepisom prawnym dotyczącym ochrony środowiska [5-8] od fazy pozyskiwania lub produkcji składników, przez etap przechowywania i użytkowania aż po utylizację. Schemat przedstawiony na rys. 1 przedstawia typowy cykl istnienia koncentratu pianotwórczego.

Środowisko naturalne posiada tendencję do samooczyszczania się poprzez naturalny proces rozkładu, czyli tzw. degradację. W zależności od związku chemicznego i rodzaju środowiska, w którym znajduje się zanieczyszczenie, proce-



Ryc. 1. Cykl istnienia środków pianotwórczych [9]

sy degradacyjne zachodzą z różną szybkością i trwają do momentu rozpadu na proste związki, występujące również w naturalnym środowisku, takie jak CO_2 i H_2O . Podczas trwania tego procesu pojawiają się produkty pośrednie, które mogą być bardziej toksyczne niż związki wyjściowe.

Proces degradacji może odbywać się pod wpływem rozmaitych czynników tj. fizycznych, chemicznych, biologicznych i fotochemicznych. Do czynników fizycznych można zaliczyć wyparowanie substancji do atmosfery, dyfuzję substancji z jednego typu środowiska do innego, a także adsorpcję na powierzchni np. gleby. Chemiczna degradacja polega na reagowaniu związków pochodzących z zanieczyszczeń ze związkami zawartymi w danym środowisku (np. z tlenem). Związek chemiczny może również ulec przemianie w wyniku fotodegradacji w atmosferze, na powierzchni wody czy gleby, czyli ulec rozpadowi pod wpływem działania światła [9]. Rozkład biologiczny związków zwany inaczej biodegradacją przebiega pod wpływem procesów biochemicznych, które zachodzą dzięki obecności w środowisku mikroorganizmów. Obecne w środowisku substancje organiczne są rozkładane na proste związki mineralne przy udziale katalitycznych enzymów aktywnych mikroorganizmów takich jak: bakterie, grzyby czy pierwotniaki.

Na proces biodegradacji ma wpływ wiele czynników, z których najważniejsze to [9]:

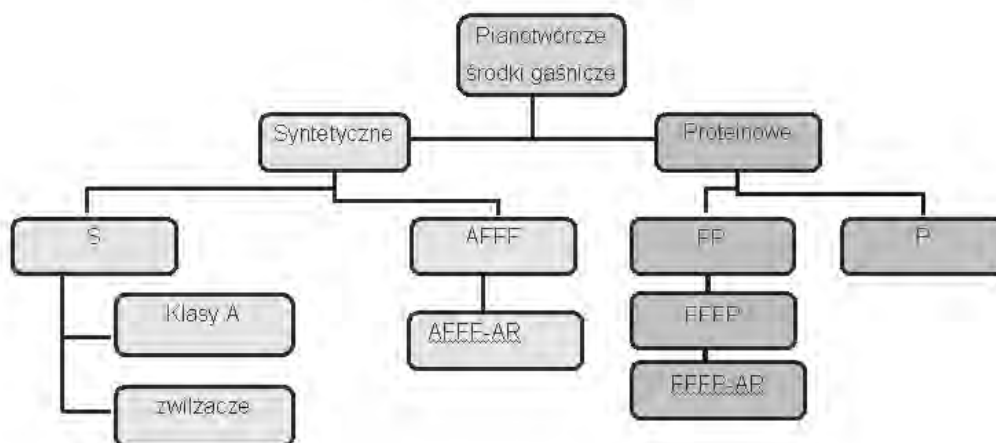
- stężenie badanej substancji i jej toksyczność w stosunku do mikroorganizmów;
- obecność źródeł węgla i energii innych niż badana substancja;

- budowa związku i jego właściwości fizykochemiczne;
- rodzaj i ilość mikroorganizmów w danym środowisku;
- skład podłoża mineralnego;
- warunki tlenowe;
- temperatura, odczyn pH i naświetlenie.

Podczas biodegradacji związek chemiczny przechodzi przez kolejne stadia przemiany tj: biodegradację pierwotną prowadzącą do powstania metabolitów o różnym stopniu złożoności i toksyczności, biodegradację właściwą, podczas której szkodliwe właściwości substancji są niwelowane i substancja staje się akceptowalna przez środowisko oraz biodegradację całkowitą (mineralizację) polegającą na rozkładzie substancji do CO_2 i H_2O oraz uzyskania prostych związków nieorganicznych tj. siarczków, azotanów lub innych soli mineralnych.

Jak wspomniano wcześniej, oddziaływanie roztworów środków gaśniczych na środowisko zależy od rodzaju zastosowanych komponentów. Do celów gaśniczych wykorzystuje się środki pianotwórcze, których podział ze względu na zastosowaną bazę surowcową przedstawiono na rys 2.

Surfaktanty zawarte w środkach pianotwórczych to anionowe lub rzadziej niejonowe syntetyczne związki powierzchniowo czynne wykorzystywane w syntetycznych środkach pianotwórczych, fluorosurfaktanty stosowane w środkach pianotwórczych wytwarzających film wodny lub związki powstałe na bazie proteinowej używane do produkcji koncentratów proteinowych. Pozostałe składniki każdego środka



Ryc. 2. Podział pianotwórczych środków gaśniczych

pianotwórczego to przede wszystkim woda, rozpuszczalniki organiczne, jak również dodatki poprawiające właściwości użytkowe oraz trwałość kompozycji.

Zdolność do biodegradacji pianotwórczych środków gaśniczych

Istnieje wiele metod badawczych za pomocą, których możliwa jest ocena sposobu i stopnia biodegradacji. Metody jakościowe dotyczą analizy rodzaju i ilości związków pośrednich powstających w procesie rozkładu biologicznego natomiast każda z metod ilościowych sprawdza się do wyznaczenia odpowiedniego wskaźnika, który opisuje poziom zużytego przez mikroorganizmy tlenu lub też pomiaru wydzielonego dwutlenku węgla bądź ilości rozpuszczonego węgla organicznego.

Do podstawowych wskaźników określających w sposób pośredni stopień biodegradacji zaliczamy biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT), którą definiuje się jako ilość zużytego tlenu podczas biochemicznego rozkładu zanieczyszczeń z udziałem mikroorganizmów oraz chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) czyli ilość zużytego tlenu podczas chemicznego rozkładu zanieczyszczeń. Zdolność substancji do biodegradacji mierzona jest jako stosunek wartości BZT do ChZT. Za substancję łatwo biodegradowalną zgodnie z polskimi normami uznaje się taką substancję, której stosunek BZT/ChZT wynosi co najmniej 80 % [10].

Wyznaczenie stopnia biochemicznego rozkładu substancji można też dokonać poprzez pomiar stężenia w środowisku wodnym rozpuszczonego węgla organicznego, zużywanego w metabolizmie przez mikroorganizmy oraz pomiar wydzielanego dwutlenku węgla w ostatecznym etapie biodegradacji. Pomiar względem zawartości węgla organicznego wykonuje się na podstawie monitorowania jego stężenia podczas procesu biochemicznego rozkładu i na podstawie tej wartości oblicza się biodegradację.

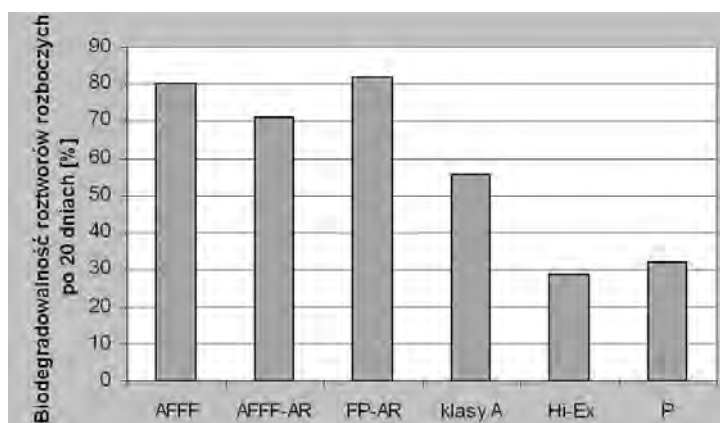
Pomiar wydzielanego dwutlenku węgla dokonuje się przy pomocy np. sondy do wyznaczania stężenia dwutlenku węgla. Ilość CO₂ wytworzoną z badanej substancji należy skorygować o wartość ślepej próby.

Wpływ pianotwórczych środków gaśniczych na środowisko jest najczęściej określany

na podstawie biodegradowalności wyznaczonej względem wskaźników BZT i ChZT oraz toksyczności względem organizmów lądowych np. szczura lub królika bądź względem organizmów wodnych tj. ryby, drobnych bezkręgowców, bakterii.

Składniki zawarte w koncentraty pianotwórczych są stosunkowo łatwo biodegradowalne. Jednak w zależności od budowy chemicznej, związki te mają różną zdolność do biodegradacji oraz występują też takie, które nie są biodegradowalne i akumulują się w środowisku. Podawane zwykle przez producentów dane zmierzonych wskaźników biodegradowalności i toksyczności dla danego środka są przy głębszej analizie mało istotne, gdyż nie ma dodatkowych informacji o sposobie przeprowadzenia pomiaru czy też stężeniu wodnego roztworu, dla którego ten pomiar wykonano. Na tej podstawie trudno jest porównywać pianotwórcze środki gaśnicze różnych producentów pod względem zdolności do biodegradacji. Dla zobrazowania problemu w tabeli 1 przedstawiono dane określające wpływ na środowisko naturalne różnych składników wchodzących w skład środków pianotwórczych.

Jak wykazano [10,12,13] najmniejszą zdolnością do biodegradacji charakteryzują się koncentraty pianotwórczych środków gaśniczych produkowane na bazie surfaktantów proteinyowych, fluoroproteinowych oraz syntetycznych Hi-EX (o wysokiej liczbie spienienia). Przykładowe dane stopnia biodegradowalności po 20 dniach dla 3% roztworów różnych środków pianotwórczych są przedstawione na rys. 3 [12].



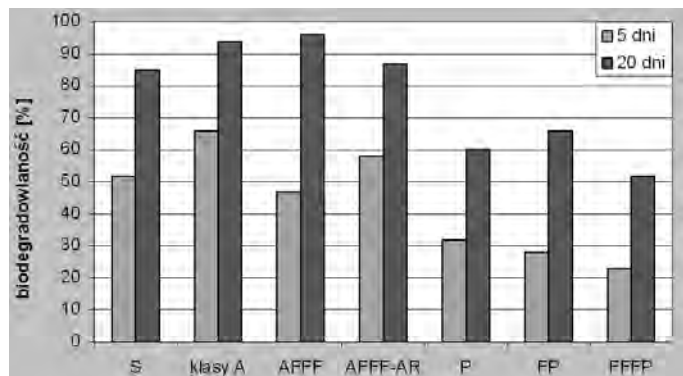
Ryc. 3. Biodegradowalność 3% roztworów środków pianotwórczych [12]

Tabela 1.

Biodegradowalność i toksyczność wybranych składników kompozycji gaśniczych na podstawie danych producentów lub dystrybutorów [11]

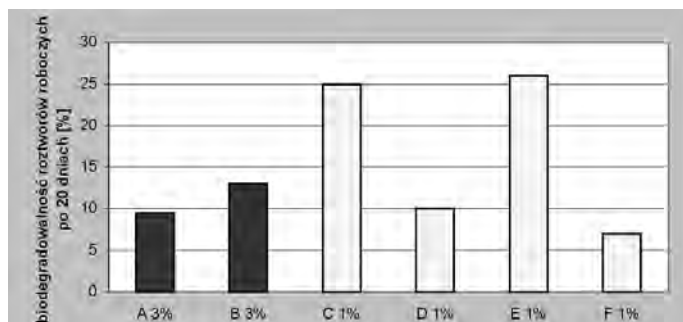
Substancja	Toksyczność doustna [mg/kg]	Biorozkładalność	Biodegradacja	Ekotoksyczność dla organizmów wodnych
sulfobursztynian N5	LD50 (szczur) > 12500 mg/kg	powyżej 80 % ozn zgodnie z 82/242/ EEC	Ostateczna biodegradacja tlenowa wg 67/548/EWG wynosi 63,6%	–
ABS Na	LD50 (szczur) 500-1000 mg/kg	powyżej 83 % ozn zgodnie z 82/243/ EEC		LC50 (gupik) 670 mg/dm ³ IC50 (rozwiłtka) 6,6 mg/dm ³ LC50 (glony- Chlorella) 2350 mg/dm ³
Nansa LSS 38/AS	LD50 (szczur) >2000 mg/kg	–	–	LC50 (ryby) 12,2 mg/l/96h (t. półstatyczna); 1-10mg/l/96h (t. statyczna) EC50 4,53 mg/l/3h (dafnie); IC50 (bakterie) 230 mg/l/3h
Alkohol etylowy 96%	LD50 (szczur) 6200 mg/kg	BZT ₅ 0,93-1,67 g/g ChZT ₅ 1,99 g/g	–	LC50(L.idus) 8140 mg/l/48h EC50 (Daphnia magna) 9266-14221 mg/l/48h EC (Algi Sc. quadricanada) 5000mg/l/7d. EC5(bakterie Ps. putida) 6500 mg/l/16h EC5(pierwotniaki E. sulcatum) 65 mg/l/72h
2-butoksyetanol	LD50(szczur)1746mg/kg	–	Łatwo biodegradowalny -96%	LC50(ryby)>1000 mg/l/96h EC50(Daphnia magna) 1550 mg/l/48h EC50(rośliny wodne Pseudokirchneriella subcapita- ta) 1840mg/l/72h
2-(2-butoksyetoksy) etanol	LD50(szczur)5660 mg/kg	–	> 70% po 28 dniach wg OECD 301E 100% po 28 dniach wg OECD 302E	LC50(ryby Lepomis macrochirus)1300 mg/l/96h ED50(Daphnia magna)3200mg/l/24h EC501170(pseudomas putida) 1170mg/l/18h
Mocznik	LD50(szczur)8471mg/kg	–	Łatwo biodegradowalny- 96%/16d	LC50(ryby L.idus)>680 mg/l/96h EC50(Daphnia magna)>10000mg/l/24h IC5(Algi Sc.quadricanda)> 10000mg/l/7d. EC5(bakterie Ps. putida) >10000mg/l/16h.
Glikol propylenowy	LD50(szczur)20000mg/kg	–	81% po 28 dniach wg OECD 301F	LC50(ryby)23800mg/l/96h EC50(Daphnia magna)>43500 mg/l/48h EC50(algi) >19000mg/l/72h

Zestawienie wyników badań biodegradacji różnych roztworów pianotwórczych w typowym stężeniu użytkowania, pozwala stwierdzić, że środki proteinowe w porównaniu z innymi typami środków pianotwórczych wykazują znacznie mniejszą biodegradowalność (ryc. 4) zarówno po 5 jak i po 20 dniach rozkładu.



Ryc. 4. Biodegradowalność środków pianotwórczych w znacznym rozcieńczeniu po 5 i 20 dniach [10]

Z zestawienia wyników badań biodegradowalności syntetycznych środków pianotwórczych typu S oraz klasy A stosowanych w różnych stężeniach tj. w 1% i 3%, wynika, że niektóre środki klasy A wykazują wysoką biodegradowalność w stężeniu 1% roztworu roboczego (ryc. 5).



Ryc. 5. Biodegradowalność po 20 dniach dla środków syntetycznych (A i B) i klasy A (C, D, E i F) [10]

Na podstawie powyższych wyników badań można stwierdzić, że w środowisku naturalnym najłatwiej rozkładają się środki na bazie syntetycznych surfaktantów, w tym szczególnie środki klasy A. Duży wpływ na zdolność do biodegradacji mają również zawarte w środkach konserwanty i rozpuszczalniki, które w wielu przypadkach trudno ulegają rozkładowi.

Wysoki poziom biodegradacji nie zawsze jest korzystny dla środowiska. Podczas rozkła-

du substancji np. w środowisku wodnym dochodzi do znacznego wzrostu zapotrzebowania na tlen, który jest pobierany z otoczenia, czego następstwem może być znaczne zubożenie tego środowiska w tlen i w konsekwencji zakłócenie funkcjonowania żyjących organizmów. W przypadku, gdy nie występują szkodliwe składniki, postępowanie z pianotwórczym środkiem gaśniczym uwolnionym do środowiska na ogół sprowadza się do znacznego rozcieńczenia przed skierowaniem do oczyszczalni ścieków lub, jeśli zawiera substancje niebezpieczne, przeznaczania się go do utylizacji. Należy bezwzględnie zapobiegać przedostaniu się piany do cieków wodnych i akwenów. Szkodliwość w środowisku wodnym wynika w dużej mierze z obecności w tych preparatach surfaktantów, których wpływ na środowisko zależy od ich właściwości fizycznych i toksyczności. Związki te przedostając się do wód powierzchniowych mogą powodować pienienie się wody. Szczególnie niebezpieczne dla organizmów żyjących w wodach jest obniżanie napięcia powierzchniowego wody, zmniejszanie przez surfaktanty dyfuzji tlenu atmosferycznego do wody, co prowadzi do obniżenia ilości tlenu rozpuszczonego w wodzie, a w konsekwencji do śmierci organizmów. Obecność surfaktantów może powodować wzrost rozpuszczalności substancji toksycznych obecnych w wodzie lub zwiększać ich wchłanianie. Ponadto w wodach powierzchniowych i ściekach surfaktanty mogą działać jako emulgatory różnych substancji hydrofobowych. Dobre rozpraszanie związków hydrofobowych jest pożądane na etapie adsorbowania zanieczyszczeń, gdyż zapewnia skuteczne ich usunięcie. Jednak po oddzieleniu od wody lub gleby, emulsje powinny być poddane rozdziałowi faz z możliwością późniejszego wykorzystania. Zjawisko wytwarzania stabilnych emulsji jest natomiast ważne w procesie remediacji gruntów, gdyż zwiększa się powierzchnia i czas dostępu substancji dla mikroorganizmów [14].

Podczas prowadzenia działań gaśniczych, istnieją niekiedy warunki sprzyjające późniejszej biodegradacji. Na przykład podczas akcji prowadzonej w mieście roztwór środka pianotwórczego nie przedostaje się bezpośrednio do środowiska, lecz spływa do kanalizacji a następnie do oczyszczalni ścieków ulegając wielokrotnemu rozcieńczeniu, co zmniejsza zagrożenie

nie skażeniem i ułatwia biodegradację. Jednak należy pamiętać, że jednorazowe wprowadzenie większej ilości środka może spowodować zakłócenia w pracy oczyszczalni ścieków.

Toksyczność pianotwórczych środków gaśniczych

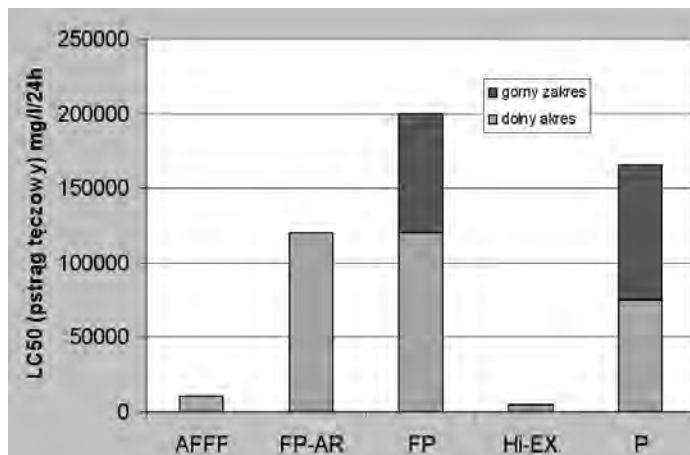
Niekorzystny wpływ środków pianotwórczych na środowisko wynika głównie z obecności w ich składzie związków powierzchniowo czynnych i rozpuszczalników obniżających napięcie powierzchniowe wody.

W środowisku wodnym surfaktanty negatywnie oddziałują na florę i faunę, gdzie mogą w poważnym stopniu zakłócać procesy życiowe. Występując w wodzie absorbują się na powierzchni narządów wymiany gazowej roślin i zwierząt, przez które zachodzą procesy przenikania osmotycznego, osadzają się np. na skrzelach ryb. Zjawisko to zachodzi głównie w strefie powierzchniowej wody i w obszarze tej strefy w znacznym stopniu dochodzi do zakłócenia w funkcjonowaniu żyjących organizmów, jak również flory pełniącej istotną rolę w wydzielaniu tlenu niezbędnego do życia wodnej fauny. Pozostała na powierzchni wody część związków powierzchniowo czynnych utrudnia dyfuzję tlenu z powietrza i przyczynia się tym samym do znacznego obniżenia stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie [9].

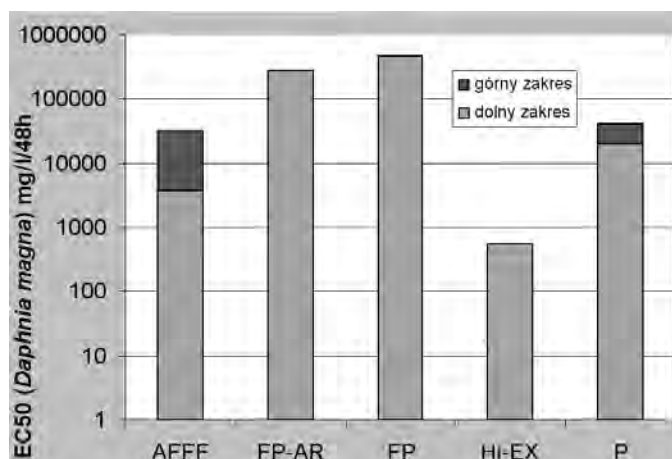
Powszechną metodą porównania toksyczności związków chemicznych jest metoda wyznaczania wartości LC_{50} . Wskaźnik ten informuje, jakie stężenie substancji jest śmiertelne dla 50% populacji zwierząt określonego gatunku, poddanych działaniu tej substancji przez określony czas. Drugim wskaźnikiem służącym do określania toksyczności jest EC_{50} , który interpretuje się jako efektywne stężenie danego związku chemicznego w wodzie wywołujące u 50% organizmów szczególną reakcję (np. zneruchomienie) lub 50% redukcję czynności życiowych [9].

Przykładem toksycznego wpływu środków pianotwórczych na środowisko wodne są wyniki badań (rys. 6,7) przedstawiające wartości LC_{50} dla pstrąga tęczowego i EC_{50} dla *Daphnia magna*. W obydwu badaniach wyniki jednoznacznie wykazują, że znacznie bardziej toksyczne dla organizmów wodnych są środki syntetyczne aniżeli środki na bazie surfaktantów proteinowych. Największy wpływ na środowi-

sko wywierają koncentraty syntetyczne, fluoro-syntetyczne i środki do wytwarzania pian klasy A. Środki posiadające w swoim składzie prze-wagę zhydrolizowanych białek pochodzenia naturalnego np. typu FFFP i AR-FFFP są znacznie mniej toksyczne dla organizmów wodnych.



Ryc. 6. LC_{50} różnych środków pianotwórczych dla pstrąga tęczowego po 48h [12]



Ryc. 7. EC_{50} różnych środków pianotwórczych dla *Daphnia magna* po 24h [12]

Dużą toksycznością charakteryzują się również rozpuszczalniki organiczne. Poniżej przedstawiono orientacyjne wartości toksyczności poszczególnych rozpuszczalników organicznych.

Im wyższe są wartości LC_{50} i EC_{50} , tym substancje, do których się odnoszą, są mniej toksyczne dla badanej grupy organizmów. Do rozpuszczalników organicznych, które charakteryzują się największą toksycznością, można zaliczyć 2-butoksyetanol oraz butylokarbitol. Są to często stosowane w recepturach koncentratów gaśniczych rozpuszczalniki, które działają również drażniaco na skórę i błony śluzowe człowieka.

Tabela 2.
Toksyczność różnych rozpuszczalników organicznych względem ryb [11]

Nazwa rozpuszczalnika organicznego	Toksyczność wodna dla ryb w (mg/l)
glikol propylenowy	23 800
eter monobutylový glikolu dipropylenowego	14 000
glikol heksylenowy	4 000
glikol etylenowy	4 000
butylokarbitol	2 000
2-butoksyetanol	1 000

Rozpatrując wpływ pianotwórczych środków gaśniczych na organizmy lądowe można zauważyć, że ich szkodliwość nie jest tak istotna, jak w przypadku oddziaływania na organizmy w środowisku wodnym. Należy jednak zaznaczyć, że również w środowisku lądowym mogą powodować negatywne skutki objawiające się między innymi zmniejszeniem zdolności kiełkowania, więdnieniem i usychaniem zielonych części roślin, spowolnieniem wzrostu a także krótkotrwałym ograniczeniem kwitnienia. Efekty oddziaływania środków pianotwórczych zależą od warunków atmosferycznych po ich zastosowaniu oraz typu roślinności. W przypadku oddziaływania na zwierzęta lądowe (m.in. pustulki, kosy, krety, mrówki) stwierdzono okresy ośpienia i braku koordynacji, jednakże piana wytworzona ze środka Silv-Ex nie spowodowała śmierci zwierząt. Oddziaływanie roztworu 0.3 % Silv-Ex nie spowodowało żadnych konsekwencji dla populacji [15]. Nie stwierdzono również śmiertelności po zażyciu dawki >2000 mg/ kg masy ciała ptaków [16].

Nowa baza surowcowa pianotwórczych środków gaśniczych

Pomimo występujących zagrożeń ekologicznych, jakie związane są z użytkowaniem pianotwórczych środków gaśniczych, konieczne jest ich stosowanie w celu ochrony życia i zdrowia ludzi a także ograniczenia strat materialnych i ekologicznych spowodowanych pożarami. Należy jednak pamiętać, aby środki pianotwórcze dobierać w sposób, który pozwoli minimalizować skutki oddziaływania na środowisko naturalne (jeśli to możliwe stosować w jak najniższym stężeniu).

W ostatnich latach pojawiły się tendencje zmierzające do wytwarzania surfaktantów z surowców odtwarzalnych i ulegających biodegradacji. Szczególne zainteresowanie wzbudziła możliwość stosowania węglowodanów oraz olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych. W wielu wyrobach słabo biodegradowalne surfaktanty o rozgałęzionej budowie takie jak alkilobenzenosulfoniany wypierane są przez łatwo biodegradowalne związki powierzchniowo czynne takie jak sulfonowane estry kwasów tłuszczowych lub biosurfaktanty [17].

Biosurfaktanty [14] są to związki chemiczne posiadające właściwości powierzchniowo czynne, syntetyzowane przez ogromną różnorodność żyjących organizmów, od roślin (saponiny), przez mikroorganizmy (glikolipidy) do bardziej złożonych istot, w tym także ludzi. Biosurfaktanty, tak jak syntetyczne związki powierzchniowo czynne, posiadają budowę amfifilową, powyżej krytycznego stężenia micelnego tworzą micelle, akumulują się na powierzchni międzyfazowej i działają jako środki zwilżające powierzchniami stałymi [14,18].

Surfaktanty, oparte na surowcach naturalnych, charakteryzują się dobrą biodegradowalnością oraz niską toksycznością. Początkowo znalazły one zastosowanie w kompozycjach piorących, farmaceutycznych i kosmetycznych a obecnie także gaśniczych. Badania nowo opracowanych kompozycji gaśnicze zawierających w swej recepturze zarówno surfaktanty jak i inne składniki o niskim stopniu oddziaływania na środowisko wykazały toksyczność ostrą dostępną dla szczura odpowiednio: środki E0 i E6 - wartość LD₅₀ > 2000 mg/kg oraz środek E2 2 - wartość LD₅₀ > 2500 mg/kg [19].

Biodegradację nowatorskich koncentratów gaśniczych wyznaczono względem zawartości rozpuszczonego węgla organicznego. Przygotowane mieszaniny napowietrzano przez 28 dni w temperaturze 20-25°C, w świetle rozproszonym. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono zawartość RWO w danej mieszaninie, po określonym czasie biodegradacji, a następnie dokonano oceny podatności na rozkład biologiczny badanego preparatu w środowisku wodnym. Biodegradację jako procentowy ubytek RWO w testowanym roztworze podczas obserwowanego rozkładu obliczono według poniższego równania:

$$R_t = \left(1 - \frac{C_t - C_B}{C_A - C_{BA}}\right) \times 100$$

gdzie:

R_t - % rozkład w czasie t ,

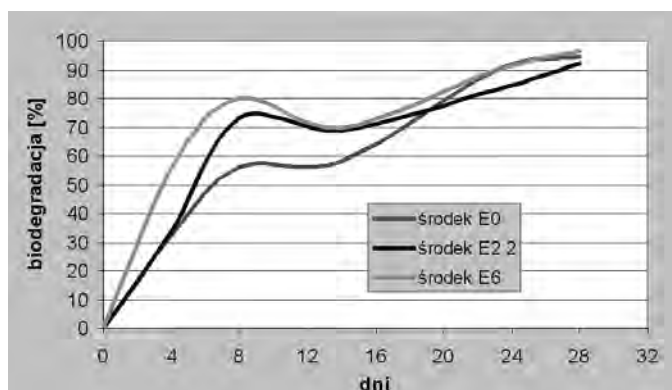
C_A - wartość średnia RWO w mg/l dla badanej substancji, zmierzona po czasie 3 ± 30 min,

C_t - wartość średnia RWO w mg/l dla badanej substancji po czasie t ,

C_{BA} - wartość średnia RWO w mg/l w próbach ślepych po czasie 3 ± 30 min,

C_B - wartość średnia RWO w mg/l w próbach ślepych po czasie t .

Wyniki badań przedstawiono na ryc. 8. Dla poszczególnych środków po 28 dniach rozkładu otrzymano wyniki potwierdzające ich wysoką biodegradowalność t.j.: 94%, 92%, 96%.



Ryc. 8 Biodegradacja roztworów roboczych środków E0, E2 2 i E6

Podsumowanie

W celu ograniczenia negatywnego wpływu środków gaśniczych na środowisko należy przeprowadzić analizę zagrożenia biorąc pod uwagę: wielkość pożaru, rodzaj palącego się materiału, dostępne środki gaśnicze, metody podawania, ewentualne zagrożenia (np. możliwość wybuchu), praktyczny czas podjęcia działań ratowniczo gaśniczych, skutki działań dla środowiska naturalnego. Istotny jest dobór do palącego się materiału odpowiedniego środka gaśniczego w optymalnym stężeniu. Te czynniki powinny być brane pod uwagę, w każdym przypadku stosowania środków gaśniczych. Należy szkolić strażaków w zakresie doboru i metod stosowania środków gaśniczych oraz podejmować prace badawcze mające na celu opracowywanie nowych, biodegradowalnych środków gaśniczych.

Podczas prowadzenia akcji ratowniczo gaśniczych należy unikać przedostania się środków pianotwórczych do wód powierzchniowych i ujęć. Wiąże się to z uwolnieniem do środowiska dużych ilości związków powierzchniowo czynnych powodujących zakłócenie procesu samooczyszczania się zbiorników wodnych.

Należy pamiętać, że to pożar z jego skutkami jest największym zagrożeniem ekologicznym a nie środki służące do ugaszenia go. [4,13,20]. Pianotwórcze środki gaśnicze mają wyższą skuteczność gaśniczą od powszechnie stosowanej wody, a dzięki odpowiedniemu doborowi środka gaśniczego do pożaru, straty popożarowe są minimalizowane, a środowisko naturalne jest chronione. Z drugiej strony używanie środków pianotwórczych w celach gaśniczych jest konieczne ze względu na ich wysoką skuteczność gaśniczą. Należy jednak pamiętać, że po zastosowaniu i zakończeniu akcji gaśniczej konieczne jest znaczne rozcieńczenie środków pianotwórczych.

Na terenach popożarowych występuje wyniszczenie bakterii i glebowej fauny, czego następstwem jest pogorszenie właściwości urodzajnych gleb. Obserwuje się również drastyczne wyniszczenie owadów, zwłaszcza zamieszkujących runo i ściółkę oraz zagładę skupisk grzybów, na których miejscu ukazują się inne gatunki grzybów oraz owadów szkodliwych dla środowiska odnawianego lasu. Wielkoobszarowe pożary leśne poprzez wyniszczenie ochronnego drzewostanu wpływają znacznie na lokalną zmianę klimatyczną pod względem temperatury i wilgotności środowiska. Na obszarach popożarowych obserwuje się większe wahania temperatury, silniejsze wiatry, które sprzyjają m.in. erozji gleby oraz pogorszenie warunków retencyjnych wody opadowej.

Środki pianotwórcze pomimo deklarowanej przez producentów wysokiej wartości biodegradacji, mogą być szkodliwe dla środowiska, gdyż mogą zawierać substancje ulegające bioakumulacji w środowisku. Dotyczy to przede wszystkim wyrobów, w których skład wchodzi surfaktanty z perfluorowanymi łańcuchami węglowodorowymi. Środki pianotwórcze, które dostają się do gruntu w stężeniach roboczych, praktycznie ulegają bardzo powolnemu rozkładowi. Przemieszczając się w głąb wraz z wodami opadowymi mogą jednak skażać wodę i inne ujęcia.

Szybkość rozkładu będzie coraz mniejsza wraz ze wzrostem kumulacji środka w gruncie.

Literatura

1. Rakowska J., Porycka B., *Trwałość środków gaśniczych*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza nr 1/2006, Józefów 2006, str. 31-38
2. Porycka B., Rakowska J., *Wyznaczanie właściwości pianotwórczych środków gaśniczych w aspekcie ich wykorzystania w akcjach ratowniczo-gaśniczych oraz w gaśnicach przenośnych i przewoźnych*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza nr 2/09, Józefów 2009, str. 139-148
3. Rakowska J., Porycka B., *Wpływ pianotwórczych środków gaśniczych na środowisko*, XXVII Międzynarodowa Konferencja Naukowa Inżynieria Procesowa w Ochronie Środowiska, Turawa, czerwiec 2010
4. Zarzycki J., *Światowe dziedzictwo natury*, Przegląd Pożarniczy 8/2005
5. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (Dz. U. 2002 Nr 217, poz. 1833),
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie kryteriów i sposobu klasyfikacji substancji i preparatów chemicznych (Dz. U. 2003 Nr 171, poz. 1666),
7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i preparatów niebezpiecznych (Dz. U. 2003 Nr 173, poz. 1679)
8. ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 552/2009 z dnia 22 czerwca 2009 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów
9. Hanauska C., *Environmental issues affecting foam use*, Presentation to the National Fire Protection Association World Fire Safety Congress, Denver, CO, USA, 14 May, 2001;
10. Małozieć D., Koniuch A., *Wpływ pianotwórczych środków gaśniczych i neutralizatorów na środowisko naturalne, szczególnie na organizmy wodne*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 02/2009, Józefów 2009;
11. Mizerski A., Sobolewski M., Jabłonowski M., *Piana kontra środowisko* Przegląd Pożarniczy 1/2006;
12. Karty charakterystyk substancji;
13. Sobolewski M., Król B., *Pianotwórcze środki gaśnicze a środowisko naturalne*, Przegląd Pożarniczy 11/2000 i 12/2000;
14. Hallamann E., *Fizykochemiczne aspekty oczyszczania zaolejonych gruntów z wykorzystaniem surfaktantów syntetycznych i biosurfaktantów*, rozprawa doktorska, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2008;
15. Adams R., Simmons D., *Ecological Effects of Fire Fighting Foams and Retardants*, CONFERENCE PROCEEDINGS, Australian Bushfire Conference, Albury, July 1999;
16. Vyas N. B., Spann J. W., Hill E.F., Acute oral toxicities of wildland fire control chemicals to birds, [w:] *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 72, Issue 3, March 2009, Pages 862-865;
17. Zieliński R., *Surfaktanty. Budowa, właściwości, zastosowania*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009;
18. Rakowska J., Porycka B., *Badania związane z określeniem aktywności powierzchniowej podstawowych składników środków zwilżających*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 2/09, Józefów 2009, str. 65-80;
19. *Badania nad otrzymaniem ekologicznego, biodegradowalnego środka zwilżającego, zwiększającego skuteczność akcji ratowniczo-gaśniczych i podnoszącego bezpieczeństwo powszechne kraju. w ramach projektu badawczego rozwojowego Nr R00-O0046/03*, materiały niepublikowane, Sprawozdanie w przygotowaniu, CNBOP, Józefów sierpień 2010;
20. Ubysz B., Szczygieł R., Piwnicki J., Kwiatkowski M., *Sprawozdanie w sprawie krajowej sytuacji dotyczącej wpływu pożarów na lasy*, IBL, Warszawa 2006.

Recenzenci:

dr inż. Bożena Twardochleb

dr Ryszard Grosset

W trzecim kwartale 2010 roku Jednostka Certyfikująca CNBOP wydała wnioskodawcom:

- 1. Świadectwa dopuszczenia – 29 – załącznik nr 1**

Załącznik nr 1

Świadectwa dopuszczenia

Nr dopuszczenia	Nr sprawozdania	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Dopuszczenie wydane dnia	Dopuszczenie ważne do dnia
0677/2009	Nr 4393/ BC/09 z dnia 07.07.2009	Gaśnica pianowa typ GWF-3X ABF <Świadectwo zaktualizowano zgodnie z nowelizacją WTU>	Grodkowskie Zakłady Wyroborów Metalowych S.A. ul. Wrocławska 59 49-200 GRODKÓW	Grodkowskie Zakłady Wyroborów Metalowych S.A. ul. Wrocławska 59 49-200 GRODKÓW	30.07.2010	29.11.2014
0743/2010	Nr 4764/ BS/10 z dnia 20.05.2010	Przyczepa do przewozu kontenerów wymiennych typ PS-2	WIELTON S.A. Baranowskiego 10 a 98-300 WIELUŃ	Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul. Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO BIAŁA	27.05.2010	26.05.2015
0744/2010	Nr 4329/ BA/10 z dnia 10.05.2010	Ręczny ostrzegacz pożarowy w wersji wewnętrznej typu MC-P5A i zewnętrznej typu WCP5A	KAC Alarm Company Limited Thornhill Road, north Moos Moat B98 9ND Redditch, Worcestershire Anglia	Ultrak Security Systems Sp. z o.o. Lubieszyn 8 72-002 DOŁUJE	28.05.2010	27.05.2015
0745/2010	Nr 4715/ BS/10 z dnia 30.04.2010	Hydrant podziemny DN 80 PN16 typ 35/31-K7	AVK Mittellmann Armaturę GmbH Schillerstrasse 50 D-42489 Wulfrath, Niemcy	AVK armadan Sp. z o.o. Jakubowska 1 62-045 PNIEWY	07.06.2010	06.06.2015
0746/2010	Nr 4693/ BS/10 z dnia 29.04.2010	Aparat powietrzny butlowy SCBA APS/ 4-typ 2 w odmianach SCBA ProffAir APS/4N-1600-typ 2, SCBA ProffAir APS/4N-1800-typ 2, SCBA ProffAir APS/4N-2040-typ 2	Fabryka Sprzętu Ratunkowego i Lampy Górniczych, „FASER” S.A. ul. Nakielska 42-44 42-600 TARNOWSKIE GÓRY	Fabryka Sprzętu Ratunkowego i Lampy Górniczych, „FASER” S.A. ul. Nakielska 42-44 42-600 TARNOWSKIE GÓRY	07.06.2010	06.06.2010
0747/2010	Nr 4688/ BS/10 z dnia 22.04.2010	Prądownica wodna PWT 52/2-3, 5-5 typ Magikador 500	POK S.A. France z.i. „Les Guignol” 10400 Nogent Sur Seine, Francja	HORPOL S.A Stara Iwiczna, ul. Nowa 23 05-500 PIASECZNO	10.06.2010	09.06.2015
0748/2010	Nr 4718/ BS/10 z dnia 11.06.2010	Hydrant podziemny DN80 PN16 z pojedynczym i podwójnym zamknięciem Oznaczenie producenta: SUPRA DN80 PN16 typ kołnierkowy lub systemu BAIO	VAG Armaturę GmbH Carl-Reuter str. 1, D-68305 Mannheim, Niemcy	VAG Armatura Polska Sp. z o.o. ul. Krzywickiego 34 02-078 WARSZAWA	30.06.2010	29.06.2015
0749/2010	Nr 4716/ BS/10 z dnia 11.06.2010	Hydrant nadziemny DN80 PN16 z podwójnym zamknięciem Oznaczenie producenta NOVA DN80 PN16 Odmiany NOVA 284 i NOVA NIRO 284 typ C wg PN-EN 14384:2009	VAG Armaturę GmbH Carl-Reuter str. 1, D-68305 Mannheim, Niemcy	VAG Armatura Polska Sp. z o.o. ul. Krzywickiego 34 02-078 WARSZAWA	30.06.2010	29.06.2015

CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

0750/2010	Nr 4717/ BS/10 z dnia 11.06.2010	Hydrant nadziemny DN100 PN16 z podwójnym zamknię- ciem Oznaczenie producenta NOVA DN100 PN16 Odmiany NOVA 284 i NOVA NIRO 284 typ C wg PN-EN 14384:2009	VAG Armaturę GmbH Carl-Reuter str. 1, D-68305 Mannheim, Niemcy	VAG Armatura Polska Sp. z o.o. ul. Krzywickiego 34 02-078 WARSZAWA	30.06.2010	29.06.2015
0751/2010	Nr 4719/ BS/10 z dnia 11.06.2010	Hydrant podziemny DN 80 PN 16 z pojedynczym i po- dójnym zamknięciem Oznaczenie producenta: Hydrant podziemny HYDRUS G typ kołnierzowy lub systemu BAIO	VAG Armaturę GmbH Carl-Reuter str. 1, D-68305 Mannheim, Niemcy	VAG Armatura Polska Sp. z o.o. ul. Krzywickiego 34 02-078 WARSZAWA	30.06.2010	29.06.2015
0752/2010	Nr 4720/ BS/10 z dnia 11.06.2010	Hydrant nadziemny DN150 PN16 Oznaczenie producenta NOVA DN150 PN16 typ C wg PN-EN 14384:2009	VAG Armaturę GmbH Carl-Reuter str. 1, D-68305 Mannheim, Niemcy	VAG Armatura Polska Sp. z o.o. ul. Krzywickiego 34 02-078 WARSZAWA	30.06.2010	29.06.2015
0753/2010	Nr 4747/ BS/10 z dnia 23.06.2010	Ciężki samochód ratowniczo-gaśniczy (6x6) PN-EN 1846-1: S-2-3-9000-8/6000-1 na podwoziu Mercedes Benz typ 932.18 (AC- TROS 3341 AK)	Przedsiębiorstwo usługowo-handlowe MOTO-TRUCK Leszek Chmiel ul. Ks. P. Ściegiennego 270 25-116 KIELCE	Przedsiębiorstwo usługowo-handlowe MOTO-TRUCK Leszek Chmiel ul. Ks. P. Ściegienne- go 270 25-116 KIELCE	30.06.2010	29.06.2015
0754/2010	Nr 4681/ BA/10 z dnia 01.06.2010	Zasilacz urządzeń prze- ciwpożarowych typu PM702C i PM705C	UTC Fire & Security Polska Sp. z o.o. Sadowa 8 80-771 GDAŃSK	UTC Fire & Security Nedeland B.V. Kelvinstraat 7 NL-6003DH Weert, Holandia	12.07.2010	11.07.2015
0755/2010	Nr 4705/ BA/10 z dnia 29.04.2010	Centrala sygnalizacji pożarowej typu 2X-F1, 2X-F2, 2X-F1-FB,	UTC Fire & Security Polska Sp. z o.o. Sadowa 8 80-771 GDAŃSK	UTC Fire & Security Nedeland B.V. Kelvinstraat 7 NL-6003DH Weert, Holandia	12.07.2010	11.07.2015
0756/2010	Nr 4704/ BA/10 z dnia 09.06.2010	Centrala sygnalizacji pożarowej typu KFP-AF1, KFP- AF2, KFP-AF1-FB, KFP-AF2-FB z możli- wością pracy w sieci	UTC Fire & Security Polska Sp. z o.o. Sadowa 8 80-771 GDAŃSK	UTC Fire & Security Nedeland B.V. Kelvinstraat 7 NL-6003DH Weert, Holandia	12.07.2010	11.07.2015
0757/2010	Nr 4796/ BS/10 z dnia 30.06.2010	Ubranie specjalne Oznaczenie producenta Ubranie specjalne dla strażaka typ UTP-9 GOLD	ARLEN Spółka Ak- cyjna ul. Sapieżyńska 10 00-215 WARSZAWA	ARLEN Spółka Ak- cyjna ul. Sapieżyńska 10 00-215 WARSZAWA	19.07.2010	18.07.2015
0758/2010	Nr 4753/ BS/10 z dnia 25.06.2010	Buty strażackie typ KADIMEX PRO-LINE z membraną (oznace- nie producenta 201-D)	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	23.07.2010	22.07.2015
0759/2010	Nr 4754/ BS/10 z dnia 25.06.2010	Buty strażackie typ KADIMEX PRO- LINE bez membrany (oznaczenie producenta 204-D)	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	23.07.2010	22.07.2015

CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

0760/2010	Nr 4755/ BS/10 z dnia 25.06.2010	Buty strażackie typ KADIMEX KOM- FORT z membraną (oznaczenie producenta 205-D)	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	23.07.2010	22.07.2015
0761/2010	Nr 4756/ BS/10 z dnia 25.06.2010	Buty strażackie typ KADIMEX KOM- FORT bez membrany (oznaczenie producenta 206-D)	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	KADIMEX Biuro Handlowe Mariusz Przybytniak ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	23.07.2010	22.07.2015
0762/2010	Nr 4800/ BS/10 z dnia 19.07.2010	Ciężki samochód ra- townictwa techniczne- go (8x8) PN-EN 1846-1: S-2-3- 2-1-1 (SCRt) na podwoziu SCANIA	Pojazdy Specjalistycz- ne Zbigniew Szczęśniak Sp. z o.o. ul. Wapienicka 36 43-382 BIELSKO- BIAŁA	Pojazdy Specjali- styczne Zbigniew Szczęśniak Sp. z o.o. ul. Wapienicka 36 43-382 BIELSKO- BIAŁA	28.07.2010	27.07.2015
0763/2010	Nr 4822/ BS/10 z dnia 19.07.2010	Lekki samochód ratow- nictwa technicznego (4x2) PN-EN 1846-1: L-1-6-1-0-1 (SLRt) na podwoziu Mercedes Benz typ 906 OK35	Bemo Motors Sp. z o.o. ul. Mogileńska 50 61-044 POZNAŃ	Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlo- wo-Usługowe TEL-POŻ-SYSTEM „ISKRA” Sp.z o.o. ul. Krańcowa 11 61-022 POZNAŃ	05.08.2010	04.08.2015
0767/2010	Nr 4832/ BS/10 z dnia 05.08.2010	Przyczepa do przewozu kontenerów wymien- nych typ PT-2-18	ZAMET-GŁOWNO Adam Pruski, Zdzi- sław Łuczak Sp. J. ul. Sikorskiego 3 95-015 GŁOWNO	ZAMET-GŁOWNO Adam Pruski, Zdzi- sław Łuczak Sp. J. ul. Sikorskiego 3 95-015 GŁOWNO	12.08.2010	11.08.2015
0768/2010	Nr 4831/ BS/10 z dnia 05.08.2010	Kontener wymienny do dekontaminacji masowej	ZAMET-GŁOWNO Adam Pruski, Zdzi- sław Łuczak Sp. J. ul. Sikorskiego 3 95-015 GŁOWNO	ZAMET-GŁOWNO Adam Pruski, Zdzi- sław Łuczak Sp. J. ul. Sikorskiego 3 95-015 GŁOWNO	12.08.2010	11.08.2015
0769/2010	Nr 4829/ BS/10 z dnia 10.08.2010	Ciężki samochód ratowniczo-gaśniczy (4x4) PN-EN 1846: S-2-3-400-8/3200-1 (GCB 4/32) na pod- woziu SCANIA P, G	Piotr Wawrzaszek In- żyniera Samochodów Specjalnych ul. Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO- BIAŁA	Piotr Wawrzaszek Inżyniera Samochodów Specjalnych ul. Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO- BIAŁA	13.08.2010	12.08.2015
0771/2010	Nr 4757/ BA/10 z dnia 22.07.2010	Ręczny ostrzegacz Po- żarowy typ FDM223	Siemens Schweiz AG, Industrie Sektor Build- ing Technologies Divi- sion, Fire Safety Systems&Products Gubelstrasse 22 CH-6301 Zug, Szwaj- caria	Siemens Sp. z o.o. ul. Żupnicza 11 03-821 WARSZAWA	17.08.2010	16.08.2015
0772/2010	Nr 4805/ BS/10 z dnia 29.07.2010	Wytwornica pianowa WP 2-75 typ Q-15	„POHORJE” Mirna Slovenska vas 14 8233 Mirna, Słowenia	KADIMEX Biuro Handlowe ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	18.08.2010	17.08.2015
0773/2010	FIRES-JR-023- 08-NURE z dnia 31.03.2008	Zamocowania przewo- dów i kabli elektrycz- nych oraz światłowod- owych, stosowanych do zasilania i sterowania urządzeniami służący- mi ochronie przeciw- pożarowej – Systemy nośne tras kablowych BAKS o odporności ogniowej E30 i E90	BAKS Wytwarzanie Osprzętu Instalacyjno- -Elektrotechnicznego, Kazimierz Sielski ul. Jagodne 5 05-480 KARCZEW	BAKS Wytwarzanie Osprzętu Instalacyjno- -Elektrotechniczne- go, Kazimierz Sielski ul. Jagodne 5 05-480 KARCZEW	17.08.2010	16.08.2015
0774/2010	Nr 4816/ BS/10 z dnia 29.07.2010	Prądownica pianowa PP-2 typ S-2	„POHORJE” Mirna Slovenska vas 14 8233 Mirna, Słowenia	KADIMEX Biuro Handlowe ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	19.08.2010	18.08.2015

Wykaz Aprobatach Technicznych za III kwartał 2010

Numer Aprobatach	Data wydania Aprobatach	Data ważności Aprobatach	Nazwa, typ, odmiany wyrobu	Wnioskodawca	Producent
AT-0602-0151/2010 (Aprobata o nr jw. zastępuje Aprobatach AT-0602-0151/2008 wydanie 2	2010.09.13	2013.05.12	Systemy nośne tras kablowych BAKS o odporności ogniowej E-30, E-90	BAKS Wytwarzanie Osprzętu Instalacyjno – Elektrotechnicznego Kazimierz Sielski, ul. Jagodne 5, 05-480 Karzew	BAKS Wytwarzanie Osprzętu Instalacyjno – Elektrotechnicznego Kazimierz Sielski, ul. Jagodne 5, 05-480 Karzew
AT-1108-0275/2010	2010.07.16	2015.07.15	Uchwyt przewodów rurowych - wieszak krętilkowy DN 25 do DN 80, typu Firclam	Celo Polska Sp. z o.o. ul. Pałacowa 7/11, Rąbień, 95-070 Aleksandrów Łódzki	Celo S.A. C/Rossello, 7; 08211- Castellar del Valles (Barcelona), Hiszpania
AT-1107-0276/2010	2010.07.16	2015.07.15	Rury i kształtki z tworzywa sztucznego PVC-C, systemu BlazeMaster do urządzeń tryskaczowych	Nibco Sp. z o.o. ul. PKP 6 92-402 Łódź	NIBCO Inc., 1516 Middlebury Street, Elkart, IN 46516-4740, USA oraz Harvel Plastics Inc., Kuebler Road, Easton, PA 18040, USA
AT-09-0277/2010	2010.07.23	2015.07.22	Stale urządzenie gaśnicze gazowe, jedno- i wielostrefowe, na gazy obojętne IG-01, IG-55 i IG-100, typu PROINERTIG-01, PROINERT IG-55, oraz PROINERT IG-100, na ciśnienie 200 bar i 300 bar	GATEMA Box 245, SE-263 22 Höganäs, Sweden (Szwecja)	GM Sprinkler Sp. z o.o., ul. Kanłowa 8, 03-663 Warszawa (na podzespołach i systemach firmy Fike Protection Systems Ltd, The Moorfield Centre, Moorfield Road, Guildford, Surrey, GU 1 1RA, United Kingdom (Zjednoczone Królestwo))
AT-09-0277/2010 wydanie 2 (Aprobata o nr jw. zastępuje Aprobatach AT-09-0277/2010	2010.08.13	2015.08.22	Stale urządzenie gaśnicze gazowe, jedno- i wielostrefowe, na gazy obojętne IG-01, IG-55 i IG-100, typu PROINERTIG-01, PROINERT IG-55, oraz PROINERT IG-100, na ciśnienie 200 bar i 300 bar	GATEMA Box 245, SE-263 22 Höganäs, Sweden (Szwecja)	GM Sprinkler Sp. z o.o., ul. Kanłowa 8, 03-663 Warszawa (na podzespołach i systemach firmy Fike Protection Systems Ltd, The Moorfield Centre, Moorfield Road, Guildford, Surrey, GU 1 1RA, United Kingdom (Zjednoczone Królestwo))

dr inż. **Andrzej ZBROWSKI**

dr inż. **Tomasz SAMBORSKI**

Instytut Technologii Eksploatacji

Państwowy Instytut Badawczy

SYSTEMY TECHNICZNE WSPOMAGAJĄCE BEZPIECZEŃSTWO OBIEKTÓW I PROCESÓW TECHNICZNYCH JAKO CZYNNIK ZMNIEJSZENIA SKUTKÓW WYPADKÓW I KATASTROF PRZEMYSŁOWYCH

**Technical systems for support of safety of technical objects and processes
as a factor of reduction of results of industrial accidents and catastrophes**

Streszczenie

W artykule omówiono zadania systemów wspomagających bezpieczeństwo obiektów i procesów technicznych w aspekcie zmniejszania skutków i ryzyka wypadków oraz katastrof przemysłowych. Przeprowadzono analizę potrzeb wynikających z ochrony przeciwpożarowej, działań ratowniczych oraz bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych, środków ratownictwa technicznego i przeciwpożarowego. Na podstawie przeprowadzonej analizy wyznaczono priorytetowe kierunki rozwoju systemów technicznych wspomagających bezpieczeństwo obiektów i procesów technicznych. Wykazano konieczność intensywnego rozwoju systemów normatywnego testowania i weryfikacji zaawansowanych urządzeń ratownictwa technicznego a także mechatronicznych komponentów nowoczesnych systemów ochrony przeciwpożarowej. Przedstawiono znaczenie środków oceny bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych w osiąganiu najwyższych, ewoluujących standardów w tym tzw. zerowego zagrożenia bezpieczeństwa technicznego.

Summary

The paper discusses the tasks of the systems for support of safety of technical objects and processes in the aspect of decrease in results and risks of accidents and industrial catastrophes. The analysis of needs was conducted for fire protection, rescue actions and safety of maintenance of technical objects, means of industrial safety and means of fire protection. Based on the analysis priority development directions were named for the technical safety systems of technical objects and processes. Also it was proved that there exists the need for intense development of systems for standard testing and verification of advanced devices of technical safety and mechatronic components of modern systems for fire protection. Also discussed was the meaning of safety of maintenance of technical objects assessment means for achieving the highest evolving standards including so called „zero technical risk”.

Słowa kluczowe: ratownictwo techniczne, ochrona przeciwpożarowa, bezpieczeństwo eksploatacji, diagnostyka, certyfikacja;
Key words: industrial rescue, fire protection, safety of operation, industrial safety, rescue equipment, product certification;

Wstęp

Wobec stałego rozwoju obiektów zarówno pojedynczych, jak również tworzących instalacje oraz infrastruktury, służących do realizacji skomplikowanych procesów społecznych, społeczno-użytecznych, technicznych, produkcyjnych niezbędne jest tworzenie systemów wspo-

magających bezpieczeństwo techniczne definiowane obowiązującymi standardami zrównoważonego rozwoju gospodarki. Uregulowania normatywne, polskie i międzynarodowe, zakładają konieczność minimalizowania ryzyka technicznego zarówno dzięki właściwej eksploatacji jak i poprzez nadawanie urządzeniom odpowied-

nich cech na etapie projektowania i wytwarzania. Podejmowane działania bazują na systemowych uregulowaniach zarządzania bezpieczeństwem obiektów, również przemysłowych (Dyrektywa Rady 96/82/WE z dnia 9 grudnia 1996 r. dotycząca zarządzania zagrożeniami, poważnymi awariami z udziałem substancji niebezpiecznych), z uwzględnieniem formalnych uwarunkowań zarządzania środowiskowego i bezpieczeństwa pracy, w tym Europejskiej Dyrektywy Maszynowej oraz Nowej Dyrektywy Maszynowej.

Tak sformułowane zamierzenia realizowane są poprzez rozwój specjalizowanych, innowacyjnych metod i urządzeń pozwalających na monitorowanie, diagnozowanie, zapobieganie i likwidowanie zagrożeń lub zmniejszanie częstotliwości i skutków awarii.

Główne kierunki rozwoju

Stosowanie nowych technologii i materiałów w budownictwie powoduje wzrost zagrożenia toksycznego podczas pożaru, a to z kolei konieczność użycia innego rodzaju środków, sprzętu i pojazdów specjalistycznych do prowadzenia akcji ratowniczych. Wzrastające nasycenia budynków (zwłaszcza użyteczności publicznej) różnego rodzaju instalacjami (energetycznymi, gazowymi, cieplnymi, wodociągowymi) rodzi zapotrzebowanie na tworzenie o nich baz danych, zapewniających szybki dostęp do informacji niezbędnych do prowadzenia akcji ratowniczych. W wyniku nieustannego rozwoju technicznego i technologicznego w dziedzinie nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych, szczególnie mechatronizacji modułów wykonawczych coraz powszechniej stosowanych we współczesnych obiektach i urządzeniach technicznych, inteligentnych systemach bezpieczeństwa, technikach i technologiach zabezpieczeń oraz technologiach procesowych, są opracowywane i doskonalone kompatybilne metody, procedury i systemy weryfikujące, diagnozujące i prognozujące poziom bezpieczeństwa technicznego. Działania podejmowane na rzecz poprawy bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego koncentrują się głównie na opracowaniu metod i aparatury do nieniszczących badań stanu technicznego maszyn, diagnozowania stanu mikroprocesorowych systemów sterowania,

oceny stopnia i przyczyn degradacji materiału, a także rozwoju metod badań trwałości, niezawodności i certyfikacji sprzętu ratownictwa technicznego i przeciwpożarowego. Wynikiem zawartych porozumień są przedsięwzięcia realizowane przez ośrodki naukowe i badawcze, stowarzyszenia oraz producentów z różnych obszarów nauki i techniki związanych z systemami bezpieczeństwa.

Zbudowane na nowoczesnych platformach naukowych i inżynierskich systemy przeciwdziałania zagrożeniom technicznym podnoszą poziom bezpieczeństwa eksploatacji poprzez doskonalenie specjalizowanych systemów monitorowania i diagnozowania stanu bezpieczeństwa maszyn, urządzeń i obiektów technicznych.

Wzrost poziomu bezpieczeństwa technicznego rozpatrywany jest w kontekście bezpieczeństwa środowiskowego [1]. Prowadzone są działania zmierzające do minimalizacji ryzyka katastrof ekologicznych w wyniku awarii systemu technicznego. Rozwój skutecznych metod oceny stopnia degradacji maszyn i urządzeń pozwala na zoptymalizowanie czasu eksploatacji oraz wczesne reagowanie na pojawiający się wzrost zagrożenia.

Podjęcie problematyki bezpieczeństwa wynika przede wszystkim z potrzeb służb państwowych, których podstawowym zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa terytorium i obywateli danego kraju. Aby wypełnić stojące przed nimi zadania, służby te muszą dysponować wyspecjalizowanym sprzętem technicznym i systemami informacyjnymi, wspomagającymi takimi jak: monitoring zagrożeń bezpieczeństwa, procesy informacyjno-decyzyjne ratownictwa i zarządzania kryzysowego oraz skuteczne kierowanie działaniami ratowniczymi i reagowaniem kryzysowym. Technologie służące wypełnieniu tych zadań, realizowane poprzez powołane do tego celu instytucje, są z powodzeniem rozwijane przez polski przemysł i w polskich ośrodkach naukowo-badawczych.

W ramach omawianego obszaru technicznych systemów wspomagających bezpieczeństwo obiektów i procesów technicznych wyodrębniono następujące wiodące kierunki badawcze:

- systemy techniczne wspomagające ochronę przeciwpożarową;

- systemy diagnostyczne urządzeń stosowanych w działaniach ratowniczych;
- systemy oceny bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych.

Kierunki rozwoju systemów technicznych wspomagających szeroko rozumiane bezpieczeństwo w znacznej mierze zależą od warunków społeczno ekonomicznych kraju, na obszarze którego są wdrażane oraz od statusu podmiotów je realizujących. Producenci komponentów, tworzących coraz bardziej złożone struktury sprzętowe i teleinformatyczne systemów bezpieczeństwa przeciwpożarowego i technicznego, ze względu na silną konkurencję na rynku będą dążyli do zwiększania wydajności produkcji oraz obniżania kosztów pracy. Ośrodki naukowo-badawcze oraz służby państwowe i powołane instytucje pracują nad doskonaleniem systemów oceny bezpieczeństwa technicznego związanego z wdrażaniem nowych rozwiązań. Ważny kierunek działań będą stanowiły prace nad systemami oceny bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych i materiałów technologicznych umożliwiające osiąganie najwyższych, ewoluujących standardów w tym tzw. zerowego zagrożenia bezpieczeństwa technicznego.

Systemy techniczne wspomagające ochronę przeciwpożarową

Istniejące i powstające systemy techniczne wspomagające ochronę przeciwpożarową stanowią nieodłączny element złożonych struktur odpowiedzialnych za bezpieczeństwo przeciwpożarowe. O wadze zagadnienia świadczą obowiązujące w danym kraju akty prawne i normatywne nakreślające minimalne wymagania, jakim muszą sprostać projektowane systemy.

W ramach realizowanych prac można wyodrębnić następujące kierunki badawcze, tworzące spójny obszar tematyczny: modelowanie matematyczne [2], symulacje komputerowe [3], badania laboratoryjne, badania poligonowe w skali [4] i na rzeczywistych obiektach [5]. W wyniku prowadzonych prac i z uwzględnieniem obowiązujących przepisów w wiodących na świecie instytucjach powstają opracowania mające na celu poprawę poziomu bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

W przypadku ochrony przeciwpożarowej obiektów technicznych szczególnego znaczenia nabiera opracowanie metod, procedur i systemów ukierunkowanych na zapewnienie wysokiej skuteczności działania komponentów tworzących strukturę monitoringu. Mechatroniczne moduły wykonawcze przeznaczone do systemów automatyki pożarowej pozwalają na prowadzenie działań podnoszących bezpieczeństwo osób i mienia znajdującego się w chronionych obiektach oraz podejmowanie zdalnie sterowanych interwencji przez służby prowadzące akcje gaśnicze i ratunkowe w obliczu zagrożeń pożarowych lub chemicznych. Od ich sprawności i odporności na narażenia środowiskowe, w tym wywołane stanem alarmowym, zależy skuteczność podejmowanych akcji ratowniczych.

Wprowadzenie mechatronicznych modułów wykonawczych do systemów wentylacji i automatyki pożarowej w obiektach technicznych wymaga opracowania nowych, zgodnych z obowiązującymi przepisami, procedur i systemów badawczych weryfikujących skuteczność działania implementowanych, nowoczesnych, inteligentnych i energooszczędnych rozwiązań technicznych.

Ważnym składnikiem weryfikacji skuteczności działania są badania atestacyjne prowadzone z wykorzystaniem specjalistycznej aparatury badawczej, umożliwiającej symulację oddziaływania czynników środowiskowych oraz zjawisk i procesów zachodzących podczas pożaru. Badania prowadzone są w laboratoriach czołowych światowych (National Institute of Standards and Technology, USA; VdS Schadenverhütung, Niemcy; Building Research Establishment Ltd, UK; Building and Fire Research Laboratory, USA; Department of Civil Engineering University of Canterbury, New Zealand) i Polskich (Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie, Szkoła Główna Straży Pożarnej w Warszawie.) ośrodków badawczych powołanych między innymi do nadawania certyfikatów wyrobom i systemom technicznym przeznaczonym do stosowania w układach bezpieczeństwa przeciwpożarowego. Zaplecze techniczne Laboratoriów pozwala na testowanie elementów tworzących pasywną ochronę przeciwpożarową (materiały budowlane, bariery ogniowe – drzwi i zasuw), jak i m.in. systemy sygnalizacji pożaru.

rowej, dźwiękowe systemy ostrzegawcze, elementy systemów wentylacji i oddymiania, - stałe urządzenia gaśnicze. Zakres prowadzonych prac obejmuje zarówno wyznaczanie pojedynczych charakterystyk elementów aktywnych zabezpieczeń przeciwpożarowych np. czujek pożarowych, tryskaczy, jak również kompletnych systemów stanowiących złożone struktury dedykowane do określonych zastosowań.

Dotychczasowe rozwiązania umożliwiające prowadzenie badań modułów mechatronicznych i elementów monitoringu pożarowego spotykane w polskich ośrodkach w wielu obszarach badawczych charakteryzują się brakiem pełnej automatyzacji i kompleksowego ujęcia problemów związanych z zdawaniem wymuszeń cieplnych, mechanicznych i środowiskowych oraz rejestracją online wszystkich, istotnych z punktu bezpieczeństwa, wyznaczanych parametrów.

Analiza aktualnego stanu wiedzy na temat systemów diagnostyki sprzętu przeciwpożarowego i gaśniczego pozwala na wyznaczenie kierunków ich dalszego rozwoju. Jednym z kierunków jest ciągle doskonalenie metod diagnostycznych na bazie zaawansowanych technologii mechatronicznych i informatycznych w ślad za rozwijającymi się systemami czynnej i biernej ochrony przeciwpożarowej. Priorytetowym kierunkiem prac niezbędnych do realizacji w Polsce jest stworzenie zaplecza badawczego pozwalającego na prowadzenie diagnostyki kompletnych systemów w warunkach i skali zbliżonych do rzeczywistych.

Systemy diagnostyczne urządzeń stosowanych w działaniach ratowniczych

Wobec rosnącej liczby wypadków [6], katastrof komunikacyjnych i technicznych stwarzających realne zagrożenie skażenia środowiska naturalnego oraz ataków terrorystycznych [7] i klęsk żywiołowych [8], istotnego znaczenia nabiera rozwój systemów przeciwdziałania i łagodzenia skutków zdarzeń [9]. Pomimo rozwoju infrastruktury i działań prewencyjnych prowadzonych w ramach krajowych (Krajowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego 2005 – 2013, GAMBIT 2005) i międzynarodowych (Trzeci Unijny Program Działania w Bezpieczeństwie Ruchu Drogowego: „Wspólna odpo-

wiedzialność”, 2003) programów związanych z podniesieniem bezpieczeństwa ruchu drogowego, odnotowywane są poważne straty społeczne i ekonomiczne [10, 11].

Istotnym obszarem działań, wynikającym ze stale rozwijających się metod prowadzenia działań ratownictwa technicznego z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi i środków [12], jest tworzenie systemów diagnostycznych przeznaczonych do testowania urządzeń stosowanych w ratownictwie technicznym, w tym prowadzenie badań certyfikacyjnych obowiązujących w danym kraju. Zadaniem prowadzonych badań jest zapewnienie skuteczności działania i bezpieczeństwa eksploatacyjnego wdrażanego sprzętu ratownictwa technicznego. Skuteczność prowadzenia działań ratownictwa technicznego zdeterminowana jest jakością wykorzystywanego sprzętu definiowaną jako zdolność wykonywania określonych zadań w połączeniu z ergonomią i bezpieczeństwem.

Ze względu na specyfikę działania i eksploatacji szczególne znaczenie mają badania pojazdów specjalistycznych prowadzone w celu zapewnienia wysokiego stopnia bezpieczeństwa zarówno w stosunku do ratowników, jak i otoczenia zewnętrznego. Środkiem pozwalającym na zminimalizowanie błędów wynikających z czynnika ludzkiego są programy symulacyjne (Symulator do szkolenia straży pożarnej ADMS, ETZ PZL – Aerospace Industries), umożliwiające ratownikom zapoznanie się z potencjalnymi trudnościami w kontrolowanych warunkach analogicznych do występujących podczas prowadzenia akcji. W przypadku pojazdów pożarniczych (spełniających również funkcje ratownictwa technicznego), jak również dla wszystkich użytkowanych w PSP wielosekcyjnych drabin i podnośników hydraulicznych istotne jest zachowanie sztywności i stateczności obiektu z wysoko umieszczonym środkiem masy, podlegającego znacznym obciążeniom dynamicznym w różnorodnie ukształtowanym terenie.

Zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa ratowników i poszkodowanych wymaga opracowania metod i specjalistycznych urządzeń pozwalających na testowanie sprzętu w symulowanych ekstremalnych warunkach odpowiadających warunkom prowadzenia akcji [13]. Od wielu lat w wysokorozwiniętych krajach

prowadzone są prace związane z opracowywaniem metod i urządzeń przeznaczonych do oceny parametrów eksploatacyjnych narzędzi stosowanych w ratownictwie technicznym. Kierunki prac koncentrują się wokół zagadnień związanych z rozwojem mechatronicznych układów wykonawczych oraz systemów akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych. Opracowywane urządzenia, stanowiące wyposażenie laboratoriów producentów i instytucji odpowiedzialnych za wprowadzanie do eksploatacji technicznego wsparcia systemów bezpieczeństwa, przeznaczone są do prowadzenia badań w oparciu o metodyki zgodne z obowiązującymi w danym kraju lub międzynarodowymi przepisami.

Podobne badania [14, 15] realizowane są w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowodzi w Józefowie, jedynym w Polsce ośrodku badawczym uprawnionym do wydawania świadectw dopuszczających urządzenia i narzędzia ratownicze do stosowania przez jednostki Państwowych Straży Pożarnych i jednostki Ratownictwa Technicznego. Zaplecze badawcze CNBOP stanowią, między innymi opracowane i wytworzone w ramach realizowanego w ITeE-PIB Programu Wieloletniego (Program Wieloletni PW-004: Metoda i aparatura testowa w zakresie produktów, procesów i bezpieczeństwa technicznego), systemy diagnostyczne umożliwiające ocenę skuteczności działania narzędzi ratowniczych (hydrauliczne rozpieracze, nożyce, cylindry, pneumatyczne poduszki uszczelniające i podnoszące) produkowanych przez wszystkie światowe firmy zainteresowane wprowadzeniem na polski rynek swoich wyrobów. Powstałe w ITeE-PIB, unikalne w skali krajowej, urządzenia pozwalają na jednoznaczną weryfikację wszystkich, istotnych z punktu widzenia skuteczności i bezpieczeństwa działania, parametrów narzędzi ratowniczych. Opracowane rozwiązania techniczne mają charakter unikalny nie tylko w skali krajowej lecz także w skali światowej. Istniejące urządzenia badawcze, stanowiące głównie wyposażenie laboratoriów producentów (Holmatro, LUKAS-Hydraulik, WEBER-Hydraulik, Vetter, Lancier-hydraulik), dedykowane są do współpracy z narzędziami wytwarzanymi przez ściśle określonego producenta. Powstałe w ITeE-PIB urządzenia pozwalają na testowanie szerokiej gamy narzędzi niezależnie od np. bardzo zróżnicowanego,

istotnego podczas prowadzenia badań trwałościowych, systemu sterowania. Opracowane metodyki badań pozwalają na jednoznaczną weryfikację podawanych w katalogach, często zawyżanych lub nie mających odniesienia do rzeczywistych warunków prowadzenia działań, parametrów.

Kierunki dalszego rozwoju systemów diagnostycznych urządzeń stosowanych w ratownictwie technicznym stymulowane są permanentnym doskonaleniem technik ratowniczych z zastosowaniem nowych rozwiązań technicznych powstających w ośrodkach badawczych producentów. Innym, równie istotnym, czynnikiem decydującym o ewaluacji systemów badawczych są propozycje zmian uwarunkowań normatywnych na podstawie analiz prowadzonych działań ratownictwa technicznego dotyczące np. warunków środowiskowych prowadzonych akcji ratowniczych.

Systemy oceny bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych

Stale rozwijające się systemy diagnostyczne obejmują szerokie spektrum zagadnień związanych z zapewnieniem niezbędnego poziomu bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych.

Istotnym z punktu widzenia bezpieczeństwa eksploatacji obszarem działania są prace obejmujące opracowywanie metod i urządzeń do badania odporności materiałów konstrukcyjnych na działanie czynników o charakterze destrukcyjnym: promieniowanie cieplne, ogień, wilgotność, zanieczyszczenia stałe, obciążenia mechaniczne. Urządzenia do realizacji, opracowanych w oparciu o odnośne normy, procedur w większości przypadków stanowią techniczne wyposażenie laboratoriów ośrodków naukowo-badawczych i akredytacyjnych (Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie, Instytut Technologii Drewna w Poznaniu).

Sprawność i parametry modułów stosowanych w systemach wentylacji mechanicznej decydują o bezpieczeństwie osób i budynków w związku z gromadzeniem się trujących gazów lub zawilgoceniem konstrukcji obiektu technicznego. Prowadzone w tym zakresie prace [16] realizowane są w większości przypadków przez laboratoria zajmujące się badaniem systemów ochrony przeciwpożarowej.

Odrębną grupę problemów stanowią metody i procedury badań właściwości fizycznych, chemicznych i mechanicznych wpływających bezpośrednio na eksploatacyjną degradację elementów maszyn spowodowaną np. wadami materiałowymi. Istnieje konieczność doskonalenia systemów jakości minimalizujących ryzyko użycia w procesach technologicznych materiałów stanowiących źródło potencjalnej, nieprzewidywalnej destrukcji systemu technicznego. Spotykane w światowej technice rozwiązania uwzględniające uwarunkowania normatywne, do poszukiwana wad struktury wewnętrznej wykorzystują metody prądów wirowych, ultradźwięki lub promieniowanie rentgenowskie. Oferta przodujących, światowych wytwórców obejmuje produkty począwszy od głowic detekcyjnych poprzez przenośne urządzenia aż po specjalizowaną aparaturę i wyposażenie diagnostyczne linii technologicznych. Równolegle w wielu ośrodkach naukowo-badawczych (Nuclear Engineering Research Laboratory, The University of Tokio; The American Institute of Physics, Maryland; Dalian University of Technology, China) prowadzone są prace ukierunkowane na doskonalenie technik diagnostycznych w zastosowaniu do specjalistycznych i unikatowych zastosowań [17, 18].

Uderzenia obcych obiektów w środki transportu są powszechnymi zdarzeniami w ich eksploatacji, które często stwarzają zagrożenie dla bezpieczeństwa podróżujących nimi ludzi. Do takich zdarzeń można zaliczyć: zderzenia statków powietrznych z ptakami [19], uderzenia kamieni lub innych obiektów w szyby pociągów i pojazdów drogowych. Elementy konstrukcyjne pojazdów powinny być odporne na tego typu uderzenia, natomiast w przypadku wystąpienia uszkodzenia, jego rozmiar nie może powodować zagrożenia zdrowia i życia obsługi i pasażerów. W celu badania odporności na uderzenia wykonywane są testy [20] polegające na wystrzeliwaniu z dział pneumatycznego ptaków, obiektów imitujących ptaki, kawałków lodu oraz obiektów imitujących różnego rodzaju ciała stałe. Odtwarzając w warunkach laboratoryjnych zderzenie fragmentów samolotów, silników [21], owiewek kabin, szyb kolejowych oraz innych części środków transportu można precyzyjnie ocenić ich wytrzymałość oraz poziom zapewnianego bezpieczeństwa. Na świecie stanowiska do ba-

dań uderzeniowych są używane przez liczne, wiodące instytucje badawcze oraz firmy związane z przemysłem lotniczym i zbrojeniowym. Działła tego typu m.in. posiadają takie instytucje jak NASA, General Electric, Pratt & Whitney, DLR – German Aerospace Center, Uniwersytet im. Paul Verlaine w Metz (Francja). Zwykle są one użytkowane na potrzeby tychże instytucji i zarówno wyniki jak i sama możliwość realizacji tego typu testów nie są udostępniane szerszemu gronu odbiorców. Obecnie, jako jedyny w Polsce, Instytut Lotnictwa posiada mobilne stanowisko do prowadzenia prób uderzeniowych przy prędkościach poniżej 300 km/h. Badania prowadzone z zastosowaniem istniejącego stanowiska nie umożliwiają, ze względu na ograniczone możliwości energetyczne, prowadzenia testów z obiektami o rozmiarach i masie zbliżonej do ptaków oraz większych brył kamiennych lub lodowych miotanych z prędkościami okołodźwiękowymi.

Równolegle do prowadzonych w laboratoriach prac badawczych ukierunkowanych na poprawę bezpieczeństwa obiektów technicznych opracowywane są komputerowe aplikacje pozwalające na etapie projektowania systemów technicznych prognozować ich zachowanie w warunkach eksploatacji [22]. Stanowią one specjalizowane rozszerzenie możliwości powszechnie stosowanych metod elementów skończonych stanowiących moduły aplikacji projektowych (Catia, Autodesk AIP) lub będących samodzielnymi, zaawansowanymi produktami (Ansys Structural Mechanics, MSC Nastran, Comsol Multiphysics).

Wnioski

Przeprowadzona analiza pozwala na wytyczenie strategicznych kierunków badawczych związanych z zapewnieniem niezbędnego poziomu bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych. Należą do nich działania ukierunkowane na wytwarzanie specjalizowanych, wysokowydajnych urządzeń testowych, wykorzystujących nieniszczące techniki diagnostyczne, przeznaczonych do implementacji w przemysłowych systemach jakości procesów technologicznych. Potencjalny obszar prac stanowi również doskonalenie laboratoryjnych metod badań wieloczynnikowego wpływu warunków eks-

ploatacji na poziom bezpieczeństwa technicznego. Niezależnie od ciągłego podnoszenia poziomu systemów bezpieczeństwa technicznego konieczne jest prowadzenie prac nad rozwojem metod i urządzeń przeznaczonych do likwidacji skutków zdarzeń jak również doskonalenie metod badań środków technicznych wykorzystywanych w ratownictwie technicznym i przeciwpożarowym.

Literatura

1. Podgórski M., *Zapobieganie poważnym awariom przemysłowym - nowe regulacje - nowe zadania Państwowej Straży*, [w:] Prawo Ochrony Środowiska, 2001;
2. Hardy Ruch, *Fire modeling and sprinkler systems*, International Report 1/2008, VdS;
3. Kołodziński E., Kowalski A., *Zastosowanie symulatorów programowalnych do szkolenia i doskonalenia zawodowego osób funkcyjnych stanowisk kierowania ratownictwem*, XI Warsztaty Naukowe PTSK Symulacja w Badaniach i Rozwoju, Białystok 2004;
4. Kim D.H., Park W.H., *Experiment by using reduced scale models for the fire safety of a rescue station in very long rail tunnel in Korea*, Tunnelling and Underground Space Technology 21 (2006) 303;
5. Lennon T., Moore D., *The natural fire safety concept—full-scale tests at Cardington*, Fire Safety Journal 38 (2003) 623–643;
6. EC. White Paper. *European transport Policy for 2010: time to decide*. Brussels, Belgium, 2010;
7. *The Pentagon Building Performance Report*, American Society of Civil Engineers, 2003;
8. *Armeńska apokalipsa*, Przegląd Pożarniczy – 1/2009, str.10, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Warszawa 2009;
9. Biegus A., Rykaluk K.: *Katastrofa hali Międzynarodowych Targów Katowickich w Chorzowie*, [w:] Inżynieria i Budownictwo, 2006, R. 62, nr 4, s. 183-189;
10. Zielińska A.: *Rok 2007 na polskich drogach. Analiza danych o wypadkach drogowych*, [w:] Bezpieczeństwo ruchu drogowego, 1/2008;
11. Żukowska J., Budzyński M.: *Road safety system in Poland*, [w:] Journal of KONBiN 1(4) 2008;
12. Wróblewski D., *Wyposażenie techniczne straży pożarnych w perspektywie roku 2020. Kierunki badań naukowych*. Materiały z seminarium, Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa, Częstochowa, 2006;
13. Cimolino U., Heck J., Linde Ch., Springer H., Südmersen J., *Technische Hilfeleistung bei LKW - Unfällen Technische und medizinische Rettung eingeklemmter Personen, Umgang mit verunfallten schweren Straßenfahrzeugen*. 2003 *ecommed SICHERHEIT* Justus-von-Liebig-Str. 1, D-86899 Landsberg;
14. Prasula J., *Metoda i aparatura badań hydraulicznych narzędzi ratowniczych oraz poduszek pneumatycznych do podnoszenia i uszczelniania*, [w:] Bezpieczeństwo Technika Pożarnicza, 4/2007;
15. Włodarczyk K., Sural Z. *Aparatura do badania trwałości hydraulicznych narzędzi ratowniczych*, [w:] Bezpieczeństwo Technika Pożarnicza, 4/2008;
16. Persily, A. K., Gorfain, J., *Analysis of Ventilation Data from the U.S. Environmental Protection Agency Building Assessment Survey and Evolution (BASE)*, NISTIR, 2008;
17. Bowles S. J., C. A. Harding C. A., Hugo G. R., *Effect of crack closure on ultrasonic detection of fatigue cracks at fastener holes*, AIP Conference Proceedings, Chicago, 2008;
18. Abidin I. Z., Mandacie C., Tian G. Y., Morozov M., *Pulsed eddy current testing with variable duty cycle on rivet joints*, NDT & E International, vol. 42 (2009);
19. Szczeciński S., Balicki W., Głowacki P., *Uszkodzenia silników turbinowych wywołane zderzeniami z ptakami*. [w:] Przegląd Sił Powietrznych 2009/2 str. 15-21;
20. Ubels L. C., Johnson A. F., Gallard J. P., Sunaric M., *Design and testing of a composite bird strike resistant leading edge*, National Aerospace laboratory, 054/2003.
21. Reed J. M., *Further Discussion of Bird Strike Design Issues for Engines with Obscured Fans*, Birdstrike Committee USA/Canada, 2007;
22. Borovinsek M., Vesenjok M., Ulbin M., Ren Z., *Simulation of crash tests for high containment levels of road safety barriers*, Engineering Failure Analysis 14 (2007) 1711–1718.

Recenzenci:

dr inż. Waldemar Wnęk

dr Ryszard Grosset

mgr inż. Artur DŁUŻNIEWSKI

mgr inż. Łukasz JOHN

Instytut Kolejnictwa

OCHRONA ODGROMOWA OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH

Lightning protection in the monumental buildings

Streszczenie

W artykule omówiono problematykę projektowania zewnętrznej instalacji odgromowej instalowanej na budynkach zabytkowych, w których znajdują się urządzenia elektroniczne. Ochrona obiektu polega na wyposażeniu go w zewnętrzną instalację odgromową, która będzie obejmowała również instalacje radiowe na zewnątrz budynku oraz pełne zabezpieczenie wszystkich urządzeń elektronicznych zainstalowanych wewnątrz obiektu po stronie zasilania. Jako przykład wymieniono stacjonarne obiekty kolejowe. Opisano najistotniejsze źródło zaburzeń elektromagnetycznych w postaci wyładowań atmosferycznych oraz zagrożenie pożarowe, jakie jest związane z tego rodzaju zjawiskiem. Przedstawiono elementy składowe zewnętrznej instalacji odgromowej oraz zasady jej doboru. Opisano sposób projektowania zewnętrznej instalacji odgromowej w odniesieniu do obowiązujących norm. Uwzględniono również problem ochrony obiektów przed pożarami powstałymi w wyniku wyładowań atmosferycznych.

Summary

In this article discusses the problem of designing external lightning protection is installed on the monumental buildings, which are electronic equipment. The structure's protection consists in the equipment of the external earthing installation, which also includes the radio installations outside the buildings, and the full protection of all electronic equipment installed inside the structure, both on the side of the power supply. As an example of railways stationary objects. Describes the most important source of electromagnetic disturbances in the form of lightning and a fire danger, which is associated with this type of phenomenon. Presents the components of external lightning protection systems and rules for its selection. Describes how to design the outer lightning protection systems for existing standards. Account is also the problem of protection of buildings against fire, engendered by lightning.

Słowa kluczowe: prąd udarowy, zaburzenie elektromagnetyczne, źródło zaburzeń;

Keywords: percussive current, electromagnetic disturbance, source disturbance;

Wstęp

W ostatnim okresie obserwuje się wzrost nakładów finansowych ponoszonych na modernizację wielu obiektów zabytkowych. W toku realizacji tego procesu pojawia się pytanie, co zrobić ze starymi zdewastowanymi obiektami. Do takich obiektów można zaliczyć między innymi również zabytkowe obiekty kolejowe np.: nastawnie, dworce oraz przystanki kolejowe, które są niejednokrotnie unikatowymi obiektami na skalę kraju, a nawet w niektórych przypadkach na skalę europejską. Przykładem może tu być dworzec kolejowy w Przemyślu. Niekiedy obiekty takie są wykonane z drewna i do-

trwały do naszych czasów tylko dzięki szczęśliwemu zbiegowi okoliczności. Jedyną prawidłową odpowiedzią na postawione powyżej pytanie jest podjęcie decyzji o konieczności odrestaurowania takich obiektów, pamiętając nie tylko o wiernym ich odtworzeniu, ale również o prawidłowym i estetycznym zaprojektowaniu instalacji odgromowej. W przypadku obiektów budowlanych, na których jest już zainstalowania zewnętrzna instalacji odgromowa należy sprawdzić jej parametry i ewentualnie ją zmodernizować. Jest to motywowane przede wszystkim stanem uziomu oraz tym, że w chwili projektowania całości obiektu nie przewidywano,

że w przyszłości w tych obiektach będą instalowane urządzenia elektroniczne. W takich obiektach coraz częściej instaluje się bardzo złożone urządzenia elektroniczne (np. sygnalizacja przeciwwłamaniowa, sieć teleinformatyczna).

Urządzenia te są niezwykle wrażliwe na zaburzenia elektromagnetyczne o dużej energii. Brak instalacji odgromowej lub jej zły stan może doprowadzić nie tylko do zniszczenia urządzeń elektronicznych znajdujących się w obiekcie, ale również do zniszczenia całego obiektu w przypadku wystąpienia pożaru. Zabytkowe obiekty wymagają koniecznie nowego spojrzenia na tematykę kompleksowej ochrony przed zaburzeniami elektromagnetycznym o dużej energii, ponieważ znaczna część z nich może być nadal eksploatowana.

Tematyka ta jest niezwykle trudna z powodu specyficznej lokalizacji niektórych obiektów (w tym również kolejowych), a także z powodu ich rozmieszczenia na rozległym i najczęściej otwartym terenie. Cechuje je zatem duże narażenie na wyładowania atmosferyczne, które mogą być przyczyną powstania pożaru w zabytkowym obiekcie wykonanym w technologii drewnianej. Obiekty takie jak nastawnie, dworce kolejowe zlokalizowane są na terenach mało zurbanizowanych. Niektóre z nich są nadal wykorzystywane zgodnie z przeznaczeniem i na ich dachach niekiedy są instalowane zespoły anten, jak w przypadku obiektów kolejowych. Wspomniane powyżej zespoły zwiększają dodatkowo narażenie na bezpośrednie wyładowanie atmosferyczne.

Podczas modernizacji takich obiektów należy dodatkowo pamiętać o zapewnieniu warunków dla niezawodnego działania systemów elektronicznych tam zainstalowanych.

Zagrożenia piorunowe

Spośród kilku rodzajów zaburzeń elektromagnetycznych najczęściej występujące i najgroźniejsze są zaburzenia powstałe na skutek wyładowań atmosferycznych. Mają one duże znaczenie ze względu na możliwość uszkodzenia urządzeń elektronicznych i charakteryzują się rozległym obszarem oddziaływania, nawet o promieniu 1 km. Wyładowanie w niezabezpieczony obwód może spowodować między innymi: zablokowanie elektronicznie stero-

wanych układów zwrotnicowych, uszkodzenia urządzeń informacji pasażerskiej instalowanej na dworcach, przerwy w pracy urządzeń łączności, uszkodzenia systemów alarmowych i informatycznych. Błędne działanie systemów alarmowych lub jego uszkodzenie może spowodować zagrożenie życia ludzkiego w przypadku powstania pożaru, który nie będzie sygnalizowany.

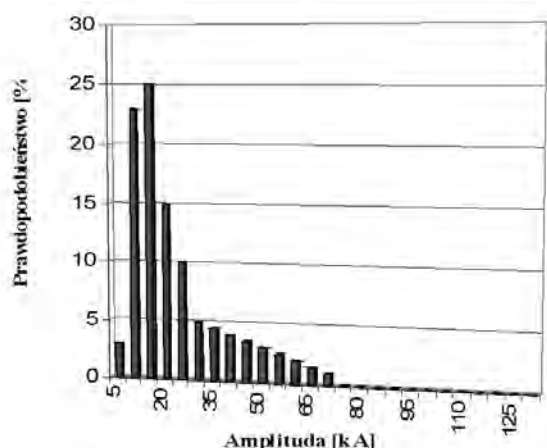
W kanale wyładowania atmosferycznego może wystąpić nawet kilka wyładowań w odstępach od kilku do kilkunastu milisekund. Wartości natężenia impulsowego pola elektromagnetycznego maleją przy kolejnych wyładowaniach.

Wyładowania atmosferyczne mogą mieć charakter dodatni lub ujemny w zależności od gromadzonego ładunku w chmurach. Około 90% wszystkich wyładowań ma charakter ujemny, natomiast wyładowania dodatnie charakteryzują się dużo większym natężeniem prądu. Szczytowa wartość prądu może wynosić 200 kA, a napięcie w kanale wyładowania wstępnego może przekroczyć 10 milionów V. W zależności od wielkości prądu płynącego w kanale wyładowania rozróżnia się cztery poziomy ochrony odgromowej. Najwyższy pierwszy poziom ochrony zapewnia jej efektywność tylko w 98%, natomiast czwarty poziom ochrony zapewnia efektywność ochrony tylko na poziomie 80%. W budownictwie powszechnym stosowany jest 4 poziom ochrony, zgodnie z obowiązującymi normami. Zakres wielkości prądów płynących podczas wyładowań zawiera się w przedziale od 10 do 200 kA. Podczas wyładowań występujących na terenie Polski najczęściej grupuje się w okolicy 20 kA, co przedstawia histogram na rycinie 1.

W przypadku braku instalacji odgromowej wyładowanie o amplitudzie nawet 10 kA spowoduje pożar obiektu budowlanego. Chcąc ocenić stopień zagrożenia piorunowego urządzeń elektrycznych i elektronicznych należy wziąć pod uwagę następujące możliwości:

- bezpośrednie wyładowanie piorunowe w obiekt budowlany oraz w dochodzące do niego instalacje elektryczne, które w większości przypadków jest źródłem pożaru;
- wyładowanie w sąsiedztwie obiektu;
- wyładowanie w sąsiedztwie linii zasilających i sygnałowych dochodzących do obiektu;

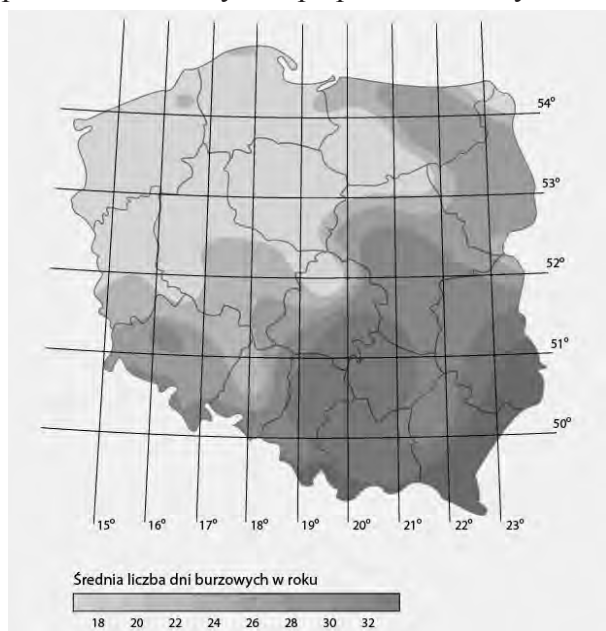
- bezpośrednio wyładowanie do instalacji odgromowej obiektu.



Ryc. 1. Histogram prawdopodobieństwa wyładowania w funkcji amplitudy

Źródło: Praca własna na podstawie katalogu ochrony przeciwprzepięciowej firmy Relpol

Analizując każde z powyższych zagrożeń należy uwzględnić podstawowe informacje o intensywności burzowej obszaru, w którym znajdują się obiekty. Intensywność burzową określają tzw. mapy burzowe, na których podawane są poziomy izokerauniczne (przeciętne ilości dni burzowych w roku). Do prawidłowego oszacowania izokerauniczności danego terenu pomocna może być mapa pokazana na ryc. 2.



Ryc. 2. Intensywność burzowa w Polsce

Źródło: Halina Lorenc - Atlas klimatu polski

Zewnętrzna ochrona odgromowa

Zewnętrzna instalacja odgromowa jest podstawowym elementem zabezpieczającym obiekt przed pożarem.

Urządzenie piorunochronne stanowią elementy zainstalowane na obiekcie lub zespół elementów konstrukcyjnych obiektu, które są odpowiednio połączone ze sobą i wykorzystywane do odprowadzenia prądu piorunowego. Składa się ono z następujących części:

- zwodów przeznaczonych do bezpośredniego przyjmowania prądów piorunowych wyładowań atmosferycznych;
- przewodów odprowadzających łączących zwody z przewodami uziemiającymi lub uziomem fundamentowym;
- przewodów uziemiających łączących przewody odprowadzające z uziomami;
- uziomów, którymi są elementy metalowe zakopane w ziemi lub zespół elementów metalowych umieszczonych w gruncie i zapewniających z nim połączenie elektryczne.

Zadaniem zewnętrznej ochrony odgromowej jest zabezpieczenie obiektu budowlanego przed bezpośrednim wyładowaniem atmosferycznym. Uderzenie piorunu w obiekt pozbawiony instalacji odgromowej spowoduje najczęściej:

- uszkodzenie pokrycia dachowego, jednej ze ścian budynku oraz najczęściej powstanie pożaru;
- instalacji elektrycznej i zniszczenie aparatury przyłączonej do niej w rozdzielni (popalone gniazda i powyrywane ze ścian);
- zniszczenia urządzeń elektrycznych, elektronicznych zainstalowanych w obiekcie i zasilanych z tej sieci elektrycznej.

Zewnętrzna instalacja odgromowa może występować, jako naturalna instalacja lub sztuczna. Naturalną instalację odgromową mogą stanowić odpowiednio połączone ze sobą elementy konstrukcji żelbetowej budynku. Tego typu instalacje mogą być wykorzystywane w nowo budowanych obiektach o konstrukcji żelbetowej, przy założeniu, że ta konstrukcja ma zapewnioną ciągłość elektryczną. Takie rozwiązanie może poprawić walory estetyczne zabezpieczonego budynku i stanowi dodatkowo element ekranujący znajdujących się tam urządzeń przed impulsowym polem elektromagnetycznym wywołanym

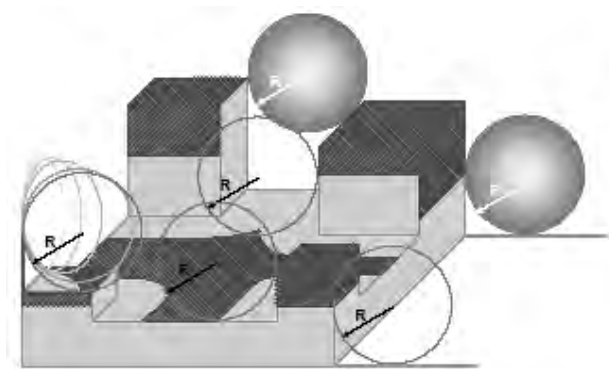
wyładowaniem atmosferycznym np. w sąsiedni obiekt. W większości przypadków jednak stosuje się sztuczną instalację odgromową.

Wybór rodzaju instalacji odgromowej jest uzależniony od charakteru i przeznaczenia obiektu. Decyzje o rodzaju rozwiązania ochrony odgromowej powinna być podjęta na etapie projektowania danego obiektu. Na tym etapie należy koniecznie uwzględnić poziom izoke-rauniczności terenu, przeznaczenie obiektu oraz stopień nasycenia urządzeniami elektronicznymi w przyszłości. Natomiast w przypadku adaptacji starych obiektów należy tak zaprojektować zewnętrzną instalację odgromową, aby nie kolidowała ona z walorami estetycznymi obiektu i jednocześnie zapewniła maksymalny poziom ochrony przeciwpożarowej.

Wybór rodzaju instalacji

Do oceny ryzyka bezpośredniego uderzenia piorunu w obiekt kolejowy, z uwzględnieniem jego parametrów technicznych i konfiguracji dachu, zalecana jest metoda toczącej kuli opisana w normie [7].

Jak ilustruje rysunek 3 wirtualna kula o promieniu R toczona jest po dachu obiektu. Jej promień jest bezpośrednio uzależniony od poziomu ochrony. Im promień wirtualnej kuli będzie mniejszy, tym zapewniony będzie wyższy poziom ochrony ponieważ ochrona będzie wtedy dokładniejsza. O wartości promienia kuli decydować będzie również charakter obiektu i rodzaj instalowanej aparatury elektronicznej. W przypadku rozbudowanej struktury dachu w wyniku dodatkowych instalacji urządzeń klimatyzacyjnych i wentylacyjnych takich jak np. kominy należy zapewnić całkowitą ochronę obiektu. Zakłada się, że w miejscach na powierzchni dachu, które nie są dotykane przez kulę, nie istnieje zagrożenie bezpośrednim uderzeniem pioruna. W zależności od konfiguracji całości dachu można wyróżnić na nim strefy ochronne powstające w wyniku toczenia wirtualnej kuli po dachu jak to pokazano na rycinie 3.



Ryc. 3. Tworzenie stref ochronnych przy pomocy toczącej się kuli

Źródło: Alain Charoy – Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych. Zasady i porady instalacyjne. Tom 4

Głównym elementem przyjmującym prąd piorunowy wyładowania atmosferycznego jest zwód. W zależności od konfiguracji dachu obiektu stosuje się zwody:

- pionowe o kącie ochronnym uzależnionym od wysokości zwodu;
- poziome w formie siatki o okach związanych bezpośrednio z poziomem ochrony;
- o konstrukcji mieszanej zwodów pionowych i poziomych, która jest uzależniona od konfiguracji dachu.

Rozwiązania konstrukcyjne elementów zewnętrznej instalacji odgromowej

Zwody

Podstawowym zadaniem zwodów jest zapewnienie bezawaryjnego przepływu prądu piorunowego. Zwodami naturalnymi mogą być przewodzące elementy konstrukcyjne obiektu. Natomiast zwodami sztucznymi są elementy służące tylko i wyłącznie w celu ochrony odgromowej. Zwody sztuczne mogą składać się z dowolnej kombinacji prętów, rozpiętych przewodów lub siatki składającej się z wielu przewodów.

Zwód niezależnie od rodzaju jest tym elementem, który jako pierwszy ma bezpośredni kontakt z wyładowaniem atmosferycznym. W wyniku udaru prądowego poprzez element sieci zwodu nastąpi przepływ prądu piorunowego do ziemi w obwodzie o najniższej rezystancji, a zatem nie nastąpi równomierny rozptył prądu w całej siatce zwodów. Ta część, przez którą popłynie największa część prądu, narażona będzie na znaczne podwyższenie temperatury

w danym przewodzie. Zwody mogą być wykonane z przewodów stalowych, miedziowych lub aluminiowych. W tabeli 1 zamieszczono przyrosty temperatury przewodów w wyniku przepływu prądu piorunowego o kształcie 10/350 μ s, w uzależnieniu od rodzaju materiału i jego średnicy oraz od przyjętego poziomu ochrony. Biorąc po uwagę fakt, że ponad 90% wyładowań atmosferycznych ma charakter ujemny i maksymalny prąd wyładowania nie przekracza 20 kA, przyjęto, jako podstawowy, 4 stopień ochrony. W przypadkach szczególnych zalecana jest ochrona obostrzona lub specjalistyczna. Dla obiektów kolejowych w przeważającej liczbie przypadków powinna być ochrona obostrzona ze względu na coraz większe nasycanie obiektów kolejowych urządzeniami elektronicznymi.

na kilkadziesiąt lat. W przypadku takiego wyładowania, dla obecnie projektowanych instalacji odgromowych składających się z drutów o przekroju 50 mm², może wystąpić znaczne przekroczenie temperatury przewodu powyżej temperatury podanej w tabeli nr 1. Biorąc po uwagę fakt, że wyładowania atmosferyczne występują w okresie wiosenno-letnim, kiedy temperatura otoczenia waha się w zakresie od kilkunastu do ponad 30 stopni, należy się liczyć, że temperatura przewodów instalacji odgromowej może przekroczyć wartość podaną w tabeli 1. dla pierwszego stopnia ochrony. Przy wadliwie wykonanej instalacji odgromowej wystąpi bezpośrednie zagrożenie pożarowe.

Najczęściej w obiektach budowlanych stosowane są zwody poziome niskie. Do niedawna

Tabela. 1.

Przyrost temperatury przewodów wywołany przepływem prądu piorunowego w zależności od średnicy i materiału

przekrój w mm ²	Miedź			Stal			Aluminium		
	Przyjęty poziom ochrony								
	III+IV	II	I	III+IV	II	I	III+IV	II	I
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	169	542	*	*	*	*	564	*	*
16	56	143	309	1120	*	*	146	454	*
25	22	51	98	211	913	*	52	132	283
50	5	12	22	37	96	211	12	28	52
100	1	2	5	9	20	37	3	7	12

* - uszkodzenie przewodu w postaci stopienia lub eksplozji

Źródło: A. Sowa - „Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa”

Jak wynika z danych w tabeli 1. zastosowanie przewodów o nieodpowiednim przekroju jako zwodów, spowoduje nadmierne podwyższenie temperatury tego przewodu nawet w przypadku dla czwartego stopnia ochrony (dla prądu udarowego ok. 20 kA). W krańcowym przypadku źle dobrany przekrój przewodu może doprowadzić do stopienia lub eksplozji materiału przewodu, co w sposób ewidentny przyczynić się może do powstania pożaru. Roztopiony metal upadając na powierzchnię dachową pokrytą papą może spowodować pożar takiego obiektu. Dla obiektów kolejowych przy przyjętym stopniu ochrony obostrzonej należy bardzo starannie dobierać przekroje przewodów przeznaczonych, jako zwody.

Jak wynika z ryciny 1. określającego histogram prawdopodobieństwa wyładowania, to w przypadku wystąpienia wyładowania o skrajnej amplitudzie około 200 kA może wystąpić raz

w normach była określona minimalna odległość zwodu od dachu niepalnego lub trudno zapalnego wynosząca 2 cm. Obecnie obowiązująca norma zmienia ten wymóg, nie określając wymaganej odległości. Umożliwia to zatem bezpośrednie ułożenie zwodu na powierzchni dachu lub w bardzo niewielkiej odległości od niego. Musi być jednak spełniony warunek, że przepływ prądu piorunowego nie spowoduje termicznego uszkodzenia pokrycia dachowego, gdyż grozi to powstaniem pożaru w obiekcie.

Jeżeli projektant zdecyduje się zastosować zwody naturalne, to muszą one spełniać podstawowe wymagania dotyczące przekroju po-przecznego podane w tabeli 2.

Parametry podane w ostatnim wierszu tabeli zawarte są w normie [5]. Minimalne przekroje podane w tabeli, które odnoszą się do drutów stosowanych na zwody, odnoszą się tylko do III

Tabela 2.

Minimalne wymiary stosowane do odprowadzenia prądu piorunowego

Rodzaj wyrobu	Materiał [mm]		
	miedź	stal ocynkowana	aluminium
Linka	7×3	7×2,5	-
Drut	6	6	10
Taśma	20×3	20×3	20×4
bez wyszczególnienia	35 mm ² * 16 mm ² **	50 mm ²	70 mm ² * 16 mm ² **

*, ** – przekroje dotyczące odpowiednio zwodów i przewodów odprowadzających.

Źródło: PN-EN 62305-1 – Ochrona odgromowa -- Część 1: Zasady ogólne

i IV stopnia ochrony, czyli obejmują również ochronę obostrzoną.

Poziom ochrony jest ściśle związany z wymiarami oka siatki zwodu. W tabeli 3. pokazano zalecenia zawarte w normie [6], które dotyczą wymiarów oka siatki zwodów w zależności od stopnia ochrony odgromowej. W przypadku obiektów kolejowych takich jak nastawnie oraz dworce kolejowe, w których znajdują się urządzenia elektryczne i elektroniczne powinien być wymagany III stopień ochrony.

Łatwy, szybki oraz niezawodny montaż przewodów stanowiących zwody oraz przewody odprowadzające umożliwiają zastosowanie odpowiednich wsporników. Takie rozwiązanie oferuje wiele firm na rynku polskim. Producenci opracowali dedykowane rozwiązania na różne typy dachów. Innego rodzaju wsporniki wykorzystywane są na dachy płaskie a innego rodzaju wsporniki montuje się na dachach spadzistych.

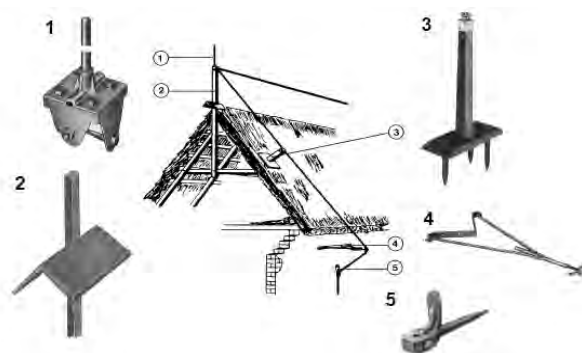
W przypadku dachów wykonanych z materiałów łatwo zapalnych istnieje niebezpieczeństwo wystąpienia pożaru w wyniku przepływu prądu piorunowego na skutek:

- erozji termicznej metalu w miejscu jego bezpośredniego kontaktu z kanałem piorunowym (miejsce wpływania prądu piorunowego);

- nagrzewania się przewodów pod wpływem przepływającego przez nie prądu piorunowego;
- zapłonu materiałów palnych w bezpośrednim sąsiedztwie kanału piorunowego lub przeskoku iskrowego.

Charakterystyka wyładowania atmosferycznego oraz charakter obiektu określają stopień zagrożenia pożarowego. Długotrwały przepływ prądu udarowego jest szczególnie niebezpieczny. Możliwość nagrzewania się metalu (przewody, blacha) jest szczególnie niebezpieczna, jeśli w bliskim sąsiedztwie znajdują się materiały palne. Ochronę przed tego typu zagrożeniem stanowi zastosowanie na obiektach zwodów poziomych podwyższonych.

Przykładowe rozwiązanie instalacji piorunochronnej na dachu krytym materiałem łatwo palnym przedstawia rycinie 4.



Ryc. 4. Zwody na dachu krytym z materiałem łatwo palnym

Źródło: A. Sowa - „Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa”

Zwody podwyższone stosowane są na dachach pokrytych:

- materiałami łatwo zapalnymi;
- blachami metalowymi, jeśli ich grubość nie spełnia zalecanych wymagań (grubość minimalna 0,5 mm dla blachy stalowej i cynkowej oraz 1 mm dla blach aluminiowych).

Tabela 3.

Wymiary oka siatki w zależności od stopnia ochrony odgromowej

Charakterystyka obiektu	Poziom ochrony	Oko siatki	Efektywność ochrony
Obiekty z ochroną podstawową	IV	20×20	80 %
Obiekty z ochroną obostrzoną	III	15×15	90 %
Obiekty z ochroną specjalistyczną	II	10×10	95 %
Brak odpowiednika	I	5×5	98 %

Źródło: PN-EN 62305-3 – Ochrona odgromowa -- Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenia życia

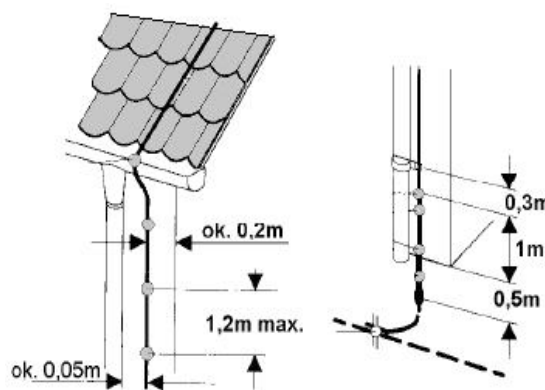
W przypadku dachów z gontów lub drewnianych istnieje możliwość układania zwodów bezpośrednio na dachach z zastrzeżeniem, że zostanie zachowana odległość 2 cm od powierzchni dachu. W przypadku, gdy odległość ta jest mniejsza w momencie przepływu prądu udarowego w wyniku zjawisk termicznych może wtedy dojść do pożaru.

Takie elementy jak klimatyzacja, urządzenia pomiarowe bądź inne elementy mechaniczne czy elektryczne zainstalowane na dachu nie powinny być łączone ze zwodami na dachu obiektu, ponieważ mogą zostać uszkodzone przez przepływający prąd piorunowy.

Przewody odprowadzające

Jak wspomniano uprzednio w celu odprowadzenia prądu piorunowego można wykorzystać przewody odprowadzające naturalne będące elementami konstrukcyjnymi obiektów budowlanych lub przewody odprowadzające sztuczne, których zadaniem jest odprowadzenie prądu piorunowego.

Przewody odprowadzające powinny być układane tak, aby zapewniona była najkrótsza i wieloprzewodowa droga dla przepływu prądu piorunowego od punktu uderu do ziemi. Przewody powinny być ułożone w odpowiedniej odległości od ściany oraz zainstalowane wzdłuż prostych i pionowych tras, co pokazuje rysunek 5.



Ryc. 5. Prowadzenie przewodów odprowadzających

Źródło: A. Sowa - „Ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa”

Odległość od ściany jest również uzależniona od rodzaju materiału, z jakiego jest wykonana ściana. Niewłaściwy dobór odległości od ściany obiektu może spowodować pożar. Wartości zalecanych odległości podano w tabeli 4.

Tabela 4.

Odległości przewodów odprowadzających od ścian obiektów budowlanych

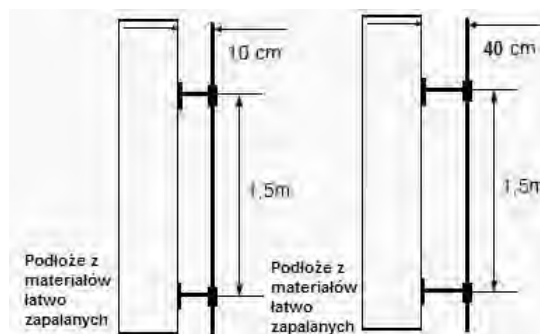
Ściana	Minimalna odległość od ściany budynku
Materiał niepalny lub trudno zapalny	Ułożenie bezpośrednio na powierzchni ściany*
Materiał łatwo zapalny	Ułożenie bezpośrednio na powierzchni ściany 10 cm**

* - przyrost temperatury przewodu przy przepływie prądu piorunowego nie groźny dla ściany obiektu,

** - przyrost temperatury mogący spowodować uszkodzenie powłoki ściany.

Źródło: PN-IEC 60364-1 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe

Przy montażu przewodów odprowadzających na wspornikach wskazane jest zachowanie pomiędzy nimi odległości nie przekraczającej 1,5 m. Przykłady różnorodnych rozwiązań wsporników przedstawiono na rys. 6.



Ryc. 6. Układanie przewodów odprowadzających na ścianie budynku zgodnie z zaleceniami

Źródło: PN-IEC 60364-1 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe

W trakcie układania przewodu odprowadzającego należy zachować odległość nie mniejszą niż 2 m pomiędzy przewodem odprowadzającym a:

- wejściem do budynku ze względu na bezpieczeństwo ludzi;
- ogrodzeniami metalowymi przylegającymi do dróg publicznych;
- przejściami dla pieszych.

Liczba przewodów odprowadzających jest ściśle określona i uzyskuje się ją dzieląc długość obwodu obiektu wyrażoną w metrach przez długość oka siatki zwodu. Zalecana minimalna liczba przewodów odprowadzających wynosi 2. Ilość przewodów odprowadzających na obiektach o obwodzie przekraczającym 30 m

i zagrożonych wybuchem nie może być mniejsza niż 4. Taka konstrukcja zewnętrznej instalacji odgromowej zapewni wielodrogowość rozprzysięgu prądu udarowego. Tym samym spowoduje zmniejszenie wartości natężenia pola impulsowego pola elektromagnetycznego, które może negatywnie oddziaływać na urządzenia wewnątrz budynku. To oddziaływanie powstaje w wyniku istnienia sprzężenia magnetycznego między obwodem instalacji odgromowej a instalacjami wewnątrz budynku. Przy zbyt dużym sprzężeniu tych obwodów ze sobą i dużej wartości prądu piorunowego może pojawić się w obwodzie elektrycznym przepięcie o amplitudzie uszkadzającej urządzenie. W takim przypadku występuje również duże zagrożenie pożarowe. Maksymalne odległości pomiędzy przewodami odprowadzającymi zestawiono w tabeli 5. i są one konsekwencją przyjętego stopnia ochrony obiektu. Dla obiektów kolejowych zastosowany będzie to II poziom ochrony, zatem przewody odprowadzające powinny być oddalone od siebie o 15 m.

Tabela 5.

Odległości przyjmowane pomiędzy przewodami odprowadzającymi

Poziom ochrony	Średnia odległość
I	10m
II	10m
III	15m
IV	20m

Źródło: PN-EN 62305-3 – Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenia życia

Przewody uziemiające

Przewody uziemiające wykorzystywane są do połączenia przewodów odprowadzających z uziomem. W tabeli 6 przedstawiono minimalne wymiary dla przewodów w zależności od rodzaju użytego materiału.

Tabela 6.

Minimalne wymiary przewodów uziemiających

Rodzaj materiału	Materiały	
	miedź [mm]	stal ocynkowana [mm]
Drut	6	6
Taśma	20×3	20×3

Źródło: A. Sowa - „Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa”

Projektując prowadzenie przewodów odprowadzających wzdłuż ściany budynku należy uwzględnić konieczność wykonywania przeglądów technicznych. Zaciski probiercze powinny być umieszczone w miejscach łatwo dostępnych. Zaciski powinny znajdować się nie niżej niż 0,3 m oraz nie wyżej niż 1,8 m od powierzchni otoczenia. Część przewodów uziemiających znajdująca się powyżej ziemi powinna być dodatkowo zabezpieczona przed uszkodzeniami mechanicznymi. Wykonuje się to następująco:

- montując osłonę do wysokości 1,5 m oraz na głębokość 0,2 m;
- montując przewody uziemiające o średnicy większej w porównaniu z wartościami podanymi w tabeli nr 6.

Charakterystyka oraz rodzaje uziomów

Uziomem nazywa się celowo wykonane połączenie odpowiednich części urządzenia lub instalacji elektrycznej z przedmiotem metalowym znajdującym się w ziemi. Zadaniem uziomu urządzenia piorunochronnego jest zapewnienie nisko impedancyjnej drogi przepływu prądów piorunowych do ziemi. Z punktu widzenia ochrony odgromowej uziom powinien być wspólny dla wszystkich instalacji i urządzeń znajdujących się w danym obiekcie, a tym samym powinien spełniać wymagania stawiane uziomom roboczym urządzeń elektrycznych i elektronicznych, zapewniając nie tylko właściwą ochronę odgromową, ale również przeciwprzepięciową i przeciwporażeniową.

Do budowy zewnętrznej ochrony odgromowej można wykorzystać kilka rodzajów uziomów. Najczęściej stosowanym uziomem jest uziom otokowy, który musi spełniać następujące wymagania:

- minimalna głębokość, na jaką można zakopać uziom wynosi 0,6 m;
- minimalna odległość uziomu otokowego od obiektu wynosi 1 m;
- odległość uziomu otokowego nie powinna być mniejsza niż 1 m od kabli energetycznych;
- jeżeli rezystancja uziemienia otokowego jest mniejsza niż 10 Ω możliwe jest zmniejszenie odległości od kabla energetycznego;
- jeżeli zostaną zastosowane uziomy wykonane ze stalowych drutów lub taśm i będą

posiadały o 30 % większą średnicę można je ułożyć bezpośrednio na dnie wykopów fundamentowych tuż pod fundamentem lub obok niego;

- w sytuacji, gdy nie jest możliwe wykonanie uziomu otokowego w całości, zaleca się wtedy połączenie go z uziomem pionowym nie mniejszym niż 2,5 m, w miejscu jego przerwania;
- uziom wykonany z przewodów uziemiających miedzianych, stalowych pokrytych miedzią jest bardziej trwały i niezawodny w działaniu;
- iskiernik powinien być wykorzystywany do połączeń uziomu otokowego z uziomem wydzielonym;
- postronne urządzenia technologiczne oraz podziemne metalowe elementy zakopane w ziemi powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 2 m od uziomu otokowego i należy łączyć je z uziomem bezpośrednio lub za pomocą iskierników.

Zewnętrzna instalacja odgromowa może również składać się z kombinacji uziomów poziomych i pionowych. Tego typu uziomy powinny spełniać następujące wymagania:

- minimalna głębokość umieszczenia górnej części uziomu w ziemi powinna być nie mniejsza niż 0,5 m, natomiast dolna część uziomu powinna znajdować się na głębokości 4 m;
- odległość uziomu pionowego od krawędzi budynku powinna wynosić nie mniej niż 1 m;
- w przypadku niespełnienia przez uziom wymaganej rezystancji należy połączyć ze sobą kilka uziomów tworząc układ uziomów zapewniając wymaganą rezystancję. Wówczas w celu minimalizacji wzajemnego oddziaływania poszczególnych uziomów na siebie zaleca się umieszczenie ich w odległości ok. 1,5-krotnej długości uziomu pionowego;
- minimalna odległość, w jakiej może znajdować się uziom od przejść dla pieszych, wejść do budynku lub metalowych ogrodzeń, powinna wynosić 1,5 m.

Pomimo powszechności stosowania instalacji odgromowej oraz przepisów normalizacyjnych, które w sposób precyzyjny zalecają jej budowę i montaż notowane są przypadki wy-

stąpienia szkód spowodowanych wyładowania atmosferycznymi. Dotyczą one przede wszystkim szkód powstałych w wyniku uszkodzeń w urządzeniach elektronicznych. Jak widać z rysunku 7. około 5% uszkodzeń urządzeń elektronicznych powstało na skutek wystąpienia pożaru w obiekcie. Należy jednak liczyć się z tym, że faktyczna liczba powstałych szkód może być spowodowana przepięciami w wyniku wyładowań atmosferycznych.



Ryc. 7. Procentowy podział nakładów finansowych ponoszonych na pokrycie powstałych strat sprzętu elektronicznego

Źródło: A. Sowa - „Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa”

Podsumowanie

Należy pamiętać o tym, że maksymalny poziom zabezpieczenia obiektu przez wyładowaniami atmosferycznymi wynosi 98%. Należy wówczas stosować dodatkowe rozwiązania konstrukcyjne, które powinny wykorzystywać techniki pozwalające na uniknięcie pożaru obiektu przy wystąpieniu nieszczęśliwego zbiegu okoliczności wynikającego z 2% marginesu ryzyka. Zewnętrzna ochrona odgromowa jest wymagany elementem ochrony obiektu przed wyładowaniami atmosferycznymi oraz stanowi element systemu zabezpieczeń obiektu przed pożarem zgodnie z zaleceniami norm [5], [6].

Do dodatkowych rozwiązań konstrukcyjnych należy zaliczyć ochronę przeciwprzepięciową nazywaną często w literaturze wewnętrzną ochroną odgromową. Prawidłowo zaprojektowana ochrona przeciwprzepięciowa stwarza możliwość uniknięcia niszczących skutków wyładowań atmosferycznych. Jest to szczególnie ważne, ponieważ w ostatnich latach obserwuje się wzrost gwałtowności zjawisk atmosferycznych, o czym coraz częściej informują media

np. informacje przekazywane na bieżąco w wiadomościach telewizyjnych.

Wykonanie instalacji piorunochronnej wymaga dużo mniejszych nakładów finansowych niż pokrycie ewentualnych kosztów naprawiania szkód wywołanych bezpośrednim uderzeniem piorunu. Straty mogą być różne: począwszy od uszkodzenia całych fragmentów instalacji i urządzeń elektronicznych (np. alarmowych), na pożarze skończywszy. Szczególnie zagrożone są wszelkie obiekty zabytkowe, które są bardzo często wykonane w technologii ceglano – drewnianej. Do tych obiektów możemy zaliczyć np. zabytkowe dworce.

Literatura

1. *Atlas klimatu polski*, red. prof. dr hab. Halina Lorenc, IMiGW 2005;
2. Sowa A., *Ochrona odgromowa i przeciwprzebiećowa*, KONTEKST 1997;
3. Charoy A., *Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych. Zasady i porady instalacyjne*, T. 4, WNT, Warszawa 2000;

4. Białoń A., Dłużniewski A., Laskowski M., *Kompleksowe zabezpieczenie stacjonarnych obiektów kolejowych przed zaburzeniami elektromagnetycznymi o dużej energii*, Materiały konferencyjne, Semtrak 2008;
5. PN-IEC 60364-7-707:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych;
6. PN-HD 60364-1:2010 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe;
7. PN-EN 62305-1:2008 – Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne;
8. PN-EN 62305-3:2009 – Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenia życia.

Recenzenci:

dr inż. Mieczysław Laskowski

mgr inż. Jacek Świetnicki

mgr inż. **Tomasz SOWA**

Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru
i Automatyki Pożarniczej CNBOP

ANALIZA PORÓWNAWCZA STAŁYCH URZĄDZEŃ GAŚNICZYCH cz. II

The analysis of fire extinguish systems – part II

Streszczenie

Artykuł jest kontynuacją pierwszej części artykułu zamieszczonego w kwartalniku „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” i zawiera w głównej mierze kontynuację rozpoczętego procesu myślowego oraz najważniejsze wnioski będące jego efektem.

Po przeanalizowaniu głównych elementów wpływających bezpośrednio i pośrednio na poziom funkcjonalności i skuteczności poszczególnych systemów gaśniczych przedstawiono wnioski pozwalające wskazać, jakie elementy wpływają na optymalne wykorzystanie stałych urządzeń gaśniczych.

Summary

This article is a continuation of first part, which has featured in the quarterly “Safety and Fire Technique” and contains mainly continuation of the started train of thought and the most important conclusions of it.

After the analysis of main elements influencing direct and indirect on a functionality and effectiveness level of each fire extinguish system, there are stated conclusions which help to show, which parts influencing optimally on use of fire extinguish systems.

Słowa kluczowe: tryskacze, mgła wodna, gaszenie, instalacje przeciwpożarowe, klasyfikacja SUG;

Key words: sprinklers, water mist, suppression, fire protection installations, fire extinguish systems’ classification;

Wstęp

W poprzednim artykule [21] analizie poddano elementy wpływające bezpośrednio i pośrednio na skuteczność, praktyczność i kosztowność poszczególnych systemów gaśniczych, takich jak m.in. koszt 1 m³ chronionej powierzchni, bezpieczeństwo ludzi, skuteczność działania.

Analiza porównawcza dokonana w ten sposób pozwala wskazać, jakie elementy wpływają na optymalne wykorzystanie stałych urządzeń gaśniczych i jak wybrać odpowiedni środek gaśniczy w zależności od cech charakterystycznych materiałów chronionych i priorytetów inwestora.

Powyższa analiza porównawcza zawierała oprócz podstawowych informacji na temat poszczególnych systemów, wyszczególnienia wad i zalet każdego z nich oraz wykresy, sta-

nowią niezbędny wstęp do ich bezpośredniego porównania i w ramach możliwości udzielenia odpowiedzi na pytanie, który z nich jest najlepszy. Zawarty w poprzednim artykule opis poszczególnych stałych urządzeń gaśniczych i identyfikacja najważniejszych elementów mających wpływ na ich prawidłową pracę pozwalała na dokonanie ich oceny i klasyfikacji. Należy być świadomym, że przeprowadzona analiza i przedstawione wnioski mają charakter w głównej mierze teoretyczny i mają za zadanie jedynie wesprzeć proces decyzyjny osób odpowiedzialnych za dobór urządzeń gaśniczych. Szczególnie kłopotliwe są tu kwestie klasyfikacji, ponieważ nie w każdych warunkach będzie ona taka sama, w niniejszym artykule należy ją traktować jako średnią, ale nie ostateczną.

Dokonanie rzetelnej oceny, która dawałaby w miarę rzeczywisty obraz sytuacji jest bardzo trudne i w wielu miejscach wymaga stosowania uproszczeń.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie ogólnych wyników analizy z pierwszej części i określenie przy spełnieniu jakich warunków systemy gaśnicze i zabezpieczające optymalnie spełniają swoje zadanie, pamiętając jednocześnie, że każda sytuacja wymaga indywidualnych przemyśleń i dodatkowych analiz

wpływu konkretnego rozwiązania na stan bezpieczeństwa.

Ocena systemów gaśniczych i zabezpieczających

Poniżej w tabeli 1. przedstawiony został wpływ poszczególnych systemów na trzy kluczowe elementy istotne z punktu widzenia ochrony przeciwpożarowej: ludzi, wyposażenie i środowisko naturalne.

Tabela 1.

Porównanie środków gaśniczych pod względem oddziaływania na ludzi, sprzęt i środowisko

Rodzaj środka	Działanie na ludzi	Działanie na wyposażenie	Oddziaływanie na środowisko naturalne
Woda	Generalnie woda nie jest szkodliwa dla ludzi podczas gaszenia pożaru	Może być powodem dużych uszkodzeń sprzętu elektrycznego, instalacji elektrycznych, mebli, papieru itp..	Chociaż jest to czysty środek podczas gaszenia ognia, może jednak wyzwolić gryzące dymy i substancje, które są szkodliwe dla środowiska.
Piana	Konieczność ochrony ludzi podczas użycia tego typu systemów głównie poprzez ewakuację.	Może działać korozyjnie ze względu na dużą koncentrację środków pianotwórczych, co jest szkodliwe dla delikatnych elementów elektronicznych	Rezultat w związku z pozostałościami po spaleniu może być trudny do usunięcia, a piana może być groźna dla zbiorników wodnych i zwierząt, powodując nadmierny rozrost glonów i wymieranie flory i fauny w zbiornikach wodnych.
CO ₂	Bardzo groźny dla ludzi przy dużym stężeniu podczas gaszenia pożaru, może spowodować nawet skutki śmiertelne. Aby umożliwić bezpieczną ewakuację, stosuje się czas opóźnienia wyładowania.	Efekt chłodzenia wytwarza stężoną mgłę, co w pewnych przypadkach może prowadzić do uszkodzenia sprzętu elektronicznego	Generalnie więcej CO ₂ jest emitowane z innych źródeł, dlatego jego udział w całości emitowanego dwutlenku węgla jest pomijalnie niski, jednak nie wykluczone jest, że ze względu na ochronę środowiska przed efektem cieplarnianym i tutaj z czasem zostaną wprowadzone ograniczenia. Choć na dzień dzisiejszy wydaje się, że są to obawy zdecydowanie przedwczesne.
Gazy obojętne	Obniża stężenie tlenu w chronionym pomieszczeniu. W zależności od rodzaju gazu to stężenie ma różne wartości. Może doprowadzić do niedostatecznego dostarczania tlenu do mózgu.	Nie jest szkodliwy dla gaszonych elementów	Jest to naturalnie występujący środek i dlatego nie jest szkodliwy

Rodzaj środka	Działanie na ludzi	Działanie na wyposażenie	Oddziaływanie na środowisko naturalne
Fluorowcowane węglowodory	W zależności od rodzaju użytego gazu po wyładowaniu obniża się stężenie tlenu	Brak negatywnego wpływu na sprzęt i urządzenia chronione.	Posiadają niską szkodliwość oddziaływania na warstwę ozonową ponieważ okres ich trwania jest bardzo krótki.
Aerozole	Może w pewnych warunkach powodować zagrożenie dla zdrowia, szczególnie u osób cierpiących na choroby układu oddechowego, jak również mogą powodować (ze względu na zapylenie) utratę widoczności.	Po rozładowaniu powstaje obojętna powłoka pyłku, która jest w stanie wnikać w każdą szczelinę w chronionej przestrzeni, także do wnętrza urządzeń.	Nie ma efektów ubocznych. Nie szkodzący powłoce ozonowej.
System zabezpieczenia poprzez inercję	W chronionej przestrzeni stale panuje środowisko o obniżonym stężeniu tlenu, może ono się wahać od 12 do 17%. Przebywanie ludzi w takich pomieszczeniach regulują przepisy medycyny pracy.	Brak negatywnego wpływu na urządzenia i wyposażenie.	Do obniżenia stężenia tlenu wykorzystuje się azot otrzymywany przy użyciu generatorów z atmosfery. Brak negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

Źródło: Opracowanie własne autora.

Starając się, w sposób obrazowy przedstawić użyteczność poszczególnych systemów oceniono w skali pięciostopniowej każdy z systemów (ocenie opisowej przyporządkowano wartości liczbowe w celu wyliczenia średniej oceny). Ze-stawienie ocen zamieszczono w tabeli 2.

Ocena obejmuje następujące wskaźniki uży-teczności systemu:

- bezpieczeństwo ludzi – oceniano wpływ środka gaśniczego na zdrowie człowieka, który znalazłby się w miejscu zadziałania instalacji;
- koszty instalacji – oceniono koszt zainstalowania urządzenia w przeliczeniu na 1 m², koszty konserwacji – obejmują ocenę kosztów ponoszonych przez użytkownika w ciągu roku na zabiegi konserwacyjne i ich uciążliwość;
- straty pożarowe – ocena strat pożarowych po zadziałaniu systemu, uzależniona od cza-su na uruchomienie i negatywnego wpływu samego środka na wyposażenie;
- zakres zastosowania – ocena możliwości zastosowania w pomieszczeniach różnego typu (mieszkalnych, handlowych, garażach, serwerowniach itp.;

- koszt fałszywego zadziałania ocena kosztów nieuzasadnionego zadziałania systemu gaś-niczego i negatywnego wpływu na wyposa-żenie;
- trudności instalacyjno – projektowe – ocenie podlega stopień skomplikowania urządzenia (projektowanie, obliczenia projektowe i in-stalacja na obiekcie).

W oparciu o wartości poszczególnych wskaź-ników użyteczności systemu gaśniczego z po-niższego wzoru wyliczono średnią ocenę ogólną dla każdego stałego urządzenia gaśniczego.

$$WO = \frac{BL + KI + KK + SP + ZS + KFZ + TIP}{7} \quad (1)$$

gdzie:

WO – ocena ogólna systemu;

BL – bezpieczeństwo ludzi;

KI – koszty instalacji;

KK – koszty konserwacji;

SP – straty pożarowe;

ZS – zakres stosowania;

KFZ – koszty fałszywego zadziałania;

TIP – trudności instalacyjno-projektowe.

Tabela 2.

Algorytm przyporządkowania wartości liczbowych poszczególnym ocenom

Ocena Kryterium	1	2	3	4	5
Bezpieczeństwo ludzi (BL)	Niebezpieczny	Stwarzający zagrożenie	Wymagający środków ostrożności	Bezpieczny	Bardzo bezpieczny
Koszty instalacji (KI)	Bardzo wysoki	Wysoki	Akceptowalne	Niski	Bardzo niski
Koszty konserwacji (KK)	Bardzo wysoki	Wysoki	Akceptowalne	Niski	Bardzo niski
Straty pożarowe (SP)	Bardzo wysokie	Wysokie	Akceptowalne	Niskie	Pomijalne
Zakres zastosowania (ZS)	Bardzo wąski	Wąski	Ograniczony	Duży	Bez ograniczeń
Koszty fałszywego zadziałania (KFZ)	Bardzo wysokie	Wysokie	Akceptowalne	Niskie	Pomijalne
Trudności instalacyjno – projektowe (TIP)	Bardzo wysokie	Wysokie	Akceptowalne	Niskie	Bardzo niskie

Źródło: opracowanie własne autora

Tabela 3.

Zestawienie ocen systemów gaśniczych i zabezpieczających dla poszczególnych kryteriów

Kryterium Nazwa urządzenia	BL	KI	KK	SP	ZS	KFZ	TIP
tryskaczowe	5	4	4	2	4	3	2
mgłowe wodne	4	1	3	4	4	4	1
wykorzystujące gazy obojętne (np. inergen, azot, argon)	4	3	3	4	3	3	3
wykorzystujące chlorowcopochodne węglowodorów (FM-200, FE-13)	3	3	3	4	3	1	3
na CO ₂	2	3	3	4	3	4	3
aerozolowe	3	2	4	3	2	2	3
Urządzenia zabezpieczające redukujące stężenie tlenu	3	1	3	5	2	5	3

Źródło: Opracowanie własne autora

Wyliczając wartość oceny ogólnej w oparciu o wartości zawarte w tabeli 3 oraz podanych wyżej wzór nr 1 dla poszczególnych systemów otrzymano następujące wyniki:

Tabela 4.

Ocena użyteczności praktycznej stałych urządzeń gaśniczych

Nazwa systemu gaśniczego	Ocena ogólna
Urządzenia tryskaczowe	3,42
Urządzenia mgłowe wodne	3,00
Urządzenia wykorzystujące takie gazy jak: inergen, azot, argon	3,28
Urządzenia wykorzystujące fluorowcopochodne węglowodorów	2,85
Urządzenia gazowe na dwutlenek węgla	3,14
Urządzenia aerozolowe	2,71
Urządzenia redukujące stężenie tlenu	3,14

Źródło: opracowanie własne autora

Podsumowanie i wnioski

Stale urządzenia gaśnicze stały się bardzo popularnym rozwiązaniem w zakresie ochrony przeciwpożarowej. Wciąż rozwijają się one pod kątem skuteczności i ekonomiczności stosowania. Obecnie zdecydowany udział w rynku mają tryskacze, ale coraz większą popularnością cieszą się gazowe urządzenia gaśnicze bazujące na gazach obojętnych i chlorowcopochodnych węglowodorów oraz systemy wykorzystujące mgłę wodną. Niedawno pojawiły się systemy zapobiegające powstawaniu pożarów poprzez obniżenie stężenia tlenu w pomieszczeniu chronionym. Już dzisiaj wyraźnie widoczne jest, że będą one stanowiły bezpośrednią konkurencję dla systemów opartych na gazach.

Nieustanne badania prowadzą nie tylko do weryfikowania możliwości poszczególnych systemów, ale również do opracowywania nowych ich rodzajów, które w bardziej skuteczny sposób utrzymują pod kontrolą/gaszą pożary. Ważne jest, zarówno dla producentów, jak i inwestorów, aby przepisy prawne nadążały za rozwojem technologicznym, a organizacje certyfikujące/dopuszczające urządzenia do powszechnego użytku wspierały nowe rozwiązania techniczne, jeśli służą one rzeczywistemu podniesieniu poziomu bezpieczeństwa.

Podsumowując powyższe opracowanie nasuwa się pytanie: Czy którykolwiek z omawianych systemów można określić mianem optymalnego rozwiązania w każdych warunkach? Niestety, każdy z systemów posiada swoje ograniczenia. Starając się, w sposób obrazowy przedstawić użyteczność poszczególnych systemów na potrzeby niniejszego opracowania oceniono w skali pięciostopniowej każdy z systemów, ocenie opisowej przyporządkowując wartości liczbowe w celu wyliczenia średniej oceny (tabela 3.). W tabeli 4 zawarte zostały wyniki oceny końcowej każdego z systemu, jej wartość została wyliczona za pomocą wzoru 1.

Porównanie znajdujące się w tabeli 3 może wydawać się subiektywne i zgeneralizowane, ponieważ nie podano jasnych i uszczegółowionych warunków dla każdego z kryteriów, jednak pomimo swoich wad pozwala znaleźć wspólną płaszczyznę dla tych kilku, tak bardzo różniących się pomiędzy sobą systemów. Dodatkowo oferuje prosty model oceny i pomimo, że ten

sam system może zostać różnie ocenione przez różne osoby jednak najprawdopodobniej oceny te będą na tyle zbliżone, że można powyższy model uznać za prawidłowy.

Wskaźnikiem, który wskazuje na poprawność powyższego procesu myślowego jest istniejąca sytuacja na rynku systemów gaśniczych, a analiza poszczególnych punktów w tabeli pokazuje dlaczego producenci wciąż poszukują nowych rozwiązań. Każdy system ma zdecydowane braki w poszczególnych kwestiach, natomiast inne zdecydowanie wyróżniają się pozytywnie.

Oczywiście często dla inwestora nie zawsze wada konkretnego systemu jest istotna, jeśli chroniona będzie bezobsługowa serwerownia, zagrożenie stwarzane przez CO₂ dla ludzi będzie pomijalnym czynnikiem dla którego można wprowadzić rozwiązania zamiennie. O wiele istotniejsze jest jego działanie gaśnicze i skuteczne zapobiegnięcie ogromnym kosztom strat systemowych.

Cechą charakterystyczną dla SUG-ów o której bezwzględnie trzeba pamiętać jest ich rzadkie użycie, co uniemożliwia bieżące korygowanie ich działania. Może się okazać, że po zainstalowaniu to urządzenie nigdy nie zadziała, lub zadziała po długim czasie od zainstalowaniu, dlatego tak ważne są regularne kontrole i przeglądy konserwacyjne.

Dobierając system gaśniczy konieczne jest przeprowadzenie dokładnej analizy ryzyka pożarowego dla obiektu i w stosunku do jej wyniku dobranie optymalnego systemu gaśniczego, czy zabezpieczającego. Nie wyklucza to jednak zasadności analiz porównawczych systemów, ponieważ tego typu rozważania pozwalają na uwidocznienie zalet i wad poszczególnych rozwiązań. Skonfrontowanie tej wiedzy z deklaracjami producentów przedstawiających swoje produkty w samych superlatywach stawia nas w uprzywilejowanej pozycji np. podczas rozmów handlowych.

Literatura

1. Fire Protection Handbook Nineteenth Edition, Arthur E. Cote Quincy, Massachusetts 2003;
2. Brinson A., *Instalacje tryskaczowe stosowane do ochrony ludzi; Ochrona przeciwpożarowa*, [w]: Ochrona przeciwpożarowa 2005 nr 1, s. 38;
3. VdS 2815:2001-03 Zusammenwirken von Wasserlöschanlagen und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) - Merkblatt zum Brandschutz;

4. VdS 2377:1998-12 Sprinkleranlagen - Grenzen der Einsatzmöglichkeiten;
5. Leszczak M., Krzywina P., *Tryskacze specjalnego przeznaczenia do ochrony magazynów*; [w:] Ochrona przeciwpożarowa 2005 nr 2, s. 28;
6. Schremmer U., *Technika mgły wodnej – możliwości i granice stosowania*, [w:] IV Konferencja krajowa. Stałe urządzenia gaśnicze (SUG), Józefów 2004;
7. Schlosser I., *Normy i wytyczne dotyczące urządzeń gaśniczych gazowych*, [w:] IV Konferencja krajowa. Stałe urządzenia gaśnicze (SUG), Józefów 2004;
8. Tuzimek Z., Kubica P., *Stałe urządzenia gaśnicze gazowe cz.2 - wprowadzenie do projektowania*, <http://www.sgsp.edu.pl>, dostęp: 23.07.2009;
9. Zbrożek P., *Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie*, Kwartalnik CNBOP Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 2006 nr 2, 3, 4;
10. Sowa T., *Systemy redukcji tlenu. Analiza praktycznego wykorzystania*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 2008 nr 4 s. 169 – 176;
11. NFPA 2010 Standard for Fixed Aerosol Fire-Extinguishing Systems 2006;
12. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 80 poz. 563);
13. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 56, poz. 461);
14. Hall J. R., *U.S. experience with sprinklers and other automatic fire extinguishing equipment*, NFPA January 2009;
15. Brinson A., *Instalacje tryskaczowe stosowane do ochrony ludzi*; *Ochrona przeciwpożarowa*, [w:] Ochrona przeciwpożarowa 2005 nr 1, s. 38;
16. *Ochrona przeciwpożarowa wysokociśnieniową mgłą wodną - HI-FOG*; Ochrona przeciwpożarowa 2007 nr 2, s. 34;
17. Wnęk W., Kubica P., *Szczelność pomieszczeń chronionych stałymi urządzeniami gaśniczymi*, [w:] Ochrona przeciwpożarowa 2007 nr 3, s. 36;
18. NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems 2006;
19. NFPA 2001 Standard for Clean Agent Fire Extinguishing Systems. 2000;
20. ISO 14520-1:2006, *Gaseous fire-extinguishing systems – Physical properties and system design– Part 1: General requirements*;
21. Sowa T., *Analiza porównawcza stałych urządzeń gaśniczych cz. I*, [w:] Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 2010 nr 1 str. 113-132.

Recenzenci:

dr Jerzy Gałaj
dr inż. Waldemar Wnęk

bryg. mgr inż. **Dariusz KOPA**

KW PSP we Wrocławiu

„WIELKA WODA 2010” ORGANIZACJA PRZECIWPOWODZIOWYCH ĆWICZEŃ APLIKACYJNYCH

„Wielka Woda 2010” – organization of the flood application exercises

Streszczenie

Autor opisuje zasady organizacji aplikacyjnych ćwiczeń przeciwpowodziowych „Wielka Woda 2010”, jakie przeprowadzono w woj. dolnośląskim w lutym 2010 r., gdzie głównym organizatorem była Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu. Nawiązuje przy tym do doświadczeń w organizacji podobnych szkoleń przez KW PSP, starając się udowodnić ich przydatność w realnych działaniach ratowniczych, szczególnie w kontekście akcji przeciwpowodziowej prowadzonej na Dolnym Śląsku w maju/czerwcu 2010 r.

Summary

Point of this article is the organization of the application exercises “Wielka Woda 2010” (High Water 2010), that took place in February 2010. It shows, how important is to practice this kind of way and how the conclusions can help to organize rescue actions in real situation. The example is flood-rescue operation during May/June flood at Lower Silesia region.

Słowa kluczowe: ćwiczenia aplikacyjne; ochrona przeciwpowodziowa; sztab; współpraca; służba ratownicza;

Key words: application exercises; flood defence; incident control centre; co-operation; rescue service;

Ogólne zasady organizacji ćwiczeń aplikacyjnych

„Im więcej potu na ćwiczeniach tym mniej krwi w boju”- ta zasada odnosi się szczególnie do służb i podmiotów ratowniczych. Sprawność w realnych działaniach takich instytucji polega na **ich** wyszkoleniu, a także odpowiednim zadziałaniu podczas zagrożenia, „na 110% normy”, „włączeniu odpowiedniego *turbo* w akcji”. Aby osiągnąć optymalny stan sprawności formacji ratowniczej należy opracować i realizować pewien program szkolenia/doskonalenia zawodowego, powodujący stałe podnoszenie sprawności służby, lub przynajmniej utrzymujący ją na zadawalającym poziomie, uwzględniający możliwość wystąpienia w praktyce określonych zagrożeń, do likwidacji których ta służba jest powołana.

W instytucji takiej jak Państwowa Straż Pożarna, będącej liderem w dziedzinie szeroko rozumianego ratownictwa, realizującej bardzo szeroki zakres działań ratowniczych, (art. 1 ust. 2 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. Nr 12 z 2009 r., Poz. 68 ze zmianami), właściwie opracowany i realizowany program szkolenia, uwzględniający powiązanie teorii z praktyką, jest niezbędny do utrzymania wysokiego poziomu wyszkolenia służby.

Opracowywane w Komendzie Głównej Państwowej Straży Pożarnej i komendach wojewódzkich PSP: wytyczne, ramowe zasady, regulaminy itp. opracowania odnośnie zasad szkolenia, stanowią podstawę do bardziej konkretnych (szczegółowych) planów w jednostkach niższego poziomu, a więc komendach powiatowych

(miejskich) i szczególnie w zakresie ratowniczym, w jednostkach ratowniczo-gaśniczych.

Roczne, kwartalne, miesięczne plany szkolenia, plany ćwiczeń na obiektach i inne opracowania, powinny stanowić zwartą przemyślaną całość, uwzględniającą potrzeby szkoleniowe JRG (cele do osiągnięcia, sposoby ich realizacji, zauważone braki), oparte na nowoczesnych zasadach pedagogiki i praktycznej nauki zawodu.

Jedną z bardziej rozpowszechnionych i skutecznych form nauczania/szkolenia w służbach ratowniczych są ćwiczenia. Nie wdając się zbyt w definicje, są to zajęcia szkoleniowe mające przygotować (lub sprawdzić przygotowanie) uczestników do realizacji działań w warunkach jak najbardziej zbliżonych do rzeczywistych. Wyróżnić można wiele rodzajów ćwiczeń: od praktycznych zajęć z obsługi sprzętu, poprzez ćwiczenia zastępów (pododdziałów, grup ratowniczych) aż po ćwiczenia taktyczno-bojowe, sztabowe czy aplikacyjne. Z uwagi na ograniczoną ilość miejsca w tym opracowaniu, zają-

łem się tu tylko zasadami organizacji ćwiczeń aplikacyjnych.

Co należy rozumieć przez ćwiczenia aplikacyjne. Trudno znaleźć jednoznaczną definicję. Wg słownika wyrazów obcych: „...ćwiczenia aplikacyjne – ćwiczenia wojskowe, w których ruchy wojsk są pozorowane na mapach lub stole plastycznym...”. Podręczniki opisujące szkolenie pożarnicze wyróżniają całą grupę ćwiczeń, które polegają na symulacji działań ratowniczych poprzez realizację procedur czy innych sposobów postępowania przy wykorzystaniu bardzo prostych środków pozoracji, tj. przede wszystkim „wyposażenia biurowego” (w tym audiowizualnego i komputerowego), a czasami jeszcze sprzętu łączności lub makiet, map, tablic poglądowych itp. Często takie (lub podobne) ćwiczenia określane są też jako: ćwiczenia na stołach plastycznych czy operacyjnych planach obrony, ćwiczenia szkieletowe czy dowódczo-sztabowe.

W tym opracowaniu zajmę się ćwiczeniami polegającymi na rozwiązywaniu zadań operacyjnych w grupach, symulującymi pracę sztabu

Tabela 1.

Słabe i mocne strony ćwiczeń aplikacyjnych

Cecha charakterystyczna	+ / -	Ocena
Koszty organizacji	+	Bardzo niskie, praktycznie nieistotne. Zakup napojów, tzw. materiałów biurowych i ewentualnie posiłków.
Utrudnienia w normalnym funkcjonowaniu instytucji	+	Bardzo małe, praktycznie nie powodujące zakłóceń w organizacji pracy. Bardzo łatwo można przerwać ćwiczenia.
Poziom szkoleniowy ćwiczeń	+	Poziom ćwiczeń ograniczony praktycznie możliwościami organizatorów. Bez względu na bazę szkoleniową można zorganizować ćwiczenia na światowym poziomie
Możliwość sprawdzenia praktycznego wyszkolenia uczestników ćwiczenia	-	Znikoma, z wyjątkiem obsługi urządzeń teleinformatycznych.
Przeszkolenie (instruktaż) uczestników przed ćwiczeniami	+	Nie wymagają szczególnego instruktażu np. BHP czy znajomości sprzętu. Należy tylko omówić zasady przebiegu ćwiczeń.
Potrzeby sprzętowe	+	Standardowe wyposażenie biurowe i teleinformatyczne instytucji.
Konieczność dojazdu na teren ćwiczeń	+	Ćwiczenia można przeprowadzić w siedzibach instytucji biorących w nich udział, lub w innym dowolnie wybranym miejscu.
Zagrożenia urazami, wypadkami	+	Znikome. Takie jak podczas normalnej pracy „biurowej”
Uprawnienia zawodowe, wyszkolenie uczestników	+	Bez konieczności posiadania uprawnień praktycznych, kursów. Zalecana wiedza i doświadczenie ratownicze.
Czas trwania ćwiczeń	+	Zależy tylko od organizatora, możliwość skrótów (czas operacyjny)
Podsumowanie, analiza, wnioski z ćwiczeń	+	Po przeanalizowaniu materiałów, dokumentacji z ćwiczeń
Wizualizacja (oglądalność) ćwiczeń	-	Ograniczona, nawet przy zastosowaniu techniki komputerowej

Źródło: D. Kopa

lub innej struktury ratowniczej w akcji. Od kilku lat Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu organizuje takie ćwiczenia. Prowadzone pod nadzorem kierownika (moderatora) ćwiczeń i grupy rozjemców, przeznaczone są dla dowódców różnych szczebli dowodzenia i mają pokazać m.in.: ich wyszkolenie w zakresie organizowania różnych akcji ratowniczych, a także umiejętność pracy w zespole.

Dobrze zorganizowane ćwiczenia aplikacyjne dają ogromne możliwości szkoleniowe, aczkolwiek mają również pewne ograniczenia. Niskie koszty organizacji, a także możliwość symulacji (przećwiczenia) praktycznie każdego scenariusza, bez konieczności dezorganizacji normalnego funkcjonowania instytucji „ćwiczących”, to niewątpliwe zalety. Wadą ich jest zaś to, że są to ćwiczenia „wirtualne” polegające na sprawdzeniu założonego scenariusza, bez jego praktycznego sprawdzenia.

Wady i zalety (słabe i mocne strony) ćwiczeń aplikacyjnych ujęto w tabeli nr 1.

Jak widać z powyższego, ćwiczenia aplikacyjne mają bardzo dużo zalet. Aczkolwiek nawet najlepiej zorganizowane nie zapewniają pełnego sukcesu szkoleniowego, zwłaszcza w dziedzinach, gdzie bardzo dużo zależy od umiejętności praktycznych, takich jak szeroko pojęte ratownictwo. Z tego powodu powinny być organizowane w ramach procesu szkoleniowego służb ratowniczych, jako ogniwo (uzupełnienie) pomiędzy szkoleniem teoretycznym, w tym samokształceniem, a ćwiczeniami taktyczno-bojowymi. Np. według poniższego łańcucha.

**szkolenie teoretyczne → ćwiczenia
ze sprzętem → ćwiczenia aplikacyjne
→ ćwiczenia ratownicze**

W powyższym schemacie powinny znaleźć się ponadto: samokształcenie w ramach np. przygotowania do ćwiczeń, a także: instruktaże, szkolenia stanowiskowe, treningi itp.

Osobiście w niektórych przypadkach skłaniam się do łączenia dużych ćwiczeń praktycznych (na wybranych obiektach) z aplikacyjnymi. M.in. taka formuła organizacji obowiązuje w woj. dolnośląskim w stosunku do ćwiczeń sprawdzających powiatowy plan ratowniczy, organizowanych przez komendantów powiatowych

(miejskich) PSP co najmniej raz w roku (zarządzenie 12/2010 Dolnośląskiego Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu z dnia 23 marca 2010 r. w sprawie organizacji szkolenia i doskonalenia zawodowego w jednostkach organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej na terenie województwa dolnośląskiego, gdzie oprócz praktycznej realizacji przyjętego scenariusza, uwzględniającego udział zadysponowanych zastępów/pododdziałów w sile co najmniej kompanii, organizatorzy ćwiczeń mają obowiązek „... aplikacyjnego naliczania sił i środków dla zdarzenia o maksymalnych rozmiarach...”

Uwzględniając również inne potrzeby szkoleniowe, na przestrzeni ostatnich kilku lat pracownicy Wydziału Operacyjnego KW PSP we Wrocławiu, w ramach szkoleń dla: dowódców JRG, pracowników prowadzących sprawy operacyjne w KP(M) PSP czy funkcyjnych Dolnośląskiej Brygady Odwodowej, organizowali typowe ćwiczenia aplikacyjne m.in. w tematyce: gaszenia dużych pożarów lasów, gaszenia zbiorników z ropopochodnymi, współpracy z innymi podmiotami i instytucjami podczas organizacji akcji przeciwpowodziowej czy katastrofy komunikacyjnej.

Zasady organizacji takich ćwiczeń polegały na: opracowaniu szczegółowych (bardzo merytorycznych) założeń dla ćwiczących, podziałe uczestników ćwiczeń na podzespoły robocze (zwykle opracowano kilka, nieznacznie się różniących zestawów) i szczegółowym podsumowaniu (omówieniu) ćwiczeń w tym samym (lub następnym) dniu szkolenia.

Podsumowując takie ćwiczenia, uważam że ich główną wartością powinien być bardzo wysoki poziom merytoryczny (założeń), wnoszący coś nowego w wyszkolenie ćwiczących. Należy wcześniej przekazać uczestnikom ćwiczeń wykaz literatury fachowej (rozporządzenia, zasady naliczania sił i środków, normy, wytyczne itd.) w celu samokształcenia, uwzględniając możliwość korzystania z pomocy naukowych podczas ćwiczeń a nawet sprawdzenia pewnych danych przez stanowiska kierowania PSP, wykorzystanie programów operacyjnych (np. SWD-ST) i korzystania z innych dostępnych pomocy. Takie ćwiczenia nie mają być klasówką (egzaminem) lecz powinny symulować pracę sztabową podczas akcji ratowniczej, a więc jej orga-

nizację wszelkimi dostępnymi (dopuszczonymi przez organizatora/rozmówców ćwiczeń) środkami. Oczywiście w celu zwiększenia wartości szkoleniowych, ćwiczenia należy szczegółowo ocenić, łącznie z wystawieniem ocen (noty).

Dobrze jest ponadto, jeśli uzupełnieniem ćwiczeń aplikacyjnych czy podobnej formy szkolenia są praktyczne ćwiczenia (manewry), co zawarto w tabeli nr 2

Jak widać z powyższej tabeli, (ujęto w niej tylko ćwiczenia/szkolenia o zasięgu ponad po-

wiatowym), program szkolenia ratowniczego w województwie dolnośląskim, uwzględniający powiązanie teorii z praktyką, jest szczegółowy i merytoryczny.

Organizowane w lutym br. aplikacyjne ćwiczenia przeciwpowodziowe „Wielka Woda 2010”, również doskonale wpisały się w ten system szkolenia jednostek organizacyjnych PSP, a także jak sądzę, i postaram się to udowodnić w dalszej części opracowania, były bardzo przydatne innym instytucjom i podmiotom ratowniczym.

Tabela 2.

Uzupełnienie ćwiczeń aplikacyjnych

Lp.	Tematyka	Ćwiczenia aplikacyjne (zakres, data)	Ćwiczenia praktyczne (zakres, data)
1.	Gaszenie dużych pożarów lasów	Szkolenie d-ców JRG 20.05.2006 r. Zakres: KW PSP, KP PSP Góra 13.10.2006 r.	Ponad powiatowe ćwiczenia ratownicze „Kuźnica Czeszycka 2008” 24.05.2008 r. Międzywojewódzkie ćwiczenia ratownicze „Las 2009” 3-5.06.2009 r.
2.	Gaszenie zbiorników z ropopochodnymi	Szkolenie funkcyjnych Dolnośląskiej Brygady Odwodowej 12.03.2005 r. Szkolenie dowódców JRG 18-19.04.2005 r. Baza Paliw w Grabownie Wlk. (ZDR); Sztab KW PSP, KP PSP Oleśnica 27.06.2006 r.	Ćwiczenia taktyczno-bojowe „Grabowno 2006” (ZDR) ¹ Ćwiczenia taktyczno-bojowe „Kawice 2008” (ZDR) 10.04.2008 r.
3.	Organizacja działań przeciwpowodziowych	„Wielka Woda 2008” KW PSP, KP PSP: Lubin, Góra 1.08.2008 r.	Trans graniczne ćwiczenia przeciwpowodziowe „Śnieżnik 2008” 20.05.2008 r. Ćwiczenia przeciwpowodziowe „Ścinawa 2009” 6.10.2009 r.
4.	Organizacja działań związanych z katastrofą infrastruktury, współpraca z innymi służbami podmiotami ratowniczymi i służbami	Ćwiczenia „Czarna Góra 2005” 29.09.2005 r. Szkolenie służb operacyjnych KP (M) PSP 18-19.09.2007 r.	Trans graniczne ćwiczenia ratownicze „Czarna Góra 2005” 30.09.2005 r. Ćwiczenia rat.-gaśnicze „Poltegor 2007” Zasięg ponad wojewódzki 1.06.2007 r. Międzynarodowe ćwiczenia/warsztaty z zakresu rat. specjalistycznego „Walim 2009” 29-30.04.2009 r.
5.	Zaopatrzenie wodne w działaniach ratowniczych	Szkolenie służb operacyjnych KP (M) PSP 7-8.12.2009 r.	„Poltegor 2007” „Kuźnica Czeszycka 2008”

Źródło: D. Kopa

¹ – ZDR – Zakład o dużym ryzyku wystąpienia awarii przemysłowej;

Przesłanki do organizacji aplikacyjnych ćwiczeń przeciwpowodziowych

Dolny Śląsk uważany jest za jeden z bardziej zagrożonych powodzią regionów w Polsce. Skomplikowany system cieków wodnych, zróżnicowane ukształtowanie terenu i zmienne (coraz bardziej ekstremalne) warunki pogodowe, do których dokłada się nie najlepszy stan infrastruktury hydrotechnicznej, melioracyjnej czy retencyjnej – to wszystko powoduje, że powodzi, podtopień czy gwałtownych przyborów wód można spodziewać się praktycznie corocznie.

Na przestrzeni kilkunastu lat, od pamiętnej „powodzi stulecia” w 1997 r., na Dolnym Śląsku wystąpiło co najmniej kilka powodzi o zasięgu ponad powiatowym. Warto zwrócić przy tym uwagę na to, że były to bardzo różne zdarzenia. Nie wdając się w zbytnio w rozważania naukowe, z punktu widzenia ratownika można wyodrębnić co najmniej kilka, jak nie kilkanaście, „rodzajów” powodzi. Zupełnie inaczej przebiega bowiem powódź na terenach górskich, spowodowana katastrofalnymi opadami deszczu (powódź w czerwcu 2009 r. w kotlinie kłodzkiej, jeleniogórskiej czy okolicach Wałbrzyska) w stosunku do powodzi spowodowanej wiosennym topnieniem pokrywy śnieżnej, a zupełnie inaczej przechodzenie fali powodziowej w dolinie Odry po silnych opadach w całym dorzeczu (powódź w 1997 czy 2010 roku).

Od wielu lat podsumowania popowodziowe (analizy zagrożenia, akcji ratowniczych czy działań humanitarnych) zawierają wnioski o konieczności poprawy współdziałania pomiędzy służbami, podmiotami odpowiedzialnymi za organizację akcji przeciwpowodziowej. Wyszukanie poszczególnych służb jest najczęściej „w porządku”, natomiast „zaczyna się” coś pomiędzy nimi. Wzajemne powiadamianie się: o skali zagrożenia, o rodzaju prowadzonych działań, o potrzebach sprzętowych, współpraca na jednoznacznych zasadach w oparciu o ustalone scenariusze działań (algorytmy postępowania – procedury), wreszcie czytelny podział obowiązków – to elementy które z reguły wymagają poprawy.

Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu na przestrzeni ostat-

nich lat organizowała wiele ćwiczeń/szkoleń w zakresie ochrony przeciwpowodziowej. Oprócz szkoleń dla pracowników prowadzących sprawy operacyjne w KP(M) PSP i dowódców JRG, a także corocznych ćwiczeń sprawdzających wyszkolenie kompanii powodziowych COO, były to m.in.: ćwiczenia aplikacyjne „Wielka Woda 2008”, zaplanowane jako szkolenie dla sztabu KW PSP we Wrocławiu a także dwóch komend powiatowych PSP tj. w Lubinie i Górze, (dla tych powiatów założono sytuację powodziową). Zadania realizowane podczas tych ćwiczeń to: opracowanie zamiaru taktycznego z wykorzystaniem sił odwodowych, zabezpieczenie długotrwałej akcji ratowniczej, w tym jej finansowanie, sprawdzenie współpracy z innymi podmiotami podczas akcji powodziowej, a także budowa systemu łączności dla dużej akcji ratowniczej.

Z uwagi na to, że efekty (wnioski) z tych ćwiczeń nie do końca były zadawalające, Dolnośląski Komendant Wojewódzki PSP we Wrocławiu polecił organizację podobnych ćwiczeń, w znacznie większej skali, w oparciu o sytuację powodziową z ostatnich największych kataklizmów na Dolnym Śląsku, zapraszając przy tym do uczestnictwa wszystkie niezbędne służby i podmioty odpowiedzialne za organizację działań przeciwpowodziowych.

Mimo wątpliwości czy Państwowa Straż Pożarna powinna być organizatorem ćwiczeń dotyczących akcji przeciwpowodziowej, gdzie nie jest przecież podmiotem wiodącym, działania organizacyjne zostały podjęte w bardzo szerokim zakresie, łącznie z tym, że aplikacyjne ćwiczenia przeciwpowodziowe pod kryptonimem „Wielka Woda 2010” zostały ujęte w „Planie Szkolenia – Realizacji zadań z zakresu bezpieczeństwa wewnętrznego województwa dolnośląskiego na 2010 rok” Wojewody Dolnośląskiego. Organizatorem ćwiczeń, odpowiedzialnym za ich poziom i przebieg, miała być KW PSP we Wrocławiu, natomiast Dolnośląski Urząd Wojewódzki podjął się roli oceny współdziałania pomiędzy poszczególnymi podmiotami.

Będąc odpowiedzialnym za określenie zasad organizacji (przebiegu) ćwiczeń, a także za sporządzenie niezbędnej dokumentacji, postanowiłem włączyć do ich organizacji wszystkie niezbędne służby, licząc przede wszystkim na merytoryczną pomoc specjalistów, tak żeby „wa-

runki powodziowe” do ćwiczeń, były jak najbardziej realne, porównywalne np.: z powodzią w 1997 r.

A więc, założenia warunków pogodowych opracowano wspólnie z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu. Przełożyło się to od razu na wysokość stanów wód w głównych ciekach na Dolnym Śląsku, uzgadnianych dodatkowo z: Regionalnym Zarządem Gospodarki Wodnej i Dolnośląskim Zarządem Melioracji i Urządzeń Wodnych. Następnym ważnym elementem organizacji ćwiczeń było określenie zakresu działań (ćwiczeń) na szczeblu powiatowym i wojewódzkim dla poszczególnych podmiotów, tak by ćwiczenia miały wysoką skalę trudności i poziom merytoryczny, aby można było sprawdzić najbardziej istotne elementy, a jednocześnie nie utrudniać normalnego funkcjonowania tych służb. Zadanie szczególnie skomplikowane w przypadku, gdy głównym organizatorem ćwiczeń (moderatorem) była Komenda Wojewódzka PSP we Wrocławiu, a na poziomie powiatu komendy powiatowe (miejskie) PSP. Sporo dyplomacji i uzgodnień zaowocowało ustaleniem trudnych scenariuszy, włączeniem do ćwiczeń praktycznie wszystkich organów odpowiedzialnych za działania przeciwpowodziowe na poziomie wojewódzkim i powiatowym, a także w niektórych gminach. Nie do przecenienia jest również fakt zgody wszystkich instytucji na wprowadzenie przez KW PSP dodatkowych „podgrywek” mających powodować element zaskoczenia dla ćwiczących oraz wymusić niejako zmianę wcześniej wypracowanych decyzji.

Dodatkowym czynnikiem podnoszącym rangę tych ćwiczeń miał być udział, jako obserwatorów, ratowników z Niemiec (THW), a także z PSP z województw nadgranicznych, współpracujących w ramach programu UE „Ratownictwo bez granic” w dziedzinie zabezpieczeń przeciwpowodziowych.

Współpracując w ramach tego programu, miałem przyjemność być obserwatorem (w dniach 11-12.09.2009 r.) dużych ćwiczeń przeciwpowodziowych w Kolonii w Niemczech, polegających na montażu mobilnych ścian przeciwpowodziowych DPS2000 na długości kilku km w centrum miasta, lecz również na aplikacyjnym sprawdzeniu pracy sztabu, w skład któ-

rego weszły wszystkie podmioty zajmujące się ochroną przeciwpowodziową w Kolonii.

Część wniosków z tych ćwiczeń postanowiłem wykorzystać podczas organizacji ćwiczeń „Wielka Woda 2010”.

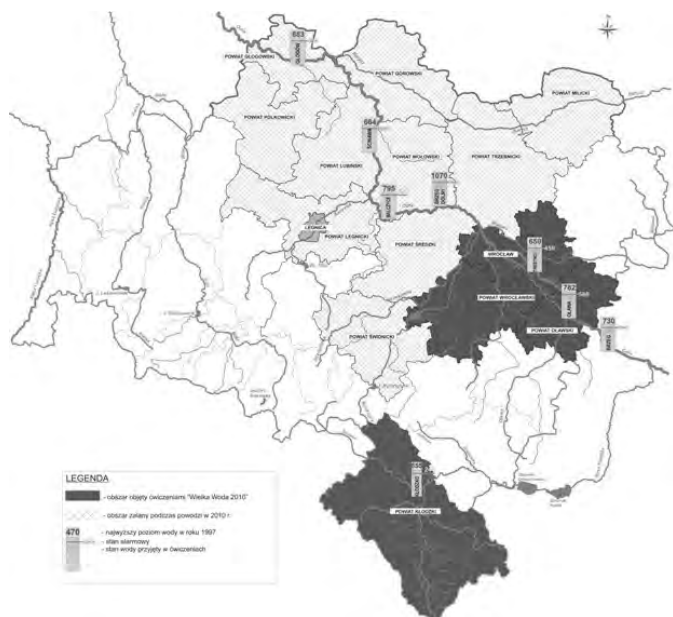
Zasady organizacji (planowanego przebiegu) ćwiczeń

Dolnośląski Komendant Wojewódzki Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu, rozkazem nr 18/2010 z dnia 15 lutego 2010 r., określił zasady organizacji (przebiegu) ćwiczeń aplikacyjnych „Wielka Woda 2010”.

Tematem ćwiczeń miała być organizacja akcji ratowniczej i innych działań w skali województwa i w wybranych powiatach podczas wystąpienia powodzi na Dolnym Śląsku. Ze względów szkoleniowych i organizacyjnych do przeprowadzenia ćwiczeń wybrano cztery powiaty o dużej skali zagrożenia, tj.:

- kłodzki – śródgórski obszar praktycznie co roku zagrożony, skomplikowany hydrologicznie, gdzie samorządy, jednostki ochrony ppoż. i inne służby bardzo dobrze współpracują podczas organizacji akcji powodziowej. M.in. powiat, jako jedyny na Dolnym Śląsku, dysponuje LSOP (Lokalnym Systemem Ostrony Powodziowej) tj. komputerowym systemem wodowskazów i posterunków opadowych połączonych siecią komputerową. W przypadku powodzi założonej przez organizatorów, spowodowanej m.in.: odwilżą w górach i topnieniem pokrywy śnieżnej, realny scenariusz to „zejście wysokich stanów wód” poprzez Nysę Kłodzka w dolinę Odry.
- oławski – pierwszy powiat na terenie woj. dolnośląskiego przyjmujący falę powodziową z Nysy i górnej Odry. Posiadający na swoim terenie duże poldery zalewowe i budowle hydrotechniczne.
- powiat wrocławski i miasto Wrocław – spore zagrożenie tego terenu i skomplikowany system cieków i budowli hydrotechnicznych, tzw. Wrocławski Węzeł Wodny, sprawia że prowadzenie skutecznych działań przeciwpowodziowych wymaga sporo doświadczenia i wiedzy technicznej.

Organizatorzy zaplanowali trzydniowe ćwiczenia aplikacyjne w dniach 24-26 lutego br.



Autor kpt. Zbigniew Kołodziej

Sytuacja powodziowa założona przez organizatorów ćwiczeń „Wielka Woda 2010” była porównywalna do tej z 1997 r. Stan Odry na

Gwałtowne przejście wysokiej fali powodziowej na ciekach Kotliny Kłodzkiej, spowodowane opadami i szybko topniejąca pokrywa śniegową to również bardzo trudny scenariusz, „dokładający wody” do doliny Odry.



Autor : Mirko Siedschlag

Ćwiczenia miały polegać na aplikacyjnej realizacji zdań nałożonych prawem na podmioty i służby w ramach działań przeciwpowodziowych (ratowniczych, humanitarnych i innych), uwarunkowanych przyjętą przez organizatorów sytuacją hydrologiczną i co się z tym wiąże sytuacją powodziową w poszczególnych powia-

tach (rejonach) Dolnego Śląska. Przedstawiciele podmiotów uczestniczących w ćwiczeniach realizowali zadania w ramach swoich kompetencji w swoich siedzibach lub w wybranych przez siebie innych lokalizacjach.

Dolnośląski Komendant Wojewódzki Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu powołał w siedzibie KW PSP we Wrocławiu sztab, oparty na strukturze Dolnośląskiej Brygady Odwodowej PSP.

Wymiana informacji pomiędzy podmiotami ćwiczącymi odbywała się poprzez środki łączności określone w odpowiednich planach ratowniczych i sposobach postępowania, stosowane w normalnych warunkach pracy instytucji, aczkolwiek dopuszczono możliwość wykorzystania innych środków łączności.

W czasie trwania ćwiczeń uczestnicy sporządzali na bieżąco karty manipulacyjne (wg wzoru opracowanego przez KW PSP we Wrocławiu), a wszelkie sporządzane dokumenty (komunikaty, rozkazy, decyzje, informacje) stanowiły do nich załączniki. W celu jednoznacznego określenia formy podejmowania działań, odróżnienia zadań ćwiczebnych od realnych, wprowadzono się wzór dokumentacji do ćwiczeń z nadrukiem „ćwiczenia przeciwpowodziowe Wielka Woda 2010”.

Wnioski ogólne

Ćwiczenia aplikacyjne „Wielka Woda 2010”, z punktu widzenia organizacji działań ratowniczych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej (w tym zwłaszcza komendy powiatowe/miejskie PSP, na obszarze działania których zaplanowano wystąpienie powodzi), należy uznać za bardzo udane. Proces podejmowania decyzji, w tym organizację sztabów wspomagających kierujących działaniami ratowniczymi, jak również logiczny obieg korespondencji (dokumentacji) i jej poziom merytoryczny - należy ocenić bardzo wysoko.

Na uwagę zasługuje również właściwa współpraca pomiędzy KP(M) PSP a władzami samorządowymi i innymi podmiotami szczebla powiatowego i gminnego. Ćwiczenia realizowane były z właściwym zaangażowaniem tych instytucji. Warto przy tym podkreślić, że wszystkie działania związane z przebiegiem ćwiczeń realizowane były podczas normalnego funkcjonowania komend/instytucji, nie powodując zakłóceń w realizacji ich zadań.

Wnioski dotyczące zasad organizacji i oceny ćwiczeń:

1. Ćwiczenia aplikacyjno-sztabowe z zakresu organizacji akcji przeciwpowodziowej, z uwagi na potencjalnie duże zagrożenia powo-

Wykaz uczestników (współorganizatorów) ćwiczeń.

Uczestnicy ćwiczeń (współorganizatorzy)	• Dolnośląski Urząd Wojewódzki we Wrocławiu; • Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu; • Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu; • Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Wrocławiu; • Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział we Wrocławiu; • Starostwo Powiatowe we Wrocławiu; • Starostwo Powiatowe w Kłodzku; • Starostwo Powiatowe w Oławie; • Urząd Miejski we Wrocławiu; • Komenda Wojewódzka Policji we Wrocławiu; • Wojewódzki Sztab Wojskowy; • Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu; • Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Kłodzku; • Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Oławie; • Inne służby i podmioty ratownicze zaproszone do ćwiczeń na szczeblu wojewódzkim i powiatowym.
--	--

dziowe Dolnego Śląska, należy organizować co najmniej raz w roku. Formuła organizacji ćwiczeń powinna ewoluować coraz bardziej w stronę ćwiczeń nie reżyserowanych, gdzie element zaskoczenia/niepewności, jeśli chodzi o sytuację powodziową (zagrożenia z nią związane), powinien być coraz bardziej istotny.

2. W celu jak najlepszej organizacji i bezstronnej oceny przebiegu ćwiczeń, należy bezwzględnie wydzielić spośród członków podmiotów uczestniczących w ćwiczeniach (współorganizujących je), trzy zespoły :

- a. zespół organizacyjny – zajmujący się ustaleniem zasad organizacji i przebiegu ćwiczeń, określający ich zakres, wprowadzający zmiany w symulacji zagrożeń tzw. podgrywki czy sterujący dynamiką przebiegu ćwiczeń.
- b. zespół wykonawczy – właściwy zespół ćwiczący, wykonujący działania sztabowe i inne, symulujący organizację realnych działań ratowniczych, humanitarnych i innych związanych z organizacją akcji przeciwpowodziowej.
- c. zespół oceniający (rozjemców) – oceniający prace obu powyższych zespołów, tj. organizację ćwiczeń przez zespół pierwszy i realizację przewidzianych zadań przez zespół drugi.

3. Z uwagi na szeroki zakres wykonywanych działań, tj.: akcji ratowniczych prowadzonych najczęściej pod kierownictwem Państwowej Straży Pożarnej, działań humanitarnych polegających na pomocy poszkodowanym mieszkańcom a także realizacji innych obowiązków związanych z odbudową czy zabezpieczeniem uszkodzonej infrastruktury, realizowanych przez samorządy, podsumowanie takich ćwiczeń należy przeprowadzać w terminie kilku tygodni po ich zakończeniu, po zebraniu uwag od wszystkich współuczestników, najlepiej pod przewodnictwem Dolnośląskiego Urzędu Wojewódzkiego, określając odpowiedzialnych za realizację poczynionych ustaleń.

4. W ramach organizacji aplikacyjnych ćwiczeń przeciwpowodziowych należy przeprowadzić szkolenie w zakresie kompetencji poszczególnych służb podczas prowadzenia akcji przeciwpowodziowej. Tego rodzaju szkolenia powinny być organizowane cyklicznie, szczególnie w okresie zbliżającego się zagrożenia powodziowego.

Wnioski dotyczące wyposażenia technicznego ćwiczeń:

1. Do celów ćwiczeń należy wykorzystywać sprzęt techniczny, w tym środki łączności, stanowiący normatywne wyposażenie podmiotów/współuczestników ćwiczeń – zwłaszcza ich stanowisk (komórek) kierowania/alarmowych, przewidzianych do udziału w likwidacji zagrożeń powodziowych. Wnioski w zakresie doposażenia sprzętowego należy realizować po ćwiczeniach.

2. Należy dążyć do ujednolicenia map operacyjnych i programów komputerowych w zakresie obrazowania zagrożenia powodziowego dla wszystkich podmiotów.

Wnioski w zakresie organizacji realnych działań przeciwpowodziowych:

1. Należy bezwzględnie ujednolicić skalę oceny zagrożeń (a tym samym zakres realizacji zadań) na terenie woj. dolnośląskiego. Różnice w interpretacji wskaźników zagrożenia powodziowego mogą powodować utrudnienia w komunikacji pomiędzy służbami (uczestnikami akcji przeciwpowodziowej).

2. Należy zwracać większą uwagę na realizację obowiązków nałożonych na podmioty w zakresie powiadamiania i alarmowania o zagrożeniu (sytuacji powodziowej), a także wzajemnego informowania o prowadzonych działaniach. Istotną rolę w tym zakresie musi odgrywać Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego i struktury powiatowe zarządzania kryzysowego.

3. Należy dążyć do szerszej współpracy ze służbami ratowniczymi Republiki Czeskiej, zwłaszcza w zakresie powiadamiania i alarmowania o sytuacji powodziowej. Należy określić podmiot realizujący te zadania po stronie polskiej na terenie woj. dolnośląskiego.

4. W przypadku prowadzenia akcji długotrwałych należy przewidzieć zmianową pracę sztabu Dolnośląskiego Komendanta Wojewódzkiego PSP i podmioty osób funkcyjnych, z uwzględnieniem konieczności jednoznaczного dokumentowania podejmowanych działań, w tym okresowego raportowania prac sztabu, szczególnie dla służb współdziałających.

5. Doprecyzowania wymagają zasady finansowania działań ratowniczych prowadzonych przez siły i środki ochrony przeciwpowodziowej funkcjonujących w ramach wojewódzkiego bądź centralnego odwołu operacyjnego.

Wykorzystanie wniosków z ćwiczeń aplikacyjnych „Wielka Woda 2010” podczas organizacji realnych działań przeciwpowodziowych na Dolnym Śląsku w maju/czerwcu 2010 r.

Chyba najistotniejszym podsumowaniem celowości organizacji każdych ćwiczeń jest to, aby nie były one „sztuką dla sztuki”, lecz wnioski z nich wynikłe były realizowane w praktycznych działaniach. Poniżej postaram się ocenić wykorzystanie wniosków podczas powodzi na Dolnym Śląsku w maju/czerwcu 2010 r.

Stwierdzone podczas ćwiczeń aplikacyjnych różnice w ocenie skali zagrożenia powodziowego przez różne podmioty, a tym samym różnice w przyjęciu określonego scenariusza postępowania zostały ujednolicone. Podczas działań realnych w maju/czerwcu br. instytucje dodatkowo sprawdzały realizację swoich procedur. Dużą rolę w tym zakresie na szczeblu województwa dolnośląskiego odegrał Zespół Zarządzania Kryzysowego Wojewody, w skład którego wchodził kierownicy/przedstawiciele najważniejszych podmiotów odpowiedzialnych za organizację akcji przeciwpowodziowej. Aczkolwiek należy aktualizować wszelkie materiały dotyczące stanu cieków i budowli hydrotechnicznych, dopasowując do nich sposoby postępowania (procedury, scenariusze).

W dalszym ciągu brak map elektronicznych umożliwiających przeprowadzenie symulacji przejścia fali powodziowej i ewentualnych zniszczeń (strat) to chyba największy problem z zakresu wyposażenia dokumentacyjnego. Wszystkie podmioty powinny pracować na takich samych (jednoznacznych) materiałach.

W porównaniu do powodzi w latach ubiegłych, szczególnie tej z 1997 r., stwierdzić należy ewidentną poprawę w zakresie współdziałania pomiędzy Państwową Strażą Pożarną a innymi podmiotami zaangażowanymi w takie działania. Jak sadzę wpływ na to miały m.in.: rozwijająca się i coraz lepsza współpraca w ramach zespołów zarządzania kryzysowego na

wszystkich szczeblach władzy, dająca się zauważyć podczas organizacji różnego typu działań ratowniczych i humanitarnych. Współpraca taka uwarunkowana (wymuszona) została również: coraz lepszymi zapisami prawnymi odnośnie ochrony przeciwpowodziowej, a także coraz lepszą znajomością praw obywatelskich przez społeczeństwo i stawianiem odpowiednich wymogów tym instytucjom. Być może takim „przetarciem” były również ćwiczenia „Wielka Woda 2010”.

Sprawdzony podczas ćwiczeń system pracy sztabu 24x24 doskonale sprawdził się podczas tak długotrwałych działań, jakim była tegoroczna akcja przeciwpowodziowa.

W dalszym ciągu doprecyzowania wymagają zasady finansowania działań ratowniczych prowadzonych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej w ramach wojewódzkiego lub centralnego odwołu operacyjnego.



Fot. 3. Podsumowanie ćwiczeń „Wielka Woda 2010” – KW PSP we Wrocławiu

Autor: Mirko Siedschlag

Podsumowanie

Organizując ćwiczenia aplikacyjne „Wielka Woda 2010” udało się przewidzieć realną sytuację powodziową zaistniałą kilka miesięcy później, (praktycznie tylko powiat kłodzki, ujęty w ćwiczeniach, nie był objęty powodzią).

Porównywalne stany wód (wielkości przepływów), podczas ćwiczeń i powodzi i realizacja przez to bardzo podobnych scenariuszy działania, pozwala bardzo wysoko ocenić nie tylko poziom merytoryczny ćwiczeń ale i ich celowość.

Trudno gdybać w jakim stopniu ćwiczenia przyczyniły się do ograniczenia rozmiaru powodzi (zniszczeń) na Dolnym Śląsku ale na pewno

podniosły one poziom reagowania i współdziałania wszystkich służb.

W przyszłości na pewno należy organizować podobne przedsięwzięcia, również w innych obszarach ratownictwa, wyprzedzając konieczność reagowania w praktyce i podnosząc poziom wyszkolenia służb i podmiotów ratowniczych, w myśl zasady: „Ćwiczenie czyni mistrza...”.

Literatura:

1. Bednarek J., Bielicki P., *Podstawy psychologii, pedagogiki i metodyki nauczania pożarniczego*; wyd. Firex, Warszawa 1997;
2. Gierski E., *Efektywność dowodzenia*: Firex, Warszawa 1997;
3. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz. U. Nr 12 z 2009 r., Poz. 68 ze zmianami);
4. Biskup K., *Słownik pożarniczy polsko-angielski, angielsko-polski*, Danmar, Warszawa 1999;

5. Praca zbiorowa: *Słownik wyrazów obcych PWN*; Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1991;
6. Zarządzenie nr 12/2010 Dolnośląskiego Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu z dnia 23 marca 2010 r. w sprawie organizacji szkolenia i doskonalenia zawodowego w jednostkach organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej na terenie województwa dolnośląskiego;
7. Rozkaz nr 18/2010 Dolnośląskiego Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej we Wrocławiu z dnia 15 lutego 2010 r. w sprawie przeprowadzenia ćwiczeń aplikacyjnych „Wielka Woda 2010”.

Recenzenci:

ml. kpt. dr inż. Janusz Adam Wrzesiński

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 „Litera-

tura” 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 prześle 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 Przeciwpowodzi im. Józefa Tuliszkowskiego

ul. Nadwiślańska 213

05-420 Józefów k/Otwocka

Kwartalnik CNBOP

e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl

Requirments 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 by 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 Przeciwpozarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
ul. Nadwiślańska 213
05-420 Józefów k/Otwocka
CNBOP's Quarterly
e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl