ISSN 1895-8443

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza
Safety & Fire Technique

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej

Vol. 18/2/10

June 2010

Nr 18/2/10

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique

Kwartalnik CNBOP

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpożarowej

Józefów 2010

Nr 18/2/10

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
st. kpt. 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 Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpożarowej
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 (4 pkt.)
Informacja na podstawie Komunikatu nr 8 Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 marca 2009 roku.

SPIS TREŚCI

Od Redakcji 5

I. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE

1. A. Leleń — Zarządzanie zasobami ludzkimi przedsiębiorstwa. 9

2. J. Wołejszo — Organizacja pracy własnej kierownika 23

II. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

1. J. Cybulska — W świecie informacji. Cele i zadania public relations. 31

III. BADANIA I ROZWÓJ

1. T. Węsierski — Funkcje probitowe jako narzędzie oceny skutków uwolnienia niebezpiecznych substancji chemicznych. Symulacja obliczeń dla uwolnienia się gazowego chloru 35

2. M. Łudzik — Gaśnice. Badania wybranych parametrów techniczno-użytkowych. 41

3. M. Nagrodzka, D. Małozięć — Rola środków ogniochronnych w tworzywach sztucznych 51

4. T. Węsierski — Chemia i toksykologia epichlorydyny pod kątem przydatności dla działań straży pożarnych. Podstawy analizy ryzyka 61

5. T. Kiełbasa — Generatory aerozoli gaśniczych stosowane w ochronie przeciwpożarowej 73

6. R. Gałązkowski — Program szkolenia wstępnego i doskonalącego dla pilotów śmigłowców ratunkowych jako modelowa propozycja właściwego przygotowania do operacji ratowniczych. 93

IV. CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

1. J. Zboina, G. Mroczko — Nowelizacja rozporządzenia MSWiA – istotne zmiany w systemie dopuszczania wyrobów do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej 103

1. Jednostka Certyfikująca — Wykaz świadectw dopuszczenia II/2010 110

2. Jednostka Certyfikująca — Wykaz certyfikatów CNBOP II/2010 114

3. Zakład Aprobat Technicznych — Wykaz Aprobat Technicznych CNBOP II/2010 116

V. TECHNIKA I TECHNOLOGIA

1. P. Zbrożek, J. Prasuła — Zagrożenia dla ludzi związane z działaniem stałych urządzeń gaśniczych (SUG) 117

VII. Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

1. T. Krasowski — Techniki ewakuacji poszkodowanych (nieprzytomnych) w zdarzeniach chemicznych. 127

Wymagania dla autorów 135
Recruitments for authors 136

CNBOP, czerwiec 2010

Szanowni Czytelnicy,

Z przyjemnością prezentujemy Państwu drugi numer kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza", który został wydany w nowej szacie graficznej.

Jednakże nie tylko z powodów estetycznych uważamy bieżący numer za godny polecenia. Zawarliśmy w nim bardzo interesujące artykuły dotyczące ratownictwa w zdarzeniach chemicznych (zarówno teoretyczne, jak i praktyczne), a także teksty naszych pracowników dotyczące dziedzin badań, którymi zajmuje się CNBOP, takich jak badania Stałych Urządzeń Gaśniczych, środków ogniochronnych w tworzywach sztucznych czy wreszcie samych gaśnic. Bardzo ciekawy tekst poświęcony jest nowelizacji rozporządzenia MSWiA dotyczącego istotnych zmian w systemie dopuszczania wyrobów do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej. Ponadto prezentujemy również artykuły dotyczące dziedzin wiedzy takich jak organizacja i zarządzanie oraz nauki humanistyczne i społeczne, które mają istotny wpływ na funkcjonowanie firmy, w tym również tej, która porusza się w obszarze bezpieczeństwa.

Rada Redakcyjna Kwartalnika pragnie w bieżącym numerze szczególnie wyróżnić artykuł pana **doktora nauk medycznych Roberta Gałązkowskiego** „Program szkolenia wstępnego i doskonalącego dla pilotów śmigłowców ratunkowych jako modelowa propozycja właściwego przygotowania do operacji ratowniczych". Autor przedstawia w nim nowatorski program szkolenia pilotów dla nowych helikopterów Lotniczego Pogotowia Ratunkowego - EC135.

Szanowni Państwo, dla każdej redakcji wielką radością jest świadomość, że praca, którą wkłada w przygotowanie każdego kolejnego numeru jest doceniana. Cieszy nas, iż po prostu „jesteśmy czytani". Jasnym dowodem na to jest rekomendacja, którą uzyskało nasze czasopismo od Pana Premiera, Ministra Gospodarki Waldemara Pawlaka, który od wielu lat interesuje się innowacyjnymi rozwiązaniami i nowoczesną technologią. Poczytujemy sobie za wielki zaszczyt, iż jest on jednym z naszych Czytelników.

Pragniemy poznać opinie Państwa na temat naszego pisma i dlatego pozwalamy sobie przesłać naszym stałym Czytelnikom krótką ankietę dotyczącą oceny Kwartalnika. Będziemy wdzięczni za jej wypełnienie i przesłanie na adres Redakcji. Pozwoli nam to z jednej strony na ocenę naszych dotychczasowych starań, a drugiej strony wprowadzenie zmian, które byłyby w zgodzie z naszą linią i jednocześnie z zainteresowaniami naszych Czytelników.

Przecież to dla Was już piąty rok tworzymy nasz Kwartalnik.

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
st. kpt. mgr inż. Jacek Zboina – członek Komitetu Redakcyjnego
mgr Joanna Cybulska – Sekretarz Redakcji

Szanowni Państwo

Bezpieczeństwo powszechne gwarantują: doskonała organizacja, nowe techniki i technologie będące efektem badań innowacyjnych i rozwojowych wzmocnione najlepszymi praktykami.

Wszystko to można znaleźć w Kwartalniku **Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej.**

Dlatego czytam **„Bezpieczeństwo i Technikę Pożarniczą"** i rekomenduję to czasopismo wszystkim, dla których bezpieczeństwo to nie tylko puste słowa.

Waldemar Pawlak
Wiceprezes Rady Ministrów,
Minister Gospodarki
Prezes Zarządu Głównego ZOSP RP

Anna LELEŃ
Dział Spraw Pracowniczych
i Organizacyjnych CNBOP

ZARZĄDZANIE ZASOBAMI LUDZKIMI PRZEDSIĘBIORSTWA

Human resources management

Streszczenie

W pierwszej części niniejszego artykułu opisano podstawowe kwestie z zakresu polityki kadrowej. Zdefiniowano pojęcia, cel i zakres zarządzania zasobami ludzkimi, omówiono szereg istotnych elementów z zakresu planowania zasobów ludzkich, pozyskiwania nowych pracowników, jak również motywowania pracowników. Przedmiotem drugiej części artykułu będzie zarządzanie w głównych obszarach zadaniowych funkcji personalnej jakimi są m.in. rozwój i ocenianie pracowników oraz kształtowanie wynagrodzeń.

Summary

The first part of the article is introducing the main definitions, goals and range of management of human resources in every organization. The author is describing planning of human resources, recruitment and people motivation. The second part will be devoted to staff development, staff assessment and salary policy in the organization.

Słowa kluczowe: personel, zasoby ludzkie, planowanie zatrudnienia, motywowanie, czynniki motywacji.

Key words: staff, human resources, employment, motivation.

Wstęp

Przedmiotem decyzji podejmowanych w procesie zarządzania zasobami ludzkimi są istotne kwestie personalne. Opisane zagadnienia mogą zainteresować osoby zarządzające przedsiębiorstwem, jak również kierowników, którzy nie mają możliwości korzystania z doradztwa specjalistów do spraw personelu. Kierownicy ci będą w stanie skuteczniej działać w danej dziedzinie, kiedy lepiej zrozumieją racjonalne podstawy polityki i praktyki personalnej, ich funkcjonowanie w przedsiębiorstwie oraz ogólne korzyści, jakie przynoszą firmie i pracownikom. Informacje zawarte w tym artykule dotyczące m.in. planowania zasobów ludzkich, pozyskiwania nowych pracowników oraz ich motywowania będą pomocne dla wszystkich osób wykonujących ważną i odpowiedzialną pracę, jaką jest kierowanie ludźmi w firmie.

Pojęcie, cel i zakres zarządzania zasobami ludzkimi

Zdefiniowanie zarządzania zasobami ludzkimi wymaga wyjaśnienia pojęcia zasobu ludzkiego. Po pierwsze, należy przyjąć, że ludzie nie są zasobem, lecz dysponują zasobem, czyli ogółem cech i właściwości ucieleśnionych w nich, które umożliwiają pełnienie różnych ról w organizacji. Do najważniejszych składników zasobu ludzkiego należą: wiedza, zdolności, umiejętności, zdrowie, postawy i wartości oraz motywacja. Po drugie należy pamiętać, iż właścicielem zasobu ludzkiego są poszczególni pracownicy i to oni ostatecznie decydują o stopniu zaangażowania tego zasobu podczas pracy[1].

Ludzie są najcenniejszym zasobem każdej organizacji, dlatego, że oni kreują image danej firmy, to oni są kreatywni, przedsiębiorczy, posiadają możliwość uczenia się, doskonalenia swego potencjału, są więc strategicznym zasobem firmy i jak każdy zasób strategiczny są źródłem szans i zagrożeń. Zarządzanie ludźmi powinno więc zmierzać do wykorzystania tych szans i ograniczenia zagrożeń. Pracownicy z ich zdolnościami, wiedzą, doświadczeniem i mo-

[1] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie - procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003, s. 36.

tywacją do pracy są najsilniejszym wyróżnikiem dla firmy. Posiadanie takiego zasobu wymaga odpowiedniego zarządzania, a z uwagi na to, dla ludzi używa się terminu kierowanie nimi. Funkcjonowanie każdej organizacji zawsze wymagało kierowania ludźmi. Tyle, że podejście do problemu wykorzystania zasobów ludzkich zmieniało się, ponieważ zmieniały się same organizacje, otoczenie oraz sami ludzie. Przynajmniej w zakresie tego, co wiadomo o ich możliwościach wyrażania myśli, poglądów czy postaw w organizacjach.

Zarządzanie zasobami ludzkimi oznacza ogół działań związanych z dysponowaniem posiadanymi zasobami ludzkimi przez daną organizację, podejmowanych dla osiągnięcia jej celów, którym nadaje się strategiczne znaczenie. Pojęcie „zarządzanie zasobami ludzkimi" zaczęło pojawiać się w literaturze z zakresu zarządzania na początku lat 70.XX wieku i stopniowo wypierało wcześniej używane pojęcia, takie jak „zarządzanie personelem" czy „zarządzanie kadrami". Zmiana stosowanej terminologii wynika z odmiennego podejścia do zatrudnionych pracowników. „Zarządzanie zasobami ludzkimi" w odróżnieniu od „zarządzania personelem" polega na postrzeganiu pracowników organizacji jako strategicznych, cennych zasobów. Tymczasem „zarządzanie personelem" było raczej kojarzone z administracyjnym podejściem do zatrudnionych pracowników[2].

M. Armstrong zarządzanie zasobami ludzkimi definiuje jako „strategiczne, spójne i wszechstronne spojrzenie na problemy związane z kierowaniem i rozwojem zasobów ludzkich w ramach struktury przedsiębiorstwa, przy czym każdy aspekt tego procesu stanowi istotny element zarządzania organizacją jako całością. W istocie zarządzanie zasobami ludzkimi oznacza pewną ideologię, opartą na przekonaniu, iż organizacje (struktury) istnieją po to, by dostarczać klientom pewnych wartości (dóbr). Zarządzanie zasobami ludzkimi postrzega ludzi jako cenne źródło sukcesów firmy i traktuje ich nie jako koszty zmienne, lecz raczej jako majątek trwały, stąd też stoi na stanowisku, iż należy im zapewnić jak najlepszych przywódców i możliwości pełnego rozwoju posiadanych zdolności"[3].

Biorąc powyższe rozważania pod uwagę, termin zarządzanie zasobami ludzkimi rozumieć należy jako strategiczną koncepcję, traktującą ten zasób organizacji, jakim są jej pracownicy w sposób podmiotowy – uwzględniając ich potrzeby, oczekiwania oraz optymalnie wykorzystującą owy zasób w odpowiednim miejscu i czasie zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym, zgodnie z celami, a także misją organizacji[4].

Cele zarządzania zasobami ludzkimi w ujęciu dokonanym przez M. Armstronga określić można następująco:

- „umożliwić kierownictwu osiągnięcie wyznaczonych celów poprzez zaangażowanie personelu,
- w pełni wykorzystać możliwości i umiejętności wszystkich zatrudnionych osób,
- podsycać zaangażowanie pracowników w pracę poprzez ścisłą kontrolę jakości ich działań, a także kontrolę jakości całej organizacji,
- spajać i integrować zasadę polityki dotyczącej zasobów ludzkich z planami rozwoju firmy oraz umacniać odpowiednią kulturę lub, gdy zachodzi taka potrzeba – czuwać nad przeprowadzeniem niezbędnych przemian,
- opracować spójny zestaw zasad polityki personalnej i zatrudnienia, co ma na celu optymalną obsadę stanowisk oraz poprawę jakości pracy,
- stworzyć takie warunki pracy, dzięki którym będą się mogły uwolnić drzemiące w pracownikach pokłady energii i kreatywności,
- stworzyć takie warunki, w których nowatorstwo, praca zespołowa oraz jakość totalna będą się mogły w pełni rozwijać,
- podtrzymywać gotowość do elastycznego działania w ramach tzw. „organizacji zdolnej do adaptacji", a zarazem po to, aby wciąż dążyć do doskonałości"[5].

[2] Zob. W. Golnau (pod red.), *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, CeDeWu Wydawnictwa Fachowe, Warszawa 2004, s. 11.

[3] M. Armstrong, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategia i działanie*, Wyd. Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1996, s. 9.

[4] Zob. L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie zasobami ludzkimi w firmie – Teoria i praktyka*, Biblioteczka Pracownicza, Warszawa 2000, s. 25.

[5] M. Armstrong, *Zarządzanie …*", dz. cyt., s. 17-18.

Od lat 70. do chwili obecnej – model zarządzania zasobami ludzkimi charakteryzuje się silnymi związkami polityki kadrowej ze strategią firmy i kompleksowym ujęciem problemów. Zarządzanie strategiczne zasobami ludzkimi w tym modelu skierowane jest na długofalowy rozwój pracowników i tworzenie innowacyjnego klimatu w przedsiębiorstwie. Polityka kadrowa w obecnej fazie charakteryzuje się działalnością operacyjną i strategiczną. Rozwój zaś funkcji personalnej przebiegał na świecie w 3 fazach:

1. pierwsza faza (operacyjna) w latach 1900 – 1945 - charakteryzowała się tym, że działy kadr zajmowały się administracją płac i pełniły rolę pomocniczą;
2. druga faza zwana menedżerską w latach 1945 – 1980 - polegała na tym, że zarządzanie ludźmi było funkcją sztabową, tzn., że służyło fachową radą kierownikom liniowym. Dział kadr był usytuowany na szczeblu centralnym i zajmował się administrowaniem, współpracą z rynkiem pracy, a także rekrutacją pracowników;
3. trzecia faza (strategiczna) od 1980 do dziś - funkcja personalna jest ściśle związana ze strategią firmy, a strategie firmy formułuje szczebel centralny. Wyróżnikiem jest również to, że zarządzanie potencjałem społecznym firmy jest często zdecentralizowane, a jego znaczenie dorównuje randze marketingu i produkcji.

W literaturze przedmiotu prezentowane są współcześnie różne podejścia do problemu zarządzania zasobami ludzkimi. Poszczególni autorzy są zdania, że zarządzanie zasobami ludzkimi jest najważniejszą funkcją w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Różnią się natomiast w określaniu jego elementów. Za podstawowe komponenty zarządzania zasobami ludzkimi przyjmuje się:

- planowanie (strategiczne, taktyczne i operacyjne),
- rekrutację i selekcję (obsługa stanowisk pracy, kontakty z rynkiem pracy i z jego organizacjami),
- ocenę (ocena wyników pracowników, ocena ich możliwości rozwoju),
- wynagrodzenie (motywacja pracowników),
- rozwój (rozwój personelu i społecznego wizerunku organizacji)"[6].

[6] M. Kostera, *Zarządzanie personelem*, PWE, Warszawa 1994, s. 31.

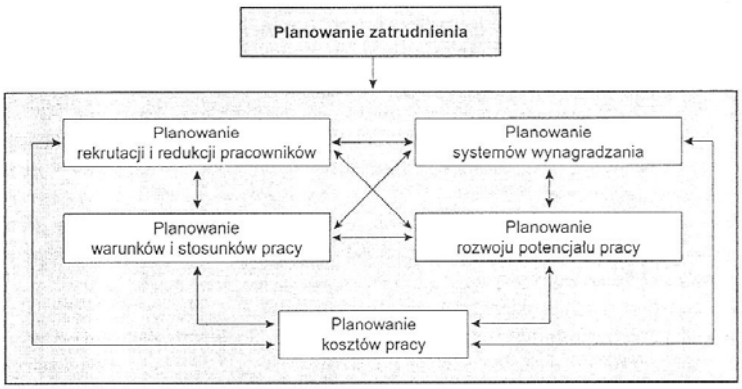
Planowanie zasobów ludzkich

Istota i zakres planowania zasobów ludzkich

Sukces każdego przedsiębiorstwa zależy przede wszystkim od posiadania wymaganej liczby odpowiednio kompetentnych i zaangażowanych jego pracowników. „Zabezpieczeniu bieżących i przyszłych potrzeb personalnych przedsiębiorstwa służy w pierwszej kolejności planowanie zasobów ludzkich. Stanowi ono bowiem punkt wyjścia w procesie pozyskiwania i zwalniania pracowników oraz rozwijania ich potencjału pracy zgodnie z celami organizacji"[7].

Planowanie zatrudnienia (planowanie zasobów ludzkich, planowanie personalne) przedstawia się w literaturze przedmiotu w rozumieniu szerokim i wąskim.

W ujęciu szerokim planowanie zatrudnienia to ogół decyzji dotyczących celów i działań we wszystkich obszarach związanych z człowiekiem w procesie pracy, tzn. w zakresie: polityki kadrowej i płacowej, bezpieczeństwa i higieny pracy, działalności socjalnej, kosztów pracy[8]. Poszczególne elementy planowania zatrudnienia i zależności między nimi ilustruje poniższy rysunek (rys. 1).



Ryc. 1. Elementy planowania zatrudnienia
Źródło: Opracowanie na podstawie: A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, Antykwa, Kraków 1998, s. 58.

W węższym rozumieniu planowanie zatrudnienia obejmuje ustalenie potrzeb kadrowych w aspekcie: ilościowym (określenie niezbędnej liczby pracowników), jakościowym (ustalenie kwalifikacji, umiejętności pracowni-

[7] L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie…*, dz. cyt., s. 69.
[8] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, Antykwa, Kraków 1998, s.57.

ków), czasowym (ustalenie długości okresu zapotrzebowania na pracowników), przestrzennym (określenie miejsca zapotrzebowania na pracowników).[9]

Działania te określa się w inny sposób jako[10]:

- ustalenie popytu na pracowników,
- ustalenie podaży pracowników,
- planowanie obsady stanowisk pracy.

Z punktu widzenia horyzontu czasowego planowanie zasobów ludzkich przyjmuje charakter[11]:

- planowania operacyjnego lub krótkoterminowego, dotyczącego okresu do 1 roku,
- planowania taktycznego lub średniookresowego, dotyczącego okresu od 1 roku do 3 lat,
- planowania strategicznego lub długoterminowego, dotyczącego okresu od 3 lat do 10 lat, to planowanie strategiczne nazywane jest często programowaniem lub prognozowaniem zatrudnienia.

Planowanie zatrudnienia ma na celu zapewnienie organizacji właściwej liczby pracowników o właściwych cechach, na właściwych stanowiskach pracy, w odpowiednim czasie i w ramach określonych środków finansowych. Prowadzi się je po to, aby z jednej strony – zabezpieczyć przedsiębiorstwo przed niedoborem zasobów ludzkich niezbędnych do realizacji wyznaczonych celów, a z drugiej strony – aby nie dopuścić do wzrostu kosztów pracy poprzez nadmiar pracowników.

W wyniku planowania zasobów ludzkich w przedsiębiorstwie powstają plany i programy zatrudnienia. Zazwyczaj odrębnie sporządza się plan potrzeb i plan pokrycia potrzeb personalnych[12].

Plan potrzeb stanowi zestawienie krótko, średnio i długookresowych, ilościowych oraz jakościowych danych dotyczących personelu przedsiębiorstwa, ujętych według następującego wzorca:

Potrzeby personalne – istniejące wewnątrz przedsiębiorstwa możliwości ich pokrycia = zapotrzebowanie zgłaszane na zewnątrz.

Plan potrzeb obejmuje niezbędne zatrudnienie oraz odpowiednią rezerwę.

Plan pokrycia potrzeb obejmuje różne przedsięwzięcia wewnętrzne i zewnętrzne, mające na celu zabezpieczenie aktualnych i przyszłych potrzeb personalnych przedsiębiorstwa. W ich zakres wchodzą najczęściej: planowanie szkolenia, planowanie awansów i karier zawodowych oraz planowanie redukcji pracowników. Podmiotem odpowiedzialnym za opracowanie planu zatrudnienia i koordynację prac związanych z jego przygotowaniem jest komórka personalna przedsiębiorstwa. Komórka ta jest również współodpowiedzialna za kształtowanie takiej struktury zatrudnienia, która nie tylko zapewnia efektywne wykonanie zadań planowanych, ale i przyspiesza rozwój przedsiębiorstwa.[13]

Efektywność przedsiębiorstwa zależy nie tylko od stanu liczebnego personelu, lecz jednocześnie od jego stanu jakościowego, tj. od cech jego składu, czyli struktury zatrudnienia według określonych kryteriów, z reguły współzależnych.

Najbardziej istotne z punktu widzenia realizacji celów zarządzania personelem jest wyodrębnienie w przedsiębiorstwie grup zatrudnionych na podstawie:[14]

- wykonywanego zawodu i specjalności,
- wykształcenia i stażu pracy – poziomu kwalifikacji,
- cech demograficzno-społecznych,
- stopnia powiązania z organizacją produkcji lub usług oraz charakteru wykonywanej pracy.

Jednym z nadrzędnych celów zarządzania personelem jest pełne spożytkowanie potencjału kwalifikacyjnego pracowników. Ocena wykorzystania tego potencjału powinna zatem stanowić istotny element w analizie zatrudnienia w przedsiębiorstwie.[15] W ramach analizy zasobów ludzkich przedsiębiorstwa mieści się również analiza dynamiki zatrudnienia, która ozna-

[9] Tamże, s. 18-21.
[10] Tamże, s. 57.
[11] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys* …, dz. cyt., s. 57.
[12] Zob. H. Steinmann, G. Schreyogg, *Zarządzanie. Podstawy kierowania przedsiębiorstwem. Koncepcje, funkcje, przykłady*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1992, część V, s. 340.
[13] L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie*…, dz. cyt., s. 73.
[14] Zob. M. Olędzki *Zatrudnienie społecznie racjonalne. Propozycja współdziałania*, Inst. Wyd. Zw. Zawod., Warszawa 1985, s. 65.
[15] Tamże, s. 61.

Tabela 1.

Lista strukturalna kooperacyjna projektu X

Symbol czynności	Czynności projektu	Symbol czynności bezpośrednio poprzedzającej	Symbol czynności bezpośrednio następującej	Czas trwania czynności (w miesiącach)	Termin rozpoczęcia czynności (w miesiącach)[a]	Termin zakończenia czynności (w miesiącach)[b]
1	Powołanie zespołu projektowego	-	2,3	1	1	1
2	Opracowanie struktury projektu	1	4	7	2	8
3	Wymyślenie nazwy projektu	2	4	1	2	2
4	Pozyskanie partnerów projektu	2,3	5	3	2	4
5	Zgłoszenie projektu do instytucji finansującej	4	6,7	3	9	11
6	Opracowanie zadań i etapów do realizacji	5	8	4	12	15
7	Wybór miejsca do realizacji projektu	6	8	1	12	12
8	Pozyskanie dodatkowych partnerów i podwykonawców	6,7	9	1	13	13
9	Budowa prototypu	8	10,11,13,14	60	14	73
10	Wykonanie badań prototypu	9	11	38	14	51
11	Wprowadzenie usprawnień konstrukcyjnych	10	12	20	14	33
12	Ocena wyników badań prototypu	10,11	13,14	14	34	47
13	Promocja	12	14	60	14	73
14	Rozliczenie finansowe projektu	10,11,12,13	-	65	14	78

a - Termin rozpoczęcia czynności zawsze na początku pierwszego dnia miesiąca
b - Termin zakończenia czynności zawsze na końcu ostatniego dnia miesiąca

cza badanie zmian liczebności personelu zachodzących w czasie.

Do analizy zatrudnienia wykorzystuje się również analizę ruchliwości i stabilności personelu, w której bada się oba zjawiska za pomocą znanych współczynników przyjęć, zwolnień, wymiany i stabilizacji.[16]

W przeprowadzanych analizach zatrudnienia coraz częściej nawiązuje się do koncepcji segmentacji rynku pracy. Przedsiębiorstwo traktuje się jako wewnątrzzakładowy rynek pracy, w obrębie którego wydziela się zazwyczaj dwa jego segmenty:[17]

- pierwotny rynek pracy, charakteryzujący się:
  - stabilnością zatrudnienia,
  - wysokim wynagrodzeniem,
  - lepszymi warunkami pracy,
  - większymi możliwościami kariery i awansu zawodowego;
- wtórny rynek pracy:
  - na którym panują gorsze warunki pracy i płacy,
  - gdzie przewiduje się większe redukcje pracowników.

Metody i techniki planowania zasobów ludzkich

Prognozowanie popytu i podaży kadr to pojęcie ściśle związane z planowaniem zatrudnienia w przedsiębiorstwie. Kategoria ta obejmuje identyfikowanie potrzeb personalnych z uwzględnieniem dążenia do minimalizowania różnicy pomiędzy podażą i popytem na wewnętrznym rynku pracy. Jednym z nadrzędnych celów przedsiębiorstwa jest umiejętne wykorzystywanie personelu pracowniczego, a jego realizacja umożliwia maksymalizowanie efektyw-

[16] Zob. L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie …*, dz. cyt., s. 78.
[17] Zob. A. Francik, A. Pocztowski, *Wybrane problemy zatrudnienia i rynku pracy*, AE, Kraków 1993, s. 21-22 i 43-44.

Tabela 2.

Wykres kompetencyjny projektu X

Symbol czynności	Wykonawcy / Czynności	Liczba pracowników	Kierownik projektu	Konsorcjant A	Konsorcjant B	Konsorcjant C	Konsorcjant D	Konsorcjant E	Konsorcjant F
1	Wybór miejsca realizacji projektu	10	I, P, O, K	W					
2	Opracowanie struktury projektu	20	I, K	P, R,	D, W	R, O	R	R	R
3	Budowa prototypu	20	I, K	W		P, R			
4	Wykonanie badań prototypu	30	I, K	P, R	D		R, O	W	W
5	Wprowadzenie usprawnień konstrukcyjnych	15	I, K	D				R, O, W	
6	Ocena wyników badań prototypu	40	I, K	R, O	W	W	W	W	W
7	Wprowadzenie usprawnień konstrukcyjnych	40	I, K	R	R, O		W	W	
8	Promocja	50	K	R	R	R	R	R	R
9	Rozliczenie projektu	15	K	W	W	W	W	W	W

Kompetencje/ zadania cząstkowe:
I – inicjowanie, D – doradzanie, K – kontrola, P – planowanie, R – realizacja, O – organizowanie, W – współdziałanie

ności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Przy prognozowaniu popytu i podaży kadr należy uwzględnić między innymi[18]:

- odpowiednio długi czas prognozowania,
- bogaty zestaw narzędzi i technologii ułatwiających prognozowanie,
- koszty związane z procesem prognozowania zatrudnienia,
- przejrzystość i czytelność w formułowaniu osiąganych wyników.

Pierwszym obszarem planowania zasobów ludzkich jest ustalenie popytu na wewnętrznym rynku pracy danej organizacji, czyli planowanie jej potrzeb personalnych. Stanowi ono punkt wyjścia w procesie planowania zasobów ludzkich i ukierunkowane jest na ustalenie niezbędnej liczby pracowników o określonych kwalifikacjach, potrzebnych do realizacji zaplanowanego programu działania danego przedsiębiorstwa. Organizacja poszukuje pracowników o ściśle określonych kwalifikacjach, których posiadanie jest czynnikiem niezbędnym do realizacji jej zamierzeń.

Planowanie potrzeb personalnych (popytu) posiada swój wymiar jakościowy i ilościowy.[19] Celem planowania potrzeb personalnych w wymiarze jakościowym jest określenie kwalifikacji i wzorców zachowań, którymi powinien wykazywać się personel przedsiębiorstwa w określonym momencie w przyszłości, ażeby móc wykonać przewidywane czynności i zadania. Podstawowym instrumentem służącym do realizacji tego celu jest analiza pracy (analiza stanowisk pracy).

Planowanie potrzeb personalnych w wymiarze ilościowym ma na celu ustalenie liczby pracowników w wyodrębnionych kategoriach stanowisk pracy lub zakresu prac w określonym punkcie przyszłości, niezbędnych do wykonania przyjętego programu firmy. Przedmiotem planowania potrzeb ilościowych jest więc określenie konkretnej ilości pracy niezbędnej do wykonania założonych zadań.

Przy prognozowaniu zatrudnienia w przedsiębiorstwie wyróżnia się wiele metod i technik planowania personelu[20]:

- metoda wskaźnikowa pozwala ustalić jaki jest odsetek pracowników administracyj-

[18] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s.108-117.

[19] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie*…, dz. cyt., s.110-113.

[20] Zob. A. Szałkowski, *Rozwój personelu*, AE, Kraków 2002, s. 35-44.

nych i biurowych w grupie pracowników przemysłowych,
- metoda normatywów zatrudnienia określa czas konieczny do wykonania poszczególnych czynności,
- metoda zarządzania przez cele służy w głównej mierze określaniu liczebności personelu oraz jego efektywnego rozwoju,
- prognozowanie o bazie zerowej, w którym istnieje bazowy stan zatrudnienia analizowany w zależności od potrzeb przedsiębiorstwa,
- podejście z dołu do góry, w którym to kierownicy liniowi tworzą plany zatrudnienia, które w dalszej części podlegają agregacji,
- analiza statystyczna, w której przy tworzeniu prognozy zatrudnienia wykorzystywane są dane, które w przeszłości miały wpływ na wielkość zatrudnienia.

Prognozowanie podaży kadr to planowanie tzw. wyposażenia personalnego organizacji na wewnętrznym rynku pracy, oparte na przewidywaniu zmian w strukturze obecnego zatrudnienia. Proces ten, podobnie jak prognozowanie popytu kadr, charakteryzowany jest w dwóch wymiarach[21]:
- jakościowym, kiedy klasyfikacji struktury zatrudnienia dokonuje się na początek okresu planowania, następnie ustala się prognozę zmian na dany okres czasu i ostatecznie określa się pożądany stan struktury zatrudnienia na dany punkt w przyszłości. Przedmiotem planowania są tutaj aktualne struktury zatrudnienia w odniesieniu do płci, wieku oraz innych cech potencjału pracy;
- ilościowym, w którym organizacja określa liczbę pracowników w poszczególnych kategoriach personelu na początek okresu planowania a następnie formułuje prognozę na koniec tego okresu. Najprościej jest posłużyć się w tym przypadku analizą obecnego wyposażenia personalnego w odniesieniu do przewidywanych zwolnień i przyjęć z uwzględnieniem analizy absencji.

Przy prognozowaniu podaży personelu należy uwzględnić wewnętrzny i zewnętrzny rynek pracy. W pierwszej kolejności dokonuje się analizy rynku wewnętrznego organizacji określając stan i strukturę obecnego zatrudnienia. Następnie prognozuje się rynek zewnętrzny uwzględniając bezrobotnych, absolwentów, zatrudnionych w innych organizacjach pracowników, chętnych do zmiany pracodawcy.

Potrzeba planowania obsad personalnych wynika również bezpośrednio z celów zarządzania zasobami ludzkimi, zakładających nie tylko zapewnienie organizacji zatrudnienia w wymiarze ilościowym i jakościowym, lecz także jego produktywne zastosowanie w procesie pracy.

Celem planowania obsad personalnych jest rozdysponowanie zadań do wykonania między pracowników i innych zatrudnionych w danej organizacji. Polega na podporządkowaniu zatrudnionego personelu do istniejących komórek organizacyjnych, stanowisk pracy i czynności, na podstawie ustalonego wcześniej kryterium, którym jest najczęściej minimalizacja kosztów. Kolejnym kryterium jest maksymalizacja przydatności pracownika do wykonywania zadań na określonym stanowisku pracy.

Do optymalizacji obsad personalnych mogą być wykorzystywane również metody ilościowe i heurystyczne[22]:
- spośród ilościowych metod planowania obsad personalnych najczęściej wykorzystuje się programowanie liniowe. Istota tej metody sprowadza się do optymalizacji określonej funkcji celu, którą może być np. maksymalizacja wskaźnika potencjału kwalifikacyjnego, będącego wyrazem użyteczności pracownika;
- heurystyczne metody planowania obsad personalnych zmierzają do optymalizacji przyporządkowania pracowników i stanowisk pracy na podstawie stopnia przydatności pracowników do zatrudnienia na określonych stanowiskach pracy.

Analiza pracy stanowi podstawę doboru lub konstrukcji narzędzi służących realizacji wszystkich celów cząstkowych zarządzania personelem w przedsiębiorstwie[23]. Obejmuje swoim zakresem badanie czynności wykonywanych na poszczególnych stanowiskach pracy, wystę-

[21] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s. 115-116.

[22] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s. 117-120.

[23] Zob. L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 40-44.

pujące tam warunki pracy, sposób wykonywania pracy, powiązania z innymi stanowiskami pracy oraz wynikające stąd wymagania kwalifikacyjne osób przewidzianych do zatrudnienia na tych stanowiskach pracy.

Można wyróżnić trzy podstawowe źródła informacji wykorzystywanych w analizie pracy, a mianowicie:

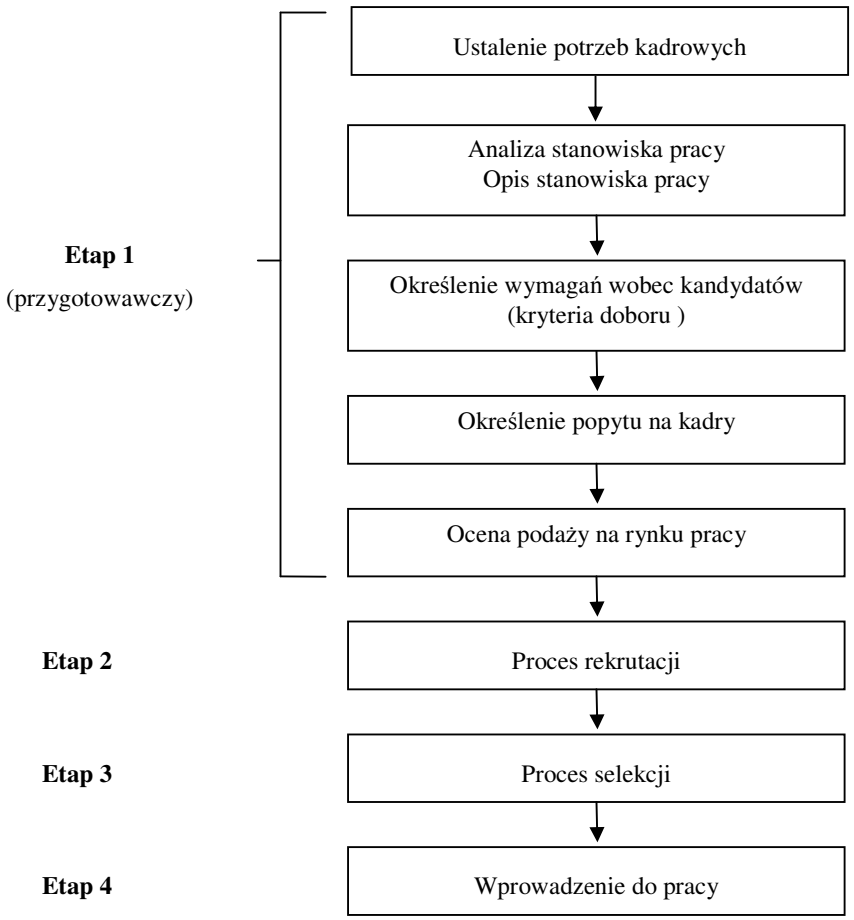
- proces pracy (zadania do wykonania, wyposażenie, przebieg czynności),
- dokumentację stanowiska pracy (instrukcje techniczne, instrukcje obsługi, zakresy czynności),
- wiedzę osób uczestniczących w procesie pracy (pracownik, kierownik, współpracownicy).

Istotnym czynnikiem wpływającym na prawidłowe wykonanie analizy i następnie opisu stanowiska pracy są kompetencje osoby przeprowadzającej badanie, do których należy zaliczyć wiedzę z zakresu organizacji i zarządzania, znajomość metodyki prowadzenia badań organizatorskich, umiejętności formułowania problemu i oceny możliwych wariantów decyzyjnych oraz umiejętności interpersonalne.[24]

Pozyskiwanie nowych pracowników

W warunkach nasilającej się konkurencji przeważający wpływ na wynik przedsiębiorstwa mają menadżerowie i ich decyzje. Przewaga na ryku, to wynik odpowiedniego wykorzystania zasobów ludzkich poprzez racjonalne decyzje. Jeden z istotnych obszarów decyzyjnych dotyczy pozyskiwania nowych pracowników.

Właściwy dobór pracowników pozwala na zminimalizowanie ryzyka zatrudnienia nieodpowiedniej osoby i wybór najlepszego z możliwych kandydatów na dane stanowisko. Dobór ma na celu dopasowanie kandydatów (ich potencjału) do wymagań danego stanowiska pracy i kultury organizacyjnej firmy.[25] Dobór nie-



Ryc. 2. Procedura pozyskiwania nowych pracowników

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: T. Listwan (pod red.), „*Zarządzanie kadrami*", dz. cyt., s. 83

[24] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s. 123.

[25] Zob. M. Strużycki (pod red.), *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Wydanie II, DIFIN, Warszawa 2004, s. 386.

odpowiednich pracowników doprowadzić może nie tylko do spadku efektywności działania, ale nawet do upadku firmy.

Do podstawowych etapów doboru zalicza się: rekrutację, selekcję i wprowadzenie na stanowisko pracy. Etapy te poprzedza dokładna analiza teraźniejszych i przyszłych potrzeb kadrowych.[26]

Procedurę pozyskania nowych pracowników ilustruje rysunek 2.

„Rekrutacja jest określona jako kompleksowy proces obejmujący czynności poszukiwania, informowania oraz przyciągania kandydatów na określone stanowisko."[27] W takim ujęciu rekrutacja dotyczy przede wszystkim ustalenia źródeł i form pozyskiwania pracowników.

Źródła rekrutacji odnoszą się do rynków pracy, na których firma zamierza pozyskać pracowników. Do głównych źródeł rekrutacji zalicza się wewnętrzny i zewnętrzny rynek pracy (tabela 3).

ników? Angażowanie konsultantów nie jest konieczne wtedy, gdy:

- kryteria wyboru są jasno sformułowane,
- źródło rekrutacji stanowi wąski rynek pracy,
- poszukuje się specjalisty w określonej dziedzinie.

Natomiast w następujących przypadkach warto skorzystać z tej pomocy, tzn. gdy:

- obsada dotyczy wysokiego stanowiska,
- przedsiębiorstwo jest w sytuacji istotnych zmian, np. wchodzenie na nowe rynki, tworzenie wspólnych firm.

Proces rekrutacji kończy się przyciągnięciem odpowiedniej grupy kandydatów ubiegających się o określone stanowisko. Następnie rozpoczyna się kolejny etap doboru pracowników, tj. proces selekcji, który obejmuje działania pozwalające na wybór właściwej osoby na dane stanowisko według ustalonych kryteriów.[28]

Tabela 3.

Główne źródła rekrutacji pracowników

Źródła rekrutacji	Zalety	Wady
Wewnętrzny rynek pracy	– Pobudzające oddziaływanie na pracowników i poprawa ich morale. – Wiedza o kandydacie i znane mu warunki pracy, dzięki czemu następuje skrócenie czasu na adaptację. – Zmniejszenie płynności kadr.	– Trudno o nowy pomysły. – Kłopoty z realizacją nowych idei z racji panujących nawyków i powiązań personalnych. – Zakłócenia ładu stosunków międzyludzkich (zawiść).
Zewnętrzny rynek pracy	– Możliwość pozyskiwania specjalistów o dużym potencjale (świeża krew). – Brak uwikłania w stosunki nieformalne.	– Trudności rozpoznawania kwalifikacji kandydata. – Większe ryzyko popełnienia błędu. – Niebezpieczeństwo konfliktu z pracownikami, zwłaszcza wewnętrznymi kandydatami na stanowisko. – Wysoki koszt.

Źródło: Zob. T. Listwan, *Kształtowanie kadry menadżerskiej firmy*, Mimex, Wrocław 1993, s. 48.

Formy rekrutacji obejmują sposoby i metody informowania otoczenia o potrzebach zatrudniania na konkretne stanowisko. Najczęściej stosowane metody ukazane są w tabeli 4.

Współczesne przedsiębiorstwa często stają przed problemem: czy korzystać z pomocy doradców personalnych przy doborze pracow-

Czynności procesu selekcji przedstawia rysunek 3.

[26] Zob. T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, Akademia Ekonomiczna, Wrocław 1999, s. 81-82.

[27] T. Listwan (pod. red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 85.

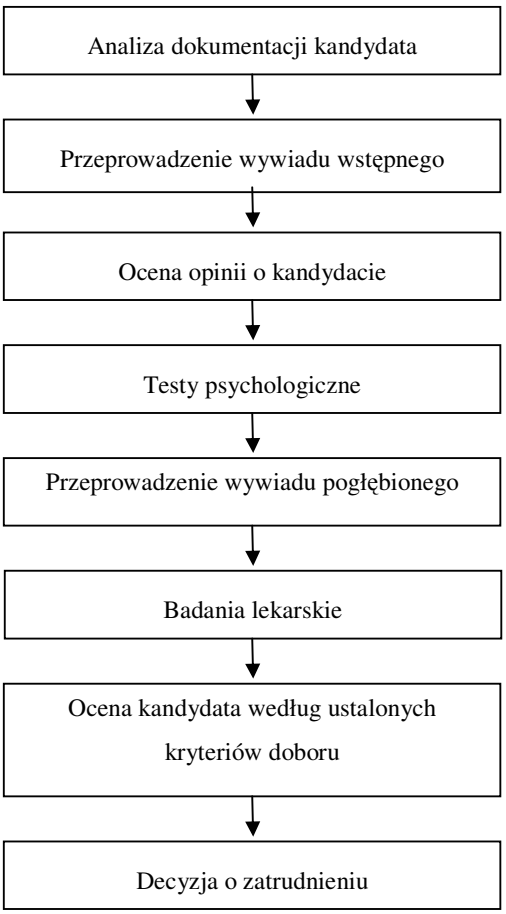
[28] Zob. T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 87.

Tabela 4.

Formy rekrutacji nowych pracowników

Metody rekrutacji	Zalety	Wady
Ogłoszenie prasowe	- Czyta je wiele osób.	- Mogą opisywać pracę w zbyt atrakcyjny sposób. - Możliwość zgłoszenia zbyt dużej liczy kandydatów.
Przekaz ustny	- Tania.	- Nie gwarantuje żadnych rezultatów. - Może zwabiać kandydatów bez kwalifikacji.
Agencja zatrudnienia	- Sprawdzają kandydatów. - Przysyłają najodpowiedniejszych.	- Możliwość sprzedaży „osoby niepotrzebnej". - Metoda droga.
Kooptacja	- Pracownicy już zatrudnieni mogą polecić odpowiedniego pracownika.	- Możliwość polecenia osób bez wystarczających kwalifikacji.
Rodzina i krewni	- Tania, ponieważ spokrewnieni mogą być zainteresowani pracą.	- Mogą być niewykwalifikowani. - Mogą wywoływać konflikt w rodzinie.
Szkoła	- Niedroga. - Kandydaci przeszkoleni mogą mieć zapał do pracy.	- Kandydatom zwykle brakuje doświadczenia.
Konkurencja	- Kandydaci są przeszkoleni.	- Może doprowadzić do napięć z konkurencją.

Źródło**:** Zob. J. Handrycz, M. Wrana, *Polityka personalna w zakładzie pracy*, AE, Katowice 1994, s. 22.



Ryc. 3. Procedura selekcji kandydatów na pracowników organizacji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 88-91

Procedura pozyskania nowego pracownika obejmuje również jego wprowadzenie na stanowisko pracy. Wiąże się to z adaptacją pracownika do nowego środowiska społeczno-zawodowego w danym przedsiębiorstwie. Proces ten obejmuje dostosowanie do[29]:

- wewnętrznych przepisów,
- warunków pracy,
- podstawowych zadań i obowiązków,
- zależności służbowych,
- kultury organizacyjnej istniejącej w przedsiębiorstwie.

Dopiero po tzw. okresie próbnym pozytywna ocena nowozatrudnionego pracownika stanowi podstawę do jego zatrudnienia na dłuższy okres. Trafność tej decyzji będzie można ocenić dopiero z pewnej perspektywy.

Motywowanie pracowników

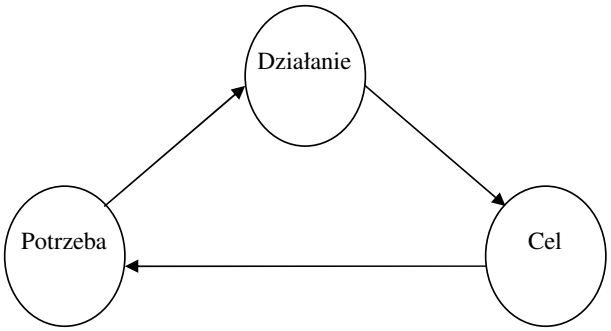
„Motywowanie ludzi to ukierunkowanie ich na określone działanie, jakie chcesz, by podjęli w celu wywiązania się z nałożonych zadań. Motywowanie można określić jako zachowanie nastawione na osiągnięcie określonego celu. Ludzie są zmotywowani, kiedy oczekują, że sposób postępowania najprawdopodobniej do-

[29] T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 91.

prowadzi do osiągnięcia celu i uzyskania wartościowej nagrody, jaką może być na przykład zaspokojenie potrzeb."[30]

Osoby o silnej motywacji dobrze formułują cel i odejmują działania, które zgodnie z ich oczekiwaniami, pozwolą im ten cel osiągnąć. Ludzie mogą sami dostarczać sobie motywacji i dopóki ona działa, zmierzają we właściwym kierunku, aby osiągnąć to, czego pragną, jest to więc najskuteczniejsza forma motywacji. Większość ludzi potrzebuje jednak motywacji z zewnątrz.

Motywacja powstaje, gdy człowiek świadomie lub nieświadomie odczuwa niezaspokojoną potrzebę. To ona wytycza cel i podjęcie określonych działań, w wyniku których ten cel osiągniemy.



Ryc. 4. Model motywacji
Źródło: M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2007.

Niezaspokojone potrzeby motywują ludzi. Liczne klasyfikacje potrzeb można zreasumować następująco: [31]

- biologiczne – potrzeba przetrwania i zaspokojenia wymagań fizjologicznych,
- społeczne – przyjazne stosunki z innymi ludźmi,
- osiągnięć – poczucie, że to co robimy ma sens,
- uznania – chcemy, aby inni docenili to, co osiągnęliśmy,
- rozwoju – chcemy rozwijać możliwości, stając się tym, kim w naszym przekonaniu możemy zostać,
- potrzeba władzy – chcemy kontrolować innych ludzi i wpływać na nich.

„Motywacja, a w jej następstwie działanie są silniejsze, gdy człowiek ma konkretny cel lub zadanie, kiedy cel jest trudny do osiągnięcia, ale akceptowany, kiedy człowiek uzyskuje informacje zwrotne na temat jego realizacji. Udział pracowników w ustalaniu celów ma znaczenie, gdyż ułatwia ich akceptację."[32]

Umiejętność motywowania podwładnych jest jednym z elementów decydujących o skuteczności pracy menedżera. Ważne jest poznanie czynników, które motywują pracowników do większej efektywności pracy, większego angażowania się w sprawy organizacji czy powodują satysfakcję z wykonywanej pracy.

Czynniki motywacyjne to instrumenty zarządzania mające zapewnić wysoki poziom motywacji zatrudnionego personelu. Są one jednym z elementów składających się na system motywowania pracowników. Obejmują one:[33]

- lokalizację firmy,
- sytuację ekonomiczną,
- wizerunek firmy na rynku,
- strukturę organizacyjną,
- treść i warunki pracy,
- poziom techniczny,
- stosunki społeczne,
- środki przymusu (nakazy, zakazy, polecenia),
- środki zachęty,
- środki perswazji (informowanie, doradzanie, krytyka).

Ponieważ czynników motywacyjnych jest wiele warto poddać je klasyfikacji: [34]

- podział z punktu widzenia zakresu oddziaływania:
  - o wewnętrzne (uznanie, prestiż, rozwój, samodzielność, poczucie dokonania) - mające długotrwały i głęboki wpływ na postępowanie pracowników,
  - o zewnętrzne (płaca, awans, pozycja w hierarchii służbowej, poczucie bezpieczeństwa) - wywierające natychmiastowy wpływ na zachowanie pracownika,

[30] M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2007, s. 33.
[31] Zob. M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, …, dz. cyt., s. 34-35.
[32] M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, …, dz. cyt., s. 35.
[33] Zob. L. Kozioł, *Motywacja w pracy determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN Warszawa-Kraków 2002, s. 64-68.
[34] Zob. A. Sajkiewicz (pod red.), *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja, kierowanie, ekonomika*, POLTEXT, Warszawa 2004, s. 215-217.

skutki tego oddziaływania nie zawsze są długotrwałe;
- podział z punktu widzenia formy:
  - płacowe (płace, nagrody, premie) – na ogół wywierające największy wpływ na zachowanie pracownika, motywujące do efektywnego wykonywania pracy,
  - pozapłacowe (pochwały ustne, dobre warunki pracy, kursy, szkolenia, posiadanie telefonu/samochodu służbowego, wyjazdy rekreacyjne) – oddziałujące w mniejszym stopniu na zachowanie pracownika;
- podział z punktu widzenia kierunku oddziaływania:
  - pozytywne (nagrody) – wzmacniające zachowania pożądane,
  - negatywne (kary) – motywujące do unikania zachowań uważanych za niepożądane;
- podział z punktu widzenia sposobu oddziaływania:
  - indywidualne,
  - zespołowe;
- podział z punktu widzenia zaspokajanych potrzeb:
  - czynniki zaspokajające bodźce podstawowe (potrzeby życiowe organizmu),
  - czynniki zaspokajające bodźce wyższego rzędu (potrzeby typu społecznego, estetycznego, moralnego).

Proces motywowania wiąże się z postrzeganiem uzyskanego wyniku (płacy, uznania, awansu, nagród) na zasadzie sprawiedliwości (równości) w porównaniu z innymi teoriami sprawiedliwości.[35] Ocenie podlegają wyniki i wkład pracy danego pracownika w porównaniu z wynikami i wysiłkiem ponoszonym przez innych pracowników. Motywowanie jest wtedy skuteczne, gdy wyniki (nagrody) są odbierane jako sprawiedliwe.

Kształtowanie skutecznej motywacji pracowniczej powinno opierać się na:[36]
- określeniu wyników (tj. nagród), których oczekują pracownicy,
- ustaleniu jakiego rodzaju osiągnięcia przyczyniają się do realizacji celów organizacji,
- stworzeniu warunków dla uzyskania pożądanego poziomu osiągnięć,
- określeniu związku pomiędzy pożądanym poziomem osiągnięć, a oczekiwanym poziomem wyników (nagród),
- likwidowaniu ewentualnych sprzeczności oczekiwać z rzeczywistością,
- ocenie sprawiedliwości systemu motywowania.

Skuteczna motywacja zwiększa aktywność pracowników, mobilizuje ich energię dla realizacji określonych celów i zadań przedsiębiorstwa.

Zakończenie

W dzisiejszych czasach, w silnie konkurencyjnym środowisku, w jakim przychodzi funkcjonować wielu firmom, umiejętnie pokierowani i zmotywowani pracownicy umożliwiają uzyskanie przewagi konkurencyjnej nad innymi istniejącymi na rynku firmami. Skuteczny i efektywny personel jest w stanie zapewnić wysoką jakość usług, a więc zadowolenie klientów. Ludzie bowiem, ich wiedza, kwalifikacje, twórczość, wytrwałość w pokonywaniu trudności, to najważniejszy strategiczny czynnik sukcesu przedsiębiorstwa.

Od wielu lat obserwować można zmiany w polityce kadrowej firm – zmiany prowadzące do skuteczniejszej organizacji pracy, do stosowania nowoczesnych systemów motywowania i systemów jakości oraz tworzenia warunków do rozwoju firmy poprzez rozwój własny jej pracowników. W użyciu pojawiły się terminy „zasoby ludzkie" czy też „kapitał ludzki", które mają oddawać strategiczne znaczenie ludzi dla sukcesu organizacji. Kapitałem są więc ludzie związani z firmą, umiejący ze sobą współpracować, tworzący coraz lepsze produkty czy usługi. Tak jak wszystkie zasoby, tak i zasoby ludzkie wymagają specjalnych, profesjonalnych działań. Ważne jest, by potencjał pracowników pożytkowany był optymalnie dla zapewnienia wzrostu i efektywności firmy.

Istnieje ścisła relacja między strategią firmy czy misją, jaką firma realizuje, a strategią realizowaną w polityce kadrowej. Dotąd najpopularniejszym modelem w wielu przedsiębiorstwach było planowanie działań kadrowych w zupełnym oderwaniu od strategii firmy. Oznaczało to, że polityka kadrowa stawała się reak-

[35] Zob. R.W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996, s. 474.
[36] Tamże, s. 473.

cją na sytuacje kryzysowe, takie jak: nagłe odejścia pracowników, pilne potrzeby szkoleniowe ze względu na konieczność wdrożenia nowych procedur działania czy też wahania na krajowym bądź lokalnym rynku pracy. Jednak coraz więcej firm i instytucji rezygnuje z podejścia ad hoc na rzecz profesjonalnej, planowej i uznawanej za strategiczną dziedzinę polityki kadrowej, nazywanej chętnie zarządzaniem zasobami ludzkimi.

Literatura

1. Armstrong M., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategia i działanie*, Wyd. Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1996.
2. Armstrong M., *Zarządzanie ludźmi*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2007.
3. Francik A., Pocztowski A., *Wybrane problemy zatrudnienia i rynku pracy*, AE, Kraków 1993.
4. Golnau W., (pod red.), *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa 2004.
5. Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996.
6. Handrycz J, Wrana M., *Polityka personalna w zakładzie pracy*, AE, Katowice 1994.
7. Kostera M., *Zarządzanie personelem*, PWE, Warszawa 1994.
8. Kozioł L., Piechnik-Kurdziel A., Kopeć J., *Zarządzanie zasobami ludzkimi w firmie – Teoria i praktyka*, Biblioteczka Pracownicza, Warszawa 2000.
9. Kozioł L., *Motywacja w pracy determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN Warszawa-Kraków 2002.
10. Listwan T., (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, AE, Wrocław 1999.
11. Listwan T., *Kształtowanie kadry menadżerskiej firmy*, Mimex, Wrocław 1993.
12. Olędzki M., *Zatrudnienie społecznie racjonalne. Propozycja współdziałania*, Inst. Wyd. Zw. Zawod., Warszawa 1985.
13. Pocztowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003.
14. Pocztowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, wyd. Antykwa, Kraków 1998.
15. Sajkiewicz A., (pod red.), *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja, kierowanie, ekonomika*, POLTEXT, Warszawa 2004.
16. Steinmann H., Schreyogg G., *Zarządzanie. Podstawy kierowania przedsiębiorstwem. Koncepcje, funkcje, przykłady*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1992, część V.
17. Strużycki M., (pod red.), *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Wydanie II, DIFIN, Warszawa 2004.
18. Szałkowski A., *Rozwój personelu*, AE, Kraków 2002.

Recenzenci:
dr hab. inż. Jarosław Wołejszo, prof. AON,
dr inż. Anna Parzonko

dr hab. inż. **Jarosław WOŁEJSZO**, prof. nadzw.
Akademia Obrony Narodowej

ORGANIZACJA PRACY WŁASNEJ KIEROWNIKA

Organization of a manager's activities

Streszczenie
Kluczową sprawą w organizowaniu pracy własnej przez kierownika jest właściwe gospodarowanie czasem, aby go skutecznie rozplanować, zagospodarować i wykorzystać, należy dokładnie poznać swoje możliwości oraz cele, jakie chce się osiągnąć. Kierownik, planując pracę własną, powinien brać pod uwagę czynniki określające wydajną, racjonalną pracę umysłową oraz zasady gospodarowania funduszem czasu osobistego. Należy pamiętać, że efektywne wykorzystanie funduszu czasu osobistego zależy głównie od stylu i przyjętych metod pracy własnej. Planując swoje działanie, kierownik powinien więc uwzględnić podstawowe zasady oszczędnego gospodarowania czasem.

Summary
While organizing own activities of a manager, appropriate time management is the key issue. Next step is to point out that one should thoroughly get to know one's capabilities and objectives to be achieved in order to effectively plan, manage and exploit time. Conducted researches show that high percentage of a manager's activities and time of their duration may be quite precisely planned. A lot depends on boss though. Most of them endeavour to comply with a principle of planned relations with subordinates and superiors. They carefully prepare decision (information) collected on the basis of own thoughts and ad hoc information.

Słowa kluczowe: zasady oszczędnego gospodarowania czasem, plan pracy kierownika, zarządzanie czasem kierownika.

Key words: principles of economical managing the time, the work schedule of the manager, managing the time of the manager.

Ze wszech miar zasadne jest zaprezentowanie pewnych zasad organizacji pracy własnej kierownika – zasad, które mają uwzględniać uwarunkowania i eliminować najczęściej popełniane błędy. Bazując jednak na wielu opracowaniach teoretycznych, wynikach przeprowadzanych badań, własnych obserwacjach i rozmowach próbowano przedstawić bardzo skondensowany zbiór pewnych reguł postępowania. Należy mieć nadzieję, iż przy stosunkowo dużym stopniu uogólnienia będzie mógł on być wykorzystany nie tylko przez kierowników, ale również przez inne osoby funkcyjne w różnego rodzaju organizacjach.

Badania prowadzone wykazują, że duży procent czynności kierownika oraz czas ich trwania może być stosunkowo dokładnie zaplanowany. Wiele zależy jednak od szefa. Większość z nich stara się utrzymać zasadę planowanych kontaktów z podwładnymi i przełożonymi, przygotowując starannie materiał decyzyjny (informacyjny) zebrany na podstawie własnych przemyśleń i informacji doraźnych.

Uregulowany tryb działania kierownika wiąże się ze stosowaniem przez niego osobistego planu pracy. Dokonując pewnych uogólnień można stwierdzić, iż **osobisty plan pracy** zapewnia następujące **korzyści**:

- umożliwia utrzymanie właściwej z góry założonej proporcji w zaabsorbowaniu poszczególnymi funkcjami, zwłaszcza merytoryczną i organizatorską oraz zagadnieniami wchodzącymi w zakres niezbędnych czynności;

- ułatwia wygospodarowanie czasu na pracę koncepcyjną, umożliwiając zarezerwowanie minimum niezbędnego czasu;
- praca według ustalonego i znanego współpracownikom rozkładu zajęć ułatwia i porządkuje pracę podwładnych, wpływając tym samym na wprowadzenie ładu organizacyjnego w całej instytucji (zespole);
- planowany bilans czasu pracy kierownika pozwala na zastosowanie higieny pracy umysłowej, zapobiegając w ten sposób zjawisku przemęczenia i powstawaniu chorób zawodowych.

Zawsze jednak kierownik, planując pracę własną, powinien brać pod uwagę czynniki określające wydajną, racjonalną pracę umysłową oraz zasady gospodarowania funduszem czasu osobistego. Należy pamiętać także o tym, że efektywne wykorzystanie funduszu czasu osobistego zależy głównie od stylu i przyjętych metod pracy własnej. Planując swoje działanie, kierownik powinien więc uwzględnić podstawowe **zasady oszczędnego gospodarowania czasem**. Można ja przedstawić w postaci 13 dyrektyw postępowania[1]:

Bez jasno wytyczonego celu (celów) nie przystępuj do pracy. Dla każdego kierownika celem jest „przyszły stan rzeczy lub procesu", tzn. taki, dla którego osiągnięcia działanie podejmujemy, ku któremu w jego toku zmierzamy i który postrzegamy jako jego skutek. Nie jest zatem celem samo działanie, na przykład kontrolowanie podwładnych, przeprowadzenie narady, zorganizowanie szkolenia, a jego rezultat, którym może być: wyeliminowanie nieuzasadnionych mankamentów w szkoleniu lub funkcjonowaniu jakiegoś elementu strukturalnego jednostki, uzgodnienie stanowisk w określonej sprawie, opanowanie wiedzy lub umiejętności w pewnym zakresie. Praktyka dowodzi, iż te z pozoru tylko oczywiste stwierdzenia stają się niekiedy bardzo trudne do przełożenia na język konkretnych ustaleń. W skomplikowanej codzienności może się okazać trudne wytyczenie tylko jednego celu. Wielość celów rodzić może obawy o ich konkurencyjność i w konsekwencji o pojawienie się sytuacji, w której cel główny zbyt często znika z pola widzenia. By do tego nie dopuszczać, wytyczony cel (cele) najlepiej zapisać w notatniku, w kalendarzu lub po prostu na kartce i umieścić ją na biurku. R. Towsend radzi, by vis-a-vis biurka widniał napis następującej treści: „*Czy to co robię lub mam zamiar robić, zbliża do osiągnięcia naszych celów*". Stwierdzenie to nie wymaga żadnego komentarza.

Koncentruj się na priorytetach. Jasne jest jednak, by mogło to nastąpić, trzeba je sobie dobrze uzmysłowić. Pomocne w tym względzie okazać się może zastosowanie w praktycznym działaniu, dość popularnej, metody ABC. Pozwala ona tak planować czas pracy w skali dnia, tygodnia, miesiąca, a nawet roku, by oznaczać w każdym przypadku ważność załatwionych spraw i przeznaczać na sprawy uznane za ważne (priorytety) przeważającą część wydatkowanego czasu.

Metoda ta zakłada podział wykonywanych czynności na: A – bardzo ważne, B – średnio ważne i C – mało ważne. W założeniach tej metody zawarte jest zalecenie, by na czynności z grupy A przeznaczać 65% planowanego czasu, na czynności z grupy B – 20%, a na czynności z grupy C tylko 15%[2].

Jest oczywiste, iż zwłaszcza w dłuższej perspektywie czasowej, trudno osiągnąć taką precyzję w podziale czynności. Dlatego niejednokrotnie spotykamy się z sugestiami, aby zalecenia tej metody nieco uogólnić i podczas opracowywania planu pracy akcentować przede wszystkim czynności najistotniejsze. Uszczegółowianie i stopniowe zbliżanie się do proponowanych wskaźników następuje w miarę konkretyzacji czynności, które przyjdzie wykonywać kierownikowi.

Pracuj zgodnie z planem. Oponenci tej dyrektywy twierdzą, że planowanie pracy własnej nie ma większego sensu, gdyż sporządzane plany nie wytrzymują zderzenia z rzeczywistością. Jednak jak wynika z praktyki zderzenia tego nie wytrzymują plany sztywne, a raczej sztywno patrzący na rzeczywistość ich twórcy. Plan pozwala bowiem na równomierne w cią-

[1] D. Elsner, *Gospodarowanie czasem własnym kierownika jako problem dydaktyczny,* Centrum Doskonalenia Nauczycieli Oddział w Katowicach, 1989, s. 34-38; Por. G. Sabetzki, *Termin-Sache. Zehn Regeln für esfolgreiches Zeitmanagement. Der Organisator,* XI 1986.

[2] Por. D. M. Stewart, *Praktyka kierowania,* Warszawa 1994, s. 43.

gu dnia rozłożenie pracy i na zachowanie dostosowanego do indywidualnych potrzeb jej rytmu. Pozwala również na racjonalne zagospodarowanie poszczególnych godzin. Na „zderzenie z rzeczywistością" w planie należy pozostawić rezerwę czasu. Bez tych pozornych luzów trudno bowiem myśleć o wykonywaniu czynności, które niesie życie. J. Rogers proponuje, aby w tygodniowym planie zapisywać czynności, które kierownik musi, powinien i mógłby[3]. Sporządzenie planu to jeszcze nie wszystko. By mógł być zrealizowany nieodzowne staje się określenie, co będzie do tego potrzebne, na przykład: kontakty z jakimi osobami, zgromadzenie jakich informacji, rozstrzygnięcie jakich problemów, itp. Nieodzowna jest także determinacja dla konsekwentnego wykonania zaplanowanych działań i choćby kilka minut dziennie na podsumowanie dokonań. Sumaryczny czas ujmowany w planie pracy nie powinien więc przekraczać połowy czasu pracy. Przestrzeganie tego normatywu umożliwia należytą, terminową realizację zaplanowanych przedsięwzięć, poprawne wykonywanie zadań bieżących oraz zadań, których nie można było przewidzieć podczas sporządzania planu. Stosowanie tej reguły umożliwi zharmonizowanie naszych działań z działaniami innych osób i w ten sposób pozyskiwać również oszczędności czasu swojego i podwładnych. Praktyczny wyraz tej dyrektywy odnajdujemy także w dość mocno akcentowanej potrzebie, aby mieć zawsze zaplanowany rozkład zajęć na dzień następny, a zwłaszcza na te czynności, od których rozpocznie się pracę. Wielce zasadne jest też ustalenie zadań, które chce się zakończyć w danym dniu.

Scalaj czas pracy i nie pozwalaj, by ci przeszkadzano. Ta dyrektywa oparta jest na przesłance, iż wspólną cechą sprawnie działających kierowników jest ich szczególna troska o czas. Tylko z pozoru cecha ta wydaje się bardzo prozaiczna i mało atrakcyjna. Wiele osób sądzi, iż pracę nad udoskonaleniem swej działalności powinni rozpoczynać od rozważań natury koncepcyjnej. Jednak – jak podkreśla Drucker – pracy tej nie można wykonać należycie, jeśli nie dysponuje się większą niż dotąd ilością niezakłóconego czasu na myślenie. Poważnej pracy koncepcyjnej nie można bowiem wykonywać w krótkich przerwach między załatwianiem pilnych spraw bieżących. Należy pracować w zamkniętych blokach czasowych. Każda bowiem praca wymaga czasu, a ważna praca koncepcyjna – spokoju na jej przemyślenie. Ciągłe odrywanie się od pracy uniemożliwia koncentrację – nie wpływa także na jej efektywność, a trafność decyzji jest niejednokrotnie wielce refleksyjna. Niejeden z kierowników (pracowników) przekonał się zapewne o tym, iż niewiele można zrobić, a tym bardziej zająć się problemem, gdy co kilkanaście minut dzwoni telefon, wchodzi podwładny czy interesant. Tego rodzaju praktyki są nie do przyjęcia. Jest bowiem zrozumiałe, że dla pracy koncepcyjnej potrzebne są 2- 3-godzinne bloki czasu bez żadnych przerw i czynności dodatkowych.

W literaturze dotyczącej poruszanej kwestii często podawany jest przykład prezydenta F.D. Roosevelta, który w 1939 roku powołał specjalne biuro dla ochrony swojego czasu. Asystenci zatrudnieni w tym biurze mieli za zadanie poddawać selekcji informacje kierowane do prezydenta i decydować: którymi z nich zaprzątać jego uwagę, kto ma to czynić, w jaki sposób i kiedy? Sądzę, iż cel wynikający z przybliżonego przykładu można również osiągnąć w niejednym przedsiębiorstwie. Realne jest to głównie dzięki sprawnie działającemu sekretariatowi, czy nawet asystentowi kierownika.

Na zadanie trudne wykorzystaj „lepszy" czas. Idea tej dyrektywy oparta jest na wydolności umysłowej człowieka w ciągu dnia. Dla pracy umysłowej są w ciągu dnia „lepsze" i „gorsze" pory. Stąd przez 8-10 godzin przeznaczonych dziennie na wykonywanie czynności zawodowych nie pracuje się z jednakową wydajnością. Oczywiście możliwe są indywidualne odchylenia, o czym sygnalizowano już wcześniej. Jednak, przekładając psychofizyczne uwarunkowania na praktykę działania oznacza, że godziny między 9 a 12 powinny być blokiem czasu, który poświęcany jest na pracę koncepcyjną, na rozwiązywanie problemów, czy też na wszelkiego rodzaju zadania o wysokim stopniu trudności, pozostałe odkładając na okresy, w których umysłu nie stać już na intensywny wysiłek. Istotne jest także właściwe interpretowanie swojego wewnętrznego rytmu pracy. Jeżeli czas wykonywania zadania jest z nim zgodny, to zapewne zostanie ono wykonane w cza-

[3] Tamże, s. 40.

sie znacznie krótszym. Należy więc dostosować plan zajęć do indywidualnego rytmu pracy. Najtrudniejsze sprawy załatwiać w czasie największych możliwości. Z obserwacji wiadomo także, iż niektórzy kierownicy wykorzystują wskazania osobistych biorytmów.

Bądź przygotowany na pojawienie się czasu jałowego. Bliskość dyrektyw 5 i 6 jest oczywista. W ciągu dnia zdarzają się bowiem okresy „nawału pracy" i tzw. „czas jałowy". Dlatego należy tak planować pracę, aby dokonując podziału i swoistej selekcji zadań część z nich przesunąć w czasie. W ciągu dnia czas jałowy trzeba również zagospodarować. Cechą charakterystyczną tego czasu jest to, że pojawia się on w różnych porach dnia i w nieoczekiwanych momentach. I właśnie na tę ewentualność trzeba być zawsze przygotowanym. A zatem bez względu na zakres spraw, które w danym dniu zaplanowaliśmy do realizacji, trzeba mieć dodatkowo jakąś pracę, którą bez trudu można wykonywać, nawet w niesprzyjających warunkach. Może to być czytanie literatury fachowej, sporządzanie uwag do otrzymanych materiałów, obmyślanie koncepcji czy też planu działania, uczenie się języka obcego, a także aktywny relaks, niekoniecznie wiążący się z wyjściem na obiekty sportowe.

Co to oznacza? To nie tylko duża efektywność pracy. Dzięki zagospodarowaniu czasu jałowego możemy ograniczyć czas przeznaczony w domu na czynności zawodowe, tzw. prace domowe.

Wyznacz czytelnie uprawnienia podwładnym i respektuj je. Przy wdrażaniu tej dyrektywy w życie pojawiają się zwykle trudności. Niejednokrotnie bowiem albo zapomina się o uprawnieniach lub są one za małe w stosunku do zadań. Tymczasem pozbawianie lub ograniczanie uprawnień nie tylko nie sprzyja wizerunkowi kierownika, ale powoduje straty jego czasu. Dlatego każdy z kierowników powinien dokładnie określić swoim podwładnym, w jakich sprawach mogą:

- samodzielnie podejmować decyzje;
- reprezentować instytucję na zewnątrz, podpisywać pisma;
- rozstrzygać sprawy sporne, budzące wątpliwości, niejasne;
- akceptować plany, harmonogramy, koncepcje;
- wydawać polecenia i którym pracownikom.

Bardzo ważne jest również, o czym szerzej później, aby z chwilą delegowania władzy bardzo ostrożnie podejść do kwestii kontroli. Jej praktyczny wymiar nie może wytworzyć przekonania o niedowierzaniu kierownika. Podwładny ma odbierać możliwość decydowania i działania jako wyraz zaufania do jego wiedzy i umiejętności.

Nie przyzwyczajaj innych, że możesz wszystko. W tym przypadku chodzi o zdobycie się na odwagę powiedzenia „nie" w momencie stwierdzenia, że zadanie nie ma sensu ekonomicznego, społecznego, itp. Z reguły nieracjonalne zadania łączą się bowiem z powielaniem nonsensów organizacyjnych, mnożeniem barier biurokratycznych, marnotrawstwem ludzkiej energii, czasu społecznego i papieru. Najgorsze to przyzwyczajenia innych do własnej roli „chłopca na posyłki"; osoby, która we wszystko „da się ubrać" i wszystko potrafi jakoś „zorganizować". Wytworzenie u przełożonego przekonania, iż ja nigdy nie odmawiam skutkuje zapewne wieloma dodatkowymi zadaniami, z czego niejednokrotnie będą zadowoleni inni. Przestrzeganie tej dyrektywy w codziennej działalności jest jednak realne. Ponadto powiedzenie „nie" może pobudzać do refleksji przełożonego lub partnera i zapewne w przyszłości korzystnie wpłynie na jego postępowanie.

Niezbędne informacje miej pod ręką. Wielu z nas niejednokrotnie przekonało się o tym, iż szukanie różnego rodzaju informacji w chwili, gdy właśnie są potrzebne zabiera zwykle dużo czasu. Dlatego też trzeba mieć je wcześniej zgromadzone i poklasyfikowane, na przykład według następujących kryteriów: dane o kierowanym przedsiębiorstwie (pionie organizacyjnym, komórce), dane o głównych przedsięwzięciach, plany różnych przedsięwzięć, wyniki finansowe, informacje o podstawowych przepisach prawnych, numery telefonów i adresy osób, z którymi kontakty są najczęstsze.

Praktycy podpowiadają, aby przy kompletowaniu informacji wziąć pod uwagę odpowiedzi na następujące pytania:

- jakie z nich są mi najczęściej potrzebne?
- jakie bywam najczęściej indagowany?
- jakich zwykle zapominam?

- jakie powinienem znać z racji zajmowanego stanowiska?
- jakich nie jestem w stanie zapamiętać?

Informacje te powinny być tak skompletowane, by bez trudu można było nanosić zmiany i uzupełniać je, by tworzyły określoną całość i były czytelne (przejrzyste). W zależności od przyzwyczajenia danego kierownika może to być notatnik, teczka do akt, skoroszyt, mały segregator czy komputer lub dyskietka.

Nagradzaj innych za to, że cenią twój czas. Dyrektywa ta opiera się na założeniu, że czas jest jedynym nieodtwarzalnym składnikiem działania i dlatego powinien być nagradzany przy różnych okazjach. Trzeba zatem cenić punktualnych i ich sprawy rozpatrywać jako pierwsze. Dla zwięźle informujących o stanie spraw trzeba mieć zawsze czas, nawet wtedy, gdy jest się bardzo zajętym. Zasada ta sugeruje, aby pisma krótko zredagowane załatwiać „od ręki". Jeśli zaś jest okazja, to nie zawadzi wyrazić podziękowania tym, którzy nie zabierają czasu bez potrzeby. Dobrze jest ponadto pozwalać odczuć innym, iż cenimy tych, którzy cenią cudzy czas, np.:

- stawiając ich innym za wzór pod tym względem,
- udzielając im głosu podczas narad,
- uznając za jedno z kryteriów do różnego rodzaju nagród i wyróżnień,
- upowszechniając ich mało czasochłonne rozwiązania,
- przychylniej ustosunkowując się do ich okolicznościowych zwolnień z pracy, itp.

Trzeba więc stopniowo ograniczać aktywność tzw. „wytapiaczy czasu" i „dyżurnych pytaczy". Dobrze jest tego rodzaju osoby oduczyć polemiki na każdy temat i zadawania pytań, na przykład poprzez wyznaczenie ich do prowadzenia zajęć czy też poproszenie o wyrażenie swego zdania na daną kwestię, najlepiej o którą pytają. Nie są to czasami zbyt eleganckie formy postępowania, ale za to bardzo skuteczne.

Unikaj złodziei czasu. To konsekwencja poprzedniej dyrektywy. Traktuje ona o tym, aby – jeśli to możliwe – z usług osób i instytucji źle zorganizowanych nie korzystać, nie uczęszczać na nieprzygotowane starannie narady, zebrania. Sposobów unikania „złodziei" czasu może być wiele i są one różne. W przypadku, gdy jest to przełożony można, np.:

- delikatnie i z taktem uświadamiać mu marnotrawstwo czasu;
- zamiast kwiatów, na przykład z okazji imienin, wręczyć książkę z zakresu organizacji i zarządzania;
- w różny sposób dawać odczuć, iż my też mamy sprawy ważne i że nie zawsze mamy dla niego czas;
- wykazując samodzielność w działaniu, tym samym delikatnie torpedować wtrącanie się w każdą niemalże sprawę.

W stosunku do podwładnych jest znacznie łatwiej. W tym przypadku można np.:

- odbierać im głos podczas publicznych wystąpień, gdy przekroczą ustalony limit czasu;
- gadułom zlecać formułowanie myśli na piśmie;
- żądając szczegółowych (minutowych) planów organizacji różnego rodzaju narad i spotkań, czy też uświadamiając im wartość cudzego czasu, co może mieć miejsce podczas szkolenia na ten temat.

I tu również potrzebny jest takt. Działania ostre, bardzo zdecydowane nie zawsze przynoszą oczekiwany skutek. Lepiej stopniowo odzwyczajać ludzi od tego do czego przywykli, niż dokonywać radykalnych rozstrzygnięć.

Usprawniaj gospodarowanie własnym czasem. Skoro mamy zastrzeżenia do przełożonych i podwładnych, to zasadne jest krytyczne spojrzenie na to co czynimy sami. Dlatego usprawnianie gospodarowania własnym dniem należy zacząć od analizy struktury spożytkowanego czasu. A zatem, na przykład przez tydzień: można dokładnie notować, ile czasu i na jakie czynności przeznaczamy. Następnie zapiski te poddać analizie, stawiając sobie samemu następujące pytania:

1. Czy czynności, które wykonuję wynikają z charakteru zajmowanego stanowiska?
2. Czy nie wyręczam przypadkiem innych w ich obowiązkach służbowych?
3. Czy sam nie marnuję czasu innych osób?
4. Czy rzeczywiście wszystkie czynności muszę wykonywać osobiście?
5. Którą z moich dotychczasowych czynności mógłby wykonywać równie dobrze lub lepiej ktoś inny?
6. Czy z wykonywania pewnych czynności można by zrezygnować bez szkody dla jakości pracy?

7. Jakie czynności mógłbym skrócić?
8. Jakie czynności mógłbym połączyć?
9. Na jakie czynności brakuje mi najczęściej czasu?
10. Jakich czynności można bez szkody zaniechać? Co by się stało, gdyby tego w ogóle nie robić?

Po tych zabiegach zasadne jest dokonanie analizy zminimalizowania strat czasu i możliwości wykonywania podobnych zadań w krótszym terminie. Jeśli się to uda, to znaczy, iż opłacało się przeprowadzić badania. Wtedy też do podobnego rodzaju czynności można namawiać innych.

Nie zapominaj o relaksie. Ta dyrektywa nie ma zbyt długiej tradycji, zwłaszcza w Polsce. Jako naród nie mamy bowiem nawyków racjonalnego wypoczynku. Jeśli dodać do tego jeszcze ilości spożywanej kawy, wypalanych papierosów oraz porcję stresów związanych z charakterem pracy, to nie ma co się dziwić, że naszą kadrę kierowniczą nękają choroby cywilizacyjne. Dobrze się zatem dzieje, że w literaturze fachowej coraz częściej podnoszony jest temat relaksu. Jest on bowiem potrzebny w ciągu dnia, tygodnia, roku. Jego forma zależy od indywidualnych upodobań i możliwości. W tym miejscu należy przypomnieć wykresy wydolności umysłowej w ciągu dnia i tygodnia. Z nich to wyraźnie wynika potrzeba relaksu. Różnego rodzaju „przerywniki" potrzebne są wszystkim. U osób starszych zapotrzebowanie na nie jest większe niż w odniesieniu do osób młodych.

Nie ulega wątpliwości, że realizacja niektórych spośród powyższych dyrektyw wymaga uzgodnionej działalności wielu związanych z sobą osób; jednostka niewiele zdziała, jeśli cała machina pracuje nadal zgodnie z kiepskimi tradycjami. Często niezbędna jest także długofalowa działalność, prowadząca do wzrostu samodzielności i kwalifikacji współpracowników, do wyplenienia złych i ugruntowania dobrych zwyczajów.

Literatura przedmiotu podaje wiele różnorodnych zaleceń mających stymulować sprawną, efektywną pracę kierowników. Najbardziej lakonicznie formułuje to Kierżencow, który mówi, że *praca kierownika to w dużej mierze praca pedagoga, który wytrwale przekazuje wykonawcom swe idee i uczy ich, jak należy je urzeczywistniać.* Formułuje następujące **zalecenia dla kierowników:**

- zlecaj pracę innym,
- każ innym pracować,
- nie zawracaj sobie głowy drobiazgami,
- pamiętaj o pięciu głównych elementach pracy kierownika, który:
  - tworzy ogólny plan pracy,
  - jednoczy ludzi w celu jej wykonania,
  - kieruje pracą,
  - koordynuje pracę poszczególnych pionów organizacyjnych i pojedynczych podwładnych,
  - kontroluje pracę,
  - obciążaj każdego podwładnego odpowiedzialnością za jego pracę,
  - rozliczaj z pracy,
  - zorganizuj sam siebie,
  - oszczędzaj czas,
  - pamiętaj o odpowiedzialności,
  - ucz się,
  - kontroluj sam siebie.

Kluczową sprawą w organizowaniu pracy własnej przez kierownika jest właściwe gospodarowanie czasem. Wskazując następnie, że aby go skutecznie rozplanować, zagospodarować i wykorzystać, należy dokładnie poznać swoje możliwości oraz cele, jakie chce się osiągnąć. Oto trzy podstawowe reguły wydajnego gospodarowania czasem:

1. Ustal terminy swych prac;
2. Wykonuj je w terminie;
3. Wykonuj więcej, niż planowałeś.

Są to ogólne zasady gospodarowania czasem. Potrzeba jednak czegoś więcej. „Sięgnij po kartkę papieru maszynowego i poprowadź linię dzielącą ją na dwie części. W prawym górnym rogu wypisz datę. Po lewej stronie linii wypisz prace, które trzeba wykonać (używaj dla ich oznaczenia skrótów tylko dla ciebie zrozumiałych), określać wysokość zysku, jaki przyniosą, i termin ich ukończenia: porównaj oba te czynniki tak, by ustalić właściwe priorytety. Tym sposobem sporządziłeś rozkład zajęć". Następnie zaś, „po prawej stronie karty poprzydzielaj poszczególne zadania do wykonania innym, w takim zakresie, w jakim jest to możliwe. Tym sposobem porozdzielałeś zlecenia". Teraz z kolei „porównaj ze sobą notatki z obu kolumn, uściślając terminarz wykonania poszczególnych zadań, jeśli wymaga tego rozsądek lub koniecz-

ność, i obciążając poszczególnych wykonawców odpowiednio do ich możliwości". Kartę tą należy zachować aż do czasu, kiedy się upewnisz, że już nie trzeba dokonywać na niej żadnych korekt ani uzupełnień[4].

W kwestii zarządzania samym sobą istnieją „**prawdy nie do zakwestionowania"**. Oto wybór najcelniejszych spośród z nich[5]:

- jeśli nie możesz zwyciężyć w walce uczciwej, walcz nieuczciwie. Albo znajdź kogoś, kto wygra taką walkę za ciebie;
- naucz swój język wypowiadania słów „Nie wiem";
- skoro już musisz kogoś uderzyć, zrób to tak mocno, żeby nie był w stanie oddać ci ciosu;
- niewiele obiecuj, wiele życzeń spełniaj;
- jedyną metodą dotrzymywania tajemnicy jest milczenie;
- mnóż negatywne cechy swych partnerów przez dwa. I przez dwa dziel ich zalety;
- nie ma czegoś takiego jak przypadkowa zbieżność wydarzeń; i przypadki lubią mieć swoje przyczyny;
- usta i portfel otwieraj z wielką ostrożnością;
- konwencjonalną wiedzę studiuj po to, by jej skutecznie unikać;
- przyjmuj od innych przestrogi, służące twojemu pożytkowi. Sam nikomu nie udzielaj żadnych przestróg;
- zawsze wyciągaj kasztany z ognia cudzymi rękami;
- jeśli cię zmuszono do zginania karku, kłaniaj się bardzo, bardzo nisko. I zachowaj to doświadczenie w pamięci, aby w swoim czasie wziąć za nie odwet;
- ustal swoje życiowe priorytety. Jeśli twym celem jest nakarmić własnym tyłkiem krokodyla, musisz się najpierw zanurzyć w bagnisku;
- pozwól swojemu adwersarzowi, żeby ci pomógł. (jedynym sposobem, w jaki może to uczynić, jest dopuszczenie do tego, by go zawiodły „wyższe" instynkty. Zgódź się na to;
- jeśli nie możesz pokonać przeciwnika, postaraj się, aby swoje zwycięstwo nad tobą opłacił ceną maksymalnie wygórowaną;
- zachowaj się poprawnie wobec wszystkich, milo wobec wielu, uroczo wobec niewielu, a przyjaźnie wobec garstki wybranych osób;
- najsmutniejszą bronią jest opuszczenie pola ostrzału.

Analiza treści powyższych zasad pozwala na stwierdzenie, iż przestrzeganie powyżej przedstawionych zasad wymaga od kierownika dużej dyscypliny, ale daje pozytywne efekty, pozwala panować nad efektywnym czasem pracy. Zorganizowany kierownik korzystnie oddziałuje także na podwładnych i funkcjonowanie zespołu.

Literatura

1. Davidson J.P., *Zarządzanie czasem. Praktyczny poradnik dla tych, którzy nie lubią tracić czasu*, K.E. Liber, Warszawa 2002;
2. Elsner D., *Gospodarowanie czasem własnym kierownika jako problem dydaktyczny,* Centrum Doskonalenia Nauczycieli Oddział w Katowicach, 1989;
3. Kuc B.R., *Od zarządzania do przywództwa*, wyd. PTM, Warszawa 2004;
4. Sabetzki G., *Termin-Sache. Zehn Regeln für esfolgreiches Zeitmanagement. Der Organisator,* XI 1986;
5. Stewart D.M., *Praktyka kierowania,* Warszawa 1994.
6. V., *Menedżer jak mafioso*, wyd. Studio EMKA Warszawa 1996.

[4] V., *Menedżer jak mafioso*, wyd. Studio EMKA Warszawa 1996, s. 48.

[5] Por. V., *Menedżer…,* wyd. cyt.,, s. 60-65; B.R. Kuc, *Od zarządzania do przywództwa*, wyd. Menedżerskie PTM Warszawa 2004, s. 257.

Recenzenci:
prof. dr hab. Leopold Ciborowski, AON
prof. dr hab. Zbigniew Ścibiorek, AON

mgr Joanna CYBULSKA
Zakład Szkoleń, Wydawnictw
i Współpracy Zewnętrznej
CNBOP

W ŚWIECIE KOMUNIKACJI
Cele i zadania Public Relations

In the world of communication
The goals and tasks of Public Relations

„Możemy sobie pozwolić na utratę pieniędzy – nawet dużych, lecz nie stać nas na utratę reputacji – ani krzty."
W. Bufet

Streszczenie:
Artykuł przekazuje informacje na temat potrzeby komunikacji z otoczeniem. Wprowadza czytelnika w dziedzinę Public Relations, jej główne cele i zadania. Wskazuje korzyści dla organizacji wynikające ze sprawnej pracy działu PR. Stanowi wprowadzenie do omówienia narzędzi PR, działań PR w sytuacjach dla organizacji kryzysowych, oceny pracy działu PR w osiąganiu założonych przez organizację celów.

Summary:
The article informs abort needs of communication with surroundings for every organization. Introduces the reader in domain of Public Relations, the main goals and tasks of PR. The author points advantages of good and efficient work of PR department. The article brings in to the discussion about tools of PR, functioning in crisis situations, PR assessment.

Słowa kluczowe: Public Relations, cele PR, zadania PR, komunikacja zewnętrzna, komunikacja wewnętrzna.

Key words: Public Relations, goals of PR, PR tasks, external communication, internal communication.

Wprowadzenie

Wiek XX to okres chyba największego postępu cywilizacyjnego w historii ludzkości od czasu wynalezienia pierwszych narzędzi. Człowiek stworzył i zaczął wykorzystywać wiele nowych technologii niemal we wszystkich dziedzinach życia. Również możliwości komunikowania się znacznie przyspieszyły i rozwinęły się niewyobrażalnie. Nie bez racji mówi się, że Ziemia stała się „globalną wioską". Również w sferze przekazywania i odbioru informacji.

Każda organizacja społeczna – mam tu na myśli zarówno organizacje rządowe, administrację samorządową, instytucje pożytku publicznego, służby publiczne, jak i organizacje biznesowe itd. – musi komunikować się z otoczeniem. Jest to wymóg konieczny, aby móc realizować swoje cele, jak również być na tyle rozpoznawalną przez otoczenie, by przekazywać na zewnątrz swoją misję i informować o działaniach. Wizerunek organizacji ma ogromne znaczenie dla powodzenia prowadzonych przez nią działań, niezależnie od ich charakteru. Utrata dobrej reputacji może prowadzić, i najczęściej prowadzi, do poważnych problemów firmy, również wówczas, kiedy sposób jej funkcjonowania nie daje podstaw do złych opinii. Niesprawiedliwy osąd, rozpowszechniona plotka, „fakt praso-

wy" może być równie dotkliwy, jak ujawnienie działania w złej wierze czy próba ukrycia prawdy niekorzystnej dla organizacji, a zatem chęć wprowadzenia w błąd opinii publicznej. Bardzo częstą przyczyną kłopotów wynikających z rozpowszechnienia opinii nieprawdziwej, trudnej do zdementowania jest nieporozumienie wynikające z braku profesjonalizmu, niestaranności etc. pracowników instytucji zajmujących się informowaniem opinii publicznej. Tak więc można w skrócie powiedzieć, iż poprzez rzetelną i fachową informację i komunikowanie się z otoczeniem organizacja tworzy własny wizerunek. To jest właśnie domena działania Public Relations.

Czym jest Public Relations (PR)?

Istnieje wiele definicji PR. Według Brytyjskiego Instytutu PR jest to „przemyślane, planowe i systematyczne dążenie do wytworzenia, a następnie podtrzymywania wzajemnego zrozumienia między daną organizacją a jej otoczeniem".Amerykańskie Stowarzyszenie PR definiuje Public Relations jako funkcję zarządzania i przypisuje jej następujące zadania:

- wnioskowanie (przewidywanie);
- analiza i interpretacja opinii publicznej;
- nastawienia i problemów, które mogą wywierać pozytywny lub negatywny wpływ na działalność i plany organizacji;
- doradzanie kierownictwu wszystkich szczebli (poziomów) organizacji w sprawach zasad działania i komunikowania przy uwzględnieniu wszystkich publicznych aspektów oraz społecznej i obywatelskiej odpowiedzialności własnej organizacji.

Wielość definicji PR może wprowadzać pewien pozorny zamęt. Sposoby ich formułowania przez różne organizacje i stowarzyszenia mogą się między sobą nieco różnić, jednakże wszystkie mają pewne cechy wspólne.

Wszystkie podkreślają, iż jest to planowe i przemyślane działanie w dłuższym okresie czasu. Public Relations daje organizacji sposoby i narzędzia do komunikowania się z otoczeniem, a co za tym idzie tworzy atmosferę społecznej akceptacji dla firmy i jej działań. Jest też sposobem na stworzenie i podtrzymanie dobrej reputacji firmy. Działania Public Relations pomagają zyskać zrozumienie dla prowadzonych działań i osiągnięcie celów o charakterze społecznym poprzez informowanie i wyjaśnianie. PR to niewątpliwie jedna z funkcji zarządzania i jako taka powinna być realizowana w ścisłej współpracy z zarządem. Znajomość i korzystanie z wiedzy PR daje firmie możliwość badania i analizowania reputacji firmy w jej otoczeniu. Public Relations to nie tylko przekazywanie strumienia informacji, to także ich interpretacja.

Na zakończenie uwag dotyczących wstępnych informacji na temat czym w ogóle jest ta dość młoda dziedzina wiedzy, chciałabym pokusić się o (być może kontrowersyjne) stwierdzenie: każda organizacja powinna na własny użytek sformułować czym dla niej jest PR, jakie cele chce osiągnąć zatrudniając specjalistę z tej dziedziny? Taka „własna" definicja będzie jednocześnie wytyczała kierunki pracy zatrudnionego specjalisty.

Zewnętrzne i wewnętrzne cele PR

Umiejscowienie PR w strukturze organizacji

O zewnętrznych zadaniach specjalisty PR wspomniane zostało powyżej. Jednym zdaniem można powiedzieć, iż będą one polegały na kształtowaniu i utrzymywaniu dobrego wizerunku firmy poprzez analizę i interpretację opinii publicznej, dbałość o informowanie otoczenia na temat misji organizacji i jej osiągnięciach, a także reagowanie w sytuacjach kryzysowych, które mogą negatywnie wpływać na jej dobre imię.

Jednakże realizacja zadań zewnętrznych nie powiedzie się jeśli wewnątrz organizacja nie będzie spójna, a jej pracownicy nie będą się identyfikowali z firmą. Dlatego też również wewnątrz organizacji możemy wyróżnić kilka celów strategicznych dla komórki PR. Będą to:

- pełna identyfikacja z firmą;
- wzmocnienie odpowiedzialności wszystkich pracowników za los firmy;
- wzrost efektywności działań całej załogi.

Wewnętrzne działania PR prowadzi się w tzw. otoczeniu wewnętrznym czyli wśród: obecnych pracowników, a więc także ich rodzin, związków zawodowych, Zarządu i kadry kierowniczej, byłych pracowników oraz potencjalnych pracowników (np. studenci).

Poprzez wykorzystywanie takich narzędzi jak informator dla pracowników, tablice ogłoszeń, biuletyny zakładowe, listy, roczne lub okresowe zestawienia, plakaty, broszury, pismo dla pracowników (tzw. biuletyn wewnętrzny), szkolenia, seminaria czy wreszcie imprezy integrujące załogę komórka lub specjalista PR stara się wspomagać Zarząd organizacji w osiąganiu następujących celów:

- wspieranie procesu realizacji strategii działania firmy;
- sprawne zarządzanie;
- motywowanie pracowników;
- większa samodzielność pracowników;
- kształtowanie kultury organizacyjnej;
- wpływ na zmianę postaw i zachowań pracowników;
- budowa poczucia identyfikacji z firmą ;
- budowa zaufania;
- rozładowywanie konfliktów;
- ułatwianie adaptacji nowych pracowników;
- budowanie poczucia dumy, elitarności;
- zatrzymywanie najbardziej wartościowych pracowników;
- minimalizacja ryzyka strajków i nadmiernych żądań;
- przygotowywanie i wprowadzanie zmian;
- przekonywanie wewnętrznych konsumentów (wraz z dep. Komunikacji Marketingowej);
- przekonywanie zewnętrznych inwestorów (wraz z dep. Relacji Inwestorskich.

W ramach działań wewnętrznych PR pracownicy są informowani o celach przedsiębiorstwa, jego misji, filozofii, zadaniach, polityce, zagadnieniach współdecydowania, współuczestnictwa, kształtowaniu się struktury majątkowej firmy czy też możliwości uczestniczenia w podziale zysku lub w funduszach pracowniczych. Wewnętrzne PR dotyczy także stałego informowania pracowników na temat środków humanizacji pracy, świadczeniach socjalnych, zamierzonych przedsięwzięciach racjonalizacyjnych, wprowadzaniu nowych produktów, nowych form obsługi klientów itp., a także wewnątrzzakładowych trudnościach, zdarzeniach warunkujących sytuację pracowników. Wewnętrzne działania PR zapoznają pracowników z oficjalnym stanowiskiem Dyrekcji w różnych sprawach, niekoniecznie bezpośrednio związanych z daną organizacją, jak również informują o tzw. „personaliach" czyli : jubileuszach, nagrodach, rocznicach, wyborze do władz organizacji i stowarzyszeń, w tym międzynarodowych, przejściu na emeryturę itd. Mądry Zarząd firmy zawsze posiłkuje się wewnętrznymi kampaniami PR w sytuacjach kiedy:

- pogarszają się nastroje pracowników;
- mają oni poczucie zagrożenia, lęku przed zmianami;
- destabilizuje się struktura;
- dominuje drugi, „korytarzowy" obieg informacji;istnieje możliwość utraty wysoko wykwalifikowanej kadry pracowniczej;
- obserwuje się spadek efektywności;
- następuje spadek zaufania do pracodawcy.

Należy zawsze pamiętać, iż nie jest prawdą, że pracownicy lubią otrzymywać plotki na temat tego, co dotyczy firmy. Plotki powstają wtedy, gdy brak jest jakichś informacji, gdy istnieją luki informacyjne.

Niezwykle ważne jest również podkreślenie, że nie sposób budować dobrego wizerunku firmy w jej otoczeniu, jeśli nie prowadzi się równoczesnych działań, które mają doprowadzić do sytuacji, w której członkowie organizacji nie będą jej rzecznikami w swoim środowisku. Komunikacja wewnętrzna jest narzędziem, które ma m.in. budować wizerunek organizacji w jej wnętrzu. Niebywale istotne jest to, w jaki sposób swoją firmę postrzegają szeregowi pracownicy. Ich opinia przekazywana rodzinie i znajomym ma wysoką wiarygodność – albo będzie wspierała nasze działania na rzecz dobrej reputacji firmy albo będzie je skutecznie niweczyła. Z tego właśnie względu komunikacja wewnętrzna powinna być podstawą (punktem odniesienia) dla innych działań PR.

Na zakończenie tego krótkiego artykułu wprowadzającego w zadania i rolę komórki PR w organizacji chciałabym kilka zdań poświęcić jej umiejscowieniu w strukturze firmy.

Właściwie umieszczona w strukturze organizacji komórka PR powinna, jeśli jej szef nie jest członkiem zarządu, podlegać bezpośrednio prezesowi organizacji. W zakres jej obowiązków powinno także wchodzić udzielanie „serwisu" innym działom np. kadrom, marketingowi, prawnikom etc. Sprawnie funkcjonujący dział PR powinien doprowadzić do sytuacji, w której

zatrudnianie specjalisty PR w innej komórce będzie zbędne. Dobrze ułożona współpraca z marketingiem musi zapewnić PR konsultacje i kontakty w sytuacji podejmowania kampanii wizerunkowej przy użyciu technik marketingowych i reklamowych. Marketing także powinien otrzymać pomoc, jeśli istnieje potrzeba zastosowania dla jego potrzeb technik PR. Dobra współpraca obu działów zaowocuje m.in. racjonalizowaniem wydatków marketingu, ponieważ niektóre jego zadania mogą być zrealizowane skuteczniej i taniej przy zastosowaniu instrumentarium Public Relations (np. informacja dziennikarza na stronach redakcyjnych, którą może w określonej sytuacji zapewnić PR, przyniesie lepszy skutek niż tekst sponsorowany).

Podstawowym problemem, w Polsce i w krajach o podobnych uwarunkowaniach, jest to, w jakim miejscu w hierarchii organizacji i w jakich relacjach z innymi działami zostanie umieszczony specjalista PR. **Chodzi przede wszystkim o to, by jego pozycja w firmie nie pozostawała w rażącej dysproporcji z oczekiwaniami kierownictwa dotyczącymi jego pracy. Nie jest prawdą często słyszane stwierdzenie, że osoba kompetentna poradzi sobie bez względu na to czy w hierarchii zajmuje pozycję młodszego referenta czy dyrektora najwyższej rangi. Bowiem na każdych z wymienionych stanowisk inne są możliwości dostępu do informacji, które można wykorzystać do celów komunikacji wewnętrznej oraz przy kształtowaniu zewnętrznego wizerunku organizacji.**

Podsumowanie

W swoim krótkim artykule, wstępnie wprowadzającym w zagadnienia wiedzy o public relations poruszyłam tylko zagadnienia podstawowe. Narzędziom, technikom i wykorzystaniu PR w sytuacjach kryzysowych poświęcone będą artykuły w kolejnych numerach kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza".

Literatura

1. Przybylski H., *Public relations. Teoria i praktyka komunikowania*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, 2000
2. Rozwadowska, B., *Public relations. Teoria, praktyka perspektywy*, Wyd. studio EMKA, 2002
3. Ociepka, B., (red), *Public relations w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, 2003;
4. Werenowska, A., *Wykład i prezentacja dla słuchaczy podyplomowych studiów „Medioznawstwo i zarządzanie informacją"*, Warszawa, SGGW, 2009 (materiał niepublikowany)

Recenzenci:
dr inż. Agnieszka Werenowska
mgr Paweł Sosnowski

dr **Tomasz WĘSIERSKI**
Zastępca Dyrektora CNBOP
ds. naukowo-badawczych

FUNKCJE PROBITOWE JAKO NARZĘDZIE OCENY SKUTKÓW UWOLNIENIA NIEBEZPIECZNYCH SUBSTANCJI CHEMICZNYCH. SYMULACJA OBLICZEŃ DLA UWOLNIENIA SIĘ GAZOWEGO CHLORU

Probit functions as a tool to determine results of release dangerous chemicals. Simulation for chlorine gas release

Streszczenie
Popularnym narzędziem stosowanym w celu określenia prawdopodobieństwa wystąpienia urazów ponoszonych w skutek działania bodźców zewnętrznych jest wykorzystanie funkcji probitowych [1]. Modelowanie tego typu można wykorzystać do obliczenia prawdopodobieństwa nie tylko uwolnienia substancji niebezpiecznych, ale również efektów związanych z działaniem strumienia cieplnego czy też fali ciśnieniowej. Warunkiem stosowania odpowiednich funkcji jest istnienie odpowiedniej bazy literaturowej i doświadczalnej o rozkładach statystycznych wiążących prawdopodobieństwo obrażeń z całkowitą wielkością przyjętej dawki. Należy jednak zauważyć, iż otrzymana wartość określa nam jedynie prawdopodobieństwo wystąpienia danego skutku, gdyż u organizmów żywych, nawet tego samego gatunku, ze względu na ich zróżnicowanie osobnicze może wystąpić cały szereg zachodzących skutków. Niniejszy artykuł przedstawia metodykę obliczeń prawdopodobieństwa zajścia wypadku śmiertelnego dla człowieka poddanego ekspozycji chmury gazowego chloru. Pierwsza część symulacji obejmuje przejście chmury chloru o zmiennym stężeniu. Druga część artykułu obejmuje symulację dla stałego stężenia gazu. Na końcu zestawiono wykresy zależności procentu zgonów w funkcji ładunku toksycznego oraz w funkcji stężenia dla różnych krzywych czasowych. Należy zauważyć, iż zwłaszcza ostatni typ analizy stałostężeniowej wart jest stabelaryzowania również dla innych substancji, celem łatwej i szybkiej analizy zdarzeń przez odpowiednio przeszkoloną osobę dowodzącą akcją ratowniczą.

Summary
Probit functions are very popular tool used to determine probability of failure as a consequence of external stimuils [1]. This type of modeling can be used to determine the failure's probability for dangerous substances, heat flux, pressure wave and et cetera. For using this kind of modeling existence of available probability literature and experimental database is necessary especially connecting failure's probability with total dose. It should be noted that received value determine us only the probability of the effect because of the large variation between individuals of the same species. This article presents methodology of determining the probability of casualties for humans exposed to cloud of chlorine gas. The first part of the simulation concerns thoroughfare of chlorine gas of variable concentration and the second part concerns constant concentration. Finally graphs of percentage of casualties in function of toxic charge and as a function of concentration for different times were set together. It is worth mentioning, that especially this last model of analysis (for constant concentration of gas) is worth presenting in the form of a table for another substances to easy and fast use by appropriately trained people (especially commanders of the rescue).

Słowa kluczowe: chlor, funkcje probitowe, substancje chemiczne;

Key words: chloride, profit functions, chemicals.

Wstęp

Analiza niebezpieczeństwa związana z uwolnieniem gazowego chloru nie jest poruszana w tym artykule przypadkowo, gdyż chlor ze względu na swoje właściwości toksyczne oraz wielkość jego zastosowania przemysłowego i przewozów stanowi poważne zagrożenie w przypadku jego uwolnienia. Stąd też analiza wykonana na przykładzie tego związku wydaje się jak najbardziej właściwa.

Informacje toksykologiczne

Chlor jest substancją toksyczną działająca drażniąco oraz dusząco. W zetknięciu z wilgotną powierzchnią błon śluzowych tworzą się między innymi takie substancje jak kwas podchlorawy (HClO) oraz chlorowodór (HCl). Na skutek reakcji z tkanką powstają również inne związki chlorowcopochodne wywierające silne działanie toksyczne. Działanie na oczy powoduje ich ból, łzawienie aż do uszkodzenia rogówki włącznie. Wywołuje ból gardła, napady kaszlu a w przypadku dostatecznie wysokich stężeń obrzęk płuc, zatrzymanie akcji serca a w konsekwencji śmierć. Wartości progowe dla chloru przedstawione są w tabeli 1:

Tabela 1.

Wybrane wartości progowe dla chloru [1,2,3]

(w nawiasach w kolumnie 2 oraz 3 podano czasy ekspozycji podczas badania.)

Parametr	Stężenie / mg · m^{-3}	Stężenie / ppm
LC_{50} (szczur, inhalacja)	407 (1 h)	140 (1 h)
LC_{50} (człowiek, inhalacja)	1250 (10 min)	430 (10 min)
LCL_0 (człowiek, inhalacja)	2530 (30 min)	871 (30 min)
NDS	1,5	0,5
NDSCh	9	3
ERPG-1	3	1
ERPG-2	9	3
ERPG-3	59	20
IDLH	30	10
EEGL	9	3
TLV – STEL	3	1

Funkcja probitowa jako właściwe narzędzie analizy

Funkcje probitowe [4,5] są jednym z typów modeli stosowanych w celu określenia skutków ponoszonych przez ludzi w przypadku wystąpienia czynnika szkodliwego, którym może być fala ciśnieniowa, strumień ciepła czy też oddziaływanie niebezpiecznej substancji chemicznej.

Równanie probitu ma następującą postać:

$$\mathbf{P_r = A + B\ln(L)}$$

przy czym:

P_r – funkcja probitowa będąca miarą procentową ludzi, którzy w wyniku ekspozycji na dany typ obciążenia doznają uszkodzenia opisanego daną funkcją probitową;

A – stała równania probitowego zależna od typu urazu oraz rodzaju obciążenia;

B – stała równania probitowego zależna od typu obciążenia;

L – obciążenie (dawka, ładunek obciążający).

Wartość ładunku obciążającego (w naszym konkretnym przypadku wartość ładunku toksycznego) otrzymuje się ze wzoru:

$$L = \int_0^t c(t)^N dt$$

gdzie:

N – stała równania probitowego charakterystyczna dla danego rodzaju substancji;

c – stężenie w środku chmury w przypadku uwolnienia chwilowego lub też stężeniem wzdłuż linii środkowej chmury dla uwolnienia ciągłego.

Jak widać z powyższego wzoru, w przypadku uwolnienia, przy którym stężenie substancji zawartej w chmurze toksycznej ulega zmianie, ładunek toksyczny wyrażony jest całką w granicach od 0 do t, gdzie granice całkowania określają nam czas przejścia chmury w minutach nad punktem, w którym prowadzimy pomiar. Funkcja podcałkowa natomiast wyraża nam stężenie zależne od czasu, podniesione do potęgi stałej równania probitowego N. W przypadku gdy N równa się 1, ładunek toksyczny można bardzo prosto wyliczyć metodą graficzną przez wyliczenie powierzchni pod krzywą dla funkcji stężenia od czasu c(t). Dla N różnego od 1 należy wpierw podnieść funkcję c(t) do potęgi N.

Dla stałej wartość stężenia ładunek toksyczny oblicza się prosto przez wyliczenie iloczynu czasu przejścia chmury razy wartość ładunku podniesioną do potęgi N.

Wartość stężenia wyraża się w ppm. W przypadku gdy dysponujemy wartościami podanymi w mg/m^3 można dokonać łatwej transformacji jednostek poprzez zastosowanie równania:

$$c_{ppm} = \frac{c_{mg/m^3} \cdot V_{mol}}{M_{cz}}$$

przy czym;
c_{ppm} – stężenie wyrażone w ppm;
c_{mg/m^3} – stężenie wyrażone w mg/m^3;
V_{mol} – objętość molowa gazu w zadanych warunkach ciśnienia i temperatury. W warunkach normalnych wartość ta zwana objętością Avogadro wynosi 22,4 dm^3 natomiast w warunkach standardowych 24,45 dm^3.

Dla stałej prędkości wiatru (v) wyrażonej w m/s oraz korzystając ze wzoru na ruch jednostajny, czas przejścia chmury o promieniu r wyrażony w minutach wynosi:

$$t = \frac{r}{30v}$$

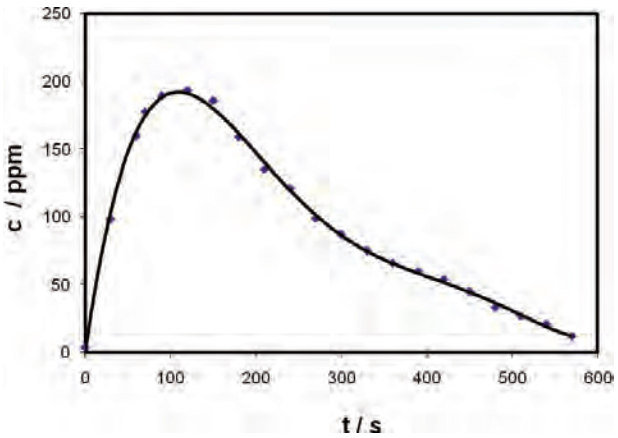
Po uzyskaniu informacji na temat ładunku toksycznego oraz wyliczeniu wartości probitu należy oszacować wartość procentu jaka charakteryzuje nasze zdarzenie. W tym celu warto skorzystać z tabeli zamiany miar procentowych na wartość określoną funkcją probitową (tabela 2)

Korzystanie z tabeli zostanie omówione na przykładzie analizy problemu poniżej.

Analiza probitowa chmury chloru

a. Stężenie chloru zmienne w czasie

Wyobraźmy sobie chmurę chloru dla której przejścia zarejestrowano zależność stężenia w funkcji czasu przedstawioną na rysunku 1. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 3 (kolumna 1 – czas, kolumna 3 – stężenie).



Ryc. 1. Zależność stężenia chloru w funkcji czasu. Czas próbkowania; 20 s. Czas przejścia chmury: 10 minut (600 s)

Odczyt stężenia chloru następował co 20 sekund w przeciągu 10 minut. Prędkość wiatru wynosiła 3m/s. Przekształcając wzór na czas przejścia chmury promień obłoku toksycznego wynosi **r = 30vt= 900 metrów**. Przeprowadzając analizę warto zastosować następującą sekwencję działań:

1. transformacja czasu z sekund na minuty (kolumna 2);

Tabela 2.

Tabela przelicznika miar procentowych na wartość funkcji probitowej [1]

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

2. wyznaczenie zależności c(t) metodą regresji (funkcja dopasowania musi się charakteryzować wartością dopasowania R^2 jak najbliższą jedności);

3. analityczne wyznaczenie całki $\int_0^t c(t)^N dt$ lub też całkowanie graficzne zależności $c(t)^N$ (kolumna 4 – dopasowanie $c(t)^N$, kolumna 5 – sumowanie pola metodą trapezów)

5) określenie wartości probitu P_r dla szukanego urazu

6) odczytanie wartości procentu

Mając do dyspozycji program Excel warto jako funkcji dopasowania szukać równań wielomianowych. Dają one nam łatwą możliwość analitycznego wyliczenia całki jeśli N jest liczbą całkowitą.

Tabela 3.

Parametry uwolnienia chloru oraz stosowane przekształcenia

1	2	3	4	5
t	t	C	$c(t)^N$	S_{tr}
[s]	[min]	[ppm]	$[ppm]^N$	$[ppm^N \cdot min]$
0	0,00	4	0	
30	0,50	98	10621	2655
60	1,00	160	25868	9122
90	1,50	190	34644	15128
120	2,00	194	35857	17625
150	2,50	186	31970	16957
180	3,00	159	25858	14457
210	3,50	135	19603	11365
240	4,00	121	14300	8476
270	4,50	99	10289	6147
300	5,00	87	7471	4440
330	5,50	75	5574	3261
360	6,00	66	4299	2468
390	6,50	60	3397	1924
420	7,00	54	2681	1520
450	7,50	45	2035	1179
480	8,00	33	1416	863
510	8,50	27	855	568
540	9,00	21	422	319
570	9,50	12	174	149
600	10,00	3	100	69
			$L=\Sigma S_{tr}=$	118693

Kolumna 1 – czas w sekundach, kolumna 2 – czas w minutach, kolumna 3 – stężenie w ppm, kolumna 4 – wartość funkcji $c(t)^N$ wyliczona dla czasów t po znalezieniu funkcji dopasowania c(t) i podniesieniu jej do potęgo N, kolumna 5 – sumowanie pola metodą trapezów. Wartość parametru N dla chloru wynosi 2.

Dla analizowanego przypadku ładunek po uwzględnieniu charakterystyki chloru (N=2) wynosi L=118693 ppm^2min. Po wstawieniu reszty stałych równania probitowego charakteryzującego śmiertelność populacji dla chloru (A= -8,29, B=0,92) można otrzymać wartość probitu:

$$P_r = A + B\ln(L) = -8{,}29 + 0{,}92\ln(118693) = 2{,}46$$

Korzystając z tabeli przelicznika miar procentowych na liczbę probitu otrzymana wartość wynosi poniżej 1%. Tak więc oddziaływanie badanej chmury spowodowałaby śmierć mniej niż jednego procenta ludzi poddanych jej działaniu.

b. stężenie chloru stałe w czasie

Dla stałego stężenia chloru po podstawieniu odpowiednich stałych równania probitowego można otrzymać:

$$P_r = A + B\ln L = -8{,}29 + 0{,}92\ln(L) = -8{,}29 + 0{,}92\ln(c^2 t)$$

Tak więc, np. dla stężenia chloru równego co do wartości LC_{50} dla człowieka (430 ppm) utrzymującego się w czasie dziesięciu minut wartość probitu wynosi;

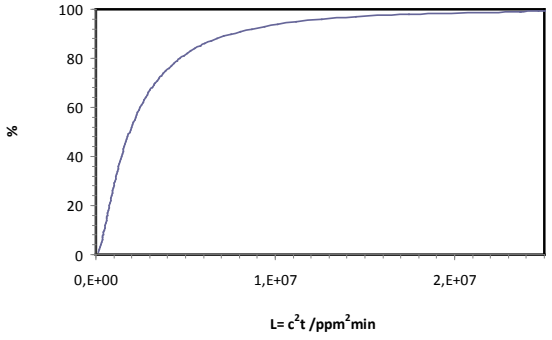
$$P_r = A + B\ln L = -8{,}29 + 0{,}92\ln(1849000) = 5$$

Korzystając z tabeli przelicznika miar procentowych na wartość probitu otrzymany procent wynosi 50. Tak więc oddziaływanie badanej chmury o stałym stężeniu chloru równym 430 ppm przez okres 10 minut spowodowałaby śmierć 50% ludzi objętej strefą jej działania. Oczywiście otrzymany wynik jest zgodny z definicją LC_{50}.

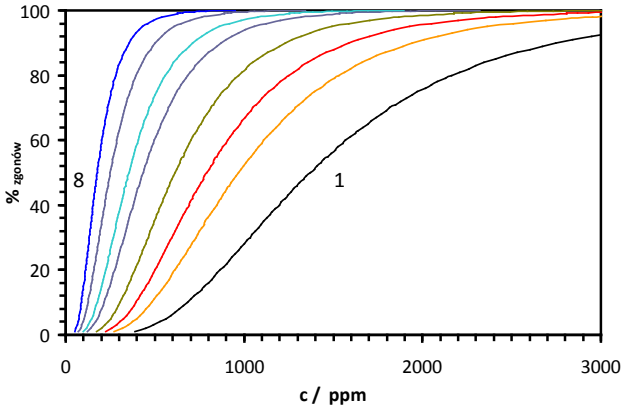
c. charakterystyka stężeniowa chloru

Wykorzystując równanie funkcji probitowej dla chloru oraz przelicznika miar procentowych na probit można przedstawić w zależność procentu populacji ludzi ulegającej śmiertelnemu zatruciu gazem w funkcji ładunku toksycznego (rys 2) oraz w funkcji stężenia dla różnych wartości czasu ekspozycji (rys 3). Analiza taka pozwala nam na łatwy odczyt parametrów z wy-

kresu a zatem szybkie przewidzenie skutków uwolnienia.



Ryc. 2. Zależność procentu zgonów na skutek działania chloru w funkcji ładunku toksycznego



Ryc. 3. Wykres zależności procentu zgonów (śmiertelności) w funkcji stężenia chloru przy jego stałym stężeniu dla czasów ekspozycji równych 1) 1 minuta 2) 2 minuty 3) 3 minuty 4) 5 minut 5) 10 minut 6) 15 minut 7) 30 minut 8) 60 minut

Matematycznie ujęcie ładunku oraz stężenia chloru w funkcji probitu przedstawia się natomiast następująco:

$$L = c^2 t = \frac{P_r + 8{,}29}{0{,}92}$$

$$c = \sqrt{\frac{e^{\frac{P_r + 8{,}29}{0{,}92}}}{t}}$$

Probitowe ujęcie zależności jest jednak analitycznie zdecydowanie mniej użyteczne na miejscu akcji niż ujęcie procentowe przedstawione na wykresach 2 oraz 3.

Podsumowanie

Funkcje probitowe w prosty sposób umożliwiają nam określenie prawdopodobieństwa zajścia danego zdarzenia. W zależności od potrzeb modelowanie może objąć wyliczenie ładunku toksycznego chmury poprzez całkowanie funkcji stężenia w badanych ramach czasowych lub też w prostszym ujęciu przy stałym stężeniu ekspozycji proste podstawienie do wzoru funkcji probitowej. Dla dowolnej substancji dla której znane są parametry A, B oraz N możemy dokonać analizy we wspolrzędnych śmiertelności w funkcji stężenia dla dowolnie dobranych czasów ekspozycji. Dane przedstawione w ten sposób są łatwe do szybkiej analizy. Stworzenie bazy krzywych dla wybranych substancji byłoby wskazane aby móc łatwo przewidzieć skutki działania substancji toksycznej a zatem w odpowiedni sposób dobrać siły i środki potrzebne do zabezpieczenia miejsca zdarzenia. Niniejsze podejście mogłoby być jednym z ważnych elementów organizacji zarządzania strategicznego [6].

Literatura

1. Borysiewicz M., Furtek A., Potempski S., *Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi*, Instytut Energii Atomowej Otwock – Świerk, 2000 r.;
2. *Karta charakterystyki substancji niebezpiecznej*, chlor MESSER Polska;
3. Emergency Response Planning Guidelines,American Industrial Hygiene Association, *Current AIHA-ERPG Values* (2009);
4. Manual A., *Techniques for assessing industrial hazards*, Word Bank Technical paper, No 55, 1988 r.;
5. Khan F. I., Abbasi S.A., *Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries,* w: Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol 11, Issue 4 (1998) s. 261 – 277;
6. Roguski E.W., Wróblewski D., *Diagnostyczna metoda oceny ryzyk i systemów reagowania POMRISC jako narzędzie programowania zmian doskonalących systemy bezpieczeństwa i ich monitorowania*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 04 /2008, strony 35-60

Recenzenci:
ml. bryg dr Marzena Półka,
bryg. dr inż. Waldemar Jaskółowski

mgr **Michał ŁUDZIK**
Zespół Laboratoriów Badań
Chemicznych i Pożarowych BC
CNBOP

GAŚNICE. BADANIA WYBRANYCH PARAMETRÓW TECHNICZNO-UŻYTKOWYCH

Fire extinguishers. Studies of some technical-usage parameters

Streszczenie
W niniejszym artykule zdefiniowano podział gaśnic przenośnych ze względu na możliwość wykorzystania do określonych grup pożarów, zastosowany środek gaśniczy, sposób umieszczenia czynnika roboczego, wielkość napełnienia. Ponadto wyjaśniono sposób ich oznakowania stosowany przez producentów oraz przedstawiono budowę etykiety opisowej. W dalszej części opisano najważniejsze parametry techniczno-użytkowe charakteryzujące gaśnice (skuteczność gaśnicza, odporność na korozję zewnętrzną i wewnętrzną, czas działania) oraz sposoby ich ustalania.

Summary
In the herein article the division of portable fire-extinguishers was defined as regards: the usage for particular types of fires, fire-extinguishing measures made use of, the way of placing a working factor, the size of repletion. Moreover the way of their marking used by producers was explained and the structure of description label was presented. Furthermore, the most important technical-usage parameters which characterize fire-extinguishers were described (fire-extinguisher efficacy, resistance to external and internal corrosion, the reaction time) and the way of their establishing as well.

Słowa kluczowe: gaśnica, badania, parametry techniczne,

Key words: extinguisher, research, technical parameters.

Obecnie na polskim rynku dostępnych jest wiele typów gaśnic. Różne właściwości tego sprzętu (np. budowa i rodzaj prądownicy, zastosowanie odpowiednich środków gaśniczych: proszek, dwutlenek węgla, wodny roztwór środka pianotwórczego) powodują, że jest on stosowany do gaszenia pożarów grupy A, B, C a także grupy F. Dla użytkownika bardzo ważnym elementem podczas tłumienia pożaru w zarodku jest nie tylko technika gaszenia, ale również dobór sprawdzonej i skutecznej gaśnicy przenośnej.

Każda gaśnica przed dopuszczeniem do sprzedaży powinna posiadać odpowiednie parametry techniczno-użytkowe. Badania takich parametrów przeprowadzane są w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP, gdzie kontrola gaśnic odbywa się poprzez:

- badania laboratoryjne,
- badania kontroli dopuszczeń.

Badania laboratoryjne są nadrzędnym elementem do uzyskania przez producenta świadectwa dopuszczenia i stwierdzenia czy badana gaśnica przenośna jest produktem trwałym i niezawodnym w użytkowaniu. Przeprowadzane są zgodnie z normą PN-EN 3-7:2008 „Gaśnice przenośne Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań" i Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania

dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.).

Badania kontroli dopuszczeń mają na celu skontrolować zbadany wcześniej sprzęt podręczny, a w razie nieścisłości i negatywnych wyników badań umożliwiają cofnięcie świadectwa dopuszczenia dla danego produktu.

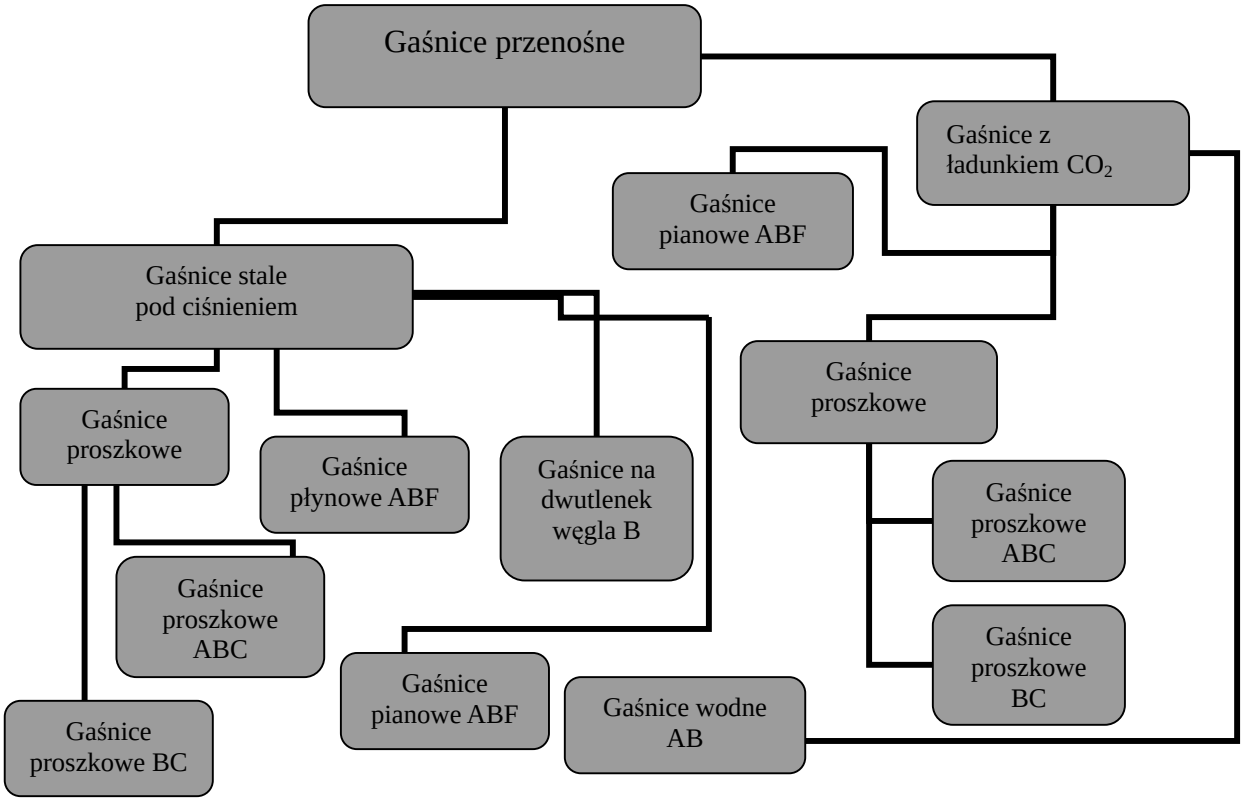
Gaśnice są wszechobecne. Znajdują się w samochodach, stoją w podstawkach na posadzkach, wiszą na wieszakach na ścianach w budynkach użyteczności publicznej, domach jednorodzinnych, obiektach przemysłowych i magazynowych. Znajomość i umiejętność posługiwania się nimi jest ważnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo pożarowe ludzi oraz ich majątku.

Rozpoczynając rozważania na temat gaśnic należy na początku zapoznać się z kilkoma pojęciami [1,2]:

- **Gaśnica** – urządzenie zawierające środek gaśniczy, który może być wyrzucany na skutek działania ciśnienia wewnętrznego i kierowany na pożar;
- **Gaśnica przenośna** – gaśnica, którą można przenieść i uruchomić ręcznie, a jej masa w stanie roboczym jest nie większa niż dwadzieścia kilogramów;
- **Środek gaśniczy** – substancja zawarta w gaśnicy, która powoduje ugaszenie pożaru;
- **Wielkość ładunku gaśnicy** – masa lub objętość środka gaśniczego zawartego w gaśnicy. Dla gaśnic wodnych i pianowych wielkość ta podawana jest w decymetrach sześciennych, a w przypadku pozostałych w kilogramach;
- **Czas działania** – czas, w którym przy całkowitym otwarciu zaworu, środek gaśniczy wypływa z gaśnicy w sposób ciągły i z właściwą skutecznością gaśniczą.

Gaśnice przenośne można podzielić ze względu na:

a. zastosowany środek gaśniczy – gaśnice pianowe, śniegowe, proszkowe (ryc. 1)
b. zastosowanie do likwidacji określonych grup pożarów:
   - ABC – uniwersalna, materiały stałe palne żarzące się, palne ciecze oraz gazy;
   - AB – materiały stałe żarzące się, palne ciecze tworzące płomienie;
   - BC – palne ciecze i gazy;
   - ABF – materiały stałe palne żarzące się, palne ciecze, oraz palne tłuszcze jadalne i oleje w urządzeniach kuchennych;
   - D – do gaszenia pożarów metali palnych.



Ryc. 1 Podział gaśnic przenośnych

Źródło: Opracowanie własne autora

c. sposób umieszczenia czynnika napędowego (sprężony gaz):
   - gaśnice typu X, gdzie gaz zasilający (dwutlenek węgla, azot) znajduje się w tym samym zbiorniku, co środek gaśniczy. W gaśnicach tego typu środek gaśniczy, na skutek ciśnienia wewnętrznego jest wyrzucany na zewnątrz i kierowany na pożar. Ciśnienie wewnętrzne jest ciśnieniem występującym stale (gaśnice ze wskaźnikiem ciśnienia umożliwiającym stałą kontrolę ich sprawności). Taki sposób umiejscowienia czynnika roboczego stosuje się w gaśnicach proszkowych, pianowych i śniegowych. Dlatego są one bardzo wygodne i praktyczne, a ich zaletą jest możliwość natychmiastowego użycia zaraz po uruchomieniu.
   - gaśnice typu Z, gdzie w zbiorniku na środek gaśniczy znajduje się dodatkowy pojemnik z gazem napędowym (nabój), jakim jest dwutlenek węgla. Naciśnięcie dźwigni powoduje otwarcie zaworu w wyniku przebicia przez iglicę pojemnika z gazem napędowym (dwutlenek węgla, azot), który potem rozpręża się, zwiększając w ten sposób swą objętość. Następnie wypełniający zbiornik środek gaśniczy zostaje wyrzucony silnym strumieniem na zewnątrz przez dyszę wylotową.

Obecnie nie dopuszcza się do stosowania gaśnic typu Y, przy których, aby wbić specjalny zbijak uwalniający gaz napędowy (powstawał w wyniku reakcji chemicznej substancji zasadowej z kwasową) w urządzeniu wymagane było odwrócenie go. Aktualnie każda gaśnica powinna mieć zawór samozamykalny, który umożliwiałby przerwanie wypływu środka gaśniczego w odpowiednim momencie. Uruchomienie gaśnicy musi być przeprowadzone bez konieczności odwracania jej do góry dnem, ponieważ budowa syfonowa urządzenia spowodowałaby ulotnienie się gazu, który wypycha środek gaśniczy.

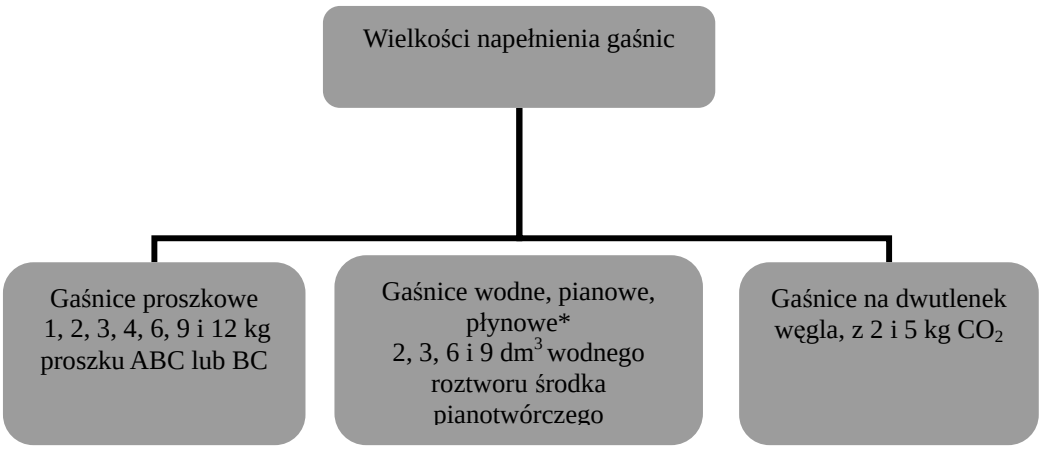
d. wielkości napełnienia (ryc.2)

Gaśnice powinno się dobierać i używać w zależności od właściwości materiału palnego. Producenci sprzętu gaśniczego wprowadzili na etykiecie w polu nr 4 skróty charakteryzujące typ podręcznych jednostek gaszących. Oznaczenia te nie są usystematyzowane i znormalizowane. Najczęściej występują symbole:

- GW, GWG, GWP, GWF, GPN – gaśnica pianowa;
- GP – gaśnica proszkowa;
- GW – gaśnica wodna;
- GS – gaśnica śniegowa;
- 1,2,4,6,9,12, … – ilość środka gaśniczego podawana w kilogramach lub w decymetrach sześciennych;
- X – pod stałym ciśnieniem;
- Z – z dodatkowym zbiornikiem zawierającym gaz napędowy.

Ponadto producenci stosują symbolikę w postaci liter stawianych za skośną kreską, np.:

- GP-1 X/N BC – gaśnica proszkowa z głowicą;
- GP-2 X/K ABC – gaśnica proszkowa z manometrem i wieszakiem;



Ryc. 2 Podział gaśnic przenośnych ze względu na wielkość napełnienia środkiem gaśniczym (*gaśnice płynowe o wielkości napełnienia 2 dm^3)

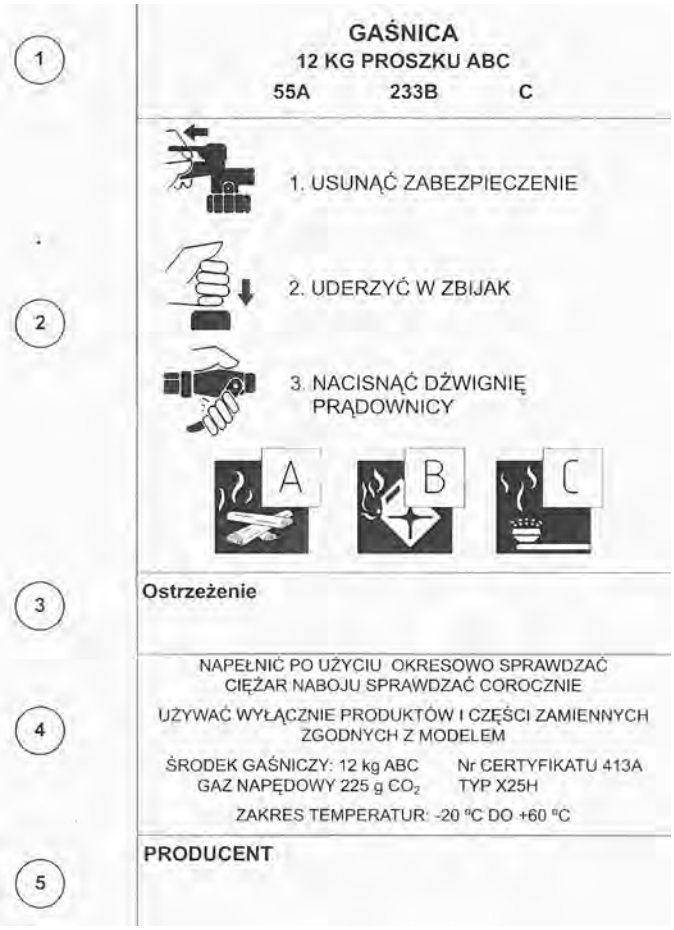
Źródło: Opracowanie własne autora

- GP-12z/z ABC – gaśnica proszkowa posiadająca zbijak;
- GW-6x-AB/T -20°C – gaśnica pianowa odporna na niskie temperatury do -20°C;
- GP-6zBC/G – gaśnica proszkowa przeznaczona do stosowania w górnictwie.

Dodatkowo spotyka się kombinacje:

- UWP Z/L – urządzenie pianowe służące do kładzenia wałów ochronnych w lasach podczas pożarów;
- UGS, GSE – urządzenie gaśnicze sprzętu elektronicznego;
- UGM – urządzenie przeznaczone do gaszenia pożarów grupy D.

Każdy zbiornik gaśnicy powinien być pomalowany na kolor czerwony RAL 3000, a na jego powierzchni musi znajdować się etykieta opisowa (ryc. 4). Zaznajomienie się z treścią etykiety spowoduje łatwiejsze wykorzystanie zdolności gaśniczej sprzętu bez ryzyka dla osoby posługującej się nim.



Ryc. 3 Wzór etykiety gaśnicy z wyróżnionymi polami wg normy PN-EN 3-7 [1]

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań

Ryc. 4 Wzór etykiety gaśnicy pianowej GW-6x AB

Źródło : Opracowanie własne autora na podstawie danych producenta sprzętu.

Etykieta musi zawierać następujące informacje, w pięciu odrębnych częściach (ryc. 3, 4) (w postaci opisu lub piktogramów) w następującej kolejności [1,2]:

Część 1

- słowa „GAŚNICA" lub „GAŚNICA" i nazwę środka gaśniczego,
- rodzaj środka gaśniczego i nominalna wielkość napełnienia tym środkiem,
- informację na temat wielkości i rodzajów pożarów testowych gaszonych przez gaśnicę (symbol pożaru testowego).

Część 2

- instrukcję użycia zawierającą jeden lub kilka piktogramów wraz z objaśnieniami,
- piktogramy reprezentujące rodzaje pożarów do gaszenia, których gaśnica jest przeznaczona.

Część 3

- informację dotyczące ograniczeń lub zagrożeń wynikających z użycia gaśnicy, w szczególności toksyczności i zagrożeń elektrycznych.

Część 4

- instrukcję napełniania po każdym użyciu,
- instrukcję okresowego sprawdzania i stosowania do napełniania i konserwacji wyłącznie produktów i części zamiennych odpowiednich dla danego typu gaśnicy,
- identyfikator środka gaśniczego i w szczególności, identyfikator i zawartość procentową dodatków w gaśnicach wodnych,
- jeśli jest stosowany, identyfikator gazu napędowego,
- numer(y) lub odniesienia dotyczące instytucji zatwierdzającej gaśnicę,
- oznaczenie modelu podane przez producenta,
- zakres temperatur działania,
- ostrzeżenie dotyczące zamarznięcia dla gaśnic wodnych,
- powołanie normy.

Część 5

- nazwę i adres producenta gaśnicy i/lub dostawcy.

Dodatkowo, w dowolnym miejscu gaśnicy powinien znajdować się jej rok produkcji.

Parametry techniczno-użytkowe

W celu określenia efektywności i trwałości podręcznego sprzętu gaśniczego w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC przeprowadza się badania parametrów techniczno-użytkowych gaśnic przenośnych na podstawie wymagań normy PN-EN 3-7. Wśród najważniejszych można wyróżnić: skuteczność gaśniczą, odporność na korozję zewnętrzną i wewnętrzną oraz czas działania.

Parametrem, który w determinującym stopniu decyduje o efektywności gaśnic przenośnych, jest minimalna skuteczność gaśnicza (numer pożaru testowego podany w polu nr 1 etykiety). Określa ona odpowiednią wielkość pożaru testowego, jaki będzie mogła ugasić jedna gaśnica, a tym samym pozwoli osobie gaszącej skutecznie i optymalnie wykorzystać podręczny sprzęt gaśniczy.

Pomiar minimalnej skuteczności gaśniczej wykonuje się wg PN-EN 3-7 i polega na ugaszeniu testu gaśniczego. Uznaje się, że gaśnica posiada odpowiednią skuteczność gaśniczą, jeżeli ugasi dwa z trzech testów gaśniczych. Badanie może być również zakończone, jeśli w dwóch pierwszych próbach pożar zostanie ugaszony. W przypadku nie ugaszenia pożaru testowego dwa razy, kolejne serie pomiarów można prowadzić, aż do momentu uzyskania poprawnego wyniku. Próby gaśnicze wykonuje się na określonych wielkościach pożarów testowych w zależności od grupy pożarowej:

a. Pożary testowe grupy A (pożary ciał stałych, głownie pochodzenia organicznego, przy których spalaniu występuje m.in. zjawisko żarzenia się, np.: drewno, papier, węgiel, tworzywa sztuczne), które składają się ze stosu kawałków drewna ułożonych na metalowej konstrukcji o wysokości 250 mm, szerokości 900 mm i długości równej długości pożaru testowego (rys. 5). Oznaczenia testu dokonuje się za pomocą litery i znajdującej się przed nią liczby, np. 27A. Liczba określa długość beleczek drewnianych, które układa się wzdłuż pożaru testowego i liczbę beleczek o długości 500 mm znajdujących się w warstwach ułożonych poprzecznie. Dla pożaru 27A w każdej warstwie ułożonej poprzecznie znajduje się dwadzieścia siedem beleczek drewnianych o długości 500 mm, a długość pożaru testowego wynosi 2,7 metra (tabela 1.). Wysokość wszystkich testów gaśniczych wynosi 546 mm (14 warstw drewnianych beleczek).

Badanie skuteczności gaśniczej polega na ugaszeniu pożaru testowego, który skonstruowany jest zgodnie z normą PN-EN 3-7. Po 2 minutach od zapalenia heptanu w tacy należy wciągnąć ją spod stosu drewna, a następnie po kolejnych 6 minutach swobodnego palenia testu gaśniczego przystąpić do gaszenia. Osoba gasząca powinna opróżnić gaśnicę w sposób ciągły lub kolejnymi porcjami, a potem zanotować czas gaszenia lub całkowitego rozładowania gaśnicy. Urządzenie uzyskuje skuteczność gaśniczą, jeśli po ugaszeniu testu przez trzy minuty nie nastąpi nawrót palenia.

Tabela 1.

Charakterystyka pożarów testowych grupy A [1]

Skuteczność gaśnicza (pożar testowy)	Liczba beleczek drewnianych o długości 500 mm w każdej warstwie ułożonej poprzecznie	Długość pożaru testowego [m]
5A	5	0,5
8A	8	0,8
13A	13	1,3
21A	21	2,1
27A	27	2,7
34A	34	3,4
43A	43	4,3
55A	55	5,5

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań.

Ryc. 5 Pożary testowe grupy A w trakcie spalania i po spalaniu

Źródło: Archiwum CNBOP

b. Pożary testowe grupy B (pożary cieczy palnych lub materiałów topiących się, np.: benzyna, alkohole, aceton, eter, oleje, lakiery), które przeprowadza się w okrągłych stalowych tacach o odpowiedniej powierzchni w zależności od wielkości testu gaśniczego. Każdy pożar tego typu posiada odpowiedni symbol, według którego liczba określa objętość cieczy wykorzystanej do testu, natomiast litera rodzaj grupy pożaru testowego (tabela 2.).

Badanie polega na ugaszeniu za pomocą gaśnicy cieczy palnej (heptan przemysłowy) nalanej na wodę, która znajduje się w tacy. Po jednej minucie od czasu zapalenia heptanu operator gaśnicy uruchamia ją i kieruje wydobywający się strumień środka gaśniczego na pożar

Tabela 2.

Charakterystyka pożarów testowych grupy B [3]

Skuteczność gaśnicza (pożar testowy)	Objętość cieczy (1/3 wody + 2/3 paliwa) [litry]	Średnica wewnętrzna tacy [mm]	Przybliżona powierzchnia pożaru [m^2]
21B	21	920±10	0,66
34B	34	1170±10	1,07
55B	55	1480±15	1,73
70B	70	1670±15	2,20
89B	89	1890±20	2,80
113B	113	2130±20	3,55
144B	144	2400±25	4,52
183B	183	2710±25	5,75
233B	233	3000±25	7,32

Źródło: Wolny A., Pisarek M., *Gaśnice wczoraj dziś i jutro.*

testowy, jednocześnie może okrążać go w sposób, który jego zdaniem zapewni najlepsze warunki gaszenia. Zawartość gaśnicy opróżnia się w sposób ciągły lub kolejnymi porcjami. W czasie badania odczytuje się czas gaszenia i obserwuje czy wszystkie płomienie zostały ugaszone. (ryc. 6).

Ryc. 6. Gaszenie pożaru testowego grupy B

Źródło: Archiwum CNBOP

c. Pożary testowe grupy C (pożary gazów, np. metanu, acetylenu, propanu, wodoru, gazu miejskiego) mogą być gaszone gaśnicami proszkowymi, które zgodnie z normą PN-EN 3-7 uzyskały skuteczność gaśniczą grupy B lub A i B [1].

d. Pożary testowe grupy D (pożary metali (np. lit, sód, potas, glin i ich stopów). W zależności od składu chemicznego, podczas palenia zużywać mogą tlen z powietrza lub spalać się bez dostępu do niego (mieszaniny mające w swym składzie utleniacze, np. termit) [6]. Zdefiniowanie specyficznego standardowego pożaru dla celów badawczych w tym przypadku nie jest możliwe ze względu na charakterystyczne właściwości pożarów grupy D (rodzaj metalu, jego forma, wielkość i konfiguracja pożaru, itp.). Dlatego też skuteczność gaśniczą gaśnic dla tej grupy pożarów można oceniać na bazie studiów poszczególnych przypadków [1].

e. Pożary testowe grupy F (pożary tłuszczów i olejów jadalnych), które wykonuje się w tacy metalowej symulującej frytkownicę. Ogrzewaną substancją jest czysty jadalny olej roślinny o temperaturze samozapłonu w zakresie między 330°C i 380°C. Po samozapłonie i czasie swobodnego spalania trwającego 120 (+10) sekund, osoba gasząca opróżnia całą zawartość gaśnicy bez przerywania (nie może dojść do wyrzutów płonącego materiału), zachowując odpowiednią odległość od pożaru zgodnie z wytycznymi na etykiecie. W trakcie badania mierzy się czas gaszenia i obserwuje czy w ciągu 20 minut od ugaszenia nie nastąpił nawrót palenia.

Pożary grupy F podobnie jak grupy A i B charakteryzuje odpowiednia symbolika, np. dla pożaru 5F liczba określa objętość oleju (pięć litrów), natomiast litera grupę pożaru (tabela 3.).

W przypadku pożarów testowych grupy A, B i F osoba gasząca musi posiadać odpowiednie ubranie ochronne, hełm, rękawice i osłonę przeciwodblaskową, a w trakcie gaszenia pożarów grupy F nie wolno używać ubrania z metalizowaną powierzchnią.

Tabela 3.

Charakterystyka pożarów testowych grupy F [1]

Skuteczność gaśnicza (pożar testowy)	Objętość oleju jadalnego [litry]	Minimalny czas działania gaśnicy [s]	Nominalne dopuszczalne wielkości napełnienia gaśnic [litry]
5F	5	6	2,3
25F	25	9	2,3,6
40F	40	12	2,3,6,9
75F	75	15	2,3,6,9

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań

Tabela 4.

Czas działania dla gaśnic proszkowych [1]

Minimalny czas działania [s]	Pożar testowy
6	5A
6	8A
9	13A
9	21A
9	27A
12	34A
15	43A
15	55A

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań

Dla osób użytkujących gaśnice ważny jest również czas działania, który pozwala określić jak długo będzie działać gaśnica na dany pożar. Na czas działania wpływa budowa gaśnicy oraz nominalna dopuszczalna ilość środka gaśniczego w danej gaśnicy. Badanie tego parametru wykonuje się na trzech gaśnicach, uprzednio poddanych procedurze zagęszczania proszku. Uzyskana wartość, podana w sekundach, powinna być równa lub większa od wartości charakterystycznych dla danego testu gaśniczego, np. dla gaśnic proszkowych przedstawia się następująco (tabela 4). Określa się również ile środka gaśniczego pozostaje w zbiorniku, pozostałość nie może być większa niż 10%, gdyż zmniejsza to możliwości skutecznego gaszenia pożaru.

Odporność na korozję zewnętrzną i wewnętrzną to również bardzo ważne parametry techniczno-użytkowe, pozwalające stwierdzić trwałość i niezawodność gaśnic przenośnych. Sprawdzenie odporności na korozję zewnętrzną wykonuje się w tzw. komorze solnej, gdzie dwie gaśnice umieszcza się w atmosferze mgły uzyskiwanej przez rozpylanie wodnego roztworu chlorku sodu o stężeniu 5% przy stałej temperaturze. Próbki zawiesza się na niemetalowych wieszakach lub ustawia na polipropylenowym dnie komory w ten sposób, aby roztwór korozyjny ściekający z jednej gaśnicy nie spływał na drugą. Czas badania w komorze solnej wynosi 480 godzin. [4]

Badania tego typu można uznać za przyspieszone, w stosunku do procesów korozyjnych przebiegających w warunkach eksploatacyjnych gaśnic, ponieważ jeden lub kilka czynników wpływających na korozję (np. skład roztworu, temperatura, wilgotność w komorze) zostaje wzmocnionych. Użytkownicy nabywając tak sprawdzony sprzęt gaśniczy nie ponoszą dodatkowych kosztów wymiany skorodowanych gaśnic przed upływem okresu przydatności do użycia oraz uzyskują niezawodną i trwałą gaśnicę.

Innym badaniem, które wpływa na jakość gaśnic jest sprawdzenie odporności na korozję wewnętrzną. Przeprowadza się je przez umieszczenie w komorze klimatycznej gaśnic płynowych na okres 8 cykli temperaturowych (w najniższej temperaturze stosowania ± 2°C przez 24 h, w 20 ± 5°C przez 24 h, w najwyższej temperaturze stosowania ± 2°C przez 24 h i potem w 20 ± 5°C przez 24 h). [5]

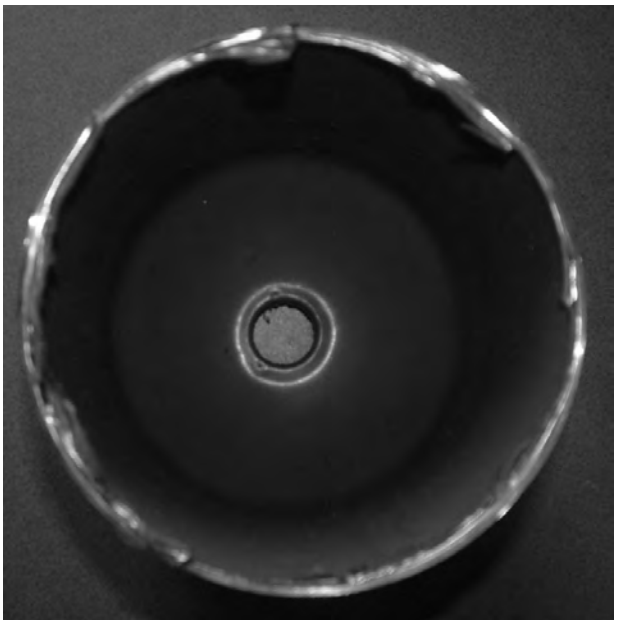
Tabela 5.

Wyniki indeksu refrakcji dla środków gaśniczych [5]

Badana ciecz	Przed kondycjonowaniem	Po kondycjonowaniu w gaśnicy	Po kondycjonowaniu w naczyniu szklanym
woda	nD=1.33301	nD=1.33299	nD=1.33299
Środek pianotwórczy 1	nD=1.39556	nD=1.39203	nD=1.39880
Środek pianotwórczy 2	nD=1.37211	nD=1.37431	nD=1.37498
Środek pianotwórczy 3	nD=1.41120	nD=1.41507	nD=1.41584
Środek pianotwórczy 4	nD=1.34547	nD=1.34863	nD=1.34696
Środek pianotwórczy 5	nD=1.34985	nD=1.34663	nD=1.34587

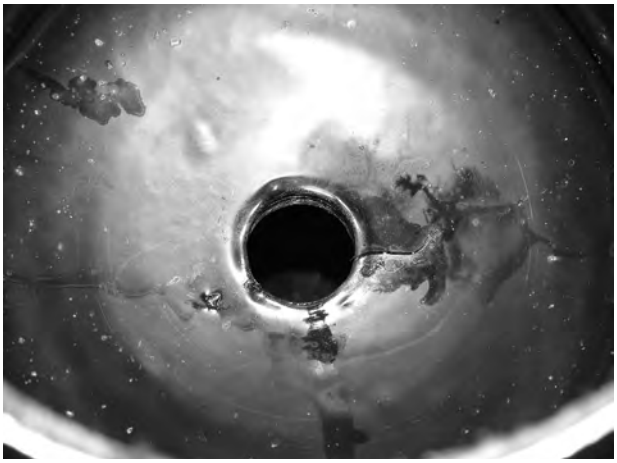
Źródło: Sprawozdanie z etapu pracy badawczej 22/BC/MNiSW/09, Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC, CNBOP, Józefów 2010 (materiały niepublikowane)

Po badaniach korozji wewnętrznej zbiornik gaśniczy nie może posiadać śladów korozji, pęknięć lub pęcherzyków na powierzchniach antykorozyjnego zabezpieczenia **(ryc. 7, 8, 9).** Roztwór środka gaśniczego powinien mieć podobne wartości współczynnika refrakcji (nD) przed i po kondycjonowaniu, co świadczyłoby, że nie został zanieczyszczony produktami korozji i posiada odpowiednią jakość (tabela 5.).



Ryc. 7. Zbiornik gaśnicy pianowej bez pęknięć lub pęcherzyków na powierzchniach antykorozyjnego zabezpieczenia
Źródło: Archiwum CNBOP

Ryc. 8. Zbiornik gaśnicy pianowej po badaniu korozji wewnętrznej. Widoczne przedostanie się roztworu środka gaśniczego przez powłokę antykorozyjną zbiornika
Źródło: Archiwum CNBOP



Ryc. 9. Zbiornik gaśnicy z widocznym pęknięciem powłoki antykorozyjnej przy dnie i otworze do napełniania
Źródło: Archiwum CNBOP

Podsumowanie

Przytoczone powyżej przykłady wybranych parametrów techniczno-użytkowych pokazują, że mają one wpływ na to, czy we wstępnej fazie rozwoju pożaru użycie gaśnicy doprowadzi do jego ugaszenia, zniweluje straty popożarowe i zmniejszy emisję szkodliwych gazów (np. CO, CO_2, NO_x), co jest bardzo istotne dla potencjalnych eksploatatorów. Powinno również wykonywać się niezbędne okresowe przeglądy gaśnic przenośnych, które pozwolą użytkownikowi na korzystanie z bezbłędnie działającego sprzętu podręcznego, kiedy zajdzie potrzeba jego użycia. Należy także pamiętać o właściwym wyborze gaśnicy do określonej grupy pożaru, gdyż zastosowanie niewłaściwego sprzętu podręcznego z nieodpowiednim środkiem gaśniczym może doprowadzić do nieoczekiwanego efektu.

Literatura

1. PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań;
2. Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.);
3. Wolny A., Pisarek M., *Gaśnice wczoraj dziś i jutro*, Wyd. Katowickie Zakłady Wyrobów Metalowych S.A., Siemianowice Śląskie 2003;
4. Sprawozdanie z etapu pracy badawczej 22/BC/MNiSW/08, Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC, CNBOP, Józefów 2009, materiały nie publikowane;
5. Sprawozdanie z etapu pracy badawczej 22/BC/MNiSW/09, Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC, CNBOP, Józefów 2010, materiały nie publikowane;
6. pl.wikipedia.org, 2010.

Recenzenci:
bryg. mgr inż. Jacek Jesionek
kpt. mgr inż. Ariadna Koniuch

mgr inż. **Monika NAGRODZKA**
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP
st. kpt. mgr inż. **Daniel MAŁOZIĘĆ**
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP

ZNACZENIE ŚRODKÓW OGNIOOCHRONNYCH WYKORZYSTYWANYCH W MATERIAŁACH STOSOWANYCH W BUDOWNICTWIE

Fire resistant compounds application used in construction materials

Streszczenie
Niniejszy artykuł opisuje rolę, budowę chemiczną i znaczenie stosowania środków ognioochronnych. Na wstępie przedstawiono zasadę klasyfikacji materiałów wykończeniowych stosowanych w budownictwie pod względem reakcji na ogień na podstawie, której można określić właściwości pożarowe. Materiały te są dodatkowo zabezpieczane ogniochronnie, poprzez dodanie uniepalniaczy metodami modyfikacji fizycznej i chemicznej, w tym metodą modyfikacji nanotechnologicznej. Dzięki znajomości wpływu budowy chemicznej tworzyw na palność oraz wiedzy o zjawiskach występujących w procesie palenia można wytyczyć kierunki modyfikacji tworzyw w celu nadania im zwiększonej odporności na ogień. Dalsza część artykułu dotyczy stosowania środków ognioochronnych w tworzywach. Zamieszczony jest opis poszczególnych grup dodatków uniepalniających pod względem budowy chemicznej, ich mechanizm działania oraz przedstawione są przykłady zastosowania w różnych rodzajach materiałach. Następnie wymieniona jest innowacyjna metoda modyfikacji tworzyw pod względem odporności na ogień, jakim jest tworzenie nanokompozytów oraz wypisane zostały kierunki zastosowania i rodzaje najczęściej wykorzystywanych w tym celu nanonapełniaczy w polimerach.

Summary
This article describes the role, chemical structure and the ways of uses or applications of fire resistant compounds. In the beginning the principle of finishing materials' classification used in construction is presented on the basis of which you can specify its fire properties. These materials additionally are secured by adding retardants through methods of physical and chemical or nanothenology modification. With the knowledge of the chemical structure impact on the materials' flammability and the knowledge about the phenomena occurring in the fire process, you can plan directions a plastics' modification in order to give them increased resistance to fire. Following part of the article concerns the application of fire resistant in different materials. Each group of fire retardant additives is described in terms of its chemical structure, their mechanism of action and examples of use in various types of plastics are given. Then an innovative method of modifying materials for fire resistance and the directions of the application and most commonly the types of nanofillers used for this purpose in polymers are described.

Słowa kluczowe: reakcja na ogień, klasyfikacja ogniowa, środki ogniochronne, nanopolimery

Key words: reaction to fire, fire classification, flame retardants, fire-retardant measures, retardants, nanopolimers

Wstęp

Pożar w budynku może rozprzestrzeniać się w bardzo szybkim tempie, powodując ogromne straty materialne i stwarzając zagrożenie dla przebywających tam ludzi. Dlatego też wszystkie aspekty dotyczące ochrony przeciwpożarowej należy traktować bardzo poważnie, zarówno w fazie projektowania budynku, jak również w trakcie przemyślanego doboru rodzaju materiałów wykończeniowych.

Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego stawiane elementom budynków i stosowanych w nich wyrobom budowlanym zostały sprecyzowane w Rozporządzeniu Ministra

Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.). W zakresie bezpieczeństwa pożarowego wymagania te odnoszą się przede wszystkim do reakcji na ogień wyrobów budowlanych, rozprzestrzeniania ognia i odporności ogniowej. W celu poprawienia właściwości pożarowych wyrobów łatwo zapalnych coraz częściej stosuje się zmodyfikowane substancje redukujące palność i podatność do inicjacji reakcji spalania. Do poszczególnych wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego przypisane są znormalizowane metody badań. W przypadku badań reakcji na ogień wyrobów budowlanych podstawę klasyfikacji stanowi norma PN-EN 13501-1+A1:2009 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień".

W systemie europejskim wyroby budowlane klasyfikowane są w sposób znacznie różniący się od stosowanego w Polsce.

W wymaganiach krajowych nadal funkcjonują określenia:

- Materiały niepalne.
- Materiały palne, które dzielimy na:
  - niezapalne,
  - trudno zapalne,
  - łatwo zapalne,

a także materiały nierozprzestrzeniające ognia, słabo rozprzestrzeniające ogień czy samogasnące.

Natomiast wymagania europejskie stosują system euroklas, klasyfikujący materiały bu-

Tabela 1.

Cechy palności stosowane w rozporządzeniu a klasy reakcji na ogień według PN-EN 13501-1+A1:2009

Cechy palności stosowane w rozporządzeniu			Klasy reakcji na ogień według PN-EN 13501-1:2007
Podstawowe	**niepalne**		A1; A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0 ;
	palne	**niezapalne**	A2-s1, d1 ; A2-s2, d1 ; A2-s3, d1 ; A2-s1, d2 ; A2-s2, d2 ; A2-s3, d2 ; B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 ; B-s1, d1 ; B-s2, d1 ; B-s3, d1 ; B-s1, d2 ; B-s2, d2 ; B-s3, d2 ;
		trudno zapalne	C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 ; C-s1, d1 ; C-s2, d1 ; C-s3, d1 ; C-s1, d2 ; C-s2, d2 ; C-s3, d2 ; D-s1, d0 ; D-s1, d1 ; D-s1, d2 ;
		łatwo zapalne	D-s2, d0 ; D-s3, d0 ; D-s2, d1 ; D-s3, d1 ; D-s2, d2 ; D-s3, d2 ; E-d2 ; E ; F
Dodatkowe	**niekapiące**		A1 ; A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0 ; B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 ; C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 ; D-s1, d0 ; D-s2, d0 ; D-s3, d0 ;
	samogasnące		co najmniej E
	intensywnie dymiące		A2-s3, d0 ; A2-s3, d1 ; A2-s3, d2 ; B-s3, d0 ; B-s3, d1 ; B-s3, d2 ; C-s3, d0 ; C-s3, d1 ; C-s3, d2 ; D-s3, d0 ; D-s3, d1 ; D-s3, d2 ; E ; E-d2 ; F

Źródło: Opracowanie własne autorów na podstawie Normy PN-EN 13501-1+A1:2009

dowlane pod względem reakcji na ogień jako klasy: A1, A2, B, C, D, E, F wraz z kryteriami dodatkowymi uwzględniającymi wydzielanie dymu oraz występowanie płonących kropli.

Dlatego też w załączniku nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm., przede wszystkim zmiany wynikające z Dz. U. Nr 56, poz. 461) określono relacje pomiędzy dotychczasową klasyfikacją (niepalny, niezapalny, trudno zapalny, łatwo zapalny, niekapiący, samogasnący, intensywnie dymiący) i systemem euroklas (Tabela 1 i 2).

na przykład poprzez działanie i akumulację ciepła w materiale w wyniku oddziaływania zewnętrznych strumieni promieniowania cieplnego. Powstałe procesy spalania mogą przebiegać jako spalanie płomieniowe i bezpłomieniowe (tlenie).

Wzrost pożaru charakteryzuje się wzrostem temperatury i wielkości pożaru w funkcji czasu. Wzrost ten zależy przede wszystkim od typu substancji spalnych znajdujących się w pomieszczeniu, typu konstrukcji budynku (pomieszczenia), sposobu spalania się materiałów oraz dostępu tlenu.

Rozgorzeniem (flashover) określa się moment przejścia z etapu wzrostu pożaru do etapu pożaru w pełni rozwiniętego. Inna definicja tego zjawiska to szybkie przejście ze stanu powierzchniowego spalania się materiałów do spalania przestrzennego palnej fazy lotnej powstałej zazwyczaj w wyniku rozkładu termicznego. Flashover jest krótkotrwałym zjawiskiem związanym z chwilowym stanem niestabilności termicznej fazy gazowej istniejącej w pomieszczeniu.

Tabela 2.

Cechy palności stosowane w rozporządzeniu a klasy reakcji na ogień według PN-EN 13501-1+A1:2009 (dla posadzek, w tym wykładzin podłogowych)

Określenia dotyczące palności stosowane w rozporządzeniu	Klasy reakcji na ogień zgodnie z PN-EN 13501-1+A1:2009
Niepalne	A1fl; A2fl-s1; A2fl-s2
Trudno zapalne	Bfl-s1; Bfl-s2; Cfl-s1; Cfl-s2
Łatwo zapalne	Dfl-s1; Dfl-s2; Efl; Ffl
Intensywnie dymiące	A2fl-s2; Bfl-s2; Cfl-s2; Dfl-s2; Efl; Ffl

Źródło: Opracowanie własne autorów na podstawie Normy PN-EN 13501-1+A1:2009

Etapy pożaru w zamkniętej przestrzeni

Rozwój pożaru w pomieszczeniu [1]

Pożar pomieszczenia może występować w zamkniętej objętości (pomieszczeniu) lub podobnej przestrzeni ograniczonej przegrodami budowlanymi znajdującymi się w budynku. Ograniczenie przestrzeni powoduje gromadzenie się w górnej części pomieszczenia gorących produktów rozkładu termicznego powodując powiększanie objętości gorącej podsufitowej warstwy gazów. Na skutek wzrostu szybkości wydzielania lotnych produktów rozkładu ulegających procesowi spalania tworzą się coraz większe ilości gorących produktów spalania, w postaci toksycznych produktów rozkładu termicznego i spalania. Wraz ze wzrostem objętościowym i masowym wydzielających się gazów następuje przemieszczenie się ku dołowi strefy zadymienia.

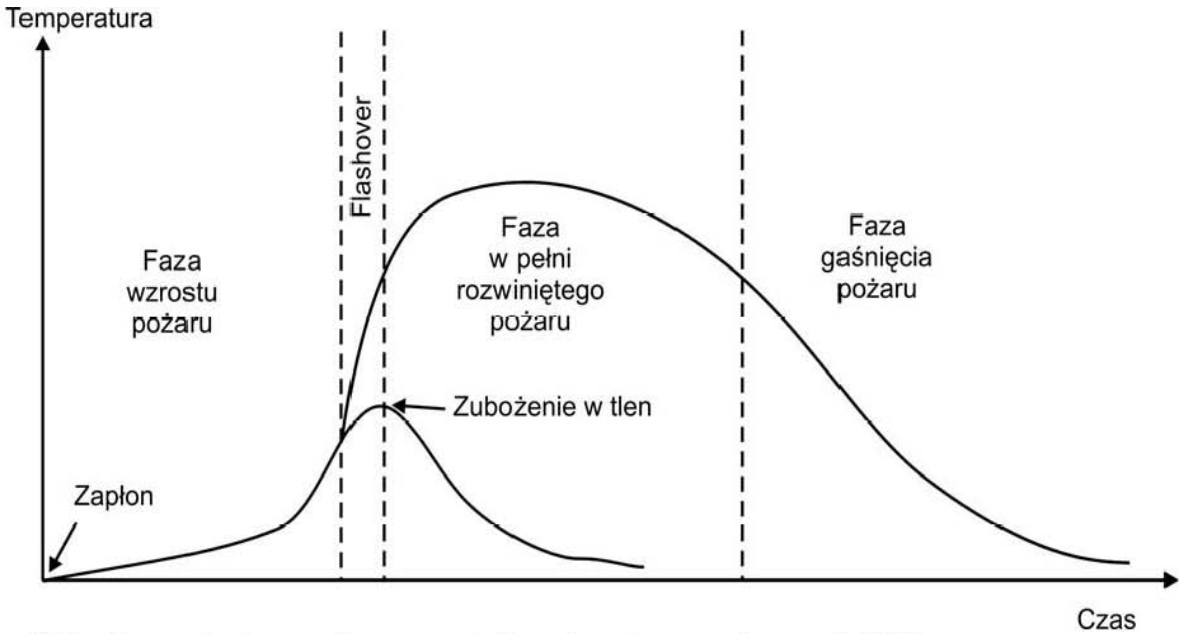
Możemy wyróżnić następujące etapy rozwoju pożaru w pomieszczeniu: inicjacja pożaru, wzrost pożaru, rozgorzenie (flashover), pożar w pełni rozwinięty, wygasanie pożaru.

Inicjacja pożaru może nastąpić na dwa sposoby: zapłon – przy udziale pilotowego źródła ciepła, na przykład płomienia – i samozapłon –

Etap **w pełni rozwiniętego pożaru** jest to okres czasu, w którym szybkość wydzielania ciepła osiąga wartość maksymalną. W etapie tym następuje szybkie zmniejszanie stężenia tlenu, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia szybkości spalania.

Etap **wygasania pożaru** (stygnięcia) – w wyniku intensywnego spalania zmniejsza się ilość materiałów palnych, co prowadzi do zmniejszenia szybkości wydzielania ciepła i temperatury pożaru.

Po inicjacji pożaru, dla jego rozwoju istotna jest wielkość źródła zapłonu oraz właściwości palne materiałów wystawionych na bezpośrednie działanie płomieni. Podczas fazy wzrostu, pożar rozprzestrzenia się i stopniowo zajmuje



Ryc. 1. Hipotetyczny przebieg zmian temperatury pożaru w czasie trwania poszczególnych jego faz, dla warunków pożarowych niekontrolowanych działaniami gaśniczymi [2]

Źródło: D. Drysdale., An introdaction to fire dynamics, New York, Wiley 1990

palne elementy wokół miejsca jego powstania. Zapaleniu mogą ulec znajdujące się w pobliżu okładziny ścian, podłogi, wykładziny dywanowe i sufit. Właściwości pożarowe materiałów wykończeniowych i wyposażenia wnętrz odgrywają zasadniczą rolę w tej fazie rozwoju pożaru. Dlatego też, w celu zwiększenia bezpieczeństwa pożarowego, materiały te są często dodatkowo zabezpieczane ogniochronnie, poprzez dodanie tzw. środków ognioochronnych.

Od wielu lat prowadzone są prace nad zmniejszeniem palności wielu tworzyw metodami modyfikacji fizycznej i chemicznej. Znajomość wpływu budowy chemicznej tworzyw na ich palność, a z drugiej strony wiedza o zjawiskach występujących w procesie palenia wytyczają kierunki modyfikacji tworzyw celem nadania im zwiększonej odporności na ogień.

Środki ognioochronne

Obecnie można zauważyć rozwój na rynku polimerów dotyczący wprowadzenia nowych, zmodyfikowanych chemicznie antypirenów obniżających palność i podatność do inicjacji reakcji spalania różnych materiałów. Środki ognioochronne znalazły szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu m.in. w motoryzacji, meblarstwie, włókiennictwie. Są one dodawane do polimerów i różnych typów tworzyw sztucznych używanych do produkcji tworzyw, materiałów elektronicznych, elektrycznych, materiałów budowlanych, izolacyjnych, tekstyliów, a także mają zastosowanie jako dodatki do płynów hydraulicznych, impregnatów i lakierów.

Retardanty zwane antypirynami obecne w materiale mają za zadanie spowodować przede wszystkim spowolnienie procesu spalania i rozkładu termicznego materiału, zmniejszenie emisji dymu, ograniczenie zjawiska topienia. Inne retardanty zapobiegają nagrzaniu się materiału do temperatury zapłonu. Uwolniona para wodna w produktach rozkładu przedostaje się do strefy spalenia w płomieniu, gdzie, jako dodatkowy składnik zmniejsza stężenie palnych, lotnych produktów i tlenu. W konsekwencji następuje obniżenie temperatury płomienia a powstałe tlenki metali tworzą warstwę ochronną na powierzchni materiału, które ograniczają przemieszczanie się lotnych produktów rozkładu do płomienia oraz tlenu do spalonego materiału.

Dodanie środków ognioochronnych do materiałów polimerowych, może odbywać się metodą addytywną polegającą na zmieszaniu antypirenu z wytworzonym wcześniej polimerem albo w sposób chemiczny, czyli wbudowanie uniepalniacza w matrycę polimerową podczas jego syntezy.

Do grupy środków ognioochronnych należy wymienić przede wszystkim tzw. opóźniacze reaktywne, czyli związki zawierające halogeny ta-

kie jak: brom, chlor, a także związki z atomami fosforu i azotu. Do skutecznych opóźniaczy palenia należą również retardanty zawierające atomy antymonu, krzemu, molibdenu i boru.

Mechanizm działania opóźniaczy reaktywnych polega głównie na hamowaniu reakcji rodnikowej w fazie gazowej w procesie palenia przez obecne rodniki, które stanowią składową część podstawnika w dodatku ognioochronnym. Najczęściej w roli inhibitorów procesu spalania biorą udział rodniki bromu i chloru. W strefie gazowej palenia tworzywa zawierającego np. jednocześnie Sb i halogen powstają halogenowodory, halogenki i tlenohalogenki antymonu, które skutecznie hamują przebieg rodnikowych reakcji spalania.

Owe reakcje inhibicji powstawania nowych rodników biorących udział w procesie spalania, można przedstawić z udziałem np. HCl w sposób następujący:

$$HCl + 0{,}5\,O_2 \rightarrow OH^* + Cl^* \quad (1)$$
$$HCl + OH^* \rightarrow H_2O + Cl^* \quad (2)$$
$$HCl + CH_3^* \rightarrow CH_4 + Cl^* \quad (3)$$
$$HCl + H^* \rightarrow H_2 + Cl^* \quad (4)$$
$$H^* + Cl^* + M \rightarrow HCl + M \quad (5)$$

gdzie M oznacza czynnik obojętny np. H_2 lub H_2O [3]

Przykładowymi związkami z wbudowanymi atomami chloru są: chloroalkany np. chloropropan – stosowany w poliestrach albo chlorowany poliizobutylen – stosowany w poliuretanach. Więcej przykładów antypirenów zawierających halogen podano w tabeli. 3. Podobnie jest w przypadku uniepalniaczy z wbudowanymi atomami bromu, wśród nich znajdują się również związki alkanowe, olefinowe, alkoholowe, aldehydowe i aromatyczne, m.in. bromocykloalkany – stosowane w poliolefinach, tetrabromododekan i bromofenol – stosowany w poliestrach. Do powszechnych bromowych opóźniaczy palenia, które znalazły zastosowanie w szerokiej gamie żywic i polimerów należą również bromowane etery difenylowe (np. eter dziesięciobromodifenylowy), etylenodwuimid kwasu tetrabromo-o-ftalowego a także tetrabromobisfenol A (TBBP) i jego pochodne – stosowane w związkach epoksydowych, bezwodnik tetrabromoftalowy – stosowany w poliuretanach i poliizocyjanuranach, heksabromocyklododekan (HBCD) – stosowany w polistyrenach.

Jeszcze większy efekt późnienia procesu spalenia zauważalny jest, gdy jako dodatek ognioochronny wykorzystuje się związki o synergicznym połączeniu wpływowych pierwiastków, np. układ halogen + związki zawierające fosfor, układ halogen + związki antymonu, układ halogen + związki molibdenu. Takimi związkami występującymi w połączeniu ze związkami bromowymi albo chlorowymi są: trójtlenek antymonu, fosforany alifatyczne, fosforany alifatyczno-aromatyczne, polifosforany amonowe oraz trójtlenek molibdenu. W przypadku trójtlenku antymonu w połączeniu z chlorowcem oddziaływanie synergetyczne polega na katalizowaniu reakcji syntezy lotnego trójhalogenku antymonu, który silnie wpływa na przebieg reakcji chemicznych w płomieniu a ostatecznym produktem rozkładu są związki antymonu [3]. Połączenie tego rodzaju synergetycznego ma miejsce w nienasyconych żywicach poliestrowych i w piankach poliuretanowych.

Bardzo często jako skuteczny opóźniacz palenia stosowane jest połączenie chloroparafiny (zawierającej do 72% wag. chloru) zwykle w układzie synergicznym z trójtlenkiem antymonu lub z fosforanami. Ten rodzaj połączenia synergicznego znalazł zastosowanie w polietylenie oraz przy produkcji styropianu samogasnącego i samogasnącej mieszaniny gumowej.

Związki fosforu w połączeniu ze związkami zawierającymi atom chloru występują również m.in. w modyfikacjach przeciwogniowych polipropylenu, w wysokoudarowym polistyrenie, w poli(metakrylanie metylu) i w poli(tereftalanu etylenu). Powszechnie stosowanymi związkami organicznymi zaliczanymi do opóźniaczy palenia, zawierającymi wbudowany chlorowiec są estry alifatyczne i aromatyczne kwasu ortofosforowego z wbudowanymi atomami chlorowca oraz różnego rodzaju sole w połączeniu z fosforynami, fosforanami i fosfonianami np. THPC (tetrakishydroxymethylphosphonium chloride) – szeroko stosowany w tekstyliach. W większości tych związków mechanizm ognioochronnego działania polega na powstaniu w fazie stałej podczas rozkładu termicznego materiału, warstwy ochronnej na powierzchni tworzywa utworzonej przez obecny w tej fazie kwas fosforowy. Ta zwęglona warstwa skutecznie obniża tem-

Tabela 3.

Przykłady związków organicznych z wbudowanymi atomami chloru lub bromu stosowanych jako uniepalniacze oraz ich zastosowanie w tworzywach i materiałach wykończeniowych [10]

Przykłady związków chloroorganicznych stosowanych jako uniepalniacze		**Przykłady związków bromoorganicznych stosowanych jako uniepalniacze**	
Nazwa związku	Zastosowanie	Nazwa związku	Zastosowanie
Alkanowe		***Alkanowe***	
Chloroetany	Farba, styren	Bromoetany	Winyle
Chloropropany	Poliestry	Bromocykloalkany	Poliolefiny
Chlorowane C_{10}-C_{30} parafiny	Farby, drewno, tekstylia, poliolefiny	Bromocykloalkanol, ester kwasu akrylowego	Akryle
		Bromowany polibutadien	Winyle, styren
Chlorowany olej rybny	Farba		
Chlorowany kauczuk	Guma	***Olefinowe***	
Chlorowany PVC	Winyle, tekstylia	Bromek winylu	Styren, akryle
			Poliestry
Chlorowany poliizobutylen	Poliuretan	Tetrabromododekan	Akryle
Chlorowane poliolefiny	Poliolefiny	Pochodne heksabromodicykloheptenu	
Poli(chlorek winylu)	Tekstylia		
Heksachlorocykloheksan $C_6H_6Cl_6$	Pochodne celulozy	***Alkoholowe, kwasowe, aldehydowe etc.***	
Olefinowe			Styren, winyle
Chloroetyleny, chlorek winylu	Tekstylia, styreny, akryle	Alkohol 2,3,3-tribromoalilowy i estry (np. estry akrylowe)	Styren
		2,2,3,3 – tetrabromobutan - 1,4-diol	Poliestry
Chloropropen	Styren, winyle, akryle		Poliuretany Papier
		Bromowany pentaerytritol	
Chlorobuten i butadien	Kauczuk, winyle	Bromowane poliole 2,3-dibromopropylu ftalan	Poliuretany
			Poliestry
Chloropren	Poliolefiny	Bromowany olej tallowy	
Chlorek allilu	Epoksydy	2,2- bis(bromometylo) – 1,3-propanediol	Styren, akryle
			Poliestry
Heksachlorocyklopentadien i pochodne "heksa"	Farby, poliestry, poliuretany, epoksydy, styren, akryle epoksydy, winyle	2-bromoetyl itakonu	Alkohol poliwinylowy
		Kwas dibromobursztynowy	Polistyreny
		Bromoacetal, bromobenzaldehyd	
		bis(2,3-dibromopropylo) jabłczan	
Alkoholowe, kwasowe, aldehydowe etc.			Poliolefiny
			Poliuretany
	Winyle, poliestry	***Aromatyczne***	Farby, styren
Chloroalkohole C_2-C_{12}, poliole		Bromowane polifenyle	Poliestry Poliuretany
	Poliestry, poliuretan	Pentabromotoluen	
Pentaerythritol chlorohydryn		Bromofenole, estry akrylowe	Poliestry
	Epoksydy	Bromofenol, eter glicidylowy di-izocyjanian bromotoluenu	
Tetrachlorobutan-1,4-diol	Epoksydy		Nylon
Epichlorohydryn	Poliestry, poliuretan	Kwas tetrabromoftalowy lub jego bezwodnik	Epoksydy
1,1,1- trichloro-2,3 epoksypropan			
	Nylon, winyle	Bromoftalimid	
Kwas chloroadypinowy	Poliestry	Tetrabromobisphenol A	

Chlorooctan winylu	Poliuretan		
Kwas dichlorobursztynowy	Styren		
Kwasy tłuszczowe zawierające atomy chloru	Akryle		
Chloroalkan akrylonitrilu	Epoksydy		
Chlorowana arylodwuamina			
CCl_4, skondensowany octoalkan	Żywice, tekstylia		
Aromatyczne			
Alkoksychlorobenzeny	Winyle		
Chlorowany heksametylbenzen	Winyle		
Chlorowane etery alkiloarylowe	Poliestry		
Chlorofenole	Tekstylia, styren, akryle, fenolowe impregnaty do drewna, polifenyleny		
Eter pentachlorofenolowo glicidylowy	Poliuretan, epoksydy		
Chlorostyreny	Poliestry, styren. poliolefiny		
Estry chlorotiofenolowe	Akryle, winyle		
Chlorowany 1,4-bis-hydroksymetylobenzen	Celulozy, tekstylia		
Chlorofenylu izocyjanian	Tekstylia		
Chlorodifenyle i polifenyle	Tekstylia, poliestry, poliuretan, styren		
Chlorowany 4,4' -bis-hydroksydifenyl	Poliestery		
Chlorowany 3,3' -bis-izocyjanatobifenyl	Poliuretany		
Chlorowane naftaleny	Tekstylia, poliestry		
Chlorowany bisfenol A i eter glicydylowy	Poliestry, epoksydy		
Chlorowany węglan difenylu	Poliwęglany		
Kwas tetrachloro – o ftalowy i pochodne	Tekstylia, poliestry		
Chlorowane żywice alkidowe	Farby		

Źródło: W., Lyons, The Chemistry and Uses of Fire Retardants, Published in 1987, R.E. Krieger Pub. Co. (Malabar, Fla)

peraturę mięknięcia topienia tworzywa. Z kolei lotne produkty rozkładu termicznego zawierające chlorowiec inhibitują reakcje w płomieniu.

Niestety z punktu widzenia toksykologicznego i ekologicznego stosowanie halogenowych retardantów posiada znaczne wady, wiąże się to z ryzykiem emisji dużej ilości toksycznych związków. Podczas rozkładu termicznego materiału zawierającego halogen wydzielają się gazy takie jak: chlorowodór, bromowodór, fluorowodór a w połączeniu synergicznym mogą wydzielać się toksyny takie jak amoniak, nitrozoaminy, cyjanowodór, które wykazują bardzo silne działania drażniące i toksyczne dla ludzi, powodują korozję aparatury np. elektronicznej, szczególnie po zetknięciu się z wodą gaśniczą [9]. Ponadto tworzywa sztuczne zawierające halogeny, pod wpływem ognia wydzielają bardzo dużo gęstego dymu oraz w wielu przypadkach powstają dioksyny mające wysokotoksyczny wpływ na gospodarkę hormonalną i układ nerwowy człowieka. Najniebezpieczniejsze pod tym względem są związki bromoorganiczne i najpowszechniej stosowane tego typu związki – polibromowane etery difenylowe PBDE są zastępowane np. w tekstyliach nieorganicznymi związkami fosforu i azotu oraz związkami fluorowcowanymi, przy produktach budowlanych z włókien drzewnych, stosuje się z reguły boraks lub kwas borny.

Należy dodać, że tworzywa sztuczne z dodatkiem związków halogenowych stanowią również zagrożenie dla środowiska naturalnego nie tylko ze względu na emisję toksycznych gazów, ale również ze względu na utylizację samego materiału.

Innymi przykładami związków organicznych z innymi wbudowanymi atomami pierwiastków wpływających ognioochronnie to związki ze wspomnianymi wcześniej atomami fosforu np. estry kwasu ortofosforanowego, fosforany (fosforan trifenylu – stosowany m.in. w wysokoudarowym polistyrenie). Lotne produkty rozkładu związków fosforowych zalicza się do najbardziej skutecznych inhibitorów spalania mieszanin gazowych. Mechanizm ich działania jest podobny do mechanizmu działania retardantów halogenowych. Można go zilustrować na przykładzie tlenku trifenylofosfiny, którego rozkład daje m.in. kwas fosforowy, będący źródłem rodników wiążących się z rodnikami spalania polimerów: [3]

$$(C_6H_5)_3PO \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow HPO_2^* + HPO^* + PO^* + \ldots \quad (6)$$

$$H^* + PO^* \rightarrow HPO^* \quad (7)$$

$$H^* + HPO^* \rightarrow H_2 + PO^* \quad (8)$$

$$2OH^* + PO^* \rightarrow H_2 + PO_2 + O^* \quad (9)$$

$$PO^* + 0{,}5\,O_2 \rightarrow PO_2^* \quad (10)$$

$$PO^* + OH^* \rightarrow HOPO \quad (11)[3]$$

Do układów ognioochronnych synergistycznych N, P należą często cytowane związki występujące w postaci fosforanów, polifosforanów amonowych lub połączenia fosforanów z mocznikiem lub jego pochodną (np. guanidyną), albo melaminą. Dodatki z tym rodzajem połączeń znalazły szerokie zastosowanie w materiałach celulozowych, poliamidach, poliuretanach i w poliakrylonitrylu.

Do nieorganicznych związków o działaniu uniepalniającym należy wspomniany wcześniej trójtlenek antymonu, trójtlenek molibdenu oraz boran cynku. Szczególnie ten ostatni tj. boran cynku używany jest jako częściowy zamiennik trójtlenku antymonu, który przyczynia się zmniejszeniu zadymienia podczas spalania. W tym samym celu wprowadza się również tlenek molibdenu i wodorotlenek glinu, który jednocześnie jest skutecznym antypirenem.

Oprócz wodorotlenku glinu coraz większym zainteresowaniem cieszy się w roli środka ogniochroochronnego wodorotlenek magnezu, szereg uwodnionych soli nieorganicznych np. węglan magnezu, wapnia, potasu. Skuteczność działania tych związków polega na ich rozkładzie w podwyższonej temperaturze i wydzielaniu się wody, która uwolniona w postaci pary wodnej przenika do strefy spalania w płomieniu. Dodatkowo powstałe tlenki matali tworzą warstwę ochronną na powierzchni materiału ograniczając przemieszczenie się lotnych produktów rozkładu do płomienia oraz tlenu do wnętrza materiału. Ponadto przyczynia się do odebrania dużej ilości ciepła w strefie spalania. W przypadku zastosowania węglanów jako antypirenów do materiałów polimerowych tworzy się dodatkowo CO_2, który obniża stężenie tlenu w środowisku spalania.

Dość innowacyjnym sposobem obniżającym palność tworzywa (podwyższona odporność ter-

miczna) to nanotechnologiczna modyfikacja polimeru. Jej niekwestionowaną zaletą jest zużycie zaledwie paru procent napełniacza, gdy tymczasem zawartość tradycyjnych retardantów w tworzywie może sięgać nawet do 40%. Poza tym otrzymane w ten sposób nanomateriały posiadają lepsze właściwości reologiczne, większą odporność mechaniczną (takie jak zginanie, skręcanie, rozciąganie, udarność) i są bezpieczniejsze dla środowiska naturalnego. W technologii tworzyw trudnopalnych szczególnie dynamicznie rozwija się dziedzina wytwarzania nanokompozytów polimerowych. Ich wytwarzanie jest możliwe zarówno przy użyciu polimerów termoplastycznych, jak i termoutwardzalnych. Składnikiem wpływającym m.in. na obniżenie palności takiego nanokompozytu mogą być: metale, związki metali (szczególnie tlenki), kreda, grafit, fulereny i rurki fulerenowe, nanoblendy polimerowe oraz najpowszechniej stosowane krzemiany warstwowe (montmorillonit, hektoit, saponit) i krzemionki [7].

Nanokompozyty polimerowe z zawartymi krzemianami i krzemionkami najczęściej znajdują zastosowanie ze względu na łatwą ich dostępność a co za tym idzie niską cenę. Dzięki obecności tych modyfikatorów jest podwyższona odporność tworzywa na działanie ognia. Efekt ten uzyskuje się poprzez powstanie podczas spalania powierzchniowej struktury zwęglonej, powodującej izolację termiczną polimeru oraz opóźniającej powstawanie i emisję gazów. Najpowszechniej stosowany jest łatwo dostępny nanonapełniacz montmorillonit (MMT), który oprócz znaczącej zalety, jakim jest opłacalność, posiada charakterystyczną budowę pozwalającą na szerokie zastosowanie w modyfikacjach polimerów i przy tym wykazuje wysoką skuteczność w działaniu ognioochronnym tworzywa. Zbudowany jest z pakietów trójwarstwowych posiadających kationy metali (sodu lub wapnia) oraz cząsteczki wody, pomiędzy które możliwe jest wnikanie polimeru. Minerał ten jest sam w sobie silnie hydrofilowy i aby uzyskać jego kompatybilność z większością stosowanych polimerów jest poddawany hydrofobizacji.[7] Jako zmodyfikowany MMT (ZMMT) znalazł zastosowanie jako antypiren w połączeniu z takimi polimerami jak: polipropylen, polietylen, polistyren, kopolimery styrenu, poliamidy oraz są prowadzone badania nad połączeniem z innymi termoplastami np. poli(tereftalan etylenu), poli(metakrylan metylu), poli(chlorek winylu), poliimidy, polidiacetylen, polieteroimidy, polisulfony, poli(tlenek etylenu), kopolimer etylen/octan winylu, polianilina, poliwinylopirolidon, poli(4-winylopirydyna), polimery ciekłokrystaliczne [7].

Utworzone nanokompozyty polimerowe na bazie duroplastów i MMT to najczęściej zmodyfikowane żywice epoksydowe, rzadziej spotykane to nienasycone żywice poliestrowe a także poliuretany i polisiloksany, które są bardziej znane pod nazwą - silikony.

Ze względu, iż są przeróżne techniki modyfikacji rozróżnia się różne formy utworzonych hybryd organiczno-nieorganicznych. Nanokompozyty mogą przyjąć strukturę określoną jako: W – wtrącane (inter-calacted), Z – złuszczone lub rozwarstwione (delaminated), N – na uwięzi (end-tethered) [12]. Obecnie istnieją tendencje do preferowania hybryd W, które mogą być bardziej efektywnymi opóźniaczami palenia.

Podsumowanie

Wymienione powyższe przykłady uniepalniaczy i ich zastosowanie to zaledwie namiastka tego co obecnie jest dostępne na rynku. Związków o charakterze redukującym palenie jest zarejestrowanych ponad 170 a nanokompozytów z nanonapełniaczami opóźniającymi palenie jest też coraz więcej [7]. Wiele z tych retardantów pod względem toksykologicznym i ekologicznym budzą zastrzeżenia. Podczas ich rozkładu termicznego wydzielają się związki, które wykazują bardzo silne działania drażniące i toksyczne dla ludzi, powodują korozję sprzętu i aparatury, powstają rakotwórcze dioksyny wpływające zabójczo na układ nerwowy i hormonalny człowieka. Tworzywa sztuczne z dodatkiem związków halogenowych stanowią również zagrożenie dla środowiska naturalnego nie tylko pod względem emisji toksycznych gazów, ale również pod względem utylizacji samego materiału. Dlatego dziedzina ta wymaga dalszych poszukiwań innego rozwiązania zabezpieczenia ognioochronnego. Trwają intensywne prace badawcze i zauważalny jest rozwój coraz to nowszej technologii w tym najnowszej dziedziny – nanotechnologii dotyczącej tworzenia nanokompozytów z dodatkiem ognioochronnym. Zapewne dynamiczne rozwój

wiedzy i postęp technologiczny w tym zakresie, w przyszłości przyczyni się do tego, że tworzywa trudno palne będą coraz bardziej przyjazne dla ludzi i środowiska naturalnego.

Literatura

1. Małozięć D, Koniuch A., *Właściwości pożarowe materiałów budowlanych i elementów wyposażenia wnętrz*, Materiały z Seminarium CNBOP, Józefów, 2008;
2. Drysdale D., *An introdaction to fire dynamics*, New York, Wiley 1990;
3. Boryniec S., Przygocki W., *Opóźnianie spalania materiałów polimerowych*, Polimery 1999;
4. Ćwiklak K., Jabłońska M., *Polibromowane etery difenylowe w środowisku*, www.laboratorium.elamed.pl/strona-numer-9-2008-21322.html;
5. Giannelis E.P., *Flame Retardant Nanocomposite Materials*, www.nist.gov;
6. Góralczyk K., Struciński P., Czaja K., Hernik A., Ludwicki J.K., *Uniepalniacze – zastosowanie i zagrożenie dla człowieka*, rocznik PZH, 2002, www.pzh.gov.pl/oldpage/biblioteka/roczniki/53/533.pdf;
7. Kacperski M., *Nanokompozyty Polimerowe* 2003, kompozyty.ptmk.net/pliczki/pliki/semVII_42.pdf;
8. Kulawski J., *Zmniejszenie palności tworzyw,* Rynek Chemiczny 7-8, 1997;
9. Kwasigroch M., Szczepanik J., *Filozofia bezpieczeństwa pożarowego – wczoraj i dziś*, Technika 7-8/2005, baztech.icm.edu.pl/baztech/cgi-bin/btgetdoc.cgi;
10. Lyons W., *The Chemistry and Uses of Fire Retardants*, Published in 1987, R.E. Krieger Pub. Co. (Malabar, Fla);
11. Lyons W., *Flame Retardants,* In ECT, vol. 10, Copyright 1994 by John Wiley & Sons, Inc., www.nist.gov;
12. Piecyk L., Nanokompozyty polimerowe-trudnopalne, www.laboratoria.net/pl/modules.php;
13. Poradnik, środki uniepalniające tworzywa.com.pl/.../B6-ŚRODKI-UNIEPALNIAJĄCE-21716.html;
14. www.kopalniawiedzy.pl;
15. Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
16. PN-EN 13501-1+A1:2009 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień”.

Recenzenci:

mł. bryg. dr Marzena Półka,

bryg. dr inż. Waldemar Jaskółowski.

dr **Tomasz WĘSIERSKI**
Zastępca Dyrektora CNBOP
ds. naukowo-badawczych

CHEMIA I TOKSYKOLOGIA EPICHLOROHYDRYNY POD KĄTEM PRZYDATNOŚCI DLA DZIAŁAŃ STRAŻY POŻARNYCH. PODSTAWY ANALIZY RYZYKA

Chemistry and toxicology of epichlorohydrin in connection with usability in fire service actions. Basis of risk analysis

Streszczenie
Epichlorohydryna (1-chloro - 2,3 - epoksypropan) zawiera w budowie chemicznej pierścień oksiranowy. Hybrydyzacja sp^3 atomu tlenu oraz węgla zawierającego wiązania nasycone powoduje, iż ten trójczłonowy element ze względu na duże naprężenia steryczne nie należy do układów stabilnych i jest wyjątkowo nietrwały w kontakcie z substancjami o charakterze kwaśnym oraz zasadowym. W tym środowisku, a także w obecności nadtlenków oraz niektórych soli może ulec gwałtownej polimeryzacji. Epichlorohydryna jest również wrażliwa na środowisko wodne. W wyniku działania wody o temperaturze 20°C następuje jej hydroliza z czasem połowicznego rozpadu wynoszącym 8,2 dnia [1]. Pożar z udziałem epichlorohydryny powoduje powstanie tak niebezpiecznych substancji jak chlor, chlorowodór czy fosgen. Duże ilości fosgenu powstają zwłaszcza w przypadku niedostatecznej ilości tlenu w środowisku spalania. Praca ratowników w strefie w przypadku uwolnienia się epichlorohydryny, ze względu na jej łatwą hydrolizę i powstający chlorowodór wymaga użycia przez nich ubrania gazoszczelnego. W Polsce do poważnego wypadku między innymi z udziałem tej substancji doszło 2 listopada 1998 roku na terenie stacji Twarda Góra. W wyniku wypadku i wykolejenia się trzech cystern z epichlorohydryną doszło do rozszczelnienia jednej z nich oraz pożaru [2]. Na skutek powstałego skażenia budynek sąsiadujący ze stacja kolejową nakazano wyburzyć.
Publikacja zawiera zestawienie właściwości fizykochemicznych epichlorohydryny oraz mechanizmów działania tej substancji w rożnych środowiskach na podstawie dostępnej literatury fachowej. W opracowaniu zawarto również elementy analizy ryzyka. Praca ukazuje niebezpieczeństwa działań ratowników związanych z akcjami ratownictwa chemicznego z udziałem epichlorohydryny.

Summary
Epichlorohydrin (1-chloro-2,3-epoxypropane) has in its chemical construction oxirane ring. Oxigen and saturated carbon atoms with the sp^3 hybridization contribute to great steric tension in oxirane ring and therefore this arrangement is very unstable in acidic and basic solutions. In this conditions and also in the presence of peroxides or some slats rapidly polimerisation can occur. Epichlorohydrin is also unstable in water conditions and hydrolyze with half-life time 8,2 days [1]. A fire involving epichlorohydrin may give rise to create such dangerous gases as chlorine, hydrogen chloride or phosgene. The latter concentration when insufficient amounts of oxygen are present. Rescue workers in the hot area where the release of epichlorohydrin have place requires the use of their full chemical gas-tight clothes., because of its easy hydrolysis and the creating of hydrogen chloride. In Poland, a serious accident involving, inter alia, this substance on November 2, 1998 on area rail stations Twarda Góra took place. As a result of the accident and derailment of three tanks with epichlorohydrin was the unsealing of one of them and the fire [2].
The publication summarizes the physicochemical properties of epichlorohydrin and mechanisms of action of this substance in various environments on the basis of the available literature. The paper also contains elements of risk analysis and shows the danger of rescue actions related to disaster with epichlorohydrin.

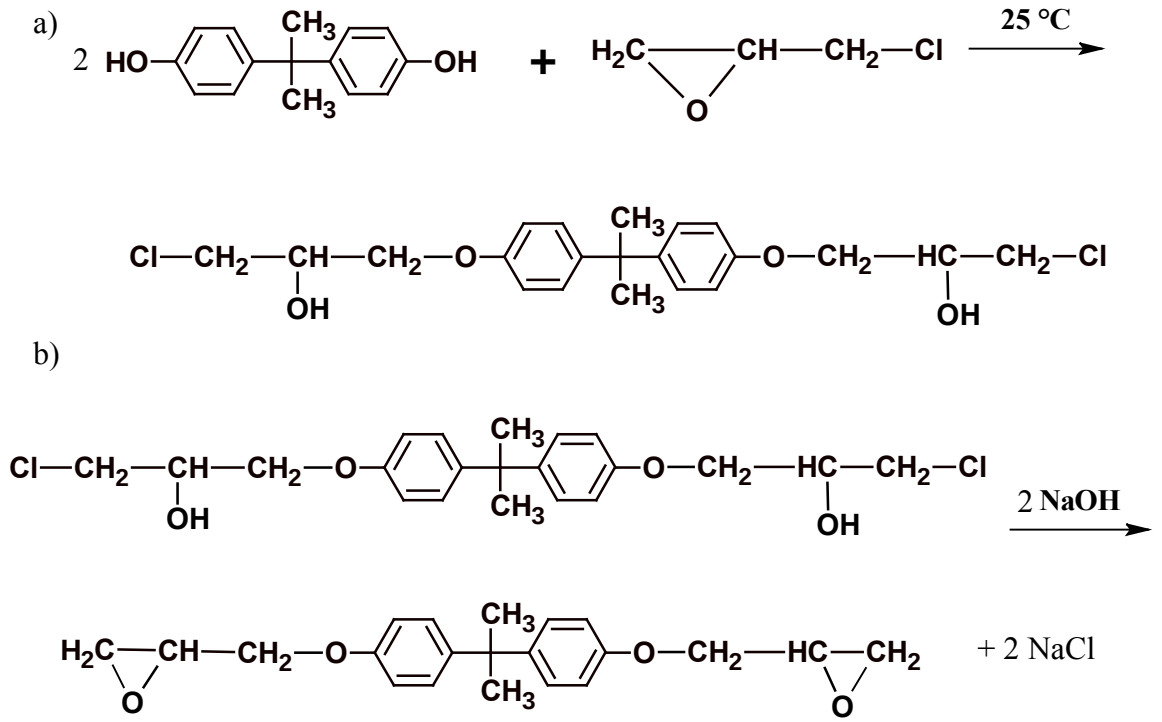
Słowa kluczowe: epichlorohydryna, analiza ryzyka, toksyczność, ratownictwo chemiczne;
Key words: epichlorohydrin, risk analysis, toxicity, chemical rescue service.

Wstęp

Podstawą do zrozumienia niebezpieczeństwa kontaktu z epichlorohydryną i generalnie z jakąkolwiek substancją jest poznanie jest właściwości fizykochemicznych, które są warunkowane przez budowę chemiczną substancji. Istotne znaczenie ma w tym momencie zdolność do dysocjacji, jonizacji, czy też rozpuszczal-

ność omawianej substancji w określonych warunkach. Szczególną wagę mają czynniki biologiczne takie jak wewnątrzustrojowa aktywność biologiczną oraz przenikalność przez błony półprzepuszczalne, z którą wiąże się zdolność do wchłaniania związku. W określonych warunkach nie należy również pomijać czynników osobniczych oraz środowiskowych. To właśnie całościowe ujęcie problemu ukazuje nam skomplikowany problem toksyczności działania związku na organizm ludzki. Rozważając działania na miejscu zdarzenia z udziałem substancji niebezpiecznej należy pamiętać, iż toksyna może wniknąć do organizmu na wieloraki sposób. Jej wchłonięcie może nastąpić poprzez przewód pokarmowy, drogi oddechowe, skórę oraz na skutek przerwania ciągłości tkanki. Ratownik wchodząc do strefy skażonej powinien być należycie zabezpieczony tak, aby przypadkowy kontakt z substancją nie zakończył się dla niego tragicznie. Prowadząc rozważania często należy zastanowić się co należy zrobić, aby akcję przeprowadzić sprawnie, jakie kroki należy podjąć aby komfort pracy ratowników w strefie był odpowiednio wysoki. Zastanawiamy się czy w danym przypadku lepiej użyć ciężki i niewygodny CUG (chemoodporne ubranie gazoszczelne) czy też wystarczy CUP (chemoodporne ubranie przeciwochlapaniowe) lub inne lekkie ubranie przeciwchemiczne? To są pytania na które można sobie odpowiedzieć znając właściwości substancji, która została uwolniona. W swych rozważaniach nie należy oczywiście jednak zapominać o tych, dla których ochrony jednostki ratownicze zostały powołane. Niestety ludność cywilna nie posiada stosownej ochrony przed skażeniami. Tak więc element jej zabezpieczenia przed oddziaływaniem par substancji oraz zapobieżenia przedostania się substancji do środowiska jest niezwykle istotny. W Polsce sprzętem ochrony dróg oddechowych nie dysponuje również policja oraz służby medyczne. Jak poważny może to być problem przekonano się w Japonii podczas ataku z użyciem sarinu na tokijskie metro 20 marca 1995 roku. W wyniku zdarzenia śmierć poniosło 12 osób, a zatruciu uległo ponad 3000. Wśród pozbawionego ochrony dróg oddechowych personelu medycznego odnotowano aż 135 przypadków zatrucia. Podczas akcji ujawnił się brak procedur postępowania w przypadku tego typu zdarzeń.

Tak więc problem odpowiedniego podejścia do wypadków z udziałem substancji niebezpiecznych nie jest sprawą prostą. Czasami, tak jak miało to miejsce podczas zdarzenia z epichlorohydryną w Twardej Górze, dowódca zmu-



Ryc. 1. Pierwsze dwa etapy reakcji 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanu z epichlorohydryną. Nowo powstałe w drugim etapie reakcji grupy epoksydowe (oksiranowe) zdolne są do kolejnej reakcji z 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanem

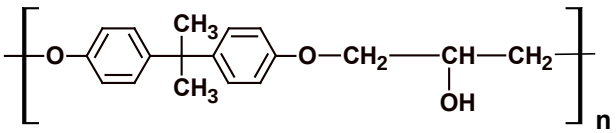
szony jest do niełatwych wyborów, z których żaden nie daje 100% satysfakcji. Poznanie jednak właściwości chemicznych niektórych substancji powinno ułatwić dowódcy podjęcie najwłaściwszych rozwiązań w sytuacji zagrożenia.

Zastosowanie epichlorohydryny w przemyśle

W Europie produkuje się około 290 kiloton epichlorohydryny (ECH) rocznie. W Polsce praktycznie 100% produkcji ECH wytwarzane jest w bydgoskim zakładzie Zachem Ciech. Zdolności produkcyjne zakładu wynoszą około 33 kiloton na rok [2].

Epichlorohydryna (ECH) jest przemysłowo wykorzystywana do produkcji między innymi syntetycznego glicerolu, elastomerów, plastyfikatorów, eterów i estrów glicydylowych, wodoodpornych żywic stosowanych w przemyśle papierniczym oraz żywic epoksydowych, na które przypada 75% produkcji. Te ostatnie powstają w wyniku polikondensacji ECH z bisfenolami w układzie wielofazowym w środowisku silnie alkalicznym. Przykładową reakcję 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanu z epichlorohydryną pokazano na rys 1.

Jako końcowy produkt rozważanej reakcji powstaje oligomer o strukturze pokazanej na rys. 2.



Ryc. 2. Produkt końcowy reakcji epichlorohydryny z 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanem

W przemyśle tekstylnym epichlorohydryna jest wykorzystywana do modyfikacji wełny. W wyniku reakcji z zawartymi w jej strukturze grupami karboksylowymi otrzymuje się produkt o podwyższonej odporności na aktywność moli. Inną gamą produktów tekstylnych opartych na wykorzystaniu ECH jest produkcja podatnych na farbowanie włókien polipropylenowych. ECH używana jest również do farbowania włókien bazujących na poliolefinach, poliakrylonitrylu, poli(chlorku winylu), alkoholu poliwinylowym, a także do produkcji włókien antystatycznych.

Przemysł papierniczy wykorzystuje ECH do produkcji papieru wodoodpornego. Jeden z wykorzystywanych procesów bazuje na modyfikacji poliamidów poprzez ECH.

Epichlorohydryna jest stosowana także w produkcji żywic aniono- i kationowymiennych. Nierozpuszczalne w wodzie żywice anionowymienne są syntezowane poprzez reakcję ECH z etylenodiaminą lub jej wyższymi homologami. Między innymi te żywice są stosowane do oczyszczania wody pitnej oraz do pochłaniania zanieczyszczeń powietrza. Żywice kationowymienne są syntezowane poprzez kondensację ECH z polihydroksyfenolami a następnie poprzez sulfonowanie produktu.

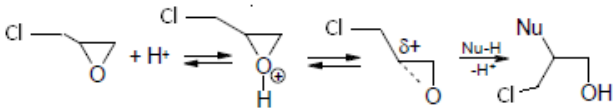
ECH jest wykorzystywana również do produkcji związków powierzchniowo czynnych, insektycydów, bakteriocydów, fungicydów, farmaceutyków, inhibitorów korozji, dodatków do lubrykantów, związków stosowanych w galwanotechnice cynku, polimerów zapewniających izolację przewodów elektrycznych, opóźniaczy zapłonu związków bazujących na uretanach.

Właściwości chemiczne epichlorohydryny

Hybrydyzacja sp^3 atomu tlenu oraz węgla zawierającego wiązania nasycone powoduje, iż trójczłonowy pierścień oksiranowy, ze względu na duże naprężenia steryczne, należy do układów bardzo reaktywnych. Przy tej hybrydyzacji optymalny kąt pomiędzy wiązaniami powinien wynosić około 110°. W przypadku pierścienia oksiranu jest natomiast zbliżony do 60°.

Epichlorohydryna łatwo ulega działaniu substancji utleniających (zwłaszcza nadtlenków), substancji o charakterze kwasowym oraz zasadowym, a nawet niektórych soli o charakterze kwasów Lewisa. Gwałtowny przebieg niektórych z nich powoduje, iż niekontrolowane mogą doprowadzić do eksplozji w przypadku wystąpienia w zbiornikach zamkniętych.

W przypadku czynników o charakterze kwasowym zdolnych do protonowania, następuje atak protonu na oksiranowy atom tlenu wg. mechanizmu przedstawionego na rys 3;

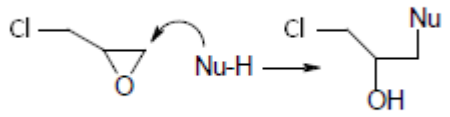


Ryc. 3. Mechanizm reakcji epichlorohydryny w środowisku kwaśnym

W środowisku kwaśnym atak grupy nukleofilowej Nu następuje na bardziej osłonięty atom węgla według mechanizm S_N1. Typowy karbokation jako stan przejściowy nie tworzy się.

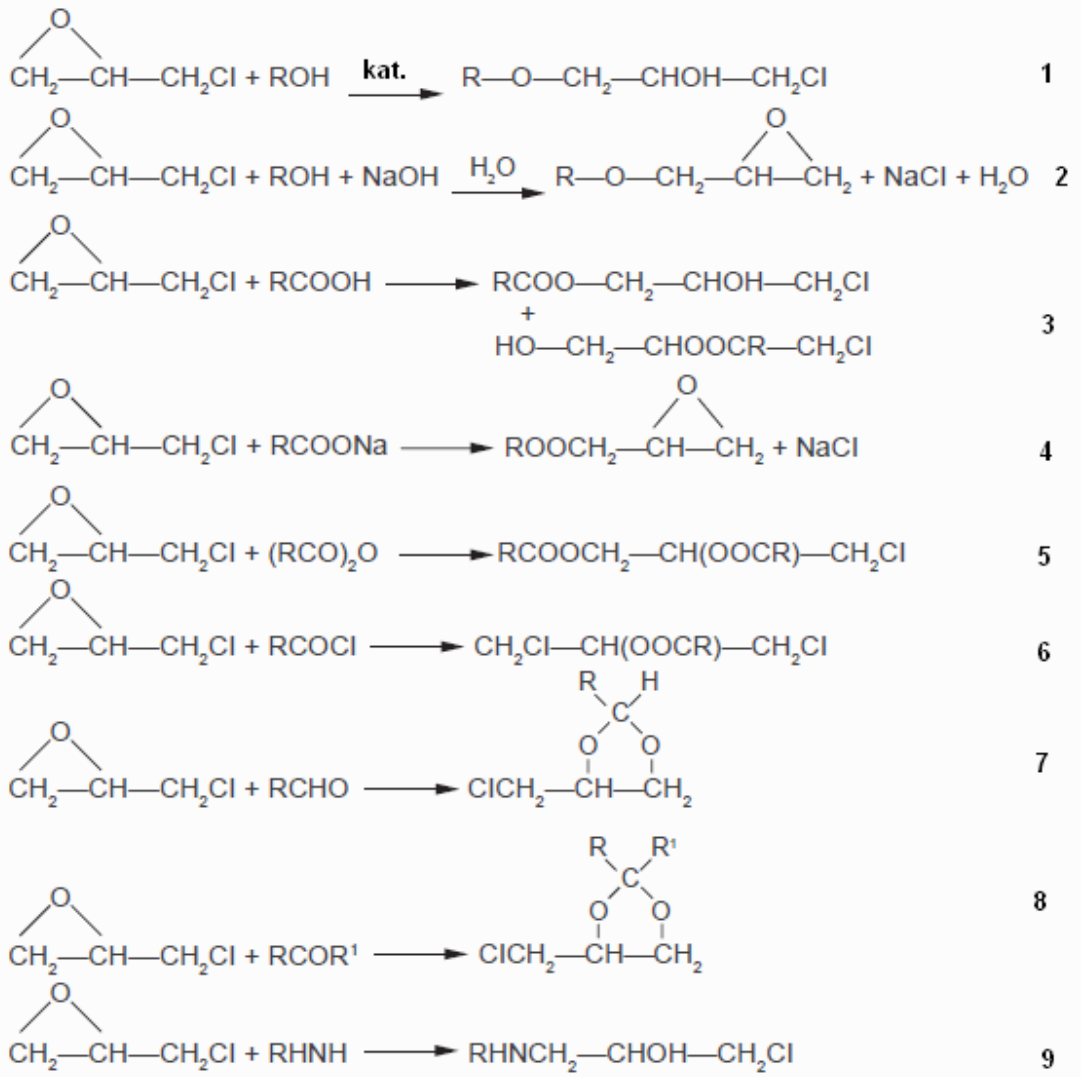
W przypadku środowiska zasadowego oraz obojętnego preferowany jest atak nukleofilowy na atomy węgla pierścienia, które to na skutek obecności silnie elektroakceptorowego atomu tlenu w pierścieniu posiadają zmniejszoną gęstość elektronową. Dodatkowa obecność atomu chloru w pozycji α od pierścienia powoduje, iż efekt indukcyjny jest spotęgowany. Podobnie jak w przypadku tlenku propylenu preferowane jest przyłączanie się nukleofila do atomu węgla mniej osłoniętego wg. mechanizmu S_N2 (rys. 4).

Reakcje z udziałem ECH mogą mieć przebieg dość skomplikowany. W przypadku, gdy zasadą jest jon wodorotlenowy, epichlorohydryna w zależności od warunków reakcji może ulec polikondensacji, hydrolizie lub też izomeryzacji końcowej grupy epoksydowej w grupę ketonowa lub aldehydową. Obecność w cząsteczce gruby chlorometylowej daje również możliwość substytucji atomu chloru. I tak np. hydroliza ECH w środowisku wodnym przebiega częściowo z etapem tworzenia glicydolu.

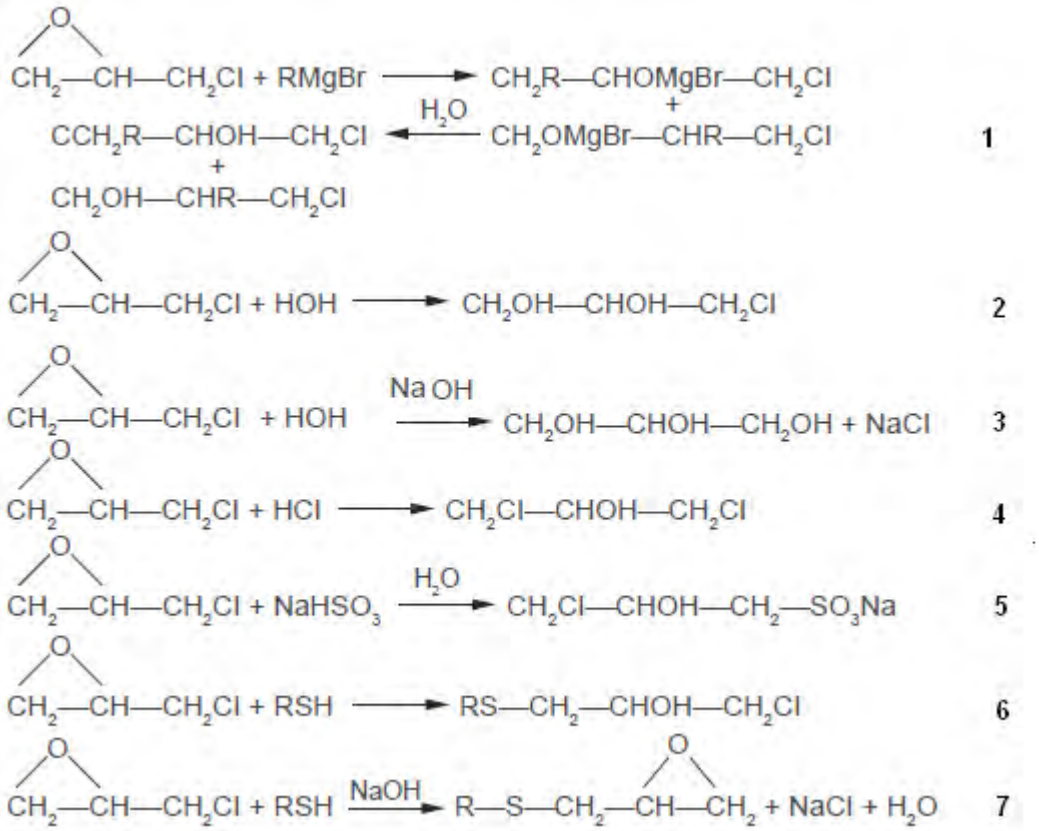


Ryc. 4. Mechanizm reakcji epichlorohydryny w środowisku zasadowym oraz obojętnym

Przykładowe reakcje z udziałem ECH z wybranymi związkami oraz grupami związków przedstawiono na rys 5 oraz 6.



Ryc. 5. Schemat reakcji ECH z 1. alkoholami 2. alkoholami w środowisku zasadowym 3. kwasami karboksylowymi 4. solami kwasów karboksylowych 5. bezwodnikami kwasów karboksylowych, 6. halogenkami acylowymi 7. aldehydami 8. ketonami 9. aminami [3]



Ryc. 6. Schemat reakcji ECH z 1) związkami Grignarda 2) wodą 3) wodnym roztworem NaOH 4) HCl 5) $NaHSO_3$ 6) merkaptanami 7) merkaptanami w środowisku zasadowym [3]

Wysoka reaktywność epichlorohydryny związana z obecnością pierścienia oksiranowego oraz stosunkowo łatwo odszczepialnego chloru w jej strukturze powoduje, iż substancja ta wykazuje silne właściwości toksyczne. Obecność atomów wodoru oraz węgla warunkuje natomiast jej palność. Niebezpieczeństwa związane z tymi aspektami zostaną omówione w następnej części artykułu.

Analiza niebezpieczeństwa pożarowego

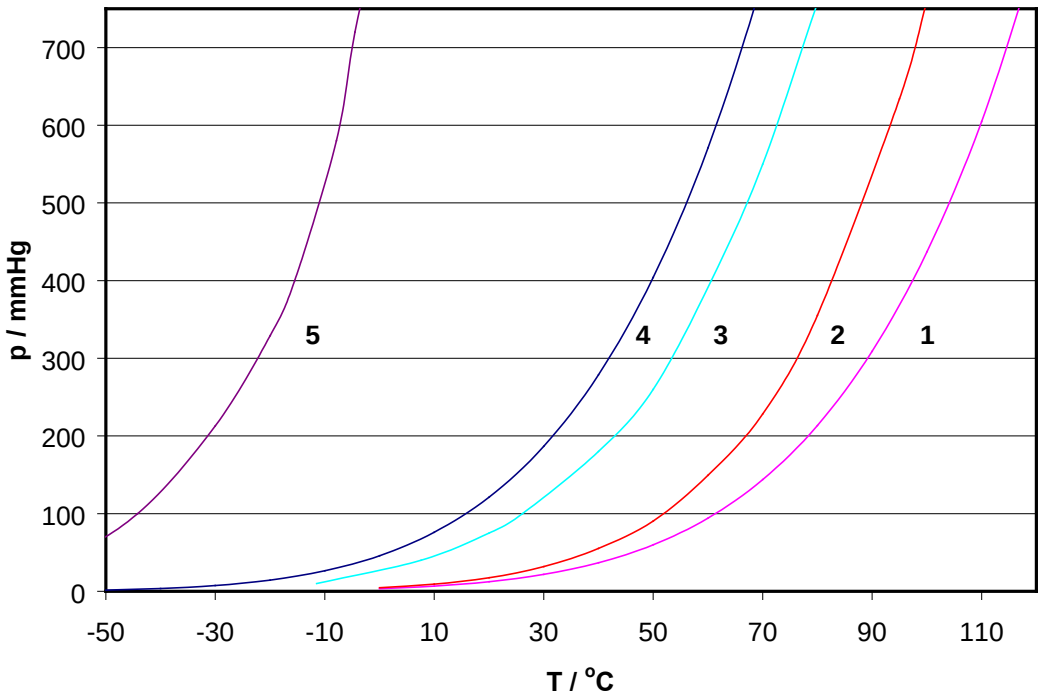
Ogólne właściwości pożarowe oksiranów

Rozpatrując daną grupę związków chemicznych można zauważyć, iż niebezpieczeństwo pożarowe wzrasta odwrotnie proporcjonalnie do masy molowej związku, natomiast zmniejsza się, jeśli w cząsteczce obecne są atomy halogenów oraz grupy powodujące powstanie wiązań wodorowych takich jak grupa hydroksylowa czy karboksylowa. Obecność wiązań wodorowych powoduje obniżenie lotności substancji, a zatem spadek prężności par. I tak rozpatrując np. grupę oksiranów największe niebezpieczeństwo stwarza sam oksiran (tlenek etylenu), który w warunkach standardowych jest gazem (t_{wrz} = 10,73°C) o granicach wybuchowości od 2,6% do około 80 % (w przypadku technicznego tlenku etylenu GGW znacząco wzrasta). Zatem tlenek etylenu (analogicznie do acetylenu), w określonych warunkach może się spalać praktycznie sam bez udziału tlenu z powietrza.

Właściwości pożarowe epichlorohydryny

Pod względem fizycznym epichlorohydryna jest bezbarwną cieczą przypominająca zapachem chloroform. ECH zaczyna wrzeć w temperaturze 116,6 °C. Charakterystyka prężności par nasyconych w funkcji temperatury p=f(T) wskazuje, iż prężność par epichlorohydryny jest niższa od prężności par niskocząsteczkowych paliw węglowodorowych o liczbie atomów węgla mniejszej niż osiem. Zależność p=f(T) dla wybranych substancji przedstawiono na wykresie 1.

Temperatura zapłonu ECH, a więc temperatura w której stężenie par substancji osiąga wartość DGW, wynosi 28°C. Tak więc jest to ciecz trudniej zapalna niż benzyna jednakże łatwiej zapalna od oleju napędowego.



Wykres 1. Zależność prężności par w funkcji temperatury dla; 1) epichlorohydryny 2) wody 3) benzenu 4) heksanu 5) butanu

Epichlorochydryna tworzy mieszaniny wybuchowe z powietrzem w zakresie objętościowym 2,3%< x < 34,4% przy czym stężenie stechiometryczne ECH wynosi 5,66 % [1]. Dane dotyczące temperatury zapłonu, DGW oraz GGW mogą się różnić, co wynika z czystości produktów otrzymywanych przez rozmaitych producentów, a także metodyki pomiarów [4,5]. W niniejszej publikacji przyjęto za właściwe dane największego producenta ECH w Polsce – firmy Zachem - Ciech. Innym powodem jest również fakt, iż parametry podane przez Zachem Ciech są bardziej niekorzystne pod względem pożarowym, a zatem skłaniające do większej ostrożności.

Pożar z udziałem epichlorohydryny powoduje powstanie tak niebezpiecznych substancji jak tlenek węgla, chlor, chlorowodór, fosgen oraz związków z grupy dioksyn. Duże ilości CO oraz fosgenu powstają zwłaszcza w przypadku niedostatecznej ilości tlenu w środowisku spalania, a więc w przypadku gdy zawartość ECH jest większa od wartości stechiometrycznej określonej dla pełnego spalania. Dolna granica stężenia tlenu, przy której obserwuje się palność ECH wynosi 11,6%. Największy europejski producent w branży chemicznej Dow Chemical Company („Dow") zaleca jednak przyjęcie bezpiecznego stężenia tlenu równego 8% [3].

Uwagi dotyczące stosowanych środków gaśniczych oraz sorbentów

Jak już wcześniej wspomniano, duże ilości ciepła mogą się również wydzielić w trakcie niekontrolowanej polimeryzacji ECH. W przypadku zamkniętych przestrzeni może to być przyczyną eksplozji. Zważywszy na szeroki wachlarz substancji mogących inicjować polimeryzację istotny jest dobór odpowiednich środków. W przypadku sorbowania resztek ECH należy pamiętać, iż nie powinno się używać sorbentów na bazie gliny oraz glinokrzemianów. Zastosowanie takiego sorbentu może doprowadzić do samozapłonu na skutek dużej ilości wydzielającego się ciepła polimeryzacji [3]. Egzotermiczny przebieg reakcji spowodowany jest istnieniem centrów kwasowych typu Lewisa na powierzchni tego typu sorbentów. Dow Chemical Company zaleca stosowanie sorbentów na bazie polipropylenu, suchego piasku lub też sorbentów specjalistycznych przeznaczonych do usuwania wycieków ECH [3].

Ze względu na właściwości fizyczne ECH jako rozpuszczalnika organicznego o dość znacznym momencie dipolowym (1,86 D) zbliżonym do etanolu (1,69 D) pokrywanie rozlewisk epichlorohydryny powinno mieć miejsce

z użyciem piany wytworzonej ze środka alkoholoodpornego.

Stosowanie do gaszenia wód kopalnianych zawierających duże ilości żelaza oraz glinu nie powinno stanowić zagrożenia niekontrolowaną polimeryzacją. Wynika to z faktu, iż w środowisku wodnym sfera koordynacyjna Fe^{3+} oraz Al^{3+} jest wypełniona przez cząsteczki wody a zatem dostateczny efekt katalityczny nie może mieć miejsca.

Gasząc pożary ECH należy stosować rozproszone prądy. Stosując prądy zwarte powodujemy rozbryzgiwanie się cieczy, a zatem zwiększenie jej powierzchni parowania, co zwiększa ryzyko zaistnienia wybuchu. Stosowanie rozproszonych prądów wody powoduje efektywne zmniejszanie stężenia par substancji w powietrzu dzięki częściowej rozpuszczalności ECH w wodzie.

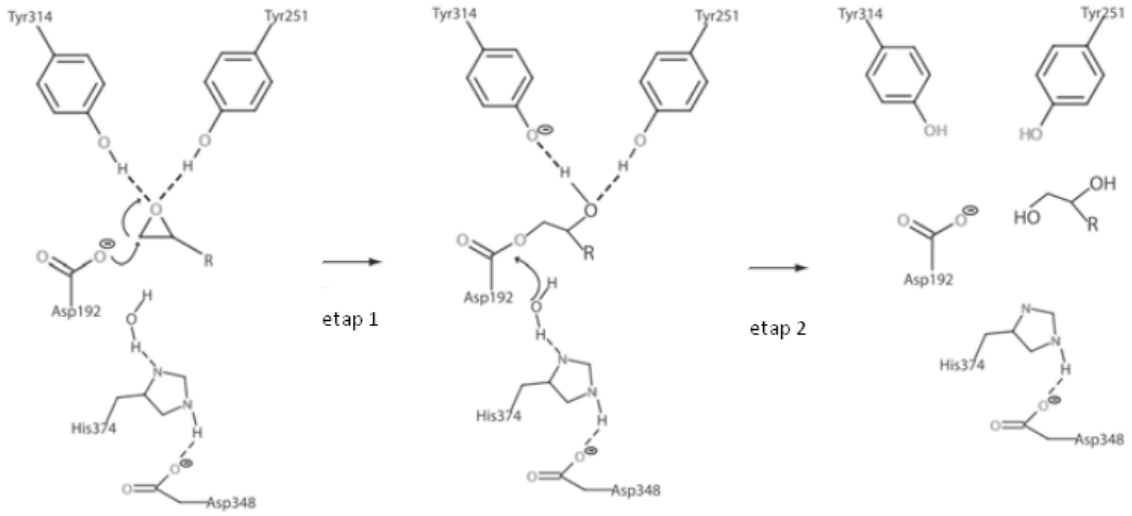
Toksyczność epichlorohydryny

Metabolizm w organizmie

Epoksydy występujące w organizmie są produktami przejściowymi lub końcowymi reakcji katalizowanych przez cytochrom P-450. Za względu na duże naprężenia wewnątrzcząsteczkowe wynikające ze znacznego odstępstwa kątów w pierścieniu oksiranowym od wartości właściwych dla hybrydyzacji sp^3, struktury te są niezwykle podatne na warunki środowiskowe. Podatność na atak nukleofilowy powoduje, że pierścienie oksiranów są bardzo wrażliwe na reakcje z makrocząsteczkami (szczególnie z DNA). Reakcje te powodują, iż związki te wykazują właściwości mutagenne. Związki epoksydowe, które są stosunkowo nietrwałe, o okresie półtrwania krótszym niż kilka minut nie przedstawiają większego niebezpieczeństwa ze względu na to, iż ulegną rozkładowi zanim zdążą przereagować z DNA. Natomiast epoksydy o względnie dużej trwałości mają możliwość takiej reakcji [6]. Pomimo faktu, iż epichlorohydryna uważana jest za substancję o charakterze genotoksycznym, uważa się, iż wykorzystanie modelu wielokrotnej linearyzacji dla oszacowania ryzyka wywołania nowotworu złośliwego jest nieodpowiednie ze względu na fakt, że kancerogeneza następuje jedynie w miejscu wprowadzenia do organizmu, gdzie ECH jest wysoce drażniące.

Generalnie istnieją dwie reakcje enzymatyczne i dwie reakcje nieenzymatyczne powodujące usuwanie powstałych epoksydów. W pierwszej z nich enzym o nazwie hydrolaza epoksydowa (zwany też hydrazą epoksydową) przekształca epoksydy w trans-diole, które to w następnej kolejności mogą ulec sprzęganiu w reakcji glukuronidyzacji. Przekształcenie epoksydów w trans-diole w wyniku reakcji z hydrolazą epoksydową przedstawiono na rys 7.

Drugi typ reakcji enzymatycznych związany z glutationem (GSH) jest katalizowany przez grupę izozymów określanych wspólną nazwą glutationo-S-transferazy. Posiadają one zróżnicowaną specyficzność do substratów elektrofilowych. Glutationo-S-transferaza katalizuje reakcje pomiędzy epoksydami a glutationem, jak również halogenkami. Produkt sprzężenia ulega następnie hydrolizie z usunięciem reszty kwasu glutaminowego oraz glicyny. Następnym eta-



Ryc. 7. Mechanizm działania hydrolazy epoksydowej [7]

pem jest N-acetylowanie. Zważywszy, iż epichlorohydryna zawiera zarówno grupę chlorometylową, jak i również epoksydową reakcja może sumarycznie obejmować dwie cząsteczki GSH.

Powstałe produkty ulegają dalej rozszczepieniu do odpowiedniej pochodnej kwasu merkaptomoczowego, który ma bardzo dobrą rozpuszczalność w wodzie i może zostać wydalony z moczem.

Reakcje nieenzymatyczne związków epoksydowych obejmują natomiast addycję wody według mechanizmu podobnego do S_N2 oraz przegrupowanie polegające na wewnątrzcząsteczkowym przeniesieniu wodoru.

Objawy zatrucia

Działanie par epichlorohydryny może spowodować takie objawy jak: zaczerwienienie spojówek, ból i łzawienie oczu, kaszl, duszności, obrzęk i ból nosogardzieli, objawy oskrzelowe, mdłości, wymioty. Wystąpienie objawów może wystąpić nawet parę godzin po narażeniu (badania dla c = 80 mg/m^3). Istnieje możliwość rozwoju toksycznego zapalenia płuc.

Skażenie skóry ciekłą ECH może wywołać ból, zaczerwienienie, powstanie wykwitów o charakterze pokrzywki lub pęcherzyków. Oblanie dużej powierzchni skory może wywołać objawy podobne jak przy zatruciu inhalacyjnym.

Wchłonięcie ECH droga pokarmową może wywołać oparzenie błony śluzowej jamy ustnej i przewodu pokarmowego, biegunkę, ból brzucha, mdłości, wymioty, krwawienie z przewodu pokarmowego. W wyniku działania może nastąpić uszkodzenie nerek.

Objawem zatrucia przewlekłego może być spastyczne zapalenie oskrzeli lub astma oskrzelowa, uszkodzenie wątroby, alergiczne zapalenie skóry w miejscu kontaktu. W dłuższej perspektywie działanie może generować powstanie nowotworu w miejscach kontaktu.

Prawdopodobieństwo zajścia śmiertelnego. Probitowa analiza danych

Popularnym narzędziem stosowanym w celu określenia prawdopodobieństwa wystąpienia urazów ponoszonych wskutek działania bodźców zewnętrznych jest wykorzystanie funkcji probitowych [8]. Modelowanie tego typu można wykorzystać do obliczenia prawdopodobieństwa nie tylko uwolnienia substancji niebezpiecznych, ale i efektów związanych z działaniem strumienia cieplnego czy też fali ciśnieniowej.

Równanie probitu ma następującą postać:

$$\mathbf{P_r = A + Bln(L)} \qquad 1)$$

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

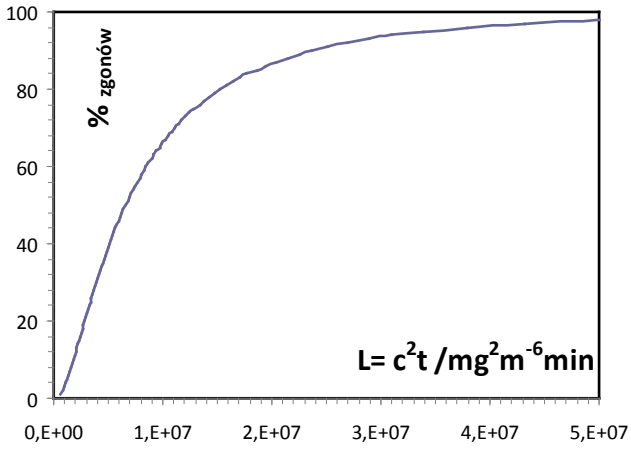
Jedyne znane opracowanie funkcji probitowej dla epichlorohydryny [9] przedstawia się następującym równaniem 2:

$$P_r = -10{,}7 + 1\ln(C^2t) \qquad 2)$$

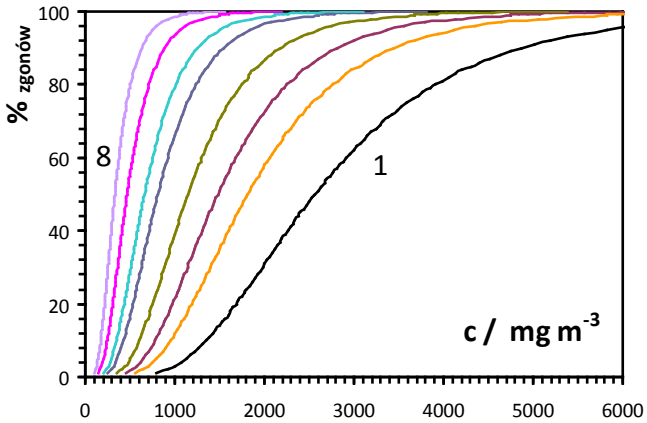
Wartość stężenia określona jest w mg/m^3, natomiast jako jednostkę czasu określono minuty. Funkcja ta określona jest dla prawdopodobieństwa zajścia zdarzenia ze skutkiem śmiertelnym na skutek działania par epichlorohydryny.

Funkcja została utworzona na podstawie dość ograniczonych badań na zwierzętach, a więc posiada jedynie charakter przybliżony. Zależność przedstawiono wykorzystując badania Kimmerle`ya i Laskina [10,11] (12 kombinacji stężeniowo-czasowych) oraz Dietza [12] (4 oraz 6 czasów ekspozycji, z rozróżnieniem na płci), gdzie zwierzęta poddano ekspozycji ECH w czasie 240 oraz 360 minut.

Wykorzystując równanie funkcji probitowej (2) dla epichlorohydryny oraz przelicznika miar procentowych na probit można przedstawić zależność procentu populacji ludzi ulegającej śmiertelnemu zatruciu gazem w funkcji ładunku toksycznego (wykres 2) oraz w funkcji stężenia dla różnych wartości czasu ekspozycji (wykres 3). Analiza taka pozwala nam na łatwy odczyt parametrów z wykresu, a zatem szybkie przewidzenie skutków uwolnienia.



Wykres 2. Zależność procentu zgonów na skutek działania epichlorohydryny w funkcji ładunku toksycznego



Wykres 3. Wykres zależności procentu zgonów (śmiertelności) w funkcji stężenia epichlorohydryny przy jej stałym stężeniu dla czasów ekspozycji równych 1.- 1 minuta, 2.- 2 minuty, 3.- 3 minuty, 4.- 5 minut, 5.- 10 minut 6.- 15 minut 7.- 30 minut 8.- 60 minut

W przypadku zmiennego stężenia substancji ładunek toksyczny epichlorohydryny należy obliczyć całkując funkcję stężenia podniesioną do kwadratu po czasie ekspozycji zgodnie ze wzorem 3:

$$L = \int_0^t c(t)^2 dt \qquad 3)$$

Środki ochrony osobistej

Ze względu na toksyczność należy stosować pełną ochrona osobistą (CUG) ratowników wchodzących do strefy. W przypadku epichlorohydryny, oprócz efektu toksycznego, kontakt par z powierzchnią skóry (ze względu na hydrolizę) powoduje powstawanie chlorowodoru.

Dla epichlorohydryny wykazano, iż pełne zabezpieczenie daje stosowanie ubrań wykonanych z butylu. Guma bazująca na neoprenie oraz nitrylu wykazywała większą zdolność do penetracji substancją [3].

Podczas akcji należy stosować aparaty nadciśnieniowe.

Trwałość środowiskowa

Generalnie hydroliza epichlorohydryny przebiega w pierwszym etapie poprzez addycję cząsteczki wody do pierścienia oksiranowego. Atom chloru nie bierze bezpośredniego udziału w tym etapie, jednakże poprzez efekt indukcyjny wywiera wpływ na szybkość tego procesu. Hydroliza ECH może odbywać się według dwóch mechanizmów: niekatalizowanego oraz katalizowanego kwasem. W mechanizmie reakcji niekatalizowanej etap określający szybkość reakcji obejmuje otwarcie pierścienia epoksydowego poprzez atak cząsteczki wody, anionu lub innego nukleofila na nieosłonięty atom węgla. W reakcji katalizowanej kwasem w pierwszej kolejności następuje protonacja atomu tlenu pierścienia. Etapem określającym szybkość reakcji jest otwarcie pierścienia, przy czym preferowany jest atak nukleofila na pozycję C2. Końcowym produktem hydrolizy jest gliceryna, która nie jest ujęta w wykazie jako substancja toksyczna.

Połowiczny czas zaniku epichlorohydryny w środowisku wodnym w temperaturze 20°C wynosi 8,25 dnia, co odpowiada stałej szybkości reakcji $9{,}75 \cdot 10^{-6}$ 1/s [13]. Zatem ECH ze względu na swoją reaktywność i wszechobecność wody nie ma tendencji do biokumulacji Potwierdzają to również badania biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT) [3].

Detekcja ECH oraz produktów spalania na miejscu zdarzenia

W przypadku zdarzeń z ECH niezwykle ważne jest określenie stężenia substancji znajdującej się w powietrzu. Związane jest to z tworzeniem mieszanin wybuchowych przez ECH oraz z zagrożeniem toksykologicznym. Na podstawie wartości odczytu określa się wielkość strefy niebezpiecznej, z której należy usunąć wszelkie

osoby postronne oraz w której obowiązuje bezwzględny nakaz stosowania środków ochrony dróg oddechowych. Maksymalna wartość stężenia ECH w warunkach standardowych, względem której powinniśmy wyznaczać strefę bezpieczną wynosi 8 mg/m^3 = 2ppm (NDSCh). Aczkolwiek całkowicie bezpieczną granicą byłoby przyjęcie wartości NDS = 1 mg/m^3 = 0,5 ppm = 500 ppb.

Bardzo dobrą metodą wykrywania epichlorohydryny jest użycie detektora fotojonizacyjnego. W zależności od poziomu detekcji możliwe jest wykrycie stężenia od 1 ppb do 10000 ppm lub od 0,1 ppm do 15000 ppm. Zważywszy, iż dostępne aparaty kalibrowane są względem izobutylenu, należy uwzględnić przelicznik korekcyjny, który w przypadku ECH wynosi 8,5. Tak więc, aby pomiar mógł obejmować NDS, NDSCH, jak i również DGW potrzebne jest wyposażenie w detektor o czułości od 1 ppb do 10000 ppm.

Innym rozwiązaniem jest użycie rurek jednogazowych. Kalibrowane dla ECH mają czułość 1,2 – 120 ppm, a więc dzięki nim możliwe jest określenie jedynie NDSCH, co jednak w zupełności wystarcza do określenia strefy niebezpiecznej.

Nie należy również zapominać, iż podczas całkowitego spalania epichlorohydryny produktem utleniania jest chlorowodór. Podczas spalania jego stężenie w powietrzu powinno być znaczące, tak więc warto pamiętać o pomiarze stężenia gazowego HCl (LC_{50}=1300 ppm/0,5 h, NDS = 5 mg/m^3).

Zdarzenia z udziałem epichlorohydryny

Stacja Twarda Góra

2 listopada 1998 roku, kilka minut po godzinie 17, pociąg towarowy relacji Jastrzębie Zdrój – Gdynia Port najechał na torze bocznym stacji Twarda Góra na trzy puste węglarki. Pociąg zawierał w swym składzie 15 cystern. W wyniku zderzenia trzy cysterny będące tuż za elektrowozem uległy wykolejeniu. Rozszczelnienie jednej z nich doprowadziło do wycieku oraz pożaru zawartości, którą była epichlorohydryna.

Na miejsce zdarzenia jako pierwsi przybyli strażacy OSP Nowe. Po przybyciu zbudowali trzy linie gaśnicze podejmując działania mające na celu schłodzenie dwóch cystern, które były ogrzewane przez pożar cieczy wydobywającej się ze środkowej cysterny. Po przybyciu na miejsce akcji OSP Warlubie podjęto działania zmierzające do podstawienia lokomotywy celem odciągnięcia reszty składu. Odłączono również napięcie w trakcji oraz wstrzymano ruch pociągów przez stację. O godzinie 17.40 na miejsce akcji przybyły pierwsze zastępy Państwowej Straży Pożarnej w Świeciu. KDR nakazał ewakuację wszystkich ludzi znajdujących się na terenie stacji oraz sąsiadującego z nią budynku. Teren akcji został podzielony na dwa odcinki bojowe. Na tym etapie, działania ograniczały się do schładzania sąsiadujących cystern oraz ustaleniu czy płonącą cieczą jest tak jak w sąsiednich cysternach epichlorohydryna. KDR nie podjął działania mającego na celu ugaszenie pożaru, uznając, iż lepszym rozwiązaniem będzie wypalenie się substancji. Upewnienie się co do rodzaju substancji biorącej udział w zdarzeniu trwało ponad godzinę. Tuż po godzinie 20 na miejsce akcji dotarł pluton kompanii obwodowej rejonu, którego dowódca wykonał pomiar stężenia chloru w chmurze produktów spalania. Okazało się, iż stężenie chloru było niewielkie. Przybyły na miejsce zdarzenia komendant wojewódzki zarządził usypanie żwirowych nasypów w pobliżu płonącej cysterny, celem ograniczenia rozlewiska. Wydał również rozkaz przygotowania dwóch stanowisk przenośnych DWP oraz przegrupowania jednostek oczekujących na wejście do akcji. Ostatnie działanie miało na celu ułatwienie przejazdu dla pojazdów dowożących wodę. Liczbę ratowników pracujących w strefie niebezpiecznej ograniczono do minimum. Około godziny 21 nastąpił silny wybuch, który zintensyfikował wyciek epichlorohydryny. W zaistniałej sytuacji podjęto decyzję o ugaszeniu pożaru. Mimo podjętych działań doszło jeszcze do dwóch mniejszych wybuchów na skutek wysokiego stężenia par ECH w powietrzu. Ugaszenie pożaru nastąpiło 30 minut po północy. W dalszym ciągu schładzano jednak cysterny oraz wykonywano niezbędne pomiary w powietrzu. O godzinie 9 rano ratownicy Stacji Ratownictwa Chemicznego „Organiki Zachem" w Bydgoszczy podjęli działania związane z przepompowywaniem epichlorohydryny do podstawionych cystern.

Pomimo niewielkich rozmiarów pożaru zdarzenie należało do niezwykle trudnych. Ugasze-

nia pożaru dokonano wykorzystując podczas działań 12 prądów gaśniczych: 10 wodno-pianowych oraz dwóch proszkowych. Akcję ratowniczo-gaśniczą zakończono o godzinie 19.20 dnia następnego, a więc po ponad 26 godzinach. Na skutek powstałego skażenia budynek sąsiadujący ze stacja kolejową nakazano wyburzyć.

Bad Münder (Niemcy)

9 września 2002 roku, w miejscowości Bad Münder (Dolna Saksonia), z powodu awarii hamulców doszło do zderzenia dwóch pociągów towarowych. W efekcie wypadku jeden z wagonów zawierających epichlorohydrynę stanął w płomieniach i eksplodował. Około 250 mieszkańców ewakuowano. Szacuje się, iż około 370 osób doznało objawów zatrucia. U 10% z nich stwierdzono powiększoną wątrobę. Po zdarzeniu dekontaminacji poddano 5000 ton ziemii.

Lozanna (Szwajcaria)

29 czerwca 1994 roku doszło do wykolejenia dwóch cystern na stacji w Lozannie. W wyniku zdarzenia doszło do uwolnienia się około 400 litrów ECH. Ewakuowano 1000 osób z powodu zagrożenia zatruciem oraz eksplozją.

Skażenie „Oostzee"

18 lipca 1989 holenderski statek towarowy „Oostzee", płynący z Rotterdamu do Leningradu, dostał się w obszar sztormowej pogody. Na pokładzie znajdowało się 975 ton ECH w 3900 pojemnikach po 250 kg każdy. Na skutek braku właściwego umocowania oraz obecności pełnych i pustych zbiorników obok siebie doszło do ich łatwego uszkodzenia podczas sztormu. Zatruciu uległa czternastoosobowa załoga statku. Zniszczeniu uległy 263 pojemniki. Utylizacji poddano 2200 litrów ECH. Szacuje się, iż w postaci par do atmosfery przedostało się 8100 litrów substancji. W czasie neutralizacji zagrożenia wyznaczono strefę niebezpieczną o promieniu 1000 metrów na lądzie oraz 2200 stóp w przestrzeni powietrznej. Wentylacje pomieszczeń statku prowadzono aż do osiągnięcia stężenia ECH mniejszego od 3 ppm.

Podsumowanie

Wysoka reaktywność epichlorohydryny jest związana z istnieniem w jej strukturze pierścienia oksiranowego oraz podstawnika halogenowego. W przypadku zdarzeń z udziałem tej substancji, oprócz wysokiego ryzyka zainicjowania zapłonu i konsekwencji z tym związanych, jednostki ratownicze muszą liczyć się z wysoce toksycznym oddziaływaniem związku. Właściwe określenie strefy ewakuacji oraz ryzyka dla ludzi i środowiska jest możliwe wtedy, gdy KDR zda sobie sprawę z rodzaju zagrożenia, z którym ma do czynienia oraz w odpowiednim momencie podejmie działania mające na celu ograniczenie ryzyka związanego z uwolnieniem substancji niebezpiecznej. W zdarzeniach z epichlorohydryną należy pamiętać o następujących sprawach:

- palność ECH jest mniejsza niż benzyny, jednakże większa niż oleju napędowego;
- rozlewisko cieczy należy pokryć pianą alkoholoodporną;
- ze względu na wysoce drażniące oddziaływanie ECH w czasie wejścia do strefy należy używać chemoodpornego ubrania gazoszczelnego (CUG);
- w przypadku zbierania resztek nie należy używać sorbentów na bazie gliny oraz glinokrzemianów. Zalecane jest stosowanie sorbentów polipropylenowych oraz suchego piasku;
- ECH ze względu na swoją toksyczność stwarza bardzo duże zagrożenie dla ludności cywilnej na skutek oddziaływania par substancji znajdujących się w powietrzu. Wartość NDSCh dla strefy działania par wynosi 8 mg/m^3 = 2 ppm. W przypadku braku innych zagrożeń maksymalnie względem tej granicy powinno ustawić się strefę ewakuacji;
- należy szczególnie uważać na zagłębienia terenu. Pary ECH są ponad trzykrotnie cięższe o powietrza;
- ECH na skutek hydrolizy do gliceryny nie ma skłonności do kumulacji w środowisku naturalnym;
- w czasie spalania epichlorohydryny spośród substancji toksycznych w największej ilości powstaje chlorowodór. Tak więc w czasie akcji również jego stężenie powinno być mierzone.

Literatura

1. *Karta charakterystyki epichlorohydryny*, Zachem Ciech, aktualizacja na dzień 22 grudnia 2008 r.
2. E. Lipińska-Łuczyn, *Najlepsze dostępne techniki BAT. Wytyczne dla branży chemicznej w Polsce*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, czerwiec 2005 r.
3. http://www.dow.com/PublishedLiterature/dh_0100/0901b80380100836.pdf?filepath=epoxy/pdfs/noreg/296-01301.pdf&fromPage=GetDoc
4. Brom, *W śmiercionośnych oparach*, Przegląd Pożarniczy, 4 (1999) 16 - 17
5. http://www.solvaychemicals.com
6. Zakrzewski S.F., *Podstawy toksykologii środowiska*, Wydawnicteo Naukowe PWN, Warszawa 2000
7. Naworyta A., *Structure – function studies of epoxide hydrolases*, Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala 2010
8. Borysiewicz M., Furtek A., Potempski S., *Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi*, Instytut Energii Atomowej Otwock – Świerk 2000
9. http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/databases/probitrelaties.jsp
10. Kimmerle G., *Toxicological studies with epichlorohydrin,* Bayer AG Report No 479, Wuppertal, Bayer AG, 1967
11. Laskin S., Sellakumar A.R., Kuschner et al. M., *Inhalation carcinogenicity of epichlorohydrin in noninbred Sprague-Dawley rats*, Journal of National cancer Institute, 65: 751-757
12. Dietz F.K., Grandjean M., Young J.T., *Epichlorohydrin: 1-hour LC_{50} Determination in Fischer-344 Rats*, Lake Jackson Research Center, Health&Environmental Sciences – Texas, Dow Chemical USA, Freeport, TX, 1985
13. Mabey W., Mill T., *Critical Reviev of Hydrolysis of Organic Compounds in Water Under Environmental Conditions*, J. Phys. Chem. Ref. Data 7, (1978) 383-415 (quoting J.N. Bronstedt, M.Kilpatrick, J. Amer. Chem. Soc., 51 (1929) 428)

Recenzenci:

mł. bryg. dr Marzena Półka

bryg. dr inż. Waldemar Jaskółowski

mł. kpt. inż. **Tomasz Kiełbasa**
Jednostka Certyfikująca CNBOP

AEROZOLE GAŚNICZE I ICH GENERATORY

Extinguishing aerosols and their generators

Streszczenie
Artykuł prezentuje tematykę aerozoli gaśniczych oraz ich klasyfikację w ramach układów dyspersyjnych. Przedstawiono budowę i zasadę działania generatorów aerozolu powstającego podczas spalania stałego materiału aerozolotwórczego. Przedstawiono mechanizm powstawania i rozprzestrzeniania się aerozoli gaśniczych, oraz zaprezentowano wyniki dostępnych prac badawczych prowadzonych na świecie w celu wyjaśnienia mechanizmu działania gaśniczego aerozoli.

Summary
The article concerns the extinguishing aerosols and their classification within dispersion systems. A construction and functioning of generators of aerosol produced while combustion of an aerosol forming compound are described. There are presented both a mechanism of generation and transport of extinguishing aerosols and also some available results of worldwide research works, carried out in order to explain mechanism of extinguishing activity of aerosols.

Słowa kluczowe: aerozol, gaszenie, generator, rozprzestrzenianie;

Key words: aerosol, extinguishment, suppression, generator, transport;

Wstęp

Z chwilą odkrycia negatywnego oddziaływania halonów na warstwę ozonową, rozpoczęto ograniczanie ich stosowania postanowieniami Protokołu Montrealskiego[1] z września 1987 roku oraz rozporządzenia Wspólnoty Europejskiej nr 2037/2000[2], Sytuacja ta stała się przyczyną rozwoju wielu alternatywnych metod i rozwiązań w zakresie gaszenia pożarów, zwłaszcza w tych obszarach, gdzie halony były jedynym dostępnym i skutecznym środkiem gaśniczym. Chociaż produkcja halonów zakończona została oficjalnie w 1994 roku, poszukiwania idealnego zamiennika halonów trwają nieprzerwanie na całym świecie.

Wśród propozycji obiecujących, a jednocześnie przyjaznych dla środowiska, środków gaśniczych, znalazły się również aerozole gaśnicze. Bezpośrednią przyczyną zainteresowania zdolnościami gaśniczymi aerozoli stały się obserwacje poczynione podczas badań w zakresie procesu spalania stałych paliw rakietowych, realizowanych w ramach rosyjskiego programu kosmicznego SOYUZ[3]. Taki stan rzeczy potwierdza dodatkowo fakt, że pierwsze propozycje praktycznego wykorzystania aerozoli gaśniczych, powstających na drodze reakcji spalania stałych mieszanin aerozolotwórczych, do ochrony pomieszczeń na wypadek powstania pożaru, opracowane zostały właśnie w Rosji. Tam też wzięła swój początek koncepcja budowy i stosowania generatorów aerozolu gaśniczego wytwarzanego w procesie spalania specjalnego materiału aerozolotwórczego.

Aerozole gaśnicze znajdują zastosowanie w odniesieniu do grup pożarów A (spalanie na powierzchni materiału stałego), B i C[4] zgodnie z PN-EN 2. Niemniej podczas planowania ochrony generatorami aerozolu gaśniczego nale-

[1] Protokół montrealski w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. U. z 1992, Nr 98, poz. 490).

[2] Rozporządzenie (WE) NR 2037/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 czerwca 2000 r. w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. Urz. WE Nr L 244 z dnia 29.09.2000 r.).

[3] G.G. De Parenti: *Aerosol overview*, w: Fire Safety Engineering, July/August 2009, s. 25.

[4] Technical report CEN/TR 15276-1 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 1: Requirements and test methods for components*, CEN, January 2009.

ży mieć na uwadze, że istnieją takie zagrożenia, do zabezpieczenia których przedmiotowe medium gaśnicze nie będzie odpowiednie[5] oraz, że w określonych okolicznościach zaistnieć mogą dodatkowe zagrożenia wynikające ze stosowania generatorów takie jak: redukcja widoczności wywołana unoszącym się aerozolem, potencjalna toksyczność produktów reakcji spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej, turbulencje powodowane gwałtownym wypływem strumienia aerozolu z generatora oraz zagrożenia termiczne związane z wytwarzaniem aerozolu na drodze reakcji spalania i jego uwalnianiem pod wysoką temperaturą z generatora[6],[7]. Sytuacje takie wymagają od producentów oraz dostawców urządzeń gaśniczych aerozolowych lub projektantów podejmowania dodatkowych zabiegów i/lub środków ostrożności w przedmiocie wyżej wymienionych zagrożeń.

Zarówno problematyka stosowania aerozoli na potrzeby ochrony przeciwpożarowej, w tym dotycząca powstawania i rozprzestrzeniania się aerozoli, mechanizmu ich działania gaśniczego, jak również zagadnienia budowy, oraz sposobu i efektów działania generatorów aerozolu gaśniczego, zostały jak dotychczas bardzo skromnie opisane w literaturze krajowej. Co więcej informacje dostępne w literaturze zagranicznej opracowane są w zróżnicowanym stopniu i zakresie, przez co utrudnione jest kompleksowe zapoznanie się z powyższymi zagadnieniami. Natomiast znajomość przywołanych zagadnień ma kluczowe znaczenie dla prawidłowego rozeznania możliwości gaśniczych tego typu urządzeń.

Powyższa sytuacja stała się inspiracją do zebrania najważniejszych informacji w zakresie aerozoli gaśniczych oraz ich generatorów, w celu zaprezentowania w przedmiotowym artykule.

Aerozole gaśnicze jako układy dyspersyjne

Przez układy dyspersyjne rozumieć należy takie układy, w których małe cząstki jednej substancji rozproszone są w innej substancji[8]. W każdym układzie dyspersyjnym występuje granica faz, warunkującą możliwość wyróżnienia fazy rozproszonej, oraz fazy rozpraszającej, która otacza i oddziela od siebie cząstki fazy rozproszonej. Ponadto w układach dyspersyjnych dwufazowych, które stanowią przedmiot niniejszych rozważań, wyróżnia się następujące rodzaje rozproszenia[9]:

- rozproszenie cząsteczkowe (mieszaniny jednorodne, roztwory właściwe),
- rozproszenie koloidalne (układy niejednorodne, koloidalne),
- rozproszenie makroskopowe (układy niejednorodne, zawiesiny).

W tym wypadku za kryterium podziału przyjmuje się wielkość cząstek substancji rozproszonej. Niestety literatura w tym zakresie podaje rozbieżne wartości służące do klasyfikacji układów dwufazowych. Przyjęcie pewnej wielkości charakterystycznej, pozwala na dokonanie zgrubnego podziału układów dyspersyjnych. Wielkością taką może być długość fali światła widzialnego, gdyż cechą charakterystyczną koloidów jest to, że nie mogą być obserwowane pod mikroskopem optycznym. Niektóre źródła podają, że cząstki koloidalne to takie, których średnica wynosi nieco poniżej $5 \cdot 10^{-7}$ m[10]. Mając na uwadze zaproponowany wcześniej podział układów dyspersyjnych ze względu na rodzaj występującego rozproszenia, przyjąć można kryteria klasyfikacyjne układów jak niżej[11]:

- układy o rozproszeniu cząsteczkowym, zwane powszechnie roztworami właściwymi – wielkości cząstek rozpraszanych $\leq 10^{-10}$ m
- układy koloidalne - wielkości cząstek rozpraszanych zawierają się w przedziale $10^{-6} \div 10^{-9}$ m
- układy o rozproszeniu makroskopowym, czyli zawiesiny niejednorodne - wielkości cząstek rozpraszanych $\geq 10^{-6}$ m

Cechą wyróżniającą powyższego podziału jest niewątpliwie fakt, że nie stoi on w sprzecz-

[5] P. Zbrożek, *Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, nr 02/03/04 2006, CNBOP, Józefów 2006, s. 234.

[6] AS/NZS 4487 *Pyrogen fire extinguishing systems,* AS/NZS, 1997.

[7] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, NFPA, 2005 edition.

[8] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002, s. 479.

[9] L. Czarnecki, T. Broniewski, O. Henning, *Chemia w budownictwie,* Wyd. Arkady, Warszawa 1995, s. 50.

[10] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002, s. 479.

[11] L. Czarnecki, T. Broniewski, O. Henning, *Chemia w budownictwie,* Wyd. Arkady, Warszawa 1995, s. 50.

ności z tezą dotyczącą cząstek rozpraszanych o średnicy odpowiadającej długości fali światła widzialnego.

Podziałowi podlegają następnie same układy koloidalne, które klasyfikuje się przede na podstawie stanu skupienia tworzących je składników. Szczegółowy podział układów dyspersyjnych, w tym układów o rozproszeniu koloidalnym prezentuje tabela nr 1.

proszonej w porównaniu z powierzchnią, jaka wyróżnia tę samą ilość substancji w fazie zwarte. Oprócz omówionych cech fizycznych układy koloidalne charakteryzuje występowanie m.in. zjawisk takich jak ruchy Browna, efekt Tyndalla, foto-, elektro–, i termoforeza[13].

Tabela 1.[14]

Podział układów dyspersyjnych

Faza		Układy jednofazowe (roztwory właściwe)	Układy wielofazowe	
rozprasza-jąca	rozpraszana	rozproszenie cząsteczkowe	rozproszenie koloidalne	rozproszenie makroskopowe
Gaz	gaz	roztwory gazów	nie występuje	nie występuje
	ciecz	roztwory gazów z udziałem par cieczy	aerozole ciekłe – mgły	zawiesiny cieczy w gazie
	ciało stałe	roztwory gazów z udziałem par ciał stałych	aerozole stałe - dymy	zawiesiny stałych cząstek w gazie
Ciecz	gaz	roztwory gazów w cieczach	piany koloidalne	zawiesiny gazu w cieczy (piana)
	ciecz	roztwory cieczy	emulsje koloidalne	zawiesiny cieczy w cieczy – emulsje
	ciało stałe	roztwory	zole – roztwory koloidalne	zawiesiny stałych cząstek w cieczy
Ciało stałe	gaz	roztwory gazów w ciałach stałych	stałe piany koloidalne	zawiesiny gazu w ciele stałym – stała piana
	ciecz	roztwory cieczy w ciałach stałych	stałe emulsje	zawiesiny cieczy w ciele stałym
	ciało stałe	kryształy mieszane	stałe zole	zawiesiny cząstek ciała stałego w ciele stałym

Otrzymywanie roztworów koloidalnych, w tym aerozoli, możliwe jest na dwa sposoby - za pomocą metod dyspersyjnych lub kondensacyjnych. Pierwsza z metod polega na zmniejszaniu cząstek większych do momentu otrzymania cząstek o wymiarach koloidalnych. Metody kondensacyjne opierają się natomiast na wzajemnym łączeniu się cząstek znajdujących się w stanie rozproszenia molekularnego, na drodze odpowiednich reakcji chemicznych[12]**.** Warto przy tym podkreślić, że powstawanie układów koloidalnych determinowane jest przede wszystkim stopniem rozdrobnienia fazy rozpraszanej, choć nie bez znaczenia pozostaje odpowiedni dobór substancji rozpraszanej jak i rozpuszczalnika.

Roztwory koloidalne posiadają pewne cechy wyróżniające je spośród pozostałych układów dyspersyjnych. Podstawową ich cechą jest bardzo silne rozwinięcie powierzchni fazy roz-

Po uwzględnieniu powyższych informacji przystąpić można do sformułowania definicji aerozolu gaśniczego. Pod pojęciem tym rozumieć należy taki układ dyspersyjny, w którym fazą rozpraszającą jest powietrze atmosferyczne lub inny gaz stanowiący wypełnienie strefy występowania aerozolu wraz z gazowymi produktami spalania materiału aerozolotwórczego, a fazę rozproszoną stanowią ciekłe i stałe produkty spalania tegoż materiału. Cechą wyróżniającą aerozole gaśnicze są ich właściwości inhibicyjne, które powodują przerwanie procesu spalania zachodzącego w fazie płomieniowej, po uprzednim dostarczeniu aerozolu do przestrzeni, w której dany płomień występuje.

Aerozole to układy polidyspersyjne, w których drobiny rozpraszanej fazy ciekłej i stałej przybierają zróżnicowaną wielkość i kształt. W przypadku aerozoli gaśniczych w powszechnym użyciu stosowane jest pojęcie średniej ma-

[12] Tamże, s. 54.

[13] Tamże, s. 55.

[14] Tamże, s. 51-52.

sowej średnicy aerodynamicznej MMAD (ang. mass median aerodynamic diameter). Przez średnicę aerodynamiczną rozmieć należy średnicę kulki o jednostkowej gęstości $\rho_p = 1$ g/cm^3, o tej samej granicznej prędkości opadania, co dana cząstka[15]. Według nomenklatury amerykańskiej[16] MMAD jest to średnica, która wraz ze standardowym odchyleniem geometrycznym, używana jest do opisu statystycznego rozkładu wielkości cząsteczek aerozolu, bazując na wadze i wielkości geometrycznej tych cząsteczek. Przyjmuje się, że 50% cząstek występujących w aerozolu jest mniejszych, a pozostałe 50% jest większych od MMAD.

Z danych literaturowych[17] wynika, że wielkość cząstek fazy rozproszonej aerozoli gaśniczych zawiera się zwykle w przedziale od 0,1 do 5 μm. Norma[18] definiując aerozol gaśniczy podaje, że średnica występujących cząsteczek fazy rozpraszanej nie przekracza 10 μm. Badania wybranych konstrukcji generatorów aerozolu gaśniczego[19] wskazują, że średnice modalne (tj. takie które mają największy udział w rozkładzie wielkości) cząstek aerozolu wytwarzanych podczas procesu spalania materiału aerozolotwórczego, wynoszą 5,54 μm (wg masy), 0,85 μm (wg liczności) oraz 2,52 μm (wg pola powierzchni cząstek).

Informacje te wskazują, że wynikiem pracy generatorów nie są wyłącznie aerozole, jak podano na etapie propozycji przyjęcia podziału dwufazowych układów dyspersyjnych, lecz dwu- lub trójfazowe układy o rozproszeniu makroskopowym, a więc zawiesiny kropelek cieczy i/lub cząstek ciał stałych w gazie (patrz tabela nr 1).

Wytłumaczeniem zaistniałej sytuacji jest fakt, że problematyką cząstek aerozolowych zainteresowanych jest wiele dziedzin wiedzy. Wpływa to na rozproszenie informacji i omawianie przedmiotowych zagadnień z różnych punktów widzenia. Próby pogłębienia wiedzy w tym zakresie, nie pozwalają wyjaśnić zaistniałych wątpliwości. Bowiem wedle nazewnictwa stosowanego w literaturze przedmiotu wybuchów pyłów[20], aerozole gaśnicze winny być raczej określane mianem np. oparów (*ang. fumes*), lub dymów (*ang. smoke*), bądź pyłów, a tu w uszczegółowieniu na pyły drobne oraz najdrobniejsze, pyły makroskopowe bardzo drobne lub pyły koloidalne grube.

Biorąc pod uwagę powyższe, oraz mając na względzie utarte i powszechnie stosowane nazewnictwo w ochronie przeciwpożarowej, jak również występowanie opisanych w niniejszym rozdziale zjawisk charakterystycznych dla układów koloidalnych, w praktyce nazwa aerozolu gaśniczego stosowana jest w odniesieniu do mieszaniny gazowych, ciekłych i stałych produktów spalania masy aerozolotwórczej używanej w generatorach aerozolu gaśniczego.

Budowa i zasada działania generatorów aerozolu gaśniczego

Generatory aerozolu gaśniczego to, w najogólniejszym ujęciu, urządzenia, w wyniku pracy których dochodzi do wytworzenia aerozolu gaśniczego i dostarczenia go do przestrzeni chronionej, bezpośrednio lub przez odpowiednio zaprojektowany i zainstalowany układ wypływowy.

Wyróżnia się dwa podstawowe sposoby wytwarzania aerozoli gaśniczych[21] [22]:

- aerozole wytwarzane podczas reakcji spalania (*ang. condensed aerosol*),
- aerozole wytwarzane pneumatycznie (*ang. dispersed aerosol*).

Oczywistym jest, że przedstawione sposoby warunkują występowanie dwóch rodzajów generatorów aerozoli gaśniczych, których zasady pracy opierają się na wymienionych sposobach

[15] J. Warych, *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 33.

[16] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, 2005 edition.

[17] N.P. Kopylov [et al.], *Toxic hazard associated with fire extinguishing aerosols: the current state of the art and a method for assessment*, Halon Option Technical Working Conference, HOTWC 2001, str. 332.

[18] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, 2005 edition.

[19] Technical report No. NAWCADPAX/TR-2004/123 *Risk assessment for acute exposure to pyrogen: a pyrotechnically-generated fire extinguishing aerosol*, NAWC, Maryland, 11 January 2005, s. 4.

[20] T. Ostrowski, *Wybuchy pyłów w przemyśle*, Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1980, s. 5.

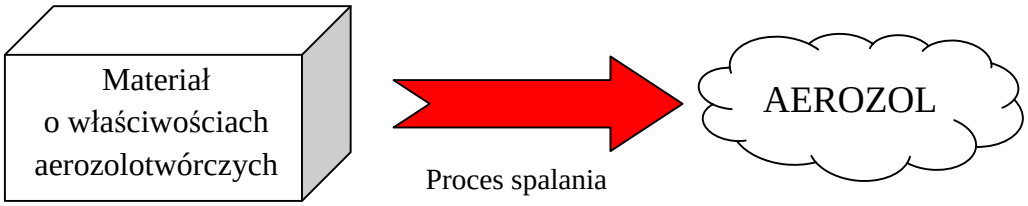
[21] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, NFPA, 2005 edition.

[22] IMO MSC/Circ. 1007 *Guidelines for the approval of fixed aerosol fire-extinguishing systems equivalent to fixed gas fire-extinguishing systems, as referred to in SOLAS 74, for machinery spaces*, IMO, 26 June 2001, s. 1.

wytwarzania aerozoli. Otóż w pierwszym z ww. rodzajów aerozoli, sposób ich wytwarzania ogranicza się do zainicjonowania i podtrzymania reakcji spalania mieszaniny odpowiednio dobranych materiałów stałych, zamkniętych w metalowej obudowie. Materiały takie odznaczać się muszą przede wszystkim dobrymi właściwościami aerozolotwórczymi w trakcie ich spalania, jako że w wyniku tego procesu dojść musi do wytworzenia aerozolu, który uwolniony do otoczenia odznaczał się będzie właściwościami inhibicyjnymi w odniesieniu do reakcji spalania innych materiałów.

o tym, że jak dotychczas generatorów tych aerozoli nie wdrożono do produkcji na skalę przemysłową.

Generatory aerozolu gaśniczego wytwarzanego podczas reakcji spalania pozostają w stanie dozorowania pod ciśnieniem otoczenia. Występują one najczęściej pod postacią cylindrów, skrzynek bądź stanowią modyfikację tych kształtów. W zależności od przeznaczenia masa generatorów bywa różna. Wynosić może od kilkunastu gramów, np. w przypadku potrzeby miniaturyzacji urządzeń w celu zabezpieczenia miejsc trudnodostępnych, jak choćby podczas



Ryc. 1. Powstawanie aerozolu gaśniczego podczas spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej

Co się natomiast tyczy aerozoli gaśniczych wytwarzanych pneumatycznie, praca generatorów tych aerozoli przypomina pracę gaśnic proszkowych, bowiem w obydwu przypadkach proszek stosowany w urządzeniach przechowywany jest w specjalnie zaprojektowanym zbiorniku, a podawanie go do przestrzeni chronionej odbywa się przy użyciu strumienia sprężonego gazu. Niemniej jednak cechą rozróżniającą te urządzenia jest średnica stosowanych ziaren proszku, która w przypadku generatorów aerozolu wytwarzanego pneumatycznie wynosi ok. 1 μm[23], podczas gdy w gaśnicach proszkowych wacha się od 20 do 200 μm[24].

Warto tutaj zauważyć, że w powszechnym użyciu znajdują się głównie generatory aerozolu wytwarzanego na drodze reakcji spalania, natomiast w przypadku aerozoli wytwarzanych pneumatycznie niewielka średnica ziaren sprawia problemy m.in. na etapie ich wytwarzania oraz w zakresie utrzymania właściwości użytkowych w dłuższej perspektywie czasu. Wymienione powody w głównej mierze decydują

zabezpieczania podzespołów elektronicznych funkcjonujących w ramach większego urządzenia, nawet do kilkunastu i kilkudziesięciu kilogramów, gdy stosowane są do zabezpieczania przestrzeni wielkokubaturowych.

Efektem działania generatorów jest dostarczanie aerozolu do przestrzeni, w której zostały zainstalowane. Środek gaśniczy powstający w wyniku spalania mieszaniny substancji aerozolotwórczej odznacza się kilkoma ważnymi cechami. Unoszący się aerozol nie przewodzi prądu elektrycznego, wobec czego podczas stosowania nie powoduje uszkodzeń urządzeń elektrycznych, niemniej warto tu zwrócić uwagę na zjawisko osiadania aerozolu i możliwość tworzenia na powierzchniach ciał stałych warstw przewodzących. Ponadto aerozole gaśnicze nie mają negatywnego wpływu na środowisko naturalne tzn. nie niszczą warstwy ozonowej Ziemi (ODP = 0), oraz nie wpływają na globalne ocieplenie (GWP=0)[25].

Reakcjom zachodzącym podczas pracy generatorów aerozolu gaśniczego towarzyszy szereg zjawisk, charakterystycznych dla procesu spalania. Są to przede wszystkim wzrost temperatury oraz wzrost ciśnienia wewnątrz urządze-

[23] P. Zbrożek, *Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, nr 02/03/04 2006, CNBOP, Józefów 2006, s. 230.

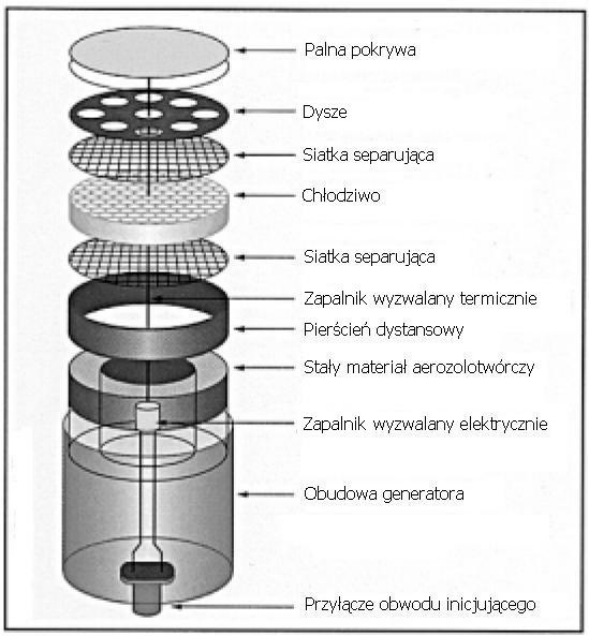
[24] A. Mizerski, M. Sobolewski, *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997, s. 191.

[25] B. Król, *Aerozole gaśnicze*, w: Przegląd Pożarniczy, nr 6/2000, KG PSP, Warszawa 2000, s. 23.

nia. Spowodowane jest to gwałtownym przebiegiem procesu spalania, podczas którego dochodzi do wydzielenia znacznej porcji energii, przy jednoczesnym generowaniu produktów spalania o dużej objętości w stosunkowo krótkim czasie. Temperatura występująca podczas spalania materiału aerozolotwórczego wewnątrz generatora dochodzić może do 1500^{0}C [26].

W konstrukcji generatorów aerozolu gaśniczego wytwarzanego podczas procesu spalania specjalnego materiału aerozolotwórczego wyróżnić można podstawowe podzespoły i materiały służące do ich budowy. Są to m.in.:

- metalowa obudowa, wraz z komorami środka aerozolotwórczego, reakcji spalania i chłodzenia,
- materiał aerozolotwórczy,
- zapalnik wyzwalany elektrycznie,
- zapalnik wyzwalany termicznie (występujący opcjonalnie),
- środek chłodzący (chłodziwo),
- układ wypływowy strumienia uwalnianego aerozolu.



Ryc. 2. Konstrukcja generatora aerozolu gaśniczego wytwarzającego aerozol w procesie spalania materiału aerozolotwórczego[27].

Na rycinie 2 zobrazowano przykładową konstrukcję generatora aerozolu gaśniczego wyzwalanego pirotechnicznie.

Głównym zadaniem obudowy generatora jest zapewnienie bezpiecznych oraz efektywnych warunków pracy urządzenia. Realizacja tych zadań możliwa jest poprzez izolowanie strefy spalania materiału aerozolotwórczego od przestrzeni, w której generator został zainstalowany. Jednocześnie obudowa zapewnienia warunki dla przebiegu procesów powstawania i transportu wydzielonego aerozolu na zewnątrz urządzenia. By było to możliwe obudowa dzieli zazwyczaj przestrzeń wewnętrzną generatora na trzy podstawowe komory:

- komorę środka aerozolotwórczego – w której umiejscowiona jest mieszanina paliwo - utleniacz,
- komorę reakcji chemicznej – w której zachodzi proces spalania środka aerozolotwórczego
- komorę chłodzenia – w której dochodzi do obniżenia temperatury wytworzonego aerozolu.

W obudowie, w bezpośrednim sąsiedztwie komory chłodzenia, znajdują się otwory, którymi bezpośrednio, bądź za pomocą dodatkowo zainstalowanych elementów wypływowych, aerozol odprowadzany jest na zewnątrz urządzenia. Obudowy generatorów wykonywane są z materiałów wytrzymałych i odpornych na wysoką temperaturę pracy urządzenia. Obecnie jako materiał obudowy stosowane są najczęściej stale nierdzewne lub stopy aluminium.

Najistotniejszym elementem składowym generatorów, z punktu widzenia realizowanych przez nie zadań, jest umiejscowiona wewnątrz obudowy urządzenia stała mieszanina aerozolotwórcza, zwana również paliwem stałym. Specjalne właściwości tej kompozycji sprawiają, że produkty jej spalania, występujące w stanie gazowym, ciekłym i stałym, oddziaływają na środowisko pożaru, prowadząc do jego ugaszenia.

Masę aerozolotwórczą stanowi mieszanina paliwa z utleniaczem. Paliwo pełni jednocześnie rolę spoiwa. Substancja aerozolotwórcza występuje zazwyczaj w postaci sprasowanego bloku materiału. Pomimo występującej różnorodności

[26] N.S. Kopylov [et al.]: *The modification of the characteristics of the condensed fire extinguishing aerosol during its distribution through the pipelines,* NIST Special Publication 984-2 Halon Options Technical Working Conference, 14th. Proceedings. HOTWC 2004, Albuquerque (NM), s. 1.

[27] P. Kangedal, T. Hertzberg, M. Arvidson, *Pyrotekniskt genererade aerosoler för brandsläckining – en litteraturstudie*, SP RAPPORT 2001:28, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Szwecja 2001, s. 12.

pomiędzy stosowanymi obecnie kompozycjami aerozolotwórczymi, z reguły w ich składzie wyróżnić można[28]:

- nieorganiczne utleniacze np. KNO_3, $KClO_4$,
- dodatkowe sole potasu (rzadziej sodu) np. KCl,
- organiczne lub nieorganiczne materiały palne np. mieszaniny żywic fenolowych, poliestrowych i epoksydowych, Mg.

W wyniku gwałtownej reakcji spalania paliwa, która zachodzi wewnątrz obudowy generatora, powstaje aerozol gaśniczy. Formowany jest on z gazowych produktów reakcji spalania paliwa z utleniaczem tj. azotu, dwutlenku węgla i pary wodnej, a towarzyszące im związki potasu (np. węglany, wodorowęglany lub chlorki) występują najczęściej w fazie stałej i ciekłej. Ok. 40 do 50% wag. stałej mieszaniny aerozolotwórczej daje fazę ciekłą i stałą (patrz tabela nr 2). Z pozostałej części mieszaniny generowane są gazowe produkty spalania, uwalniane na zewnątrz, oraz żużel i popiół, zalegające wewnątrz generatora, po zakończeniu jego pracy. W zależności od rodzaju mieszaniny aerozolotwórczej wśród gazowych produktów spalania znaleźć się mogą również tlenek węgla, tlenki azotu, metan, amoniak, cyjanowodór itp. Przeważnie substancje te identyfikowane są w ilościach śladowych, choć poziom emisji substancji toksycznych przez dany rodzaj kompozycji aerozolotwórczej winien być każdorazowo potwierdzany stosownymi wynikami badań.

Z dostępnych danych literaturowych wynika, że efektywność gaśnicza soli różnych metali, występujących w połączeniu z tym samym anionem rośnie w następującej kolejności[29]:

$$Li < Na < K < Rb$$

Ponadto stwierdzono, że łatwość pirolizy, przekładająca się na skuteczność gaśniczą, związków tego samego metalu z różnymi anionami ulegać będzie zmianie według poniższego schematu[30]:

szczawian > cyjanek > węglan > jodek > bromek > chlorek > siarczan > fosforan

Biorąc pod uwagę, zarówno właściwości toksyczne pewnych związków, bądź ich pochodnych (szczawiany, cyjanki) oraz utrudniony dostęp do wybranych metali (rubid), z przedstawionych porównań wynika, że węglany potasu stanowić będą środek gaśniczy obdarzony najlepszymi, możliwymi do uzyskania cechami gaśniczymi, z jednoczesnym brakiem zastrzeżeń, co do bezpieczeństwa w zakresie wdrożenia do powszechnego stosowania.

Dla porównania z powyższą informacją w tabeli nr 2 przedstawiono zestawienie wybranych rodzajów mieszanin aerozolotwórczych wraz z ich wybranymi parametrami, wśród których znalazły się: α – współczynnik nadmiaru tlenu, η_a – procentowy udział masy stałej mieszaniny aerozolotwórczej z której wytwarzany jest aerozol, V_{gf} – objętość gazowych produktów spalania mieszaniny aerozolotwórczej (przeliczana na jednostkę masy paliwa), F_{sf} – masa fazy stałej produktów spalania mieszaniny aerozolotwórczej (przeliczana na jednostkę masy paliwa).

Z tabeli nr 2 wynika, że w składzie każdego z aerozoli gaśniczych otrzymywanych z wymienionych środków aerozolotwórczych znajdują się węglany potasu, co stanowić będzie o ich wysokiej skuteczności gaśniczej. Z tabeli wynika również, że niezwykle ważny jest dobór składników tworzących substancję aerozolotwórczą. Wszelkie modyfikacji składu masy aerozolotwórczej w istotny sposób wpływają przede wszystkim na przebieg procesu spalania tej masy, co w dalszej kolejności przekłada się na charakter i specyficzne właściwości otrzymywanego aerozolu.

Kolejnym elementem składowym generatorów są zapalniki, których wyzwolenie możliwe jest na drodze elektrycznej, bądź termicznej. Zapalniki umieszczane są wewnątrz urządzenia, w bezpośrednim sąsiedztwie środka aerozolotwórczego, tak by możliwe było oddanie największej ilości generowanego przez nie ciepła

[28] V.V. Agafonov [et al.]: *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 1.

[29] R.E. Tapscott, J.D. Mather, *Thermodynamics of metal agent fire extinguishment*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings HOTWC 2002, April 30-May 2, 2002, Albuquerque, NM, s. 2.

[30] A. Mizerski, M. Sobolewski, *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997, s. 191.

Tabela 2.[31]

Parametry wybranych mieszanin aerozolotwórczych oraz powstałego aerozolu

Rodzaj masy aerozolotwórczej (główne subst. składowe)	α	η_a [% mas.]	V_{gf} [m^3/kg]	F_{sf} [% mas.]	Skład chemiczny aerozolu (60 s po wytworzeniu)	Wielkość cząstek fazy stałej [μm] (udział w %)
1	2	3	4	5	6	7
STK-5-1 (KNO_3, iditol, C, dodatki specjalne)	1.0	85-87	0.22-0.24	52-56	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, KOH, CO_2, N_2	<2 (42) 2-5 (38) >5 (20)
STK-5-2 (KNO_3, iditol, dodatki specjalne)	0.8	88	0.29	30	$K_2CO_3 \cdot 2H_20$, KOH, $KHCO_3$, CO_2, CO, N_2	<2 (36) 2-5 (38) >5 (26)
STK-5-3 (KNO_3, iditol, dodatki specjalne)	0.5	90	0.36	38	$K_2CO_3 \cdot 2H_20$, $KHCO_3$, C, KOH, CO_2, CO, N_2	<2 (62) 2-5 (26) >5 (12)
STK-2MD (KNO_3, iditol, DCDA, dodatki specjalne)	0.4-0.5	95-97	0.44-0.48	42-46	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, C, $KHCO_3$, KOH, NH_4HCO_3, CO_2, CO, N_2	<1 (52) 1-2 (24) 2-5 (16) >5 (8)
L (KNO_3, $KClO_4$, mieszaniny żywice epoksydowe, dodatki specjalne)	0.4-0.5	92-95	0.42-0.52	44-46	KCl, $K_2CO_3 \cdot nH_20$, C, CO_2, CO, N_2	<1 (36-40) 1-2 (20-22) 2-5 (20-24) >5 (18-20)
SBK-2 (KNO_3, $KClO_4$, diethyl-thermoplast, mieszaniny żywic epoksydowych, dodatki specjalne)	0.4-0.6	94-96	0.54-0.58	42-48	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, KOH, $KHCO_3$, K_nO_m, KCl, N_2, CO, CO_2	<1 (58) 1-2 (20) 2-5 (12) >5 (10)
TCh (KNO_3, nitroceluloza, dodatki specjalne)	0.5-0.6	95-98	0.60-0.75	38-45	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, KOH, $KHCO_3$, CO_2, N_2, CO, N_xO_y	<1 (60) 1-2 (22) 2-5 (10) >5 (8)

do bloku materiału aerozolotwórczego. Rodzaj zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego w zakresie aktywacji urządzenia jest niezmiernie ważny, zwłaszcza z punktu widzenia niezawodności działania urządzenia, gdyż głównym zadaniem zapalników jest uruchomienie generatora poprzez zainicjowanie reakcji spalania masy aerozolotwórczej. W przypadku zapalników elektrycznych, ich konstrukcja oparta jest na zastosowaniu spłonki elektrycznej, połączonej przewodem elektrycznym z urządzeniem sterującym pracą generatora (bądź grupy generatorów). Najczęściej przedmiotowe urządzenie sterujące stanowi jednocześnie podzespół większego systemu np. systemu sygnalizacji pożarowej lub systemu sterowania gaszeniem. W chwili wymagającej zadziałania generatora, urządzenie sterujące wysyła linią sygnałową impuls elektryczny o określonym natężeniu prądu przy odpowiednim napięciu i przez minimalny okres czasu (np. 0,8 A, przy 12 V przez 3 s) powodując aktywację zapalnika, inicjującego zapłon mieszanki paliwo - utleniacz umieszczonej w obudowie generatora, wywołując tym samym aktywację generatora aerozolu gaśniczego.

Dodatkowo lub opcjonalnie generatory aerozolu gaśniczego wyposażone mogą zostać w zapalnik wyzwalany termicznie. Występuje on zazwyczaj w postaci termoczułego lontu, zaprojektowanego na określoną temperaturę zadziałania (np. 200^{0}C). Po przekroczeniu określonej temperatury otoczenia następuje samozapłon lontu, który w dalszej kolejności uruchamia zapalnik generatora powodując rozpoczęcie reakcji spalania środka aerozolotwórczego. Zapalnik termiczny posiada jeszcze jedną bardzo ważną zaletę – jego obecność w urządzeniu umożliwia autonomiczną pracę generatorów. Możliwe jest wtedy umieszczenie urządzeń bezpośrednio w strefie narażonej na wystąpienie pożaru, bez potrzeby stosowania dodatkowych urządzeń sterujących, systemów, zabezpieczeń etc., gdyż urządzenie to zadziała w sposób samodzielny, niezwłocznie po przekroczeniu temperatury samozapłonu lontu.

[31] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 2.

Jak już wcześniej wspomniano średnie temperatury reakcji spalania zachodzące wewnątrz generatorów sięgają od 800^{0}C nawet do 1500^{0}C[32]. Zatem zanim aerozol zostanie uwolniony na zewnątrz urządzenia musi zostać poddany procesowi obniżenia temperatury. Z reguły w generatorach pomiędzy komorą spalania, a otworami umożliwiającymi emisję aerozolu gaśniczego na zewnątrz urządzenia, znajduje się materiał stanowiący chłodziwo. W skład chłodziwa wchodzą substancje, których głównym zadaniem jest zapobieganie przed wydostawaniem się płomieni towarzyszących reakcji spalania masy aerozolotwórczej na zewnątrz urządzenia. Stosowane chłodziwo wpływa również na maksymalne obniżenie temperatury aerozolu przed jego emisją na zewnątrz, oraz zatrzymanie rozgrzanych cząstek stanowiących pozostałość po reakcji spalania wewnątrz urządzenia, tak by nie stwarzały one zagrożenia dla osób bądź przedmiotów znajdujących się w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Substancja chłodząca umiejscawiana w generatorach występuje najczęściej pod postacią granulatu bądź tabletek o kształcie cylindrycznym. W składzie chłodziwa z reguły wyróżnić można[33]:

- wypełniacz odpowiedzialny za pochłanianie ciepła – głównie węglan magnezu i/lub węglany metali I i II grupy układu okresowego pierwiastków,
- utleniacz – azotan, nadchloran potasu, bądź ich mieszanina,
- dodatki w procesie produkcyjnym – grafit, stearynian sodu lub wapnia, bądź ich mieszanina,
- nieorganiczne spoiwo – chlorek potasu, krzemian metalu alkalicznego (sodu lub potasu), bądź ich mieszanina,
- pozostałość stanowi sorbent – zeolit lub żel krzemionkowy bądź ich mieszanina.

Substancja pochłaniająca ciepło redukuje temperaturę strumienia aerozolu. Obecność nieorganicznego spoiwa oraz krzemianów metali alkalicznych zapewnia odpowiednie właściwości użytkowe mieszaniny. Utleniacz obniża stężenie produktów niepełnego spalania, a obecność sorbentu wpływa na obniżenie stężenia substancji toksycznych przed emisją strumienia aerozolu do otoczenia.

Po ochłodzeniu aerozol gaśniczy uwalniany jest na zewnątrz urządzenia poprzez otwory wykonane w obudowie. Kształtowanie strumienia aerozolu o bezpośrednim zasięgu od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów możliwe jest za pomocą dodatkowych dysz. Specjalne dyfuzory nakładane na dysze pozwalają na modyfikowanie zasięgu i kształtu strumienia, a jednocześnie, tak jak chłodziwo, wychwytują i zatrzymują część zanieczyszczeń z aerozolu, w taki sposób, by nie wydostały się one na zewnątrz urządzenia.

Dzięki bardzo małym rozmiarom cząstek powstających podczas spalania mieszaniny aerozolotwórczej aerozole gaśnicze mogą utrzymywać się w całej objętości chronionej przestrzeni przez dłuższy czas, stanowiąc zabezpieczenie pomieszczenia przed rozwojem pożaru bądź ponownym zapaleniem.

Powstawanie i rozprzestrzenianie się aerozoli gaśniczych

Fenomen powstawania cząsteczek o dużym stopniu rozdrobienia, formowanych w trakcie ochładzania par substancji stałej, znalazł szereg zastosowań przemysłowych. Ze względu na szeroki obszar stosowania aerozoli wytwarzanie cząstek o niewielkich rozmiarach była i wciąż pozostaje przedmiotem wielu rozważań. Literatura fachowa wskazuje jednak, że nie zawsze generacja aerozolu występuje w sposób zamierzony, jak ma to miejsce w przemyśle, wskazując, jako jeden z licznych przykładów, emisję aerozoli podczas spalania stałych paliw rakietowych[34].

Warto przy tej okazji przypomnieć, że na etapie wprowadzania do powszechnego obrotu na rynku polskim pierwszych generatorów aerozolu gaśniczego, ich dystrybutorzy informowali, że materiał o właściwościach aerozolo-

[32] N.S. Kopylov [et al.], *The modification of the characteristics of the condensed fire extinguishing aerosol during its distribution through the pipelines,* NIST Special Publication 984-2 Halon Options Technical Working Conference, 14th. Proceedings. HOTWC 2004, Albuquerque (NM), str. 1.

[33] D.L. Rusin, A.P. Denisyuk, *Composition for cooling and simultaneous filtration of the gas-aerosol fire-extinguishing mixture.* w: World Intelectual Property Organization. Opis patentowy. WO 2005/023370 A2. Opubl. 17.03.2005.

[34] R. Bandyopadhyaya, A.A. Lall, S.K. Friedlander, *Aerosol Dynamics and the synthesis of fine solid particles*, w: Powder Technology, nr 139, 2004, str. 193.

twórczych umieszczany w generatorach aerozolu gaśniczego to stałe paliwo rakietowe. Wskazuje na to przede wszystkim skład chemiczny paliwa, który w obydwu przypadkach, tj. jednorodnych paliw rakietowych i materiałów aerozolotwórczych umieszczanych w generatorach aerozolu wytwarzanego podczas procesu spalania, oparty jest na obecności azotanu potasu w mieszaninie paliwa z utleniaczem. Azotan potasu, zwany również saletrą potasową lub indyjską, służy, podobnie jak azotan sodu, jako utleniacz stałych paliw rakietowych, a na szeroką skalę wykorzystywany jest do produkcji materiałów pirotechnicznych i wybuchowych[35].

Niemniej by mieszanka paliwa z utleniaczem, stosowana w generatorach aerozolu gaśniczego, mogła zostać wprowadzona do powszechnego użycia musi zostać poddana procesowi flegmatyzacji. Proces ten w technice wojskowej służy zwiększeniu stabilności paliwa przy małych szybkościach spalania[36]. Wobec powyższego jasnym jest, że bez dodatku substancji spowalniających szybkość reakcji spalania masy aerozolotwórczej nie byłoby możliwe bezpieczne stosowanie generatorów aerozolu gaśniczego.

Przytoczone informacje mają istotne znaczenie dla omówienia zjawiska formowania się cząstek aerozoli gaśniczych podczas działania generatorów. Możliwe jest bowiem wzbogacenie posiadanej wiedzy na temat funkcjonowania generatorów aerozolu gaśniczego o dodatkowe informacje, poprzez odniesienie się do literatury wojskowej z zakresu balistyki, w szczególności do teorii dotyczącej stosowania silników rakietowych na paliwo stałe.

Szybkość spalania paliwa w silniku rakietowym zależy od warunków określających intensywność procesów przekazywania ciepła przez produkty spalania warstwie powierzchniowej ładunku oraz od zasobu energii cieplnej, zawartej w paliwie. Do czynników określających intensywność wymiany ciepła pomiędzy produktami spalania, a częścią nie spalonego ładunku należy zaliczyć przede wszystkim ciśnienie gazów otaczających ładunek i prędkość gazów wzdłuż palącej się powierzchni oraz ich temperaturę. Ze wzrostem tych wielkości rośnie intensywność wymiany ciepła, następstwem czego jest wzrost prędkości spalania. Temperatura początkowa paliwa stanowi o zasobach energii cieplnej ładunku. W niezmienionych warunkach, w fazie gazowej otaczającej ładunek, prędkość spalania rośnie ze wzrostem początkowym temperatury paliwa. Ze względu na fakt, że temperatura produktów spalania uwarunkowana jest składem paliwa, w przypadku rozpatrywania znanego paliwa można ograniczyć się do analizy prędkości spalania tego paliwa (u) w funkcji trzech zmiennych tj. ciśnienia (p), prędkości strumienia gazów (w) i temperatury początkowej ładunku (T_o):

$$u = f(p; w; T_o) \qquad (3\text{-}1)$$

Ze względu na podstawowe znaczenie powyższej zależności w teorii silników rakietowych na paliwo stałe, została ona nazywana prawem szybkości spalania stałych paliw rakietowych[37]. Mając na uwadze, iż istnieje możliwość uzyskania niezbędnych informacji na temat budowy i składu chemicznego materiału stosowanego w generatorach aerozolu gaśniczego, przeto powyższa zależność może być wykorzystana również do analizy szybkości spalania substancji aerozolotwórczych.

Kolejne opisywane zagadnienia dotyczą zjawisk zachodzących w przestrzeni zajmowanej przez uwolniony aerozol. Określenie rodzaju, charakteru i wielkości zmian w tym zakresie możliwe jest po zapoznaniu się z mechanizmami występującymi podczas rozprzestrzeniania się aerozoli. Ważnym źródłem informacji na ten temat jest wiedza dotycząca zachowania się dymu w przestrzeniach zamkniętych. Dym występujący podczas pożaru to również układ dyspersyjny w postaci aerozolu, przy czym podobnie jak aerozole gaśnicze, proces jego powstawania opiera się na reakcji spalania, co dodatkowo przemawia za możliwością skorzystania z wiedzy dostępnej w tym zakresie.

Układy koloidalne, których przedstawicielem są m.in. aerozole, charakteryzują się niewielką termodynamiczną stabilnością[38]. Znaj-

[35] *Słownik chemii praktycznej*, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1992.

[36] Z. Przęzak, *Silniki rakietowe na paliwo stałe*, Przegląd Wojsk Lotniczych i Wojskowej Ochrony Powietrznej Kraju, 1984, Nr 6, str. 2.

[37] Tamże, s. 3.

[38] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002, s. 481.

duje to swoje odzwierciedlenie w rzeczywistości, gdyż podczas rozprzestrzeniania się aerozoli cząsteczki fazy rozproszonej ulegają ciągłym przemianom, na które składają się procesy przemieszczania, wzajemnego łączenia się oraz osadzania na powierzchniach. Spowodowane jest to oddziaływanie zarówno sił wynikających z wzajemnego oddziaływania cząstek gazu i fazy rozpraszanej, jak i wskutek działania sił zewnętrznych, takich jak siły ciężkości, bezwładności, elektrostatyczne, termiczne, dyfuzyjne, magnetyczne itp. Nadmienić w tym miejscu należy, że nie bez znaczenia pozostaje istnienie różnicy w wielkości i kształcie cząsteczek tworzących aerozol.

Jedną z obserwowanych przemian w aerozolu jest łączenie się mniejszych czasteczek w większe. Proces ten zwany jest koagulacją, bądź aglomeracją. Koagulacja występuje na skutek zderzenia się cząsteczek aerozolu w czasie ich ruchu. Po zetknięciu siły pomiędzy stykającymi się cząsteczkami są dostatecznie duże, aby uniemożliwić im ponowne rozłączenie się. Podstawowym parametrem opisujacym proces koagulacji jest współczynnik koagulacji Γ. W równaniu koagulacji przyjmuje on wartość stałą[39]:

$$\frac{dN}{dt} = -\Gamma \cdot N^2 \qquad (3\text{-}8)$$

gdzie N oznacza całkowite stężenie (liczbę cząstek) aerozolu w danej chwili czasowej t.

W wyniku koagulacji dochodzi do zmniejszenia liczby cząsteczek rozpraszanych przy jednoczesnym wzroście ich masy. Wzrost masy przyśpiesza proces sedymentacji, która polega na opadaniu cząsteczek zgodnie z kierunkiem oddziaływania siły ciężkości tj. do Ziemi, gdyż zjawisko to wywołane jest siłą grawitacji.

Prędkość opadania (V_s) może być wyznaczona na podstawie poniższej zależności[40]:

$$V_S = \frac{\rho_p \cdot d^2 \cdot g \cdot C}{18 \cdot \eta} \qquad (3\text{-}9)$$

gdzie: d – średnica cząsteczki, ρ_p – gęstość cząsteczki, g – przyciąganie ziemskie, η – lepkość dynamiczna powietrza, C – poprawka Cunninghama (zwana również współczynnikiem poślizgu Cunninghama).

Jeżeli rozmiary rozpraszanych cząstek są zbliżone do średniej drogi swobodnej cząsteczek gazu, to gaz ten przestaje stanowić ośrodek ciągły dla cząstek aerozolowych[41]. Aby zatem oddać warunki rzeczywiste równanie (3-9) wymaga zastosowania poprawki Cunninghama (C(d)), której wartość wyznacza się przy użyciu następującej zależności[42]:

$$C(d) = 1 + K_n \left[1{,}142 + 0{,}558 \cdot \exp\left(\frac{-0{,}999}{K_n} \right) \right] \qquad (3\text{-}10)$$

Liczba Knudsena (K_n) występująca we wzorze (3-10), reprezentuje stosunek średniej drogi swobodnej cząsteczek powietrza (λ) do promienia cząstki rozpraszanej (d/2):

$$K_n = \frac{2 \cdot \lambda}{d} \qquad (3\text{-}11)$$

W przypadku aerozolu gaśniczego, ruch cząsteczek wywołujący zmniejszenie stężenia wskutek koagulacji i osiadania drobin na dostępnych powierzchniach powodowany jest również dwoma innymi zjwiskami tj. termoforezą oraz dyfuzją. Termoforeza polega na przemieszczaniu się drobin aerozolu wskutek istnienia gradientu temperatury. Ruch ten odbywa się od strefy o temperaturze wyższej do strefy o temperaturze niższej[43]. W warunkach pożarowych, jak również w procesie powstawania aerozolu gaśniczego zjawisko termoforezy nabiera szczególnego znaczenia, ponieważ w obydwu przypadkach występują znaczące różnice temperatur. Dla drobin aerozolu mniejszych od drogi swobodnej cząsteczek powietrza w którym są rozpraszane predkość termoforetyczna (V_t) nie

[39] B. Mizieliński, *Systemy oddymiania budynków. Wentylacja*, WNT, Warszawa 1999.

[40] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, s. 158.

[41] J. Warych: *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 49.

[42] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, 158.

[43] J. Warych, *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 54.

zależy od wielkości tych drobin i obliczana jest z następujacego wzoru[44]:

$$V_t = \frac{-0{,}55 \cdot \eta}{\rho_g \cdot T} \cdot \frac{dT}{dx} \qquad (3\text{-}12)$$

gdzie: T – temperatura powierzchni cząstek, dT/dx – gradient temperatury, η – lepkość dynamiczna powietrza, a ρ_a – gęstość powietrza. W przypadku drobin aerozolu większych od drogi swobodnej cząsteczek powietrza prędkość termoforetyczna ulega wzrostowi o 3 do 10 razy, zależnie od przewodności cieplnej drobin.

Cząstki gazu pozostają w nieustannym bezładnym ruchu. Jeśli drobiny aerozolu rozpraszane przez dany gaz, posiadać będą dostatecznie małe rozmiary, wówczas zderzenia z cząsteczkami gazu stać się mogą przyczyną ich nieuporządkowanego ruchu. Wzajemne zderzenia cząsteczek gazu i rozpraszanych drobin wywołują zjawisko zwane powszechnie ruchami Browna. Dyfuzyjny ruch cząsteczek określany jest za pomocą współczynnika dyfuzji D. Na wartość współczynnika wpływ ma rodzaj i temperatura gazu oraz rozmiar cząstek rozpraszanych. Współczynnik D obliczany jest za pomocą równania Stokesa-Einsteina[45]:

$$D = \frac{k \cdot T \cdot C}{3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d} \qquad (3\text{-}13)$$

gdzie: k – stała Boltzmana, pozostałe wielkości jak w równaniu 3-9.

Jeżeli w mieszaninie dwóch gazów wystąpi różnica stężeń pomiędzy dwoma dowolnymi punktami, to wystąpi zjawisko dyfuzji gazowej. Ruch masy gazu zachodzić będzie w kierunku spadku stężenia zgodnie z prawem Ficka. W przypadku, gdy w układzie takim znajdzie się aerozol, jego cząstki ulegać będą zderzeniom z cząsteczkami gazu, przy czym obserwowane zderzenia będą występować częściej w kierunku przepływu gazu dążącego do wyrównania gradientu stężenia. Zjawisko przemieszczania się cząstek aerozolowych w kierunku spadku gradientu stężenia zwane jest dyfuzjoforezą[46]. W warunkach pożarowych występowanie również tego zjawiska będzie miało miejsce, niemniej bez znaczącego wpływu na przemieszczanie się aerozolu.

Zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia stosowania aerozoli gaśniczych jest zmniejszenie jego stężenia w przestrzeni chronionej w miarę upływu czasu. Szacowanie wpływu poszczególnych zjawisk na zmniejszenie stężenia, możliwe jest poprzez porównanie prędkości przemieszczania się cząstek aerozolu spowodowanych występowaniem omówionych zjawisk. W tabeli nr 3 przedstawiono wyniki analizy porównawczej skutków oddziaływania zjawisk: sedymentacji, dyfuzji i termoforezy, na redukcję stężenia aerozolu w powietrzu.

Porównanie wykonano na drodze obliczeń dla czterech układów monodyspersyjnych o średnicy drobin z zakresu 0,01 do 10 μm. W rozpatrywanym układzie przyjęto gradient temperatury rzędu 100 K/cm. Rozważania przeprowadzono dla powierzchni 1 cm^2 w czasie 100 s, przyjmując stężenie aerozolu równe 10^6 cząsteczek/cm^3. We wszystkich przypadkach założono, że cząsteczka po zetknięciu się z powierzchnią (kontrolną) już na niej pozostaje.

Tabela 3.[47]

Wpływ zjawisk wywołujących rozprzestrzenianie się aerozolu na zmiany jego stężenia w zajmowanej przestrzeni

Średnica drobin, μm	Termoforeza	Dyfuzja	Sedymentacja
0,01	$2{,}8 \cdot 10^6$	$2{,}6 \cdot 10^5$	$6{,}7 \cdot 10^2$
0,1	$2{,}0 \cdot 10^6$	$2{,}9 \cdot 10^4$	$8{,}6 \cdot 10^3$
1,0	$1{,}3 \cdot 10^6$	$5{,}9 \cdot 10^3$	$3{,}5 \cdot 10^5$
10,0	$7{,}8 \cdot 10^5$	$1{,}7 \cdot 10^3$	$3{,}1 \cdot 10^7$

Wyniki analizy ukazują, że za wyjątkiem przypadku dotyczacego drobin o największej średnicy, termoforeza odgrywać będzie najważniejszą rolę w obniżaniu stężenia aerozolu. Niemniej wartość gradientu temperatury 100 K/cm odbiega od spodziewanych warunków rzeczywistych podcz aspożaru przez co domniemywać należy, że wpływ tego mechanizmu na prze-

[44] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, s. 157.
[45] Tamże, s. 158.
[46] J. Warych: *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 56.
[47] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, s. 159.

mieszczanie się drobin aerozolu gaśniczego będzie znacznie mniejszy. Ważne informacje wynikają natomiast z porównania charakteru zmian wywołanych dyfuzją i sedymentacją. Otóż w zakresie średnic od 1 do 10 µm to siły grawitacji będą decydować o przemieszczaniu się drobin aerozolu, podczas gdy dla średnic 0,01÷0,1 µm ruch aerozolu gaśniczego determinowany będzie głównie ruchami Browna.

Niestety istotnym ograniczeniem tych rozważań jest fakt, że rozpatrywano układ statyczny, podczas gdy w warunkach rzeczywistych aerozol będzie przemieszczał się ruchem burzliwym, turbulentnym wskutek m.in. wyrzucenia strumienia aerozolu z generatora pod dużym ciśnieniem, przepływu gazów pożarowych podczas pożaru w pomieszczeniu do którego uwalniany jest aerozol itp. Rozważania powyższe nie uwzględniaja również zjawiska aglomeracji cząstek, choć wiadomym jest że wpływa ono na przyśpieszenie procesu sedymentacji.

Skłania to do przyjęcia założenia, iż głównym zjawiskiem odpowiedzialnym za zachodzenie zmian w aerozolu w warunkach rzeczywistych będzie sedymentacja. W związku z tym na potrzeby analizy zmian stężenia aerozolu w przestrzeni nim wypełnionej pomocna okazać się może informacja zawarta w tabeli nr 4. Tabela ta określa bowiem prędkość opadania cząsteczek aerozolu w powietrzu. Autor dokonał obliczeń na podstawie równania (3-9).

W tabeli nr 4 zawarto obliczenia związane z obniżaniem się warstwy cząsteczek o danej długości średnicy w czasie. Do obliczeń przyjęto czas 10 minut, w którym raport techniczny Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego dotyczący projektowania ochrony za pomocą urządzeń gaśniczych aerozolowych[48] zakłada utrzymanie stężenia gaśniczego aerozolu. Z tabeli wynika, że po czasie 10 min od uwolnienia aerozolu gaśniczego jego cząsteczki o średnicy 1 µm obniżą się względem wysokości pomieszczenia niewiele ponad 2 cm, natomiast warstwa cząsteczek o średnicy 10 µm ulegnie obniżeniu o 2 m, wywołując zmianę stężenia aerozolu w przestrzeni chronionej. Fakt ten sygnalizuje jednoznacznie, jak ważne, na etapie projektowania stałych urządzeń gaśniczych aerozolowych, jest zastosowanie rozwiazań, które zapewnią utrzymanie stężenia aerozolu w całej objętości pomieszczenia na poziomie gwarantującym utrzymanie efektu gaśniczego.

Ponieważ zarówno temat powstawania jak i rozprzestrzeniania się aerozoli gaśniczych powstających na drodze reakcji spalania jest rozległy i wielowątkowy, oraz nie został jeszcze w pełni wyjaśniony i opisany, nie jest możliwe wyczerpujące przedstawienie wiadomości w tym zakresie. Niemniej powyższe informacje mogą okazać się pomocne w zrozumieniu podstawowych zjawisk, z którymi zetkną się projektanci bądź potencjali nabywcy i użytkownicy generatorów aerozoli gaśniczych.

Tabela 4.[49]

Opadanie cząsteczek aerozolu w powietrzu pod wpływem działania sił grawitacyjnych

Średnia masowa średnica aerodynamiczna MMAD, µm	Prędkość opadania cząsteczek, cm/s	Obniżenie warstwy cząsteczek danej średnicy po czasie 10 min, cm
0,1	0,000086	0,0516
0,2	0,00023	0,138
0,5	0,0010	0,6
1,0	0,0035	2,1
2,0	0,013	7,8
5,0	0,078	46,8
10	0,31	186
20	1,2	720
50	7,6	4560

[48] Technical report CEN/TR 15276-2 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 2: Design, installation and maintenance*, CEN, January 2009.

[49] Opr. własne na podstawie NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, 2005 edition.

Mechanizm działania gaśniczego

Skutkiem pracy generatorów jest dostarczenie do przestrzeni chronionej aerozolu o określonym składzie i wymaganym stężeniu. W składzie produktów spalania masy aerozolotwórczej wyróżnia się fazę stalą, ciekłą oraz gazową. Obecność każdej z faz determinuje odmienne zjawiska i procesy fizykochemiczne. Zatem całościowy efekt oddziaływań aerozoli gaśniczych jest sumą oddziaływań wynikających z obecności poszczególnych składników, stanowiących produkty spalania masy aerozolotwórczej.

Powszechnie wiadomo, że skuteczność gaszenia płomieni przy użyciu zdyspergowanego medium gaśniczego np. proszku, aerozolu lub mgły wodnej, zależna jest od wielkości powierzchni oddziaływania pomiędzy medium a płomieniem. Zatem wraz ze wzrostem powierzchni oddziaływania medium gaśniczego rośnie jego skuteczność gaśnicza. W celu zwiększenia powierzchni wzajemnych oddziaływań zwiększa się najczęściej ilość podawanego medium o określonej wielkości ziaren, cząstek, drobin, kropel etc., bądź zmniejsza się powierzchnię fazy rozpraszanej przy zachowaniu stałego wydatku masowego danego medium. Wobec powyższego duży stopień rozproszenia oraz stosunkowo niewielka średnia wielkość drobin fazy rozproszonej aerozoli, wpływa istotnie na ich skuteczność gaśniczą. W dostępnej literaturze przedmiotu znaleźć można wiele danych eksperymentalnych na temat stężenia gaśniczego aerozoli. Zazwyczaj wartości te mieszczą się w zakresie od 30 do 60 g/m^3 [50]. Dokonując porównania ze stosowanymi powszechnie innymi środkami gaśniczymi, tj. proszkami gaśniczymi (stężenie gaśnicze 150 ÷ 500 g/m^3), halonami (halon 2402 – stężenie gaśnicze 160 ÷ 340 g/m^3)[51], lub zamiennikami halonów (HFC 227ea – stężenie gaśnicze 465 ÷ 1285 g/m^3 przy temp. 20°C)[52], okazuje się, że stężenia gaśnicze wymagane podczas stosowaniu aerozoli gaśniczych są nieporównywalnie mniejsze, przez co korzystniejsze z punktu widzenia zarówno efektywności jak i ekonomii stosowania. Oczywistym staje się fakt dużego zainteresowania wokół zagadnień związanych z rozwojem technologii gaszenia przy użyciu aerozoli. Niestety do dnia dzisiejszego temat mechanizmu działania gaśniczego aerozoli nie został opisany w dostępnej literaturze w sposób jednoznaczny i wyczerpujący.

By zaistniał proces spalania płomieniowego muszą zostać spełnione ściśle określone warunki, które przedstawiane są zwyczajowo w formie czworościanu spalania. Czworościan stanowi przestrzenny obraz zależności składowych elementów niezbędnych do zapoczątkowania spalania i warunkujących ciągłość tej reakcji[53]. Elementami tymi są:

- obecność paliwa (w odpowiedniej ilości),
- obecność utleniacza (o odpowiednim stężeniu),
- obecność źródła ciepła (o odpowiedniej mocy lub temperaturze),
- obecność w płomieniu rodników warunkujących ciągłość spalania.

Efekt gaśniczy w postaci likwidacji płomienia uzyskiwany jest poprzez usunięcie lub ograniczenie do minimum jednego z wyżej wymienionych czynników. Może się to odbywać zarówno na drodze fizycznej poprzez efekty energetyczne (chłodzenie paliwa, chłodzenie strefy spalania) bądź przestrzenne (rozcieńczanie reagentów, izolowanie paliwa od utleniacza, odłączenie strefy reakcji) jak i na drodze chemicznej (inhibitowanie reakcji płomieniowych, wychwyt wolnych rodników, efekt trzeciej cząstki etc.).

Spośród elementów niezbędnych do podtrzymywania reakcji spalania, aerozole z pewnością nie będą wpływały na ilość i rodzaj paliwa ulegającego spalaniu. Co się zaś tyczy pozostałych obszarów działania gaśniczego wymagana jest identyfikacja możliwych mechanizmów gaśniczych wraz z określeniem ich znaczenia i wpływu na ostateczny, zauważalny efekt gaśniczy.

[50] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, str. 1.

[51] Tamże, s. 1.

[52] Polska Norma PN-EN 15004-5 Stałe urządzenia gaśnicze – Urządzenia gaśnicze gazowe – Część 5: Właściwości fizyczne i system projektowania urządzenia gaśniczego gazowego na środek gaśniczy HFC 227ea, PKN, wrzesień 2008.

[53] M. Pofit-Szczepańska, *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożaru*, SA PSP, Kraków 1994, s. 23.

Podczas stosowania aerozoli gaśniczych wyróżnia się cztery podstawowe etapy ich działania[54]:

- ogrzewanie się aerozolu,
- rozkład i/lub parowanie cząsteczek aerozolu,
- generacja inhibitora rodników w fazie gazowej,
- inhibicja procesu spalania w fazie płomieniowej.

Dowiedziono również, że krytyczne znaczenie dla powodzenia procesu gaszenia przy użyciu aerozoli ma przedział czasowy, w którym dochodzi do rozkładu i parowania drobin fazy rozproszonej[55].

Pierwsza faza działania aerozoli dotyczy absorpcji ciepła i chłodzenia płomienia przez jego cząsteczki stałe. Zjawiska te spowodowane są występowaniem endotermicznych reakcji rozkładu cząstek fazy rozpraszanej aerozolu z jednoczesnym uwalnianiem dwutlenku węgla oraz pary wodnej. Poniżej przedstawiono główne grupy oddziaływań endotermicznych wraz z przykładem charakterystycznych w tym zakresie reakcji[56]:

- absorpcja ciepła wskutek endotermicznych przemian chemicznych

$$2KHCO_{3\ (ciało\ stałe)} \rightarrow K_2CO_{3\ (ciało\ stałe)} + CO_{2\ (gaz)} + H_2O_{\ (gaz)} \quad (4.R\text{-}12)$$

- absorpcja ciepła wskutek endotermicznych zmian fazy substancji

$$K_2CO_{3\ (ciało\ stałe)} \rightarrow K_2CO_{3\ (ciecz)} \rightarrow K_2CO_{3\ (gaz)} \quad (4.R\text{-}13)$$

W wyniku powyższych przemian dochodzi do stopniowego obniżania temperatury płomienia towarzyszącego reakcji spalania, do poziomu, poniżej którego proces spalania nie może być dłużej podtrzymywany.

Równocześnie z odbiorem ciepła występuje proces izolowania materiału ulegającego spaleniu od dostępu tlenu poprzez obniżenie jego stężenia, wskutek dostarczania do otoczenia dwutlenku węgla i pary wodnej, powstających na drodze wyparowania cząsteczek aerozolu gaśniczego (patrz równanie 4.R-12). W ostatniej i być może najbardziej znaczącej fazie dochodzi do usuwania wolnych rodników z reakcji łańcuchowych spalania występujących w płomieniu. Możliwe jest to na skutek występowania reakcji inhibicji heterofazowej na powierzchni drobin aerozolu, które opierają się na zjawiskach rekombinacji wolnych rodników występujących w płomieniu, oraz reakcji inhibicji homofazowej determinowanych obecnością metali alkalicznych[57].

Zarówno odbieranie ciepła jak i inhibicja heterofazowa, o których mowa powyżej, są procesami powierzchniowymi. Jednocześnie jak już zaznaczono w rozdziale dotyczącym układów koloidalnych aerozole charakteryzują się silnym rozwinięciem powierzchni drobin, co wpływa na zwiększenie oddziaływania między medium gaśniczym, a płomieniem. Taka właściwość aerozolu gaśniczego wpływa bezsprzecznie na przyspieszanie przebiegu procesu gaszenia. Wobec tego aerozole, których średnia wielkość cząsteczek fazy rozproszonej jest znacznie mniejsza od średnicy ziaren proszków gaśniczych, rozwijają dla takiego samego stężenia gaśniczego proszku i aerozolu znacznie większą powierzchnię oddziaływań medium gaśnicze – płomień, przez co charakteryzują się większą, aniżeli proszki gaśnicze, skutecznością gaśniczą w zakresie odbioru ciepła jak i inhibicji heterofazowej.

Aerozole gaśnicze posiadają równocześnie kilka cech, które wyróżniają je spośród pozostałych znanych środków stosowanych do gaszenia pożarów. Przede wszystkim istotną rolę odgrywa jakość powierzchni drobin tworzących fazę rozproszoną. Ponieważ do wytwarzania aerozolu dochodzi w tym samym czasie co do rozwoju pożaru, w takim razie powierzchnia drobin odznacza się swego rodzaju „świeżością", która w efekcie wpływać będzie korzystnie na efektywność reakcji rekombinacji powierzchniowej[58]. Co więcej, bazując na danych zawar-

[54] J.W. Fleming [et al.]: *Suppression effectiveness of aerosols: the effect of size and flame type*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002. Albuquerque, NM, str. 9.

[55] Tamże, s. 9.

[56] J. Brooks, J. Berezovsky, M. O'Dwyer, *Aerosol fire suppression for high rise structural applications via aircraft distribution using Metalstorm technologies*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002, Albuquerque, NM, s. 2-3.

[57] A. Mizerski, M. Sobolewski *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997, s. 189-190.

[58] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Op-

tych w tabeli 2, z łatwością zauważyć można, że faza gazowa aerozoli stanowi od 40 do 70% masy środka aerozolotwórczego, a współczynnik określający zawartość tlenu w mieszaninie paliwo-utleniacz w większości środków aerozolotwórczych jest mniejszy od jedności. Wynika stąd, że po pierwsze rola rozcieńczania powinna mieć dużo większe znaczenie, aniżeli w przypadku stosowania proszków gaśniczych. Po drugie aerozole tworzone z mieszanin ubogich w tlen będą posiadały zdolność do obniżania redukowania jego stężenia w przestrzeni chronionej przez generator, ze względu na zachodzenie procesów dalszego utleniania produktów niecałkowitego spalania środka aerozolotwórczego, po ich emisji na zewnątrz urządzenia.

Oszacowanie znaczenia przedstawionych mechanizmów gaśniczych można dokonać m.in. poprzez analizę wpływu procesu formowania się aerozolu gaśniczego na zmiany (obniżanie) stężenie tlenu w przestrzeni chronionej, rodzaju procesów inhibicji reakcji spalania wywołujących rekombinację wolnych rodników, oraz roli absorpcji ciepła w procesie gaszenia aerozolami gaśniczymi.

Dostępne wyniki prac[59], obejmujące zarówno badania eksperymentalne w specjalnie skonstruowanych do tego celu stanowiskach badawczych bądź przy użyciu metody elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), jak również na drodze rozważań i obliczeń teoretycznych, wykonane dla wybranych mieszanin aerozolotwórczych wymienionych w tabeli 2, wskazują, że:

- utlenianie produktów niepełnego spalania, jak również rozcieńczanie tlenu przez gazową fazę powstającego aerozolu, wywoływać może znaczące obniżenie stężenia tlenu (w niektórych przypadkach nawet do 20% względem jego wartości początkowej),
- aerozole zawierające w swej budowie tlenki, wodorotlenki i chlorki mają pokaźniejszy wpływ na efektywność gaśniczą płomieni, aniżeli te formowane z siarczanów oraz węglanów tych samych metali alkalicznych,
- wodorotlenki, tlenki i węglany metali alkalicznych wykazują większą efektywność w procesie rekombinacji rodników wodorowych i wodorotlenowych, podczas gdy chlorki tych metali w sposób wydajniejszy obniżają stężenie rodników tlenowych,
- obniżenie stężenia aerozoli gaśniczych o 20 do 30% względem wartości ich stężenia gaśniczego powoduje osiągnięcie najbardziej efektywnych rezultatów w zakresie rekombinacji wolnych rodników w płomieniu,
- cząsteczki aerozolu o średnicy mniejszej niż 2 μm obniżają stężenie rodników wodorowych głównie na drodze inhibicji homofazowej, a cząsteczki o średnicy powyżej 5 μm determinują występowanie inhibicji heterofazowej. Co zaś się tyczy cząsteczek z zakresu od 2 do 5 μm, obydwa mechanizmy inhibicji prowadzą w sposób równomierny do rekombinacji rodników wodorowych
- absorpcja ciepła nie jest zjawiskiem znaczącym przy niskich stężeniach aerozolu tj. przy stężeniach dochodzących do 50% wartości stężenia gaśniczego aerozoli. W tym wypadku temperatura płomienia ulega obniżeniu o 10 do 15% względem jej wartości początkowej. Niemniej już przy stężeniach aerozolu wyższych niż 50 g/m^3 zjawisko odbioru ciepła nabiera istotnego znaczenia, gdyż efekt ten ma w 50 do 80% wpływ na likwidację płomienia.

Podsumowanie i wnioski końcowe

Generatory aerozolu gaśniczego to urządzenia służące do gaszenia pożarów. W porównaniu z innymi urządzeniami tego typu, jest to rozwiązanie nowatorskie, gdyż na rynku ochrony przeciwpożarowej obecne jest dopiero od początku lat dziewięćdziesiątych zeszłego stulecia. W związku z tym podlega ono kolejnym udoskonaleniom, w celu uzyskania maksymalnych korzyści związanych z efektywnością i bezpieczeństwem stosowania. Zarówno niewielkie rozmiary, prosta budowa oraz niewielki nakład sił niezbędny do montażu i konserwacji generatorów aerozolu gaśniczego poszerzają w sposób znaczący zakres możliwych zastosowań tych urządzeń, wzbudzając tym samym coraz większe zainteresowanie na rynku czynnych zabez-

tions Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 1.

[59] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 3-10.

pieczeń przeciwpożarowych. W świetle powyższego, generatory aerozolu gaśniczego stanowią uzupełnienie oferty rynkowej urządzeń gaśniczych, wpisując się w lukę występującą pomiędzy stałymi urządzeniami gaśniczymi wodnymi, gazowymi i proszkowymi, a podręcznym sprzętem gaśniczym, w tym szczególnie gaśnicami proszkowymi.

Podjęta próba zdefiniowania aerozolu gaśniczego, na podstawie dostępnych informacji na temat układów dyspersyjnych, doprowadziła do sformułowanie ogólnej definicji, informującej, iż jest to mieszanina gazowych, ciekłych i stałych produktów spalania specjalnego materiału aerozolotwórczego, stosowanego w generatorach aerozolu gaśniczego. Taki zapis nie odnosi się do wielkości cząstek fazy rozpraszanej, bowiem z przedstawionych w artykule informacji wynika brak możliwości jednoznacznego wyróżnienia układu koloidalnego, jaki stanowią aerozole według przedmiotowego kryterium. Jednocześnie zdaniem autora przedstawiona definicja uwzględnia specyficzne właściwości aerozolu, związane z występowaniem efektu gaśniczego, poprzez wskazanie urządzenia, w którym aerozole są generowane.

W przypadku generatorów aerozolu gaśniczego opisywanych w niniejszym artykule sposób wytwarzania aerozolu dotyczy zainicjonowania i podtrzymania reakcji spalania mieszaniny odpowiednio dobranych materiałów stałych, zamkniętych w metalowej obudowie urządzenia. Zaprezentowany w artykule schemat budowy generatorów aerozolu gaśniczego odzwierciedla ideę obecnie najczęściej spotykanych konstrukcji tych urządzeń. Wśród przewidywanych kierunków rozwoju i zmian w budowie urządzeń z pewnością wymienić można prace nad ciągłym doskonaleniem składu chemicznego mieszaniny, z której wytwarzany jest aerozol, celem uzyskiwania optymalnych efektów działania gaśniczego. Co więcej działanie gaśnicze aerozoli musi uwzględniać pierwszy krytyczny krok, jakim jest dotarcie aerozolu do strefy spalania. Z tego punktu widzenia należy przewidywać prowadzenia prac nad sposobami doskonalenia dystrybucji strumieni aerozolu gaśniczego na zewnątrz urządzeń. Można również przypuszczać, że wysiłek producentów generatorów aerozolu skoncentrowany zostanie również na poszukiwaniu takiego składu chemicznego substancji odpowiedzialnej za chłodzenie powstającego aerozolu, która oprócz podstawowych właściwości dotyczących obniżania temperatury strumienia uwalnianego aerozolu, posiadać będzie możliwość redukcji stężenia substancji toksycznych wydzielanych podczas spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej, a przy tym wciąż zapewni kompozycji wymaganą wytrzymałość mechaniczną i odporność na wysoką temperaturę pracy urządzenia.

Bez wątpienia cechą wyróżniającą aerozoli gaśniczych, niezależnie od sposobu ich generowania, jest ich zdolność do unoszenia się w przestrzeni chronionej. W przypadku generatorów aerozolu gaśniczego jest to jedna z podstawowych różnic względem urządzeń gaśniczych wykorzystujących do gaszenia proszek gaśniczy, takich jak stałe urządzenia gaśnicze lub gaśnice proszkowe. Utrzymywanie się aerozolu w powietrzu determinuje obszar, zakres i sposób stosowania aerozoli gaśniczych oraz ich generatorów w ochronie przeciwpożarowej. Informacje zaprezentowane w niniejszym artykule służą upowszechnieniu informacji na temat dostępnych sposobów i metod opisu oraz przewidywania (szacowania) przebiegu procesów powstawania i rozprzestrzeniania się aerozoli gaśniczych. Przedstawiona w artykule zależność szybkości spalania stałych paliw rakietowych może być punktem wyjścia do podjęcia prac badawczych dotyczących wyznaczenia zależności szybkości spalania substancji aerozolotwórczych umiejscawianych w generatorach aerozolu gaśniczego, w celu umożliwienia przewidywania czasu działania generatorów zależnie od rodzaju wykorzystywanego w nich materiału aerozolotwórczego. Opis zjawisk takich jak: dyfuzja, termoforeza i sedymentacja, warunkujących rozprzestrzenianie się aerozolu sygnalizują jednoznacznie, jak ważne, na etapie projektowania stałych urządzeń gaśniczych aerozolowych, jest zastosowanie rozwiazań, które zapewnią utrzymanie stężenia aerozolu w całej objętości pomieszczenia na poziomie uniemożliwiającym nawrót palenia.

Przedstawione w ostatniej części artykułu informacje na temat mechanizmu działania gaśniczego, w tym również wyniki wybranych prac badawczych prowadzonych na świecie, których celem jest wyjaśnienia szczegółów tego mechanizmu, służą upowszechnieniu tego typu infor-

macji szerszemu gronu czytelników w Polsce. Z przedstawionych informacji wynika bowiem istnienie szeregu zależności występujących pomiędzy warunkami procesu spalania, a właściwościami fizyko-chemicznymi aerozoli gaśniczych. Tłumaczy to występowanie intrygujących rezultatów dostępnych obecnie wyników badań, jak choćby: wpływu składu chemicznego aerozoli na efektywność gaśniczą płomieni, oraz zależności składu chemicznego i wielkości cząstek aerozolu na redukowanie poszczególnych grup rodników występujących w płomieniu. Co więcej, stwierdzenie znaczącego odbioru ciepła od pożaru podczas ogrzewania i parowania cząsteczek aerozolu, jak również obniżania stężenia tlenu przez gazy wydzielające się podczas spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej w generatorach, rzucają nowe światło na dotychczasowe rozważania dotyczące wyłącznie antykatalitycznego oddziaływania aerozoli gaśniczych na środowisko pożaru.

Warto w tym miejscu zauważyć, że powyższe informacje nie stanowią stwierdzenia faktu, gdyż dostępne wyniki prac dotyczą wybranych mieszanin aerozolotwórczych. Celowe w tym wypadku byłoby podjęcie próby potwierdzenia zidentyfikowanych zależności na drodze kolejnych prac badawczych, np. w celu porównania z rezultatami badań dla aerozoli powstałych z innych, dostępnych na rynku mieszanin aerozolotwórczych, jak również na potrzeby weryfikacji stopnia udziału mechanizmów działania gaśniczego dotyczących odbioru ciepła oraz obniżania stężenia tlenu podczas zastosowania generatorów aerozolu gaśniczego względem pożarów w pełnej skali.

Literatura

1. Protokół montrealski w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. U. z 1992, Nr 98, poz. 490).
2. Rozporządzenie (WE) NR 2037/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 czerwca 2000 r. w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. Urz. WE Nr L 244 z dnia 29.09.2000 r.).
3. De Parenti G.G.: *Aerosol overview*, w: Fire Safety Engineering, July/August 2009, s. 25.
4. Technical report CEN/TR 15276-1 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 1: Requirements and test methods for components*, CEN, January 2009.
5. Zbrożek P., *Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, nr 02/03/04 2006, CNBOP, Józefów 2006, s. 227-237.
6. AS/NZS 4487 *Pyrogen fire extinguishing systems,* Australian/New Zealand Standard, 1997.
7. NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, NFPA, 2005 edition.
8. Atkins P.W., *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002.
9. Czarnecki L., Broniewski T., Henning O., *Chemia w budownictwie,* Wyd. Arkady, Warszawa 1995.
10. Warych J.: *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998.
11. Kopylov N.P., [et al.]: *Toxic hazard associated with fire extinguishing aerosols: the current state of the art and a method for assessment*, Halon Option Technical Working Conference, HOTWC 2001, str. 332-336.
12. Technical report No. NAWCADPAX/TR-2004/123 *Risk assessment for acute exposure to pyrogen: a pyrotechnically-generated fire extinguishing aerosol*, NAWC, Maryland, 11 January 2005.
13. Ostrowski T., *Wybuchy pyłów w przemyśle*, Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1980.
14. IMO MSC/Circ. 1007 *Guidelines for the approval of fixed aerosol fire-extinguishing systems equivalent to fixed gas fire-extinguishing systems, as referred to in SOLAS 74, for machinery spaces*, IMO, 26 June 2001.
15. Mizerski A., Sobolewski M., *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997.
16. Król B., *Aerozole gaśnicze*, w: Przegląd pożarniczy, nr 6/2000, KG PSP, Warszawa 2000, str. 23.
17. Kopylov N.S. [et al.], *The modification of the characteristics of the condensed fire extinguishing aerosol during its distribution through the pipelines,* NIST Special Publication 984-2 Halon Options Technical Working Conference, 14th. Proceedings. HOTWC 2004, Albuquerque (NM), ,str. 1-14.
18. Kangedal P., Hertzberg T., Arvidson M., *Pyrotekniskt genererade aerosoler för brandsläckining – en litteraturstudie*, SP RAPPORT 2001:28, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Szwecja 2001.
19. Agafonov V.V. [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, str. 1-10.
20. Tapscott R.E., Mather J.D., *Thermodynamics of metal agent fire extinguishment*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings HOTWC 2002, April 30-May 2, 2002, Albuquerque, NM, str. 1-7, 2002.
21. Rusin D.L., Denisyuk A.P., *Composition for cooling and simultaneous filtration of the gas-aerosol fire-extinguishing mixture*., w: World Intelectual Property Organization. Opis patentowy. WO 2005/023370 A2. Opubl. 17.03.2005.
22. Bandyopadhyaya R., Lall A.A., Friedlander S.K., *Aerosol Dynamics and the synthesis of fine solid particles*, w: *Powder Technology,* nr 139, str. 193-199, 2004.

23. *Słownik chemii praktycznej*, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1992.
24. Przęzak Z., *Silniki rakietowe na paliwo stałe*, w: Przegląd Wojsk Lotniczych i Wojskowej Ochrony Powietrznej Kraju, 1984, Nr 6.
25. Mizieliński B., *Systemy oddymiania budynków. Wentylacja*, WNT, Warszawa 1999.
26. Butler K.M., Mulholland G.W., *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 149-176, 2004.
27. Technical report CEN/TR 15276-2 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 2: Design, installation and maintenance*, CEN, January 2009.
28. Polska Norma PN-EN 15004-5 Stałe urządzenia gaśnicze – Urządzenia gaśnicze gazowe – Część 5: Właściwości fizyczne i system projektowania urządzenia gaśniczego gazowego na środek gaśniczy HFC 227ea, PKN, wrzesień 2008.
29. Pofit-Szczepańska M., *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożaru*, SA PSP, Kraków 1994.
30. Fleming J.W. [et al.], *Suppression effectiveness of aerosols: the effect of size and flame type*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002. Albuquerque, NM, str. 1-12.
31. Brooks J., Berezovsky J., O'Dwyer M., *Aerosol fire suppression for high rise structural applications via aircraft distribution using Metalstorm technologies*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002, Albuquerque, NM, str. 1-8.

Recenzenci:

bryg. dr inż. Waldemar Wnęk

bryg. mgr inż. Mirosław Sobolewski

dr n. med. **Robert GAŁĄZKOWSKI**
Dyrektor SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe,
Adiunkt w Katedrze Zdrowia Publicznego
Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Siedlcach.

PROGRAM SZKOLENIA WSTĘPNEGO I DOSKONALĄCEGO DLA PILOTÓW ŚMIGŁOWCÓW RATUNKOWYCH, JAKO MODELOWA PROPOZYCJA WŁAŚCIWEGO PRZYGOTOWANIA DO OPERACJI RATOWNICZYCH

Initial training and advanced program helicopter rescue pilots, the proposal of a model for proper preparation in rescue operations

Streszczenie
Zakup nowych śmigłowców dla Lotniczego Pogotowia Ratunkowego jest krokiem w dobrym kierunku. Otwiera nowe możliwości i perspektywy rozwoju lotniczego ratownictwa medycznego w Polsce. Podstawowym zadaniem w procesie wdrażania nowych maszyn do operacji lotniczych, a także rozszerzaniem katalogu zadań, które będą realizować jest właściwe przygotowanie pilotów. Pierwszym krokiem jest szkolenie pilotów Lotniczego Pogotowia Ratunkowego na typ EC135 TR (Type Rating), którego skutkiem jest uzyskanie przez nich uprawnień do pilotowania nowego typu statku powietrznego. Po pierwszych dwóch turach szkolenia w ośrodku EC ujawniły się pewne trudności, które są wynikiem wieloletniego korzystania w operacjach ze śmigłowców technologicznie i awionicznie znacznie odmiennych i przestarzałych od tych zakupionych dla Lotniczego Pogotowia Ratunkowego (LPR). Te zaobserwowane trudności poddano gruntownej analizie przyczynowo – skutkowej i w efekcie przyjęto plan działań polegający na dodatkowym przygotowaniu pilotów do szkolenia TR. Powstał i został wdrożony do realizacji program szkolenia wstępnego, którego celem jest optymalne przygotowanie pilotów do szkolenia na nowy typ. Jednocześnie mając świadomość, jaki jest cel i jak przebiega szkolenie pilotów na typ przygotowano i wdrożono do realizacji program szkolenia doskonalącego dla pilotów, którzy zdali egzamin i uzyskali uprawnienia na typ EC 135. Celem tego szkolenia jest z kolei właściwe przygotowanie pilotów do obsługi urządzeń awionicznych, a także do operacji, które po jego zakończeniu wykonywać będą w ramach Śmigłowcowej Służby Ratownictwa Medycznego. Całość tych zadań organizacyjno-szkoleniowych ma służyć i służy optymalnemu przygotowaniu pilotów do bezpiecznego wykonywania operacji lotniczych na śmigłowcach ratunkowych.

Summary
The purchase of new helicopters for the Polish Medical Air Rescue is a step in the right direction. This opens up new possibilities and prospects for the development of air medical rescue in Poland. The primary task in the process of deploying new rotorcraft for flight operations, and expansion of operations, undertaken after appropriate pilot training is completed is the proper preparation of pilots for rescue operations. The first step is to train pilots of the Polish Medical Air Rescue on the EC135 type TR (Type Rating), whose effect is to obtain their qualification to pilot the rotorcraft. After the first two rounds of training in the Eurocopter center some difficulties were revealed, which are the result of many years of operations with the utilization of technology archaic helicopters as compared with those now purchased by the Polish Medical Air Rescue. These difficulties were analyzed extensively and consequently a plan of action was adopted based on the need for increased training of pilots preparing for the TR. The initial training program was created and has been implemented in preparing the pilots to train for the new type. At the same time knowing the purpose and goal of how to train the pilots on the type an advanced training program for pilots, was also developed, for those who passed the exam and obtained the EC 135 Type. The purpose of this training is, in turn, proper preparation of pilots to operate avionics equipment, for operations under the helicopter emergency medical service. All of these tasks and organizational training are designed to optimize the preparation and use of pilots for the safe operation of air rescue helicopters.

Słowa kluczowe: Śmigłowce, Ratownictwo Medyczne, Lotnicze Pogotowie Ratunkowe;
Key words: Helicopter, Emergency Medical System, The Polish Medical Air Rescue;

Cel pracy

Celem pracy było ukazanie problemów, które uwidoczniły się w procesie szkolenia pilotów zawodowych (z dużym nalotem) na nowy typ statku powietrznego oraz opisanie przyjętych działań naprawczych mających przeciwdziałać zdiagnozowanemu zjawisku.

Wstęp

Zakup 23 nowych śmigłowców i symulatora lotów dla Lotniczego Pogotowia Ratunkowego otworzył nowy rozdział w funkcjonowaniu jednostki, dając jej nowe możliwości, ale i nowe wyzwania.

Jednym z nich jest przygotowanie pilotów do pracy na helikopterze typu EC135. Kadra pilotów zatrudnionych w LPR ma bardzo różne korzenie swojej kariery lotniczej. W zakładzie pracują piloci, którzy swoją przygodę z lotnictwem śmigłowcowym zaczynali w: lotnictwie sanitarnym, lotnictwie „agro", siłach powietrznych, policji czy straży granicznej. W służbach tych, w bardzo wielu przypadkach, zdobyli nalot sięgający nawet 5 tys. godzin. Wykonywali oni loty na różnych typach śmigłowców pochodzących konstrukcyjnie i produkowanych w dawnym bloku wschodnim, między innymi na śmigłowcach: Mi-2, Mi-8, Mi-17, Sokół, Anakonda, Kania, rzadziej na śmigłowcach konstrukcji zachodnich, np. Bell czy EC.

Wydawać by się mogło, że zdobyte doświadczenie, duży nalot, spowodują płynne przeszkolenie i przejście na nowy typ śmigłowca. Życie pokazało jednak, że jest to zbyt odważna teza. Otóż nowoczesna konfiguracja awioniczna śmigłowca EC135, kokpit wyposażony w wyświetlacze ciekłokrystaliczne, a nie we wskaźniki analogowe, kilka naraz pojawiających się na ekranach komunikatów w języku angielskim, brak przyzwyczajania do ciągłego wizualnego monitorowania kokpitu czy w końcu różny stopień znajomości języka angielskiego spowodowały utrudnienia w procesie szkolenia. Stało się jasne, że niezbędne będzie pozbycie się przez lata nabytych nawyków, które mogą stanowić poważną przeszkodę w płynnym pilotażu nowego typu maszyn. Gruntowna analiza sytuacji pokazała również charakter szczegółowy problemów, które zaobserwowano podczas szkolenia na typ oraz wygenerowała potrzebę szczegółowego zbadania przyczyn takiego stanu rzeczy. Zdiagnozowane trudności nie należy traktować jako przeszkodę w procesie dydaktycznym, ale raczej wyzwanie i potrzebę wzmożonego zaangażowania w proces szkolenia. Należało zatem po pierwszych obserwacjach postawić pytania: jakie działania organizacyjne należy podjąć, aby przełamać problemy, które zostały zdiagnozowane, jak ukierunkować pilotów w procesie przygotowującym do szkolenia na typ, aby osiągnąć pozytywny efekt końcowy. Odpowiedzią na te pytania stało się przygotowanie założeń programu szkolenia wstępnego, a po szkoleniu na typ, również szkolenia doskonalącego. Oba programy szkoleń oprócz szkolenia na typ realizuje Ośrodek Szkolenia Lotniczego LPR.

Szkolenie wstępne

Stosunkowo szybko zdiagnozowane problemy w szkoleniu pilotów posiadających licencję zawodową do uzyskania uprawnień na typ EC135, zaowocowały podjęciem decyzji o potrzebie wstępnego przygotowania pilotów do przedmiotowego szkolenia. Etiologia takiego podejścia wynika z obserwacji przebiegu szkolenia na typ kilku pierwszych pilotów szkolonych w Niemczech, w ramach kontraktu na dostawę śmigłowców dla LPR. Problemy, które zostały zaobserwowane poddano w gronie pilotów instruktorów gruntownej analizie pod kątem przyczyn takich, a nie innych zachowań, co pozwoliło na podjęcie działań korygujących obserwowane zjawisko. W tym celu został opracowany i wprowadzony do realizacji program szkolenia wstępnego. Celem tego szkolenia jest wyposażenie pilota w podstawową wiedzę niezbędną do odbycia płynnego przejścia na nowy typ. Szkolenie to obejmuje następujące obszary tematyczne:

1. Wiadomości ogóle o śmigłowcu EC135;
2. Wymiary śmigłowca;
3. Budowa śmigłowca;
4. Wyposażenie śmigłowca w konfiguracji śmigłowców zakupionych;
5. Kokpit śmigłowca EC135 z uwzględnieniem:
   - ogólnego układu kokpitu, dźwigni sterowania, włączników i przełączników na drążku i dźwigni skoku-mocy, konsoli sufitowej (Overhead Panel), centralnej

(środkowej) tablicy przyrządów (Center Instrument Panel), strony prawej (RH Pilot's Extension), strony lewej – ratownika (LH CoPilot's Extension), konsoli skośnej (Slant Console), konsoli centralnej (Center Console), tablicy przyrządów CPDS:
  - CAD, VEMD, Zasilanie, Testowanie, ostrzeżenia po teście, Ostrzeżenia dotyczące CPDS, CPDS, Flight status, CPDS, Ground status, Strona CAUTION/FUEL, Strona FLI, Strona SYSTEM STATUS, Strona CAUTION/FUEL FAIL, Strona CAUTION/BACKUP, Strona FLIGHT REPORT, Awarie poszczególnych ekranów, Warning Unit, Switch Unit, Konsola sufitowa (bezpieczniki, przełączniki, elementy sterujące);

6. System Pilot-Static:
   - elementy składowe, Schemat podłączenia, Awaryjne zasilanie Static;
7. Przekładnia główna:
   - wiadomości ogólne, Przeniesienie napędu z silników do przekładni, Zespoły sprzęgieł jednokierunkowych, Napęd śmigła ogonowego (Fenestronu), Przekładnia główna,
   - układ olejowy przekładni głównej, Skrzynka napędów – napęd wentylatorów i pomp hydraulicznych, System chłodzenia oleju, Wał główny, Układ pomiaru momentu na wale głównym (Mast Moment), Hamulec wirnika nośnego, Mocowanie przekładni głównej, system ARIS, Tłumiki drgań w osi „Y";
8. Wirnik nośny:
   - wiadomości ogólne, Budowa łopaty wirnika nośnego, Budowa i funkcje Flexbeam, Tłumienie ruchu Lead and Lag;
9. Układ sterowania (cześć przed wzmacniaczami hydraulicznymi):
   - dźwignia skoku ogólnego, Popychacze sterowania skokiem ogólnym, Dźwignia skoku okresowego, Popychacze sterowania skokiem okresowym, Mixing Lever Assembly, Tarcza sterująca, System trymowania, Sterowanie śmigłem ogonowym;
10. System hydrauliczny:
    - budowa instalacji hydraulicznej, Test instalacji, Układ monitorowania instalacji, Pompy hydrauliczne, Zbiornik oleju hydraulicznego, Wzmacniacze hydrauliczne EHA, MHA;
11. SAS:
    - SAS odchylenia, FOG, SAS pochylenia, przechylenia, Tłumik pochylenia;
12. Układ napędowy:
    - system paliwowy, Silnik PW206B, budowa, Układ olejowy silnika, Układ paliwowy silnika, Układ pomiaru TOT, Układ pomiaru TQ, Sterowanie silnikami FADEC, Przełączniki sterujące, Topping, High NR, Training Mode, Ogranicznik obrotów N2, Ręczne sterowanie silnikami, System chłodzenia oleju silnikowego, Mocowanie silników, Ściany ogniowe, System wykrywania i gaszenia pożaru;
13. Instalacja elektryczna:
    - elementy składowe instalacji, Instalacja prądu stałego, Przełączniki SHED BUS, BUS TIE, EPU, Instalacja prądu przemiennego;
14. Wyświetlacze kontroli lotu i nawigacyjne (PFD i ND):
    - tryby pracy, system wyświetlania danych, podstawowa obsługa, symbolika oznaczeń i wskaźników;
15. Automatyczny pilot:
    - tryby pracy, sygnalizacja pracy, podstawowa obsługa, wskazania podczas standardowych elementów lotu, ograniczenia użytkowania;
16. Parametry użytkowe śmigłowca (limitacje EC135):
    - osiągi, ograniczenia, procedury normalne (w tym CAT A), procedury awaryjne (w tym CAT A);
17. Listy kontrolne śmigłowca EC135:
    - normalne, awaryjne, Memory Items.[1]

Przedstawiony powyżej zakres szkolenia teoretycznego trwającego 4 dni kończy egzamin (należy podkreślić, że piloci z kilkumiesięcznym wyprzedzeniem otrzymują niezbędne materiały szkoleniowe, które w ramach procesu samokształcenia mają ich przygotować do procesu szkolenia na typ TR). Kolejnym trwającym

dwa dni etapem szkolenia wstępnego jest szkolenie praktyczne odbywające się już w kabinie śmigłowca, a docelowo w symulatorze lotów. Część praktyczna szkolenia obejmuje trening z zakresu wykorzystania wyposażenia awionicznego, ale co jest również niezwykle istotne stanowi element obycia się z kabiną śmigłowca, która w zasadniczy sposób różni się od kabiny śmigłowca Mi–2, który w Lotniczym Pogotowiu Ratunkowym przez 30 lat stanowił podstawowy typ statku powietrznego używanego do misji ratowniczych.

Po szkoleniu wstępnym piloci szkoleni są w ośrodku producenta maszyn na typ EC135 i przystępują do egzaminu. Pozytywnie zaliczony egzamin jest podstawą do otrzymania wpisu do licencji uprawniającego do pilotowania jako dowódca śmigłowca typu EC135.

Szkolenie doskonalące

Po powrocie do kraju i uzyskaniu stosownego wpisu do licencji piloci przechodzą kolejne szkolenie zwane doskonalącym, którego głównym założeniem jest już operacyjne obycie się z maszyną ze szczególnym uwzględnieniem charakteru operacji, jakie realizuje Śmigłowcowa Służba Ratownictwa Medycznego. Szkolenie to w ujęciu ogólnym ma przede wszystkim charakter praktyczny, jednak jego początkowa faza oparta jest o wymiar teoretyczny mający bardziej na celu ugruntowanie wiedzy zdobytej podczas szkolenia na typ niż przekazywania zupełnie nowych treści. Takie podejście wynika z charakteru i wysokiego stopnia ogólności w szkoleniu na typ.

Zasadniczymi celami szkolenia doskonalącego pilotów, którzy ukończyli szkolenie TR i uzyskali w tym zakresie uprawnienia są:

- nabycie doświadczenia w planowaniu misji z wykorzystaniem awioniki śmigłowca EC135;
- nabycie doświadczenia w obsłudze awioniki śmigłowca EC135 w locie;
- nabycie doświadczenia w pilotowaniu śmigłowca EC135;
- nabycie doświadczenia w wykonywaniu operacji HEMS z wykorzystaniem śmigłowca EC135 (gabaryty, stateczność i sterowność śmigłowca, operowanie w bezpośredniej bliskości ziemi, możliwość obserwacji obiektów zewnętrznych, zakryte pola widzenia);
- nabycie doświadczenia w wykonywaniu operacji HEMS z wykorzystaniem śmigłowca EC135 w porze nocnej.[2]

Dodatkowo zgodnie z przyjętymi założeniami szkolenia doskonalącego pilot po jego odbyciu nabędzie umiejętności w następującym zakresie:

- stosowania procedury szybkiego uruchamiania silników śmigłowca zgodnie z FLM (Flight Manual);
- wykonania podejścia do lądowania wg ILS (w warunkach VMC) oraz procedury po nieudanym podejściu, z wykorzystaniem wyższych trybów pracy autopilota.

Niezwykle istotnym elementem szkolenia doskonalącego jest osiągnięcie wymaganego/bezpiecznego poziomu umiejętności w zakresie posługiwania się bogatym wyposażeniem awionicznym śmigłowca. W realizacji tego założenia pilot przechodzi szkolenie z następujących obszarów: umiejętność interpretacji wskazań na wyświetlaczach PFD i ND, umiejętność wprowadzania i wykorzystywania częstotliwości radiowych i nawigacyjnych za pomocą CMA9000, umiejętność wprowadzania i wykorzystywania częstotliwości radiowych i nawigacyjnych za pomocą pulpitu CNN955, znajomość zależności wskazań częstotliwości radiowych CMA9000 i CNN955, umiejętność programowania i wykorzystywania trasy lotu za pomocą CMA9000 (RTE, LEGS), umiejętność wprowadzania do bazy danych CMA9000 punktów użytkownika (USER WPT) oraz ich praktyczne wykorzystywanie, umiejętność w każdym etapie trasy lotu, określenia za pomocą CMA9000 informacji o ETA i EFA, umiejętność w każdym etapie lotu, określenia za pomocą CMA9000 aktualnej masy statku powietrznego (GROSS MASS), umiejętność posługiwania się panelem TCAS (TRAFFIC ALERT AND AVOIDANCE COLISSION SYSTEM) oraz właściwa interpretacja jego wskazań, umiejętność posługiwania się panelem sterowania APMS (AUTOPILOT MODE SELECTOR), umiejętność posługiwania się panelem ICP (INSTRUMENT CONTROL PANEL), umiejętność posługiwania się panelem ACP53 (INTERCOM PANEL), umiejętność posługiwania się panelem sterowania EURONAV oraz odczytywanie wskazań

MOVING MAP, umiejętność posługiwania się panelem sterowania radaru pogodowego WXR (WEATHER RADAR SYSTEM) oraz właściwa interpretacja jego wskazań, umiejętność posługiwania się panelem radia taktycznego (NPX FM TRANSCEIVER), znajomość zasad posługiwania się panelem łączności bezprzewodowej, znajomość zasad posługiwania się panelem sterowania EVS.[3]

Kolejnym elementem szkolenia doskonalącego jest praktyka z wykorzystaniem śmigłowca w locie. Piloci w tej części szkolenia wykonują loty w różnych konfiguracjach. Szkolenie to jest podzielone na dwa etapy:

Etap I – realizowany jest w oparciu o infrastrukturę Centrali SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, Ośrodka Szkolenia Lotniczego, SOT Warszawa oraz lotniska EPBC. Elementy szkoleniowe tego etapu obejmują:

- loty po kręgu nadlotniskowym w dzień;
- loty na manewrowanie przy ziemi w dzień;
- loty wg przyrządów w dzień;
- loty nawigacyjne po trasach w dzień, z wykorzystaniem lotnisk kontrolowanych, lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań;
- loty po kręgu nadlotniskowym w nocy;
- loty nawigacyjne po trasach w nocy, z wykorzystaniem lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań.

Planowany do osiągnięcia w ramach Etapu I nalot (dla pilota) wynosi 8 godzin szkolenia w porze dziennej i 8 godzin w porze nocnej.

Ze względu na możliwość wystąpienia utrudnień w sytuacji ruchowej, nawigacyjnej, meteorologicznej, planistycznej (innej) dopuszcza się możliwość odstępstwa od zaplanowanych wartości nalotowych, ale nie stanowi to założenia podstawowego. Założeniem podstawowym jest pełna realizacja przyjętego planu.

Etap II – realizowany jest w oparciu o infrastrukturę baz HEMS SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, stanowiących dla uczestników szkolenia bazy macierzyste. Elementy szkoleniowe tego etapu obejmują:

- loty po kręgu nadlotniskowym w dzień;
- loty nawigacyjne po trasach w dzień, z wykorzystaniem lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań;
- loty po kręgu nadlotniskowym w nocy;
- loty nawigacyjne po trasach w nocy, z wykorzystaniem lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań.[4]

Planowany do osiągnięcia w ramach Etapu II nalot (dla pilota) wynosi 4 godziny szkolenia w porze dziennej i 6 godziny w porze nocnej.

Ze względu na możliwość wystąpienia utrudnień w sytuacji ruchowej, nawigacyjnej, meteorologicznej, planistycznej (innej) dopuszcza się możliwość odstępstwa od zaplanowanych wartości nalotowych, ale tak samo jak i w etapie pierwszym należy dążyć do pełnej realizacji przyjętych założeń.

Program szkolenia precyzyjnie opisuje również skład załogi statku powietrznego z podziałem na etapy szkolenia praktycznego.

W **Etapie I** załogę statku powietrznego stanowią:

- Pilot lecący – pilot wykonujący zadanie z prawego fotela, dowódca statku powietrznego;
- Pilot monitorujący (pilot bezpieczeństwa) – pilot wykonujący zadanie z lewego fotela. Do czasu uzyskania kwalifikacji do wykonywania lotów z obu stanowisk pilota - pilot o statusie obserwatora. Nalot uzyskany w charakterze pilota monitorującego (pilota bezpieczeństwa) nie jest wpisywany do Książki Lotów Pilota Śmigłowcowego;
- Członek Załogi HEMS (CzaH) – członek załogi statku powietrznego wykonujący zadanie w kabinie medycznej śmigłowca i/lub za pomocą komend wzrokowych naprowadzający z ziemi statek powietrzny do lądowania.

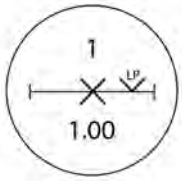
W **Etapie II** załogę statku powietrznego stanowią:

- Pilot lecący – pilot wykonujący zadanie z prawego fotela, dowódca statku powietrznego;
- Członek Załogi HEMS (CZaH) - wykonujący zadanie z lewego fotela załogi lotniczej, „fotela CZaH".

Dla zobrazowania przebiegu części praktycznej szkolenia doskonalącego, poniżej przedstawiam rozpisane szczegółowo kilka ćwiczeń, które są realizowane przez pilotów, a stanowią

praktyczne przygotowanie przed rozpoczęciem lotów w operacjach ratowniczych:

Ćwiczenie 1
Lot nawigacyjny po trasie z lądowaniem na lądowiskach przyszpitalnych



Ryc.1 Lot nawigacyjny po trasie z lądowaniem na lądowiskach przyszpitalnych
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

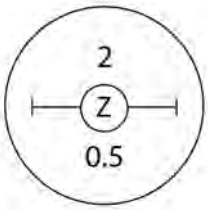
Czas lotu: 60 minut
Ilość lotów: 1

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania:
- Podstawa chmur: 600 ft AGL
- Widzialność: 3000 m

Wskazówki wykonawcze:
- Załoga wykonuje lot po trasie na H≥450 ft AGL z lądowaniem (bez wyłączania silników) na lądowisku przyszpitalnym oraz w innych miejscach przystosowanych do startów i lądowań dyslokowanych w administracyjnej odpowiedzialności szpitali/zespołów opieki zdrowotnej.

Trasa lotu:
- Ćw.1 EPBC – WAR VOR – SOCHACZEW SZPITAL (punkt zwrotny) – PŁOŃSK SZPITAL (lądowanie/start) – CIECHANÓW SZPITAL (lądowanie/start) – CZD (lądowanie/start) – SZASERÓW SZPITAL (lądowanie/start) – EPBC

Ćwiczenie 2
Manewry przyziemne



Ryc.2 Manewry przyziemne
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

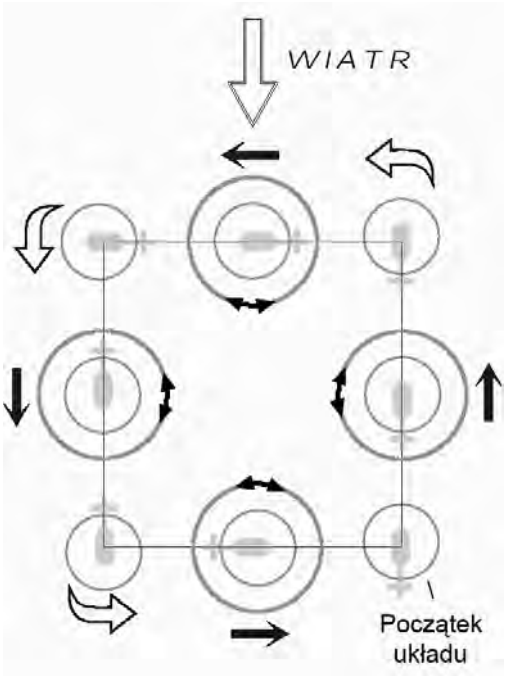
Czas lotu: 30 minut
Ilość lotów: 1

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania:
- Podstawa chmur: 500 ft AGL
- Widzialność: 2000 m

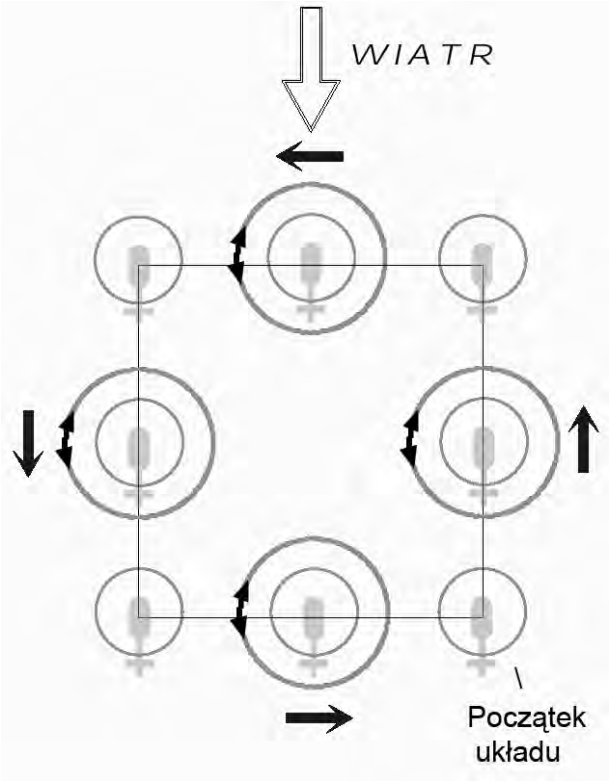
Wskazówki wykonawcze:
- Załoga, na wysokości 4 ft, wykonuje manewry związane z przemieszczaniem się po czworokącie. W każdym boku czworokąta, na stałej wysokości, wykonuje manewr obrotu o 360^0 w lewo oraz w prawo. W pierwszym układzie przemieszczanie śmigłowca w locie po czworokącie odbywa się przodem do kierunku ruchu (Ryc.3), w drugim układzie, z nosem śmigłowca skierowanym pod wiatr (Ryc.4).

Po serii manewrów (minimum 2 przemieszczenia przodem do kierunku ruchu i 2 przemieszczenia z nosem śmigłowca pod wiatr) załoga wykonuje zawis na wysokości 100 ft i ćwiczy szybkie rozpędzanie i hamowanie śmigłowca.

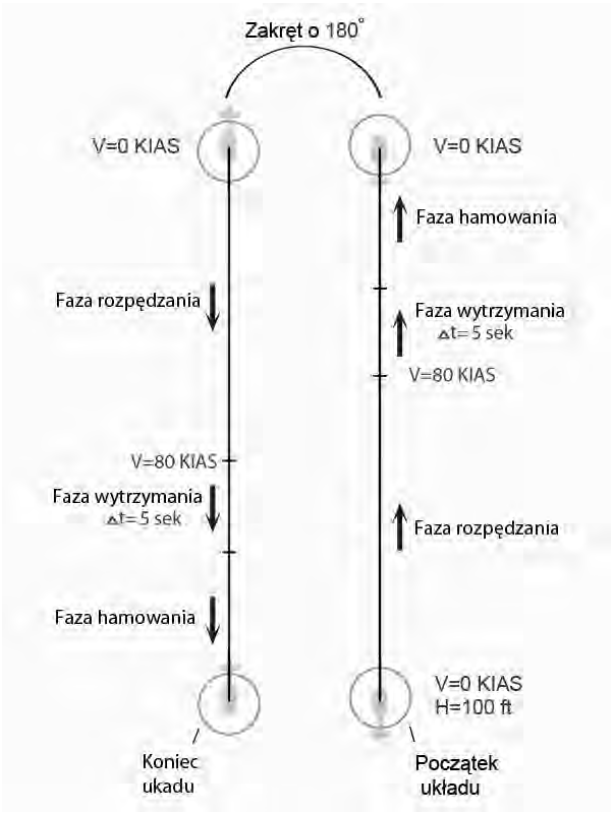
Ta część zadania polega na szybkim rozpędzeniu śmigłowca z prędkości V = 0 KIAS do V = 80 KIAS, a następnie, po 5 sekundowym wytrzymaniu w locie z V = 80 KIAS, szybkim wyhamowaniu prędkości, ponownie do wartości V = 0 KIAS (Ryc.5).



Ryc. 3. Wizualny przebieg ćwiczenia
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

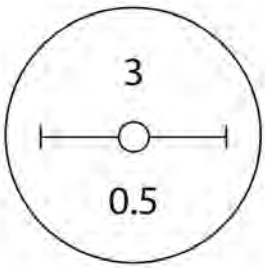


Ryc. 4. Wizualny przebieg ćwiczenia
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135



Ryc. 5. Wizualny przebieg ćwiczenia
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Ćwiczenie 3
Lot po kręgu dwuzakrętowym (lub zgodnie z opublikowaną procedurą dla lotniska EPBC) z lądowaniem w wyznaczonym miejscu.



Ryc.6. Lot po kręgu dwuzakrętowym (lub zgodnie z opublikowaną procedurą dla lotniska EPBC) z lądowaniem w wyznaczonym miejscu

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Czas lotu: 30 minut
Ilość lotów: 3

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania w locie po kręgu dwuzakrętowym:

- Podstawa chmur: 500 ft AGL;
- Widzialność: 2000 m.

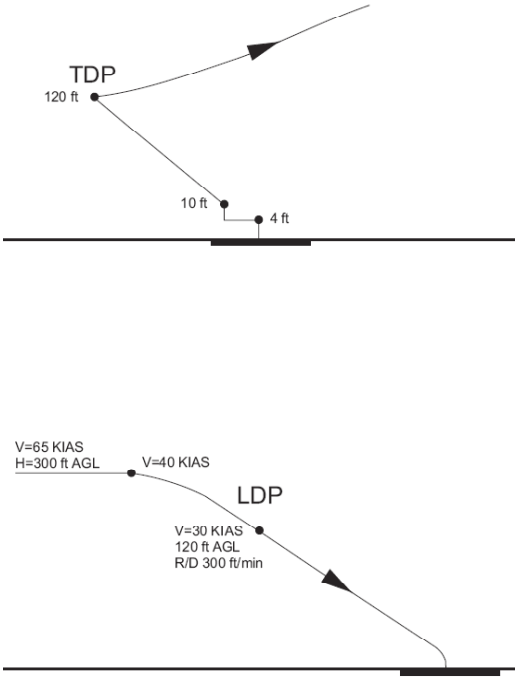
Wskazówki wykonawcze:

- Załoga wykonuje start zgodnie z procedurą w Cat. A.
  - o VTOL;
  - o VTOL Short Field;
  - o VTOL Confined Heliport.

Po wykonaniu startu zgodnie z procedurą w Cat. A załoga rozpędza śmigłowiec do prędkości 65 KIAS z naborem wysokości do 300 ft AGL, a następnie wykonuje zakręt o 180^0 (lub wykonuje lot po kręgu zgodnie z przyjętą/opublikowaną procedurą dla lotniska EPBC).

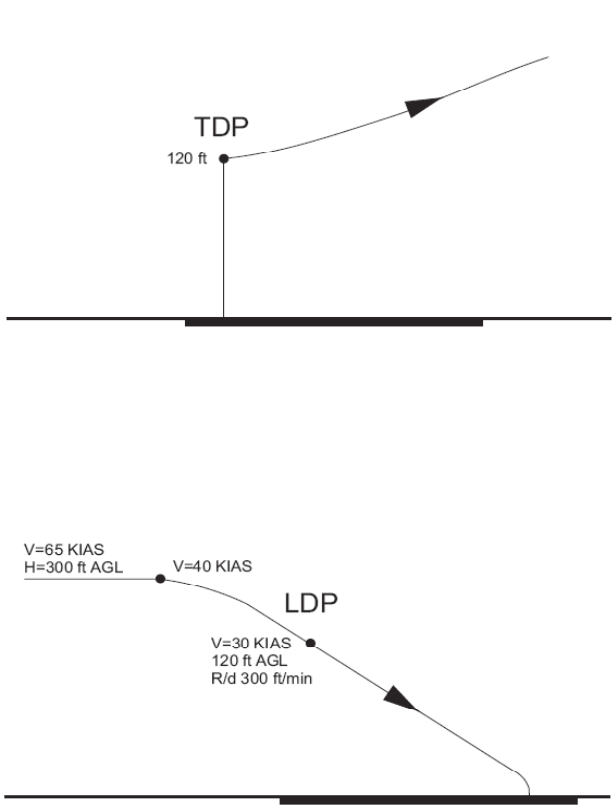
Po wyjściu na prostą planuje lądowanie w miejscu startu. Podejście i lądowanie wykonuje zgodnie z procedurą w Cat. A. Po przejściu do zawisu na wysokości 4 ft AGL, korzystając ze wskazówek osoby naprowadzającej lub samodzielnie, przemieszcza się do wyznaczonego miejsca, w którym przyziemia śmigłowiec.

Procedura startu i lądowania VTOL



Ryc.7. Procedura startu i lądowania VTOL

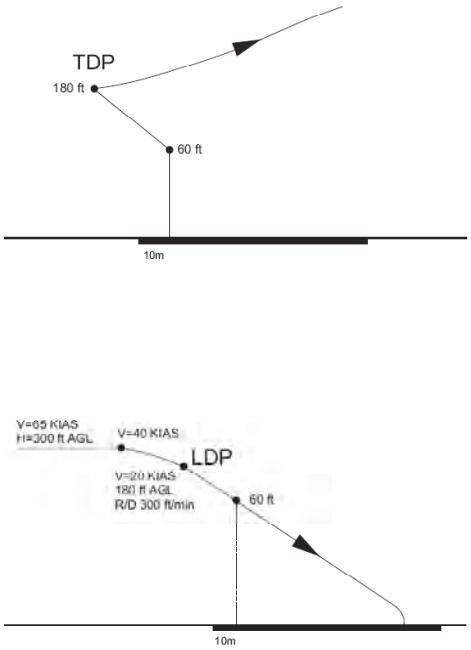
Procedura startu i lądowania VTOL SHORT FIELD



Ryc.8. Procedura startu i lądowania VTOL SHORT FIELD

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

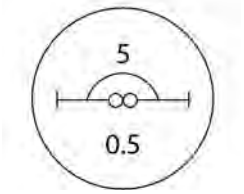
Procedura startu i lądowania VTOL CONFINED HELIPORT



Ryc.9. Procedura startu i lądowania VTOL CONFINED HELIPORT

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Ćwiczenie 5
Strefa - lot wg wskazań przyrządów



Ryc.10. Strefa - lot wg wskazań przyrządów

Źródło : Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Czas lotu: 30 minut
Ilość lotów: 2

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania:

- Podstawa chmur: 600 ft przy zachmurzeniu mniejszym/równym 4/8, 2000 ft przy zachmurzeniu większym niż 4/8
- Widzialność: 3000 m
  Wskazówki organizacyjne:
- Śmigłowiec wyznaczony do lotu musi być wyposażony w zdwojone sterownice, a na fotelu obok pilota lecącego musi siedzieć pi-

lot bezpieczeństwa (pilot monitorujący - obserwator). Zadaniem pilota bezpieczeństwa (pilota monitorującego - obserwatora) jest zapewnienie separacji pomiędzy śmigłowcem a innymi statkami powietrznymi oraz pomiędzy śmigłowcem a przeszkodami naziemnymi. Jeśli w trakcie wykonywanego zadania naruszony zostanie warunek utrzymania przewyższenia nad przeszkodami lub zaistnieje niebezpieczeństwo kolizji z innym statkiem powietrznym pilot bezpieczeństwa przejmuje pilotowanie śmigłowcem i daje sygnał pilotowi lecącemu do odsłonięcia się.

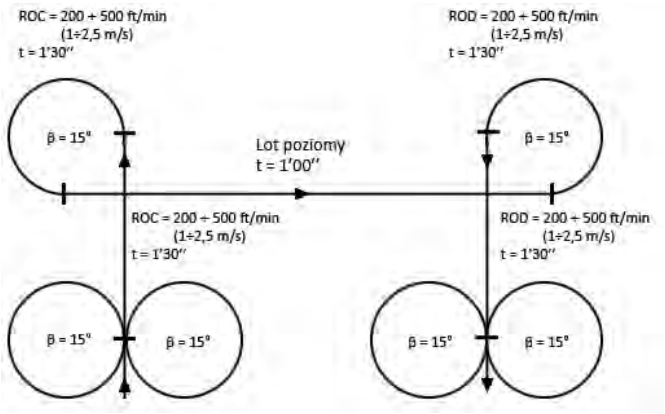
Czas lotu według wskazań przyrządów liczony jest od momentu rozpoczęcia pilotowania statku powietrznego według wskazań przyrządów. Do zaliczenia lotu według wskazań przyrządów koniecznym jest wykonanie lotu według wskazań przyrządów w czasie nie krótszym niż 15 minut.

Wskazówki wykonawcze:

- Lot wykonać w warunkach VMC, z widzialnością terenu, z dala od chmur i przy widzialności nie mniejszej niż 3000 m, w wyznaczonej do tego celu strefie pilotażu. Po starcie pilot realizujący program szkolenia doskonalącego (pilot lecący) kieruje się do wyznaczonej strefy. Po wyjściu z kręgu w locie ustalonym pilot bezpieczeństwa przejmuje sterowanie a pilot lecący zasłania się i przechodzi do pilotowania śmigłowca wyłącznie z wykorzystaniem przyrządów. Jeżeli sytuacja ruchowa na to pozwala zasłonięcie powinno nastąpić jak najwcześniej, tuż po ustaleniu wznoszenia. Dalszy lot wykonuje pilot lecący, na podstawie wskazówek pilota bezpieczeństwa, jeżeli są konieczne. Po dotarciu do wyznaczonej strefy pilot lecący ustala kurs zgodny z kierunkiem DS lub innymi lokalnymi uwarunkowaniami. Jeśli nie ma innych zasad przyjmuje kurs pod wiatr. Następnie wykonuje lot zgodnie z opisem i schematem (Ryc.7) umieszczonym poniżej:
- Po zajęciu miejsca w strefie:
  a. na wysokości 1500 ft wykonać lot poziomy z ustalonym kursem;
  b. wyhamować do prędkości 65 KIAS;
  c. wykonać zakręt 360° w lewo z przechyleniem 15°;
  d. wyprowadzić na ustalony kurs;
  e. wykonać zakręt 360° w prawo z przechyleniem 15°;
  f. wyprowadzić na ustalony kurs;
  g. włączyć stoper;
  h. wykonać lot po prostej ze wznoszeniem z prędkością pionową 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s);
  i. po upływie 1 min 30 sek. wykonać zakręt 270° w lewo utrzymując wznoszenie z prędkością pionową 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s); wznoszenie wykonać do końca zakrętu lub do osiągnięcia górnej granicy strefy (w zależności co wystąpi wcześniej);
  j. po wyprowadzeniu z zakrętu włączyć stoper;
  k. wykonać lot po prostej na stałej wysokości z rozpędzaniem do prędkości 100 KIAS;
  l. po upływie 1 min 00 sek. wykonać zakręt 270° w lewo z przechyleniem 15° ze zniżaniem z prędkością pionową 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s);
  m. po wyprowadzeniu z zakrętu włączyć stoper;
  n. wykonać lot ze zniżaniem 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s) przez 1 min 30 sek.;
  o. po osiągnięciu wysokości 1000 ft (300 m) AGL przejść do lotu poziomego;
  p. ustalić prędkość 100 KIAS;
  q. wykonać zakręt 360° w prawo z przechyleniem 15°;
  r. wyprowadzić na ustalony kurs;
  s. wykonać zakręt 360° w lewo z przechyleniem 15°;
  t. wykonać zakręt na kurs powrotny do lotniska;
  u. odsłonić się;
  v. dolot do lotniska wykonać na wysokości 1000 ft (300 m) lub zgodnie z wytycznymi ATC.
- Lot i podejście odbywa się w warunkach lotu z widocznością.

Przedstawione powyżej przykładowe ćwiczenia realizowane przez pilotów w ramach szkolenia doskonalącego, poprzedzone są zawsze omówieniem przedlotowym ćwiczenia, a po wykonaniu lotu omawiane są powtórnie ze szczególnym zwróceniem uwagi na jakość wykonania poszczególnych elementów ćwiczenia. Takie podejście ma na celu eliminowanie

ewentualnych błędów, które pilot popełnia wykonując poszczególne manewry. Celem analizy polotowej wykonywanych operacji nie jest tylko wytykanie błędów, celem jest raczej przeanalizowanie przyczyn takich, a nie innych zachowań oraz przeciwdziałanie ich powtarzaniu się. Dobór wszystkich elementów szkolenia jest nieprzypadkowy stanowi katalog stałych operacji lotniczych realizowanych przez pilotów w rutynowych misjach, a w szkoleniu doskonalącym elementy te planowane są do wykonywania w hierarchii od najprostszych po najtrudniejsze. Szkolenie doskonalące realizowane w etapie praktycznym ma za zadanie przygotowanie pilotów w jak najszerszym zakresie do wykonywania przez nich misji ratowniczych, ma wykształcić u nich nawyki i właściwe zachowania na wypadek awarii zespołu napędowego lub innych mogących potencjalnie wystąpić sytuacji awaryjnych.



Ryc.11. Układ figur pilotażu w strefie, w locie wg ćwiczenia 5 [5]

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Takie systemowe podejście do szkolenia pilotów realizuje jeden z najistotniejszych elementów bezpieczeństwa wykonywanych operacji lotniczych. Zadanie to jest realizowane systemowo przez co nie ma charakteru przypadkowego, a wręcz odwrotnie przedsięwzięcia zaplanowanego, którego oczekiwanym skutkiem będzie optymalne przygotowanie pilotów do wykonywanych operacji lotniczych.

Wnioski:

Zakupione dla polskiego Lotniczego Pogotowia Ratunkowego śmigłowce EC135 stanowią doskonałe wyposażenie, które umożliwi rozszerzenie zakresu wykonywanych operacji ratowniczych w stosunku do dotychczas używanych śmigłowców Mi-2. Podkreślenia wymaga fakt dużej różnicy w wyposażeniu awionicznym i rozwiązaniach technicznych i eksploatacyjnych na nowych śmigłowcach, które stanowią utrudnienie w prostym przejściu pilota z typu na typ. Te różnice i nabyte przez wiele lat nawyki w pilotażu dostępnych w Polsce śmigłowców wymagają dużego zaangażowania się pilotów w proces samokształcenia, który poprzedza szkolenie TR. Poczynione obserwacje w tym zakresie doprowadziły do przygotowania i wprowadzenia do realizacji dwóch szkoleń. Szkolenia wstępnego poprzedzającego szkolenie TR oraz szkolenia doskonalącego już po pozytywnym zakończeniu szkolenia TR. Całość podjętych działań służy optymalnemu przygotowaniu pilotów do szkolenia TR oraz bezpiecznemu przygotowaniu do wykonywania przez pilotów operacji HEMS na nowym typie statku powietrznego. W toku realizacji przyjętych działań przede wszystkim po wprowadzeniu szkolenia wstępnego dla pilotów zaobserwowano pozytywną zmianę nastawienia do szkolenia na typ. Z przeprowadzonych z pilotami rozmów wynika, że przedstawienie im podczas szkoleń potencjalnych problemów, które w szkoleniu na typ mogą wystąpić, a także teoretyczne omówienie problemu ugruntowane ćwiczeniami praktycznymi w kabinie śmigłowca, zdefiniowanie „problemu niepokoju", „że mogę sobie nie poradzić", sprowadzają ich postrzeganie sytuacji bardziej do poziomu: „już wiem co może stanowić największy problem, więc muszę na to szczególnie zwrócić uwagę podczas szkolenia". I można śmiało stwierdzić, że jest to osiągnięcie celu, który przed szkoleniami został postawiony.

Literatura

1. Gałązkowski R., Tomaszewski M., *Demanding Take Off,* The International AIR RESCUE & AIR AMBULANCE Magazine 4RESCUE, 1/2010, s: 22 -23.
2. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
3. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
4. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
5. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
6. Nowa Technika Wojskowa nr 1/2010 str. 101 -103,
7. Waypoint AirMed&Rescue Magazine ISSUE 12, s: 39-43,

Recenzenci:
dr hab. inż. Józef Żurek, prof. ITWL
dr n. techn. Władysław Wołkowski

mł. bryg. mgr inż. **Jacek ZBOINA**
Zastępca Dyrektora CNBOP ds. certyfikacji i dopuszczeń
kpt. mgr inż. **Grzegorz MROCZKO**
Kierownik Jednostki Certyfikującej CNBOP

ISTOTNE ZMIANY W SYSTEMIE DOPUSZCZANIA WYROBÓW WPROWADZANYCH DO UŻYTKOWANIA I WYKORZYSTYWANYCH PRZEZ JEDNOSTKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ – NOWELIZACJA ROZPORZĄDZENIA MSWiA DOTYCZĄCEGO ŚWIADECTW DOPUSZCZENIA

Significant modification in the admittance system of products introduced to use and used by fire protection units – revision of Decree of Ministry of the Interior and Administration concerning certificates of admittance

Streszczenie
W niniejszym artykule przedstawiono istotne informacje dotyczące nowelizacji rozporządzenia MSWiA dotyczącego *świadectw dopuszczenia*. Zidentyfikowano ogólnie zmiany treści rozporządzenia oraz zmiany wymagań techniczno-użytkowych. Ponieważ zmiana rozporządzenia niesie ze sobą pewne konsekwencje dla wyrobów i właścicieli *świadectw dopuszczenia*, autorzy omawiają te konsekwencje w dwóch płaszczyznach – od strony właściciela *świadectwa dopuszczenia* oraz z punktu widzenia osób wprowadzających wyroby do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej m.in. kupujących, odbierających wyroby, obiekty budowlane. Autorzy przedstawiają sposób postępowania CNBOP w zakresie aktualizacji *świadectw dopuszczenia* wydanych na podstawie pierwotnego brzmienia przedmiotowego rozporządzenia, wskazując na istotne zadania po stronie CNBOP oraz właścicieli *świadectw dopuszczenia*.

Summary
This article describes significant information concerning revision of Decree of Ministry of the Interior and Administration concerning *certificates of admittance*. General changes of the content of decree and modification of technical and user requirements are identified. As modification of the decree results in certain consequences for products and *certificate of admittance* holders, authors describe these consequences on two planes – from the *certificate of admittance* holders side and from the point of view of people who introduce products to use in the fire protection among others purchasers, commissioners of products or buildings. Authors present manner of CNBOP proceeding in the scope updating of *certificate of admittance* issued on the basis of primary read of the decree, identifying important tasks for CNBOP and *certificate of admittance* holders.

Słowa kluczowe: nowelizacja, rozporządzenie MSWiA, wymagania techniczno-użytkowe, świadectwo dopuszczenia, aktualizacja świadectw dopuszczenia.
Key words: revision, decree of MSWiA, technical and user requirements, certificate of admittance, *certificate of admittance* update

Wstęp

Po niespełna 3 latach funkcjonowania rozporządzenia MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002) faktem stała się jego nowelizacja. W 2007 i 2008 roku na łamach naszego kwartalnika szczegółowo przedstawialiśmy istotę ówczesnych zmian i systemu dopuszczeń wprowadzonego rozporządzeniem MSWiA jw. Również w naszym kwartalniku Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza nr 3/2008 w artykule pt. „Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej" pana nadbryg. Marka Kowalskiego, Zastępcy

Komendanta Głównego PSP[1] przedstawiono zadania i cele pracy zespołów ds. nowelizacji rozporządzenia z dnia 20 czerwca 2007 r. Dzisiaj poniżej przedstawiamy Państwu najważniejsze informacje w zakresie kierunków zamian, efektów nowelizacji i samych nowych lub zmienionych wymagań dla wyrobów.

Główne kierunki zmian

Główne kierunki zmian jakie przyświecały nowelizacji rozporządzenia to przede wszystkim:

- przepis sformułowano tak aby wymagania techniczno-użytkowe dla wyrobów były dostosowane do wciąż zmieniających się potrzeb jednostek ochrony przeciwpożarowej, przy jednoczesnym zdefiniowaniu wymagań przez samych użytkowników, tj. strażaków-ratowników;
- nowelizacja wymagań nie powoduje obniżenia poziomu ochrony strażaków-ratowników, ratowanych, a także nie powoduje obniżenia poziomu ochrony przeciwpożarowej w obiektach budowlanych;
- takie sformułowanie wymagań, które nie narzuca konkretnych rozwiązań a jedynie precyzuje oczekiwanie – potrzebę użytkownika, pozostawiając producentowi wyrobu całkowitą swobodę projektowania i rozwiązań konstrukcyjnych;
- ograniczenie wymagań do tych najważniejszych, usunięcie wymagań nieprecyzyjnych, usuniecie wymagań aktualnie już nieistotnych dla straży pożarnej. [2]

Efekt nowelizacji rozporządzenia

W wyniku nowelizacji w samej treści rozporządzenia MSWIA[3] wprowadzono następujące istotne zmiany:

- w zakresie uznawania wyników badań historycznych - wykreślenie wymagania dotyczącego możliwości uznawania wyników badań nie starszych niż 3 lata;
- w zakresie czasu na dostosowanie wyrobów do zmienionych wymagań - wydłużenie okresu przewidzianego na dostosowanie wyrobu z 6 do 12 miesięcy w przypadku zmiany wymagań.

Dokonano również istotnych zmian w zakresie wymagań techniczno – użytkowych dla wyrobów:

- uproszczenie procesu uzyskiwania świadectw dopuszczenia dla wyrobów, przez ich producentów, dostawców i importerów poprzez ograniczenie wymagań techniczno-użytkowych tylko do tych najważniejszych wskazanych przez użytkowników;
- ograniczenie zawartości załącznika 2 do rozporządzenia MSWiA, zawierającego wymagania techniczno – użytkowe dla wyrobów z ponad 250 stron do 85 (po połączeniu załącznika nr 1 i 2 po nowelizacji w jeden załącznik).

Odnosząc się do poszczególnych powyżej wymienionych zmian należy stwierdzić:

Ad. uznawanie wyników badań historycznych

W przypadku wyników badań wyrobu, które mogą zostać uznane przez jednostkę dopuszczającą w procesie dopuszczenia – wykreślono z ***§ 5*** rozporządzenia z dnia 20 czerwca 2007 zapis „*...uzyskane w okresie nie dłuższym niż w czasie ostatnich trzech lat...*" . Oznacza to, że w procesach dopuszczenia uznawane będą po nowelizacji wszystkie wyniki badań wykonane w przeszłości, o ile od ich wykonania w wyrobie nie wprowadzono istotnych zmian, oczywiście pod warunkiem wykonania badań zgodnie z określonymi metodykami.

Zgodnie ze zmienionym brzmieniem *§ 5*:

1. „...Jednostka dopuszczająca, wydając dopuszczenie, uznaje wyniki badań uzyskane w:

a. laboratoriach akredytowanych zgodnie z przepisami o systemie oceny zgodności;

b. laboratoriach zagranicznych, jeżeli wynika to z umów międzynarodowych;

c. laboratoriach notyfikowanych.

2. W przypadku braku możliwości wykonania badań w laboratoriach wymienionych w ust. 1 jednostka dopuszczająca uznaje na wniosek pro-

[1] Kowalski M., *Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008, s.7.

[2] Kowalski M., *Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008, s.7.

[3] Rozporządzenie MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002).

ducenta lub jego upoważnionego przedstawiciela, ubiegającego się o wydanie lub zmianę dopuszczenia, wyniki badań innych laboratoriów niż wymienione w ust. 1, jeśli są one wykonane metodami akceptowanymi przez tę jednostkę."

Jest to zmiana istotna i korzystna z punktu widzenia producentów i dostawców wyrobów. Podkreślenia wymaga jednak fakt, iż uznawanie wyników badań historycznych jest nierozłącznie związane z faktem braku zmian w wyrobie. Wyroby, które są zmienione wymagają ponownych badań w określonym zakresie na potrzeby dopuszczenia. Przy aktualnym postępie technicznym i technologicznym wyroby są dość często modyfikowane lub zastępowane przez nowe, a wówczas zazwyczaj wymagana jest ponowna weryfikacja wyrobu poprzez badania nowego wyrobu.

Ad. okres 12 – miesięcy na dostosowanie wyrobu do zmienionych wymagań

W odniesieniu do czasu w jakim należy przedłożyć do badań wyrób dostosowany w przypadku zmiany wymagań techniczno - użytkowych w ***§ 10 ust. 2*** rozporządzenia MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 roku zmieniono zapis z brzmienia *„...w uzgodnionym terminie, nieprzekraczającym 6 miesięcy..."* na brzmienie *„...w uzgodnionym terminie, nieprzekraczającym **12 miesięcy…**".*

Oznacza, to że producenci lub dostawcy wyrobu (właściciele świadectw dopuszczenia) mają obowiązek zgłosić do badań dostosowany wyrób (jeżeli wymaga takiego dostosowania) w terminie 12 miesięcy od wejścia w życie nowelizacji rozporządzenia. Zakres niezbędnych badań zostanie przedstawiony przez jednostkę dopuszczającą – CNBOP. Podkreślenia wymaga, iż przedmiotowy paragraf ma zastosowanie do około 1/3 wszystkich wyrobów, które dotychczas uzyskały świadectwa dopuszczenia, ponieważ w odniesieniu do wszystkich pozostałych wymagania zostały niezmienione i/lub zrezygnowano z niektórych wymagań dla nich. Zwrócić należy jednocześnie szczególną uwagę na fakt, iż zgodnie z postanowieniami znowelizowanego rozporządzenia MSWiA wyroby (wskazane powyżej około 1/3, dla których zmianie uległy wymagania), które nie zostaną dostosowane i nie przejdą w tym zakresie z wynikiem pozytywnym, we wskazanym okresie, badań - stracą świadectwa dopuszczenia.

Ad. zmiana wymagań techniczno-użytkowych (WTU)

Dla zdecydowanej większości wyrobów WTU zostały skrócone i uproszczone. Wymagania zdecydowanie ograniczono do tych najistotniejszych wskazanych bezpośrednio przez ich użytkowników. Ponadto w ramach nowelizacji uwzględniono zmianę wymagań zasadniczych dla wyrobów, a także wymagania wynikające ze zmian w normach europejskich. Przywołane dokumenty normatywne w nowelizacji rozporządzenia są „niedatowane" co oznacza, iż w procesie dopuszczenia stosuje się aktualne (ostatnie) wydanie tej normy. Jednocześnie znowelizowane rozporządzenie zostało uzupełnione o WTU dla wyrobów, których w pierwotnej wersji rozporządzenia MSWiA (Dz. U. Nr 143 poz. 1002) nie ujęto, a są to wyroby, które mają istotne znaczenie dla bezpieczeństwa lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia, takie jak:

1. Szelki ratownicze;
2. Gaśnice dla straży pożarnej;
3. Urządzenia gaśnicze;
4. Oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego;
5. Telekomunikacyjne kable stacyjne do urządzeń przeciwpożarowych;
6. Przewody i kable elektryczne oraz światłowodowe stosowane do zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej;
7. Zamocowanie przewodów i kabli elektrycznych oraz światłowodowych stosowanych do zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej;
8. Dźwigi dla straży pożarnej.

Natomiast całkowicie zrezygnowano z WTU, a tym samym obowiązku uzyskania świadectw dopuszczenia dla następujących wyrobów:

1. Klucze do łączników;
2. Klucze do zasuw i hydrantów;
3. Agregaty prądotwórcze;
4. Siekierołomy;
5. Hydronetki;
6. Zwilżacze;
7. Moduły kontroli linii nie wchodzące w skład centrali (dot. systemów DSO).

W tym miejscu podkreślenia wymaga fakt, iż liczba wymagań dla poszczególnych wyro-

bów została zdecydowanie ograniczona do tych najistotniejszych z punktu widzenia bezpieczeństwa użytkowania, ergonomii i/lub wpływu na bezpieczeństwo pożarowe w obiektach budowlanych, a także możliwość prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych. Ograniczenie wymagań do najważniejszych jw. pozostawi znacznie większą swobodę zarówno zamawiającemu jak i producentom w zakresie odpowiednio stawiania własnych wymagań, stosowania różnorodnych rozwiązań konstrukcyjnych.

Nowelizacja rozporządzenia MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002)

Z dniem wejścia w życie rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji[4] zmieniającego rozporządzenie z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002) pojawi się kilka ważnych pytań, na które poniżej staramy się odpowiedzieć:

Co nowelizacja oznacza dla właścicieli świadectw dopuszczenia wydanych na podstawie pierwotnego brzmienia rozporządzenia MSWiA z 2007 roku?

Z punktu widzenia producentów i dostawców posiadających świadectwa dopuszczenia wydane na zgodność z pierwotnym brzmieniem WTU rozporządzenia MSWiA (Dz. U. Nr 143 poz. 1002) można je podzielić na trzy zasadnicze grupy wyrobów:

A. Wyroby dla których zmiana wymagań nie powoduje konieczności dostosowania wyrobu i przedłożenia do badań, jak również nie jest konieczne uzupełnienie dokumentacji procesu dopuszczenia;
B. Wyroby dla których zmiana wymagań powoduje konieczność:
   - dostosowania wyrobu i/lub przedłożenia do badań i uzyskania pozytywnych wyników badań, oraz
   - uzupełnienia dokumentacji procesu dopuszczenia,
C. Wyroby dla których zmiana wymagań powoduje konieczność:
   - uzupełnienia dokumentacji procesu dopuszczenia.

Aktualizacja świadectw dopuszczenia – czyli jak CNBOP to zrobi?

W przypadku wyrobów kwalifikowanych do **grupy A** jw. w ramach działań związanych z kontrolą dopuszczenia, zgodnie z ustalonym harmonogramem, przesłane zostaną przez CNBOP właścicielom świadectwa dopuszczenia w brzmieniu zgodnym z nowelizacją, które zastąpią obecnie posiadane. Zasadą będzie zmiana świadectw dopuszczenia dla danego typu wyrobów (np. gaśnic) z jednakową datą dla wszystkich właścicieli świadectw. Koszt aktualizacji będzie symboliczny i równy będzie częściowym kosztom przygotowania i wydruku zastąpienia dopuszczenia (tak zwanym kosztom administracyjnym).

W przypadku wyrobów kwalifikowanych do **grupy B** w ramach działań związanych z kontrolą dopuszczenia, zgodnie z ustalonym harmonogramem, przesłane zostaną właścicielom pisma informujące o konieczności dostosowania wyrobu z prośbą o złożenie wniosku o rozszerzenie dopuszczenia wraz z odpowiednimi załącznikami. Po analizie złożonego wniosku, CNBOP prześle program badań uzupełniających/dostosowawczych dla wyrobu. Po wykonaniu badań z wynikiem pozytywnym i przesłaniu przez właściciela dopuszczenia odpowiednich uzupełnień do dokumentacji procesu dopuszczenia, CNBOP zakończy proces rozszerzenia dopuszczenia i wyda świadectwo dopuszczenia w brzmieniu zgodnym z nowelizacją, które zastąpi obecnie posiadane. W przypadku tych wyrobów zastąpienia wydawane będą z różną datą uzależnioną od momentu finalizacji całego procesu. Koszt aktualizacji wynikać będzie z zakresu badań dostosowawczych oraz kosztów związanych z procesem rozszerzenia dopuszczenia zgodnie z aktualnym cennikiem CNBOP. Może

[4] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania **dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania** (Dz. U. Nr 85 poz. 553).

się okazać w praktyce, iż część wnioskodawców będzie zainteresowana wydaniem nowego świadectwa, a nie zmianą istniejącego. Wnioskowanie o nowe świadectwo odbywa się wg nie zmienionej procedury.

W przypadku wyrobów kwalifikowanych do **grupy C** w ramach działań związanych z kontrolą dopuszczenia, zgodnie z ustalonym harmonogramem, przesłane zostaną właścicielom pisma z prośbą o przesłanie odpowiednich uzupełnień do dokumentacji procesu dopuszczenia. W szczególności mowa w tym przypadku o instrukcjach dokonywania sprawdzeń i kontroli pracy urządzeń. Po akceptacji przesłanej dokumentacji przesłane zostaną właścicielom świadectwa dopuszczenia w brzmieniu zgodnym z nowelizacją, które zastąpią obecnie posiadane. W przypadku tych wyrobów zastąpienia wydawane będą z różną datą uzależnioną od momentu finalizacji całego procesu. Koszt aktualizacji wynikać będzie z czasu niezbędnego na analizę dokumentacji uzupełniającej oraz kosztów administracyjnych przygotowania i wydruku zastąpienia dopuszczenia.

Jaka będzie kolejność aktualizacji świadectw dopuszczenia?

W pierwszej kolejności informacje przesyłane będą do właścicieli świadectw dopuszczenia dla wyrobów, dla których zachodzi konieczność dostosowania do zmienionych wymagań i badań wyrobów. **(grupa B).** Następnie do właścicieli świadectw dopuszczenia dla wyrobów ze **grupy C**, a na końcu sukcesywnie w miarę przygotowywania zastąpień do właścicieli świadectw dla wyrobów z **grupy A.** Proces aktualizacji dla **grupy A** powinien zakończyć się, według wstępnych prognoz, **nie później niż 6 miesięcy** od wejścia w życie nowelizacji.

Proces aktualizacji dla **grup B i C** jest uzależniony przede wszystkim od działań po stronie właściciela świadectwa dopuszczenia, które w wielu przypadkach mogą być rozłożone w czasie. Dlatego nie jest możliwe oszacowanie daty końcowej procesu aktualizacji, aczkolwiek obligatoryjnym okresem wskazanym w przepisach rozporządzenia jest okres do 12 miesięcy. Szczególnego podkreślenia wymaga, iż jeżeli do tego czasu:

- właściciel świadectwa dopuszczenia dla wyrobu grupy C nie uzupełni dokumentacji dopuszczenia o wskazane dokumenty;
- właściciel świadectwa dopuszczenia dla wyrobu grupy B nie przedłoży wyrobu do badań, jak również w przypadku negatywnych wyników badań kontrolnych dostosowanego wyrobu świadectwa dopuszczenia **zostaną cofnięte.**

Jakie dokumenty upoważniają do wprowadzenia do obrotu i użytkowania wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej po nowelizacji?

Ponieważ czas przewidziany dla właścicieli świadectw dopuszczenia na dostosowanie wyrobu do zmienionych wymagań, który zgodnie z aktualnym brzmieniem **§ 10 ust. 2** rozporządzenia MSWiA **wynosi 12 miesięcy** od daty wejścia w życie zmienionych wymagań, wydawane przez CNBOP świadectwa podzielić można na:

- grupa 1. - świadectwa dopuszczenia wydane na podstawie pierwotnego brzmienia rozporządzenia MSWiA [1] z określonym w świadectwie okresem ważności;
- grupa 2 - nowe świadectwa dopuszczenia wydane na podstawie znowelizowanego brzmienia rozporządzenia MSWiA [2] z 5-cio letnim okresem ważności, w nowej formie graficznej.
- grupa 3 - aktualizacje świadectw dopuszczenia grupy 1, z datą końcową okresu ważności spójną z końcem okresu ważności dokumentu pierwotnego, w nowej formie graficznej.

Tym samym należy podkreślić, iż okres 12 miesięcy po wejściu w życie nowelizacji rozporządzenia MSWiA będzie okresem kiedy na rynku będą współistniały świadectwa dopuszczenia wg opisanych powyżej grup 1, 2 i 3. Natomiast po 12 miesiącach dokumentami, które pozostaną na rynku będą tylko te wskazane w grupach 2 i 3. Świadectwa dopuszczenia wydane na podstawie rozporządzenia MSWiA z 2007 roku zostaną zastąpione – w sposób opisany jw. lub cofnięte. W poniżej tabeli dokonano pełnej identyfikacji dokumentów – świadectw dopuszczenia we wskazanych grupach:

Tabela 1.

Grupy świadectw dopuszczenia funkcjonujące na rynku po nowelizacji rozporządzenia MSWiA

Umowny typ świadectwa dopuszczenia	Dokument odniesienia w świadectwie dopuszczenia	Okres ważności	Wzór
grupa 1 ***stare świadectwo***	pierwotne brzmienie rozporządzenia MSWiA z 2007 roku punkt zgodnie z kolumną 3 tabeli 2	zgodny z zapisem na danym świadectwie	kolor biały, pierwotna szata graficzna,
grupa 2 ***nowe świadectwo***	znowelizowane brzmienie rozporządzenia MSWiA z 2007 roku punkt zgodnie z kolumną 4 tabeli 2	5 lat od daty wydania	nowa szata graficzna
grupa 3 ***świadectwo zaktualizowane***	znowelizowane brzmienie rozporządzenia MSWiA punkt zgodnie z kolumną 4 tabeli 2	zgodny z datą końcową okresu ważności spójną z końcem okresu ważności dokumentu pierwotnego	nowa szata graficzna, w stopce zapis świadectwo *„zastępuje……”*

Źródło: Opracowanie własne autorów

Zdefiniowany powyżej okres czasu **to tzw. (potocznie) okres przejściowy.** W trakcie jego trwania świadectwa dopuszczenia grupy 1 będą sukcesywnie aktualizowane do grupy 3. Po jego zakończeniu na rynku funkcjonować będą tylko świadectwa grupy 2 i grupy 3 w **nowej formie graficznej**, a **stare świadectwa (grupa 1)** zostaną zastąpione – w sposób opisany jw. lub cofnięte.

Zatem podkreślić należy, iż okres przejściowy będzie czasem współistnienia świadectw dopuszczenia wydanych wg rozporządzenia MSWiA z 2007 roku i na podstawie jego nowelizacji 2010.

Podsumowanie

Reasumując podkreślenia wymagają następujące fakty:

- Z uwagi na istotne ograniczenie liczby wymagań dla poszczególnych wyrobów uzyskanie świadectwa dopuszczenia będzie łatwiejsze i tańsze (mniejsza liczba wymaganych badań wyrobu);
- Z uwagi na istotne ograniczenie liczby wymagań i pozostawienie „dużej swobody” zamawiającemu w definiowaniu pozostałych istotnych dla niego wymagań, będzie możliwe łatwiejsze, samodzielne określanie np. wymaganego wyposażenia pojazdów w tym elementów zabudowy;
- Wspomniana jw. większa swoboda w definiowaniu przez zamawiającego dodatkowych wymagań nakładać będzie również na niego pewne obowiązki jak np. w przypadku ubrań specjalnych określenie koloru, wzoru i kroju, (określone niezależnie zarządzeniem Komendanta Głównego PSP dla strażaków PSP), ponieważ po nowelizacji samo rozporządzenie tych wymagań nie stawia.

W konkluzji należy dodać, iż prawdopodobnie nowelizacja przysporzy parę praktycznych, czy też technicznych problemów, ale jednocześnie stwierdzić należy, że bez wątpienia ogromną dotychczasową ich ilość również rozwiązuje, jeszcze bardziej upowszechniając standard w ochronie przeciwpożarowej jakim jest świadectwo dopuszczenia CNBOP dla wyrobów wprowadzanych do użytkowania lub wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej.

Informacje w zakresie nowelizacji rozporządzenia MSWiA oraz aktualnie wymaganych dokumentów, które potwierdzają zgodność wyrobów w sposób syntetyczny i przystępny dla czytelnika przedstawione zostały w dokumentach - standardach CNBOP: ocena zgodności, które są dostępne **bezpłatnie** na stronie internetowej CNBOP w zakładce http://www.cnbop.pl/działy/ts/standardy_cnbop.

Literatura

1. Kowalski M., *Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008;
2. Zboina J., *Istotne zmiany w ocenie zgodności wyrobów*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 03/2007;
3. *CNBOP-0001:2010 Standardy CNBOP - Ochrona Przeciwpożarowa - Ocena zgodności wyrobów budowlanych służących do ochrony przeciwpożarowej*, wyd. CNBOP, Józefów 2010
4. *CNBOP-0002:2010 Standardy CNBOP - Ochrona Przeciwpożarowa - Ocena zgodności wyrobów wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej,* wyd. CNBOP, Józefów 2010
5. *Wdrażanie Dyrektyw opartych na koncepcji nowego i globalnego podejścia*, Przewodnik opracowany przez Komisję Europejską, 2000 r.;
6. Ustawa z dnia 30.08.2002 roku o systemie oceny zgodności (Dz. U. Nr 166 poz.1360);
7. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U.04.92.881);
8. Projekt rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 2009 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (w wersji po konferencji uzgodnieniowej), wersja z dn. 26 czerwca 2009, bip.mswia.gov.pl [Dostęp: 11.10.2009, godz. 18:15];
9. Norma EN ISO/IEC 17000:2004 Ocena zgodności Terminologia i zasady ogólne;
10. PN-EN 13172 Wyroby do izolacji cieplnej. Ocena zgodności;
11. Norma EN ISO/IEC 17030:2005 Ocena zgodności Wymagania ogólne dotyczące znaków zgodności strony trzeciej;
12. www.mg.gov.pl
13. www.mswia.gov.pl

Recenzenci:
st. bryg. mgr inż. Andrzej Nasiorowski
dr inż. Stefan Wilczkowski

CNBOP od 30.03.2010 do 11.06.2010 wydało wnioskodawcom:

1. **Świadectwa dopuszczenia- 25 - załącznik nr 1**
2. **Certyfikaty dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów znakiem budowlanym „B" –6- załącznik nr 2**
3. **Certyfikaty dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów oznakowaniem „CE" –5- załącznik nr 3**
4. **Certyfikaty dobrowolne–1- załącznik nr 4**

Załącznik nr 1

Świadectwa dopuszczenia

Nr dopuszczenia	Nr sprawozdania	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Dopuszczenie wydane dnia	Dopuszczenie ważne do dnia
0710/2010	Nr 4289/ BA/08 z dnia 02.11.2009	Głosniki do dźwiekowych systemów ostrzegawczych serii LC1 w odmianach: LC1-WM06E8, LC1-UM06E8, LC1-UM12E8, LC1-UM24E8	Bosch Security Systems B.V. Business Unit Comunication System Kapittelweg 10 4827 HG Breda, Holandia	Robert Bosch Sp. z o.o. ul. Jutrzenki 105 02-231 WARSZAWA	16.02.2010	15.02.2015
0717/2010	Nr 4630/ BA/09 z dnia 29.01.2010	Urządzenie systemu transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych typu NOMA 2000	NOMA 2 Sp. z o.o. ul. Plebiscytowa 36 40-041 KATOWICE	NOMA 2 Sp. z o.o. ul. Plebiscytowa 36 40-041 KATOWICE	16.03.2010	15.03.2015
0719/2010	Nr 4579/ BA/09 z dnia 12.02.2010	Zasilacz do urządzeń przeciwpożarowych typu KBZB-36	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	12.03.2010	11.03.2015
0721/2010	Nr 4394/ BS/09 z dnia 24.03.2010	Ciężki samochód ratowniczo - gaśniczy (8x4) PN-EN 1846-1: S-1-3-5000-8/5000-1 (GCBA 5/50) (oznaczenie producenta typ SLF 5000/8000) na podwoziu MAN TGA-4	Rosenbauer International A.G. Paschinger Straße 90, P.O. Box 176 A-4060 Leonding, Austria	STEO Sp. z o.o. ul. Wybrański 6/8 m. 31 03-206 WARSZAWA	24.03.2010	23.03.2015
0722/2010	Nr 4430/ BS/09 z dnia 26.06.2009	Hydrant nadziemny DN100 PN16 Oznaczenie producenta 27/00 typ C wg PN-EN 14384:2009	SAUDI VALVES MANUFACTURING Co. Ltd. Jeddah Industrial City Phase 4, Street no. LO404 KSA-21443 Jeddah Kingdom of Saudi Arabia	AVK Armadan Sp.z.o.o ul. Jakubowska 1 62-045 PNIEWY	29.03.2010	28.03.2015
0723/2010	Nr 4551/ BS/09 z dnia 15.02.2010	Pożarniczy wąż tłoczny z powłoką zewnętrzną do pomp pożarniczych typ W-52-20-ŁA, W-52-20-B	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	30.03.2010	29.03.2015
0724/2010	Nr 4552/ BS/09 z dnia 15.02.2010	Pożarniczy wąż tłoczny z powłoką zewnętrzną do pomp pożarniczych typ W-75-20-ŁA, W-75-20-B	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	30.03.2010	29.03.2015
0725/2010	Nr 4613/ BC/09 z dnia 15.03.2010	Gaśnica proszkowa typ GP-2X- ABC	KZWM Ogniochron S.A. ul. Krakowska 83c 34-120 Andrychów	KZWM Ogniochron S.A. ul. Krakowska 83c 34-120 Andrychów	02.04.2010	01.04.2015

0726/2010	Nr 4685/ BS/10 z dnia 18.03.2010	Hełm strażacki typ CALISIA AK/10 *[Świadectwo zastąpiono z dn. 27.04.2010 r.]*	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	27.04.2010	29.03.2015
0727/2010	Nr 4684/ BS/10 z dnia 18.03.2010	Hełm strażacki typ ZS-09 *[Świadectwo zastąpiono z dn. 27.04.2010 r.]*	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	27.04.2010	29.03.2015
0728/2010	Nr 4555/ BS/2009 z dnia 26.02.2010	Prądownica wodna PWT 52/1, 3-2, 3-3-4 typ SELECT FLOW RB 101 EN	Rosenbauer International Aktiengesellschaft A-4060 Leonding, Paschinger Str. 90, Austria	STEO Sp. y o.o. ul. Wybrański 6/8 m. 31 03-206 WARSZAWA	09.04.2010	08.04.2015
0729/2010	Nr 4526/ BA/09 z dnia 26.02.2010	Głosnik do dźwiękowych systemów ostrzegawczych typu PC-1867FC	TOA Corporation 7-2-1 Minatojima-Nakamachi,-Chuo-ku Kobe 650-0046 Japonia	TOA Electonics Europe GMBH Sp. z o.o. Oddział w Polsce ul. Migdałowa 4 02-796 WARSZAWA	06.04.2010	05.04.2015
0730/2010	Nr 4623/ BS/09 z dnia 23.02.2010	Rękawice specjalne oznaczenie producenta Rękawice strażackie Super Mars 18020 i Super Mars 18023	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 23 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 23 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	15.04.2010	14.04.2015
0731/2010	Nr 4637/ BA/09 z dnia 26.02.2010	Centrala sygnalizacji pożarowej typu IRIS	Teletek Electronics JSC 14A Srebarna Str. 1407 Sofia, Bułgaria	Ultrak Security Systems Sp. z o.o. Lubiszyn 8 72-002 DOŁUJE	08.04.2010	07.04.2015
0732/2010	Nr 4670/ BS/10 z dnia 23.02.2010	Motopompa pływająca M-4/2 typ POSEJDON	KADIMEX Biuro Handlowe ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	KADIMEX Biuro Handlowe ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	14.04.2010	13.04.2015
0734/2010	Nr 4606/ BS/09 z dnia 23.02.2010	Rękawice specjalne oznaczenie producenta: Rękawice strażackie Fire Shock 18090 i Fire Shock C 18080	LBK Gloves Kft. Hegyalija u.31 H-8640 Fonyod, Węgry	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 2 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	22.04.2010	21.04.2015
0735/2010	Nr 4607/ BS/09 z dnia 22.02.2010	Rękawice specjalne oznaczenie producenta: Rękawice strażackie Fire Scout 18092 i Fire Scout C 18082	LBK Gloves Kft. Hegyalija u.31 H-8640 Fonyod, Węgry	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 2 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	22.04.2010	21.04.2015
0736/2010	Nr 4746/ BS/10 z dnia 23.04.2010	Przyczepa specjalna do transportu specjalistycznego wyposażenia pożarniczego oznaczenie producenta: W293	Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul .Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO BIAŁA	Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul .Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO BIAŁA	28.04.2010	27.04.2015

0737/2010	Nr 4664/ BA/10 z dnia 01.04.2010	Ręczny Ostrzegacz Pozarowy typu OR-PZ A011N-I	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	05.05.2010	04.05.2015
0738/2010	Nr 4654/ BS/09 z dnia 27.04.2010	Lekki samochód ratowniczo-gaśniczy (4x2) PN-EN 1846-1: L-1-5-100-40/75-1 na podwoziu FORD TRANSIT FND6	FRANK-CARS Sp. z o.o. ul. Rydza Śmigłego 36/38 42-200 CZĘSTOCHOWA	FRANK-CARS Sp. z o.o. ul. Rydza Śmigłego 36/38 42-200 CZĘSTOCHOWA	30.04.2010	29.04.2015
0739/2010	Nr 4690/ BA/10 z dnia 02.03.2010	Ręczny ostrzegacz pożarowy typu MCP 545A w odmianach MCP 545A-1R, MCP 545A-2R, MCP 545A-3R	KAC Alarm Company Limited, Thornhill Road, North Moos Moat, Redditch, Worcestershire B98 9ND, Wielka Brytania	Schrack Seconet Polska Sp. z o.o. ul. Wołoska 9 02-583 WARSZAWA	10.05.2010	09.05.2015
0740/2010	Nr 4632/ BS/09 z dnia 08.12.2009	Rękawice specjalne Oznaczenie producenta: rękawice strażackie specjalne typ GSP PLUS i GSP/BC PLUS	LEBON–Polska Sp. z o.o. ul. Rewolucji 1905r 45a 90-215 ŁÓDŹ	LEBON–Polska Sp. z o.o. ul. Rewolucji 1905r 45a 90-215 ŁÓDŹ	14.05.2010	13.05.2015
0741/2010	Nr 4748/ BS/10 z dnia 11.05.2010	Przyczepa specjalna z agregatem proszkowym Ap-1000 na podwoziu WIOLA typ W4	Pojazdy Specjalistyczne Zbigniew Szczęśniak Sp. z o.o. ul. Wapienicka 36 43-382 BIELSKO-BIAŁA	Pojazdy Specjalistyczne Zbigniew Szczęśniak Sp. z o.o. ul. Wapienicka 36 43-382 BIELSKO-BIAŁA	14.05.2010	13.05.2015
0742/2010	Nr 4760/ BS/10 z dnia 20.05.2010	Średni samochód sprzętowy ratownictwa chemicznego (4x2) PN-EN 1846-1: M-1-3-1-1-1 na podwoziu RENAULT 44A (MIDLUM 270.16)	Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul .Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO BIAŁA	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 MCP5A 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

Załącznik nr 2
Certyfikaty dla wyrobów budowlanych upoważniające do znakowania wyrobów znakiem budowlanym „B”

Nr certyfikatu	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Certyfikat wydany dnia	Certyfikat ważny do dnia
2712/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – złącze rowkowe sztywne, typ: 01	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2713/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – złącze rowkowe elastyczne, typ: 02	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2714/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – króciec nakładkowy rowkowy, typ: 03	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2715/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – króciec nakładkowy rowkowy, typ: 03s	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2728/2010	Głośniki pożarowe serii LC1 w odmianach LC1-WM06E8, LC1-UM06E8, LC1-UM12E8, LC1-UM24E8	Bosch Security Systems B.V, Business Unit Communication Systems Kapittelweg 10 4827 HG Breda Holandia	Robert Bosch Sp. z o.o. ul. Jutrzenki 105 02-231 WARSZAWA	16.02.2010	09.12.2014
2731/2010	Wskaźnik zadziałania typu OR-WZ A031N	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 NOWA SARZYNA	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 NOWA SARZYNA	14.04.2010	29.09.2014

Załącznik nr 3
Certyfikat dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów oznakowaniem „CE”

Nr certyfikatu	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Certyfikat wydany dnia	Certyfikat ważny do dnia
1438/CPD/0173	Ręczny Ostrzegacz Pożarowy typu OR-PZ A011N-I	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	05.05.2010	bezterminowo
1438/CPD/0181	Zasilacz do urządzeń sygnalizacji pożarowej typu KBZB-36	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	16.03.2010	bezterminowo

1438/CPD/0182	Hydrant nadziemny DN100 typ C wg EN 14384:2005 oznaczenie producenta 27/00	SAUDI VALVES MANUFACTURING Co. Ltd. Jeddah Industrial City Phase 4, Street no. LO404 KSA-21443 Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia	AVK Armadan Sp. z o.o. ul. Jakubowska 1 62-045 PNIEWY	29.03.2010	bezterminowo
1438/CPD/0183	Głośnik do dźwiękowych systemów ostrzegawczych typu PC-1867FC	TOA Electronics Europe GMBH Sp. z o.o. Oddział w Polsce ul. Migdałowa 4 02-796 WARSZAWA	TOA Electronics Europe GMBH Sp. z o.o. Oddział w Polsce ul. Migdałowa 4 02-796 WARSZAWA	06.04.2010	bezterminowo
1438/CPD/0184	Optyczna czujka dymu typu OR-OR A061N-I	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	12.05.2010	

Załącznik nr 4
Certyfikaty dobrowolne

Nr certyfikatu	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Certyfikat wydany dnia	Certyfikat ważny do dnia
2733/2010	System redukcji stężenia tlenu, typ OxyReduct®	WAGNER Group GmbH Schleswigstrasse 1-5 D-30853 Langenhagen, Niemcy	WAGNER Group GmbH Schleswigstrasse 1-5 D-30853 Langenhagen, Niemcy	17.05.2010	16.05.2015

Wykaz Aprobat Technicznych za II kwartał 2010

Data wydania Aprobaty	Data ważności Aprobaty	Numer Aprobaty	Nazwa, typ, odmiany wyrobu	Wnioskodawca / Index /	Adres Wnioskodawcy	Producent / Index/	Adres Producenta
2010.06.02	2015.06.01	AT-1103-0274/2010	Tryskacze ELO, ampułkowe, stojące i wiszące, o współczynniku K=160, temperaturze zadziałania 57°C, 68°C, 79°C, 93°C i 141°C, normalnego, specjalnego i szybkiego reagowania, typu EBSU, ECSU, EBSP oraz ECSP	MINIMAX POLSKA	Minimax Polska Sp. z o.o. ul. Ogrodowa 27/29 05-092 Łomianki, Polska	MINIMAX	JOMOS EuroSprinkler AG, Sagmattstrasse 5, 4710 Balsthal, Schweiz (Szwajcaria)

st. kpt. mgr inż. **Paweł ZBROŻEK**
bryg. mgr inż. **Jerzy PRASUŁA**
Zespół Laboratoriów Technicznego wyposażenia Straży Pożarnej
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych

ZAGROŻENIA DLA LUDZI ZWIĄZANE Z DZIAŁANIEM STAŁYCH URZĄDZEŃ GAŚNICZYCH (SUG)

Threats to people connected with working of fixed extinguishing systems (SUG)

Streszczenie
W artykule przedstawiono skrótowo technologie gaśnicze wykorzystywane powszechnie w stałych urządzeniach gaśniczych. Omówiono wpływ prezentowanych technologii gaśniczych na zachowanie się ludzi i oddziaływanie na organizm człowieka. Podano sposoby minimalizowania zagrożeń płynących z technologii gaśniczych wykorzystywanych w stałych urządzeniach gaśniczych.

Summary
The article outlines briefly the extinguishing technologies universally applied in fixed extinguishing systems. The influence of these technologies on human behaviour and human body were described. The ways of minimizing the hazards connected with extinguishing technologies applied in fixed extinguishing systems were given.

Słowa kluczowe: stałe urządzenia gaśnicze, SUG, zagrożenia, bezpieczeństwo, technologie gaśnicze, środki gaśnicze
Key words: fixed extinguishing systems, hazards, safety, extinguishing technologies, extinguishing agents

Wstęp

Stałe urządzenia gaśnicze, pełniąc swoją zasadniczą funkcję zwalczania pożarów, wykorzystywane są w dwóch celach: do ochrony życia i/lub do ochrony mienia. Można tu dodatkowo wspomnieć o urządzeniach zabezpieczających przed pożarem i urządzeniach oddymiających - są one również stosowane do ochrony mienia i do ochrony życia. Przy stosowaniu tych wszystkich urządzeń przeciwpożarowych bezpieczeństwo ludzi ma zawsze bezwzględnie najwyższy priorytet – wyższy niż cel, do jakiego dane urządzenie przeciwpożarowe zostało zastosowane. W przypadku urządzeń, których celem jest ochrona ludzi priorytet ten wydaje się być oczywisty. W przypadku urządzeń, których celem jest ochrona mienia priorytet ten czasem może się wydawać dyskusyjny – szczególnie, jeśli dotyczy konieczności zapewnienia dodatkowych środków bezpieczeństwa przy relatywnie wysokich nakładach finansowych.

Podczas gaszenia uwalniany jest środek gaśniczy, który oddziałuje nie tylko na pożar, ale również na środowisko, w którym środek ten jest uwalniany. Czasem ten wpływ może być bardzo destruktywny. Uszczerbku może doznać środowisko bezpośrednie - np. zalanie wodą gaśniczą urządzeń wrażliwych na działanie wody w strefie gaszenia. Uszczerbku może doznać również środowisko naturalne – np. przedostanie się roztworów pianotwórczych do akwenów wodnych.

Projektując, wykonując a później eksploatując urządzenia gaśnicze wszystkie te „skutki uboczne" specyficzne dla danego rodzaju urządzenia muszą być uwzględniane a ryzyka niekorzystnego oddziaływania – w szczególności zagrożenia dla ludzi – ograniczane do minimum.

Zapewnienie bezpieczeństwa ludzi powinno być najważniejszym aspektem warunkującym dopuszczenie do eksploatacji urządzenia gaśnicze. Zagrożenia dla ludzi związane z działaniem stałych urządzeń gaśniczych opisano tu w od-

niesieniu do następujących, powszechnie stosowanych stałych urządzeniach gaśniczych zwanych dalej SUG:

- SUG wodnych – środkiem gaśniczym jest tu rozproszona woda,
- SUG pianowych – środkiem gaśniczym jest tu piana powstała z wodnych roztworów środków pianotwórczych,
- SUG mgłowych – środkiem gaśniczym jest tu rozpylona woda,
- SUG gazowych na gazy obojętne – środkiem gaśniczym jest tu gaz obojętny lub mieszanina gazów obojętnych,
- SUG gazowych na chlorowcopochodne węglowodorów – środkiem gaśniczym są tu rozpylane i gwałtownie odparowywane skroplone chlorowcopochodne węglowodorów,
- SUG gazowych na dwutlenek węgla – środkiem gaśniczym jest tu rozpylany i gwałtownie odparowywany dwutlenek węgla,
- SUG aerozolowych (tzw. aerozolowe generatory gaśnicze) – środkiem gaśniczym jest tu aerozol otrzymany w wyniku spalenia odpowiednio przygotowanej mieszanki.

Omawiając wpływ technologii gaśniczych na bezpieczeństwo rozważony zostanie wpływ na zachowanie się ludzi (efekt psychologiczny) i wpływ na zdrowie (zagrożenia zdrowotne) włącznie z zagrożeniem życia.

Bardzo istotnym zagrożeniem bezpieczeństwa w odniesieniu do każdego rodzaju urządzeń gaśniczych – czy to prostych hydrantów czy innych automatycznie sterowanych urządzeń, może być niesprawność tych urządzeń. W takim przypadku zagrożenie jest dwojakie – po pierwsze urządzenie niesprawne samo w sobie może stanowić zagrożenie dla ludzi np. niekontrolowany wypływ środka gaśniczego na niespodziewające się tego osoby, a po drugie w przypadku wystąpienia pożaru oczekujemy, że urządzenie skutecznie ugasi pożar umożliwiając, np. ewakuację z wyższych pięter budynku – zawód może okazać się tragiczny. Lepiej żeby urządzenie gaśnicze nie było w ogóle zainstalowane aniżeli miałoby być niesprawne i stwarzać fałszywe pozory bezpieczeństwa. Ewentualne niesprawności powinny być szybko wykrywane i usuwane, a na czas ich niesprawności podejmowane odpowiednie działania organizacyjne uwzględniające zawieszenie funkcjonowania urządzenia gaśniczego.

Technologie gaśnicze w aspekcie bezpieczeństwa ludzi

SUG wodne

SUG tryskaczowe w uproszczeniu działa w ten sposób, że pod wpływem ciepła emitowanego z pożaru pęka ampułka lub topi się spoiwo zamka w tryskaczu otwierając wypływ wody z przewodu ciśnieniowego. Na ogół otwiera się jeden, dwa a sporadycznie trzy lub więcej tryskaczy, zraszając i gasząc powierzchnie kilkunastu, rzadziej kilkudziesięciu metrów kwadratowych.

Wypływająca woda z tryskaczy, woda względnie czysta, nie stanowi zagrożenia dla ludzi chyba, że w przestrzeni zraszania znajdzie się urządzenie elektryczne pod napięciem. Grozi to oczywiście porażeniem prądem.

Dźwięki alarmowe mogą wpłynąć czasem niekorzystnie na zachowanie się ludzi. Dzwon alarmowy uruchamiany razem z urządzeniem gaśniczym może osoby postronne nieco wystraszyć, nie powinien jednak być przyczyną bardziej ostrych reakcji np. reakcji panicznych. Generalnie SUG tryskaczowe nie stanowią prawie żadnego zagrożenia zdrowotnego ani psychologicznego dla ludzi.

SUG zraszaczowe działa w ten sposób, że w wyniku bodźca pożarowego zostaje uruchomiony zawór wzbudzający, który z kolei otwiera przepływ wody do zespołu dysz wodnych zwanych zraszaczami. Powierzchnia działania zespołu zraszaczy liczących kilkanaście czy kilkadziesiąt sztuk jest znacznie większa niż w przypadku zadziałania tryskaczy w SUG tryskaczowym. SUG zraszaczowe nie stanowią na ogół zagrożenia zdrowotnego ani psychologicznego. Rodzaj i poziom zagrożeń jest bardzo podobny do działania SUG tryskaczowego. Dużym dyskomfortem może być zmoczenie zimną wodą, co w przypadku SUG zraszaczowego, z uwagi na znacznie większą powierzchnię działania i szybszą detekcję pożarową, jest dużo bardziej prawdopodobne niż w przypadku SUG tryskaczowego.

Niebezpiecznym zjawiskiem może być „zbicie" dymu do podłogi powodując tym zmniejszenie widoczności na niższych poziomach, co z kolei może pogorszyć warunki ewakuacji. Obniżenie warstw dymu wskutek mechanicznego działania kropel wody oraz wskutek jej działania chłodzącego może utrudniać oddychanie, co

również pogarsza warunki ewakuacji. Jednocześnie jednak korzystnym zjawiskiem tego samego działania sekcji zraszaczowych jest „przepłukiwanie" zanieczyszczonego dymem powietrza, czyli wychwytywanie przez krople wody zawieszonych w powietrzu cząstek dymu i rozpuszczenie w niej gazowych produktów spalania. Bez wątpienia „przepłukiwanie" zanieczyszczonego dymem powietrza poprawia komfort oddychania i polepsza warunki ewakuacji. Opisane wyżej przeciwstawne wpływy działania zraszaczy na ewakuację – „zbicie" dymu do podłogi oraz „przepłukiwanie" dymu – nie są ostatecznie rozstrzygnięte w zakresie stopnia tych wpływów. Dotychczasowa praktyka potwierdza pozytywny wpływ działania zraszaczy na warunki ewakuacji. W ogólnym przypadku przyjmuje się, że przemyślane rozmieszczenie sekcji zraszaczowych na drodze ewakuacyjnej mogą i powinny poprawić bezpieczeństwo ewakuacji, mimo że niektóre warunki związane z komfortem poruszania mogą ulec pogorszeniu np. pogorszenie widoczności, spryskiwanie ewakuujących się osób wodą, mokra podłoga.

Urządzenia gaśnicze hydrantowe, czyli hydranty wewnętrzne zainstalowane na nawodnionym przewodzie rurowym są bez wątpienia powszechnie stosowanym urządzeniem przeciwpożarowym. Nie wyczerpują definicji stałego urządzenia gaśniczego, gdyż hydranty wewnętrzne wymagają manualnej obsługi – nie uruchamiają się automatycznie. Jednak z uwagi na powszechność stosowania do zwalczania pożarów warto również je omówić. Widok hydrantów wewnętrznych w obiekcie bardzo podnosi poczucie bezpieczeństwa, co jest pozytywnym wpływem psychologicznym. Jedynym poważnym zagrożeniem ze strony tej technologii gaśniczej jest możliwość porażenia prądem osoby obsługującej hydrant w przypadku gaszenia urządzeń pod napięciem. Dlatego stosowanie hydrantów wewnętrznych w pomieszczeniach, w których występują urządzenia elektryczne wymaga rozwagi. Jeśli istnieje ryzyko, że gaszony obiekt jest pod napięciem i nie ma możliwości wcześniejszego wyłączenia zasilania to wodny strumień gaśniczy kierowany na ten obiekt powinien być możliwie intensywnie rozpylony – w żadnym wypadku nie może to być strumień zwarty. Należy również pamiętać, aby zająć takie stanowisko gaśnicze, aby odległość do gaszonego obiektu była stosunkowo duża – co najmniej kilka metrów. Nie wolno dopuścić, aby osoba obsługująca hydrant stała w wodzie lub miała bezpośredni kontakt z elementami przewodzącymi prąd elektryczny (np. metalową barierką). Mimo podjęcia tych środków nie eliminuje to w zupełności ryzyka porażenia prądem.

SUG pianowe

Generatory i wytwornice w instalacji pianowej wytwarzają pianę lekką lub średnią. Są to na ogół urządzenia automatyczne – bezobsługowe. Strefa gaszenia, w przypadku aktywacji takiego urządzenia gaśniczego jest wypełniana pianą bardzo szybko – szczególnie w przypadku stosowania zespołu generatorów pianowych. Człowiek przebywający w strefie gaszenia podczas pracy generatorów może ulec uduszeniu na skutek całkowitego zakrycia pianą. Wolne od takiego zagrożenia są instalacje pianowe obsługowe – są to instalacje zwykle na pianę ciężką wytwarzaną za pomocą obsługiwanych przez personel prądownic i działek wodno-pianowych. W obiektach, w których zainstalowane są urządzenia do automatycznego wypełniania pianą gaśniczą (szczególnie lekką) – np. w hangarach lotniczych – są wdrożone specjalne środki bezpieczeństwa, w tym sygnalizacja ostrzegawcza, minimalizujące to zagrożenie.

Fot. 1. Wyładowanie generatorów pianowych w hangarze
Źródło: www.firemain.com/images/113.jpg z dnia 15.06.2010

Wodne roztwory środków pianotwórczych nie stanowią istotnego zagrożenia dla ludzi – po kontakcie ze skórą może czasem nastąpić po-

drażnienie. Bardziej niebezpieczne są koncentraty środków pianotwórczych – ciecze te jak i ich opary mogą być silnie drażniące.

SUG mgłowe

Środkiem gaśniczym jest rozpylona woda – często do kropli o średniej średnicy poniżej 200 μm. Rozpylona woda nie stanowi żadnego zagrożenia dla osób wystawionych na jej oddziaływanie pod warunkiem, że woda ta nie jest zanieczyszczona biologicznie ani chemicznie. Wdychanie powietrza z rozpyloną mgłą wodną nie stanowi dla zdrowych osób żadnego zagrożenia. Z uwagi na działanie psychologiczne uruchomione SUG mgłowe może wystraszyć osobę postronną i spowodować dyskomfort zmoczenia zimną wodą przy dłuższym przebywaniu w strefie gaśniczej.

Fot. 2. Mgła wodna powstała na skutek zderzenia 2 strumieni wodnych

Źródło: archiwum CNBOP

W przypadku gaszenia pożaru SUG mgłowym rozpylona woda „zbija" dym do podłogi powodując tym samym zmniejszenie widoczności na niższym poziomie w pomieszczeniu – podobnie jak urządzenia zraszaczowe. Jednocześnie następuje „wypłukiwanie" dymu z powietrza poprzez wychwytywanie cząstek dymu przez kropelki mgły wodnej. Obniża się również temperatura w strefie gaszenia. SUG mgłowe podczas działania nieco ograniczają widoczność, ale w ogólnej ocenie poprawiają warunki ewakuacji poprzez obniżenie temperatury i wychwytywanie cząstek dymu w strefie gaszenia.

SUG gazowe na gazy obojętne

Działanie gaśnicze SUG gazowego polega ma podaniu do strefy gaszenia w czasie – na ogół do 1 min – odpowiedniej ilości gazów obojętnych lub ich mieszanin: argonu, azotu i występującego tylko w mieszaninie gazów dwutlenku węgla. Największym zagrożeniem dla ludzi ze strony tej technologii gaśniczej jest możliwość uduszenia na skutek zbyt dużego spadku stężenia tlenu. Osiągnięcie stężenia gazów obojętnych na poziomie 43% powoduje obniżenie stężenia tlenu do wartości 12%. Wartość stężenia 43% w odniesieniu do gazów obojętnych jest *najwyższym stężeniem, przy którym nie stwierdza się ujemnego wpływu na organizm zdrowego człowieka* i nosi nazwę w literaturze branżowej NOAEL[5] *(No Observable Adverse Effects Level*). Dalsze podniesienie stężenia gazów obojętnych do wartości 52% powoduje obniżenie stężenia tlenu do niebezpiecznej granicy 10%. Wartość stężenia 52% w odniesieniu do gazów obojętnych jest *najniższym stężeniem, przy którym został stwierdzony ujemny wpływ na organizm człowieka* i nosi nazwę LOAEL[5] (*Lowest Observed Adverse Effects Level*). Jeśli przewidywane stężenie gazu obojętnego przekracza NOAEL powinna istnieć możliwość zmiany trybu uruchamiania urządzenia gaśniczego z automatycznego na ręczny. Bardziej rygorystyczne obostrzenia są wymagane w przypadku przekroczenia wartości LOAEL – w tym przypadku wymaga się, aby istniała możliwość całkowitego zablokowania urządzenia gaśniczego. Z tych środków bezpieczeństwa korzysta się w przypadku konieczności wejścia osób do strefy gaszenia.

Niewielka domieszka dwutlenku węgla do gazów obojętnych powodująca po rozładowaniu mieszaniny stężenie dwutlenku węgla w pomieszczeniu na poziomie ok. 2-3% ma bardzo korzystny fizjologicznie wpływ.

Dwutlenek węgla w takim stężeniu pobudza fizjologicznie organizm człowieka do intensywniejszej wentylacji płuc. Jest to na ogół korzystny i bardzo pożądany efekt, gdyż umożliwia dobre funkcjonowanie organizmu człowieka przy niskim stężeniu tlenu. Można wywnioskować, że efekt ten w ogólnym przypadku bardzo po-

Tabela 1.

Efekty fizjologiczne CO, w zakresie stężeń do 8%. [11]

Oddziaływanie na ludzi różnych stężeń CO_2 w powietrzu wdychanym[1)]		
% obj. CO_2 w powietrzu wdychanym	Wartość graniczna czasu przebywania w podwyższonym stężeniu CO_2 przy pracy fizycznej	
	Czas przebywania	Cechy reakcji przy osiągnięciu wartości granicznej
0,03	całe życie	Normalne powietrze
0,5	całe życie	Brak potwierdzonego oddziaływania
1,0	całe życie	
1,5	ponad 1 miesiąc	Początki oddychania pogłębionego
2,0	ponad 1 miesiąc	
2,5	ponad 1 miesiąc	
3,0	ponad 1 miesiąc	Znacznie wzmożone oddychanie
3,5	ponad 1 tydzień	
4,0	ponad 1 tydzień	Przy powolnym wzroście stężenia możliwa adaptacja
4,5	ponad 8 godzin	
5,0	ponad 4 godziny	Duszność, ból głowy i kołatanie serca, przy adaptacji jednakże do zniesienia
5,5	ponad 1 godzinę	
6,0 6,5	ponad 30 minut ponad 15 minut	Duszność, przy adaptacji do zniesienia, ograniczona sprawność początek zawrotów głowy, zataczanie się, ból głowy i kołatanie serca
7,0	ponad 6 minut	Stan strachu w następstwie duszności, ograniczona sprawność, silne zawroty, ból głowy i kołatanie serca
8,0	ponad 6 minut	Znaczne przyspieszenie oddychania i pulsu, duszność, pocieranie skóry, spadek wymioty

[1)] Po wyzwoleniu instalacji gaśniczej INERGEN®, stężenie CO_2 w powietrzu może wynieść **maksymalnie 5%.**

Źródło: http://www.tycoeurope.com

zytywny może mieć czasem niekorzystne oblicze w przypadku, gdy atmosfera zanieczyszczona jest dymem – wówczas bardziej intensywna wentylacja płuc może przyczynić się do szybszego zatrucia produktami spalania.

Duży hałas towarzyszący wyładowaniu może wystraszyć i zdezorientować osobę postronną. Poza tym silne turbulencje powietrza podczas wyładowania powodują porywanie lekkich przedmiotów – np. nie umocowane płyty w sufitach podwieszanych – co może grozić obrażeniami osób przebywających w strefie gaszenia. Turbulencje spowodowane wyładowaniem gazu powodują wzbicie się kurzu i pyłu, jeśli zalegał w strefie gaszenia, co również może mieć niebezpieczne następstwa.

Wskutek wzrostu ciśnienia w pomieszczeniu w chwili wyładowania mogą wystąpić trudności z otwarciem drzwi w przypadku niewłaściwego ich doboru tj. otwieranych się do wewnątrz. Efekt ten może spowodować duży dyskomfort psychiczny dla osoby ewakuującej się ze strefy gaszenia. Strona: 1

Drzwi w pomieszczeniach zabezpieczonych SUG gazowym powinny otwierać się na zewnątrz, jak również powinny spełniać warunek otwarcia od wewnątrz mimo ich zamknięcia na klucz od zewnątrz co wynika z norm projektowych np. PN EN 15004.

Wymaganie dotyczące możliwości otwarcia drzwi od wewnątrz mimo ich zamknięcia na klucz od zewnątrz bywa w konflikcie z procedurami dotyczącymi kontroli dostępu w obiekcie i dlatego narzuca konieczność przemyślanej integracji.

Z nadciśnieniem w pomieszczeniu powodowanym wyładowaniem gazów gaśniczych przy czym nie dotyczy to tylko gazów obojętnych, wiążą się wymagania dotyczące środków ograniczających nadmierny wzrost ciśnienia czyli klap odciążających. Barak takich klap odciążających lub niewłaściwe ich działanie może doprowadzić w chwili wyładowania gazu do uszkodzenia konstrukcji pomieszczenia - np. wyrwania drzwi. Tak gwałtowne uszkodzenia konstrukcji niosą ryzyko obrażeń ludzi będących w pomieszczeniu gaszonym lub w bezpośrednim sąsiedztwie tego pomieszczenia. Uszkodzenie konstrukcji pomieszczenia i w związku z tym naruszenie jego integralności może skutkować uniemożliwieniem skutecznego gaszenia pożaru.

SUG gazowe na chlorowcopochodne węglowodorów

Działanie gaśnicze SUG gazowego na chlorowcopochodne węglowodorów polega ma podaniu do strefy gaszenia i rozpyleniu w czasie nieprzekraczającym 10 s syntetycznych gazów będących następcami halonów. Wymóg bardzo krótkiego czasu podawania tego rodzaju środków gaśniczych podyktowany jest tym, że pod wpływem działania wysokiej temperatury przy przedłużonym wyładowaniu ulegają one rozkładowi, w trakcie którego wydziela się fluorowodór (HF) – bardzo toksyczny gaz. Szybkie wyładowanie chlorowcopochodnych węglowodorów powoduje gwałtowne chłodzenie przestrzeni spalania co minimalizuje efekt rozkładu termicznego. Gasząc za pomocą chlorowcopochodnych węglowodorów pożary rozwinięte należy pamiętać o możliwości wydzielenia silnie toksycznego i korozyjnego produktu termicznego rozpadu, jakim jest fluorowodór.

Przekroczenie bezpiecznych stężeń chlorowcopochodnych węglowodorów (LOAEL) powoduje najczęściej zaburzenia pracy serca. Nasilenie tych objawów, zależy oczywiście od rodzaju zamiennika halonu, wartości stężenia i czasowej długości oddziaływania na organizm człowieka jak również indywidualnej odporności organizmu na działanie tych środków. Niektóre chlorowcopochodne węglowodorów charakteryzują się stosunkowo bezpiecznymi relacjami stężeń gaśniczych czy projektowych w odniesieniu do LOAEL. Najczęściej jednak projektowane stężenia chlorowcopochodnych węglowodorów w SUG są bliskie bezpiecznym granicom szkodliwości i czasem je przekraczają. W odniesieniu do SUG na chlorowcopochodne węglowodorów wymagania dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa są analogiczne jak dla SUG na gazy obojętne. Dodatkowym zagrożeniem jest zamglenie towarzyszące wyładowaniu chlorowcopochodne węglowodorów które może utrudnić ewakuację [9].

SUG gazowe na dwutlenek węgla

Działanie gaśnicze SUG gazowego na dwutlenek węgla polega ma podaniu do strefy gaszenia gwałtownie odparowującego dwutlenku węgla. Dwutlenek węgla może być podawany:

- do całej objętości pomieszczenia – jest to tzw. gaszenie przez całkowite wypełnienie;
- na chroniony obiekt w pomieszczeniu – jest to tzw. gaszenie miejscowe (powierzchniowe i objętościowe).

Największym zagrożeniem ze strony CO_2 dla człowieka jest jego toksyczne działanie. Skuteczne pod względem gaśniczym stężenia projektowe dla CO_2 zaczynają się od wartości 34%, natomiast z uwagi na bezpieczeństwo parametr stężenia granicznego określany jako *najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe* wynosi 27000 mg/m^3 (około 1,5% obj.).[10] NDSCH jest wartością średnią dla 15-minutowej próbki czyli opartą o nieco zawyżone kryteria. Bardziej adekwatne byłoby tu *najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe* (NDSP) czyli takie które w żadnym momencie nie może być przekroczone.

Szkodliwe efekty przy krótkotrwałym oddziaływaniu CO_2 na organizm człowieka są widoczne po przekroczeniu 6%, po przekroczeniu 10% większość osób traci przytomność w krótkim okresie czasu, a przekroczenie 17% grozi śmiercią w ciągu 1 minuty [8].

Zatrucie dwutlenkiem węgla może nastąpić: w związku z wyładowaniem tego środka do pomieszczenia, w którym mogą znajdować się ludzie lub wskutek wejścia do pomieszczenia, do którego wcześniej wyładowano CO_2, lub wskutek rozszczelnienia zbiornika, w którym przechowywany jest CO_2. Dwutlenek węgla jest to gaz 1,5 razy cięższy od powietrza i bezwonny, w przypadku rozszczelnienia instalacji gaz ten ma tendencje do wypełniania zagłębień w podłożu. Wejście człowieka do wypełnionego przez CO_2 zagłębienia może być bardzo niebezpieczne. Aby móc szybko i bezpiecznie wykryć ten gaz należy stosować nawaniacze czyli odpowiednie substancje zapachowe dodawane do składowanego w zbiornikach dwutlenku węgla. Zastosowanie się do tego wymogu zależy od przyjętej normy projektowej i wymagań klienta.

Kolejnym zagrożeniem ze strony tej technologii gaśniczej jest szok termiczny prowadzący nawet do odmrożeń. Na takie niebezpieczeństwo jest narażona osoba będąca w chwili wyładowania CO_2 pod dyszą, w szczególności dyszą kierunkową. Dysze rozproszeniowe, czyli takie, które stosuje się do gaszenia przez całkowite wypełnienie powodują mniej dotkli-

we efekty niż dysze kierunkowe stosowane do gaszenia miejscowego. Jest to uzasadnione tym, że strumień ukierunkowany, jaki jest wymagany przy gaszeniu miejscowym, ma dużo większą energię kinetyczną i powoduje znacznie silniejszy szok termiczny. Najbardziej wrażliwe na działanie CO_2 są oczy, gdyż oprócz kriogenicznego działania na odkrytych częściach ciała, tworzy się podczas wyładowania intensywny nadmuch z dyszy mogący powodować uszkodzenia fizycznie.

Dodatkowymi negatywnymi efektami towarzyszącymi tej technologii gaśniczej są: chwilowy wzrost ciśnienia, hałas towarzyszący wyładowaniu (podobnie jak w przypadku SUG na gazy obojętne i chlorowcopochodne węglowodorów) oraz chwilowe zamglenie [9] – szczególnie widoczne w pomieszczeniach wilgotnych. W przypadku objęcia pożarem strefy, w której znajdują się butle wypełnione dowolnym gazem gaśniczym – skroplonym lub sprężonym – może dojść do rozerwania butli. Aby temu zapobiec wymaga się obligatoryjnie, aby butle były składowane w miejscach, w których oddziaływanie pożaru jest zminimalizowane. Drugim obligatoryjnym wymaganiem jest konieczność stosowania zaworów bezpieczeństwa. Ponadto zbiorniki ciśnieniowe w Polsce podlegają dość rygorystycznym regulacjom prawnym, w tym muszą spełniać wymóg zgodności z dyrektywami ciśnieniowymi PED[5] (97/23/EC) i/lub TPED[6] (99/36/EC). Wymaganie to dotyczy wszystkich SUG, w których wykorzystywane są zbiorniki ciśnieniowe, czyli SUG gazowych i niektórych SUG mgłowych. Z uwagi na niebezpieczeństwo wzrostu ciśnienia wraz ze wzrostem temperatury, nie wolno przekraczać temperatur składowania poza zakres deklarowany przez producenta SUG gazowego. Jest to szczególnie istotne w przypadku gazów skroplonych gdyż do temperatury określanej jako bezpieczna występuje w zbiorniku poduszka gazowa, dzięki czemu przyrost ciśnienia jest stosunkowo łagodny. Po przekroczeniu temperatury bezpiecznej poduszka gazowa zanika, a cała objętość butli wypełniana jest cieczą i dalszy wzrost temperatury prowadzi do gwałtownego wzrostu ciśnienia grożącego rozerwaniem.

W odniesieniu do SUG gazowych na dwutlenek węgla powinny być rygorystycznie wymagane środki techniczne zapobiegające wyładowaniu do strefy, w której mogą znajdować się ludzie.

SUG aerozolowe (tzw. pirotechniczne aerozolowe generatory gaśnicze)

Działanie gaśnicze aerozolowych generatorów gaśniczych polega na spalaniu odpowiednio dobranej mieszanki, w wyniku czego powstają lotne produkty spalania o właściwościach gaśniczych. Produkty te wyrzucane są z generatora aerozolu w strumieniu w postaci białego gęstego „dymu". „Dym" ten nazwano aerozolem gaśniczym. W skład mieszanki wykorzystywanej do spalania w generatorach gaśniczych wchodzą sole metali alkalicznych – najczęściej są to węglany i azotany potasu w udziale około 80% oraz lepiszcza, żywice (polimerowe, epoksydowe, fenolowo-formaldehydowe) i włókno szklane stanowiące w sumie pozostałe 20%. Składniki są tak dobierane, aby powstały aerozol był skutecznym środkiem gaśniczym a jednocześnie lotne produkty spalania mieszanki aerozolotwórczej były jak najmniej toksyczne.

Fot. 3. Generator aerozolu podczas wyładowania

Źródło: archiwum CNBOP

Z uwagi na toksyczne właściwości aerozolów, należy unikać ich wdychania, a do usuwania pyłów osiadłych po wyładowanym generatorze stosować odpowiedni sprzęt zabezpieczający drogi oddechowe i skórę. Producenci aerozolowych generatorów gaśniczych deklarują, podpierając się stosownymi wynikami badań, że aerozole są nieszkodliwe. I jest to na ogół prawda o ile kontakt z aerozolem jest rzeczy-

wiści krótki, to jest taki, jaki może zajść podczas wyładowania generatora i ewakuacji – rzędu kilku minut. Stopień faktycznego zagrożenia toksycznymi właściwościami aerozoli zależy z jednej strony od składu mieszanki aerozolotwórczej, a z drugiej strony zależy od czasu i dróg oddziaływania aerozolu na człowieka.

Aerozolowe generatory gaśnicze podczas działania wytwarzają strumień aerozolu o gradiencie temperatury malejącym w kierunku wyrzutu aerozolu – podobnie jak płomień w palniku. Na podstawie przeprowadzonych w CNBOP badań generatorów aerozolu kilku producentów stwierdzono, że w odległości 3 cm od generatora temperatura może dochodzić do 800°C, a w odległości 100 cm temperatura niejednokrotnie przekraczała 200°C. Znalezienie się w bliskiej odległości od generatora w jego strumieniu grozi poparzeniem. Szczególnie niebezpieczne jest bezpośrednie oddziaływanie gorącego strumienia aerozolu na oczy. Kolejnym niebezpieczeństwem związanym z tą technologią gaśniczą jest utrata widoczności i w konsekwencji utrata orientacji przestrzennej oraz wystraszenie się efektami „dymienia" generatorów z możliwością wybuchu paniki włącznie.

W odniesieniu do SUG aerozolowych zaleca się, aby były wymagane środki techniczne zapobiegające wyładowaniu do strefy, w której mogą znajdować się ludzie – szczególnie jest to istotne, jeśli strefa gaszenia jest stosunkowo duża.

Wnioski

Największym niebezpieczeństwem, jakie stwarzają technologie gaśnicze stosowane w stałych urządzeniach gaśniczych jest ich nieznajomość. Brak podstawowych wiadomości z zakresu działania stałych urządzeń gaśniczych i wykorzystywanych tam technologii może mieć tragiczne konsekwencje. Wiedząc, jak urządzenie działa i co grozi osobom przebywającym w ich zasięgu możemy podejmować racjonalne decyzje minimalizując ewentualne zagrożenia.

Innym równie dużym niebezpieczeństwem jest nieznajomość ogólnej procedury organizacji akcji gaśniczej przez osoby przebywające w obiekcie, na którym funkcjonuje stałe urządzenie gaśnicze. Zaznajamiając się z rozmieszczeniem dróg ewakuacyjnych, sygnałami alarmowymi i innymi tego typu zaleceniami oraz stosując się do tych zaleceń możemy znacznie podnieść swoje bezpieczeństwo. Podstawowe informacje dotyczące postępowania w sytuacjach krytycznych powinny być umieszczone na tablicach rozmieszczonych w pomieszczeniach i wejściach do pomieszczeń chronionych przez SUG. Zaleceniem dla producentów[1] SUG jest zastosowanie odpowiednich środków technicznych zapobiegających uruchomieniu urządzenia gaśniczego z niebezpiecznym środkiem gaśniczym w przypadku, gdy wewnątrz strefy gaśniczej mogą znaleźć się ludzie. Ważnym zadaniem producenta urządzenia gaśniczego jest prowadzanie odpowiednich szkoleń dla personelu. Wspólnym zadaniem dla producenta urządzenia gaśniczego i administratora obiektu, na którym to urządzenie funkcjonuje jest zastosowanie odpowiednich środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających wejściu do strefy gaszenia osób postronnych. Realizowane jest to m.in. przez rozmieszczenie odpowiednich tabliczek informacyjnych, ostrzegawczych, instrukcji obsługi, sygnalizacji świetlnej i akustycznej. Zaleceniem dla administratorów obiektów jest pomoc w skutecznej realizacji zadań stawianych w tym zakresie producentom SUG oraz nadzór nad ich realizacją.

W dalszej kolejności zaleceniem dla personelu jest przyswojenie i przećwiczenie procedur postępowania na wypadek pożaru i związanego z pożarem zadziałania SUG. Ideałem byłyby okresowe ćwiczenia na obiekcie z udziałem jednostki straży pożarnej.

Literatura

1. Fire Protection Handbook - NFPA 2008 – Twentieth Edition;
2. Cortina, T. A., – *Water Mist Fire Suppression System Health Hazard Evaluation: Response to Questions Posed by the US Environmental Protection Agency*- Halon Alternatives Research Corporation, Washington, DC, August 1995;
3. *Halon Alternatives* – A report on fire extinguishing performance characteristics of some gaseous alternatives to Halon 1301 – LPR6: July 1996 – Loss Prevention Council
4. Wilczkowski S.– *Środki gaśnicze* – Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie – Kraków 1999;
5. PN-EN 15004-1:2008 Stałe urządzenia gaśnicze.

[1] Producent rozumiany jako podmiot odpowiedzialny za jakość urządzenia gaśniczego/ instalacji gaśniczej na etapie projektowania, montażu i włączenia do eksploatacji.

Urządzenia gaśnicze gazowe. Część 1: Ogólne wymagania dotyczące projektowania i instalowania;
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 maja 1997 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich dotyczących urządzeń ciśnieniowych (Dz. Urz. WE L 181 z 09.07.1997);
7. Dyrektywa Rady z dnia 29 kwietnia 1999 r. w sprawie transportowych urządzeń ciśnieniowych (Dz. Urz. WE L 138 z 1.06.1999).
8. *Carbon Dioxide as a Fire Suppressant: Examining the Risks U.S. Environmental Protection Agency* - Agency Office of Air and Radiation Stratospheric Protection Division - February 2000 http://www.epa.gov/ozone/snap/fire/co2/co2report.pdf z 15.06.2010.
9. Wnęk W., Kubica P., *Czy dwutlenek węgla jako środek gaśniczy powinien odejść do lamusa?* http://www.sgsp.edu.pl/uczelnia/kbb/tsz/materialy/zalaczniki/co2.pdf z 15.06.2010
10. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1989 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (Dz. U. z 1995 r. nr 69 poz. 351)
11. INERGEN® SYSTEM GAŚNICZY tyco / Fire and Security/ Tyco Integrated Systems http://www.tycoeurope.com/fileadmin/user_upload/Poland/PDF/Exting/Inergen_folder.pdf z 15.06.2010

Recenzenci:
bryg. dr inż. Waldemar Wnęk
st. kpt. mgr inż. Przemysław Kubica

bryg. mgr inż. **Tomasz KRASOWSKI**
Dowódca JRG2 Siedlce

TECHNIKI EWAKUACJI POSZKODOWANYCH NIEPRZYTOMNYCH W ZDARZENIACH CHEMICZNYCH

Techniques of evacuation of the unconscious injured people in chemical events

Streszczenie
Autor opisuje zasady i potencjalne problemy, które można spotkać w przypadku ewakuacji poszkodowanego ze strefy zagrożenia w zdarzeniach chemicznych.
Rozważania autora dotyczą zastosowania przez ratowników odpowiednich technik umożliwiających ewakuację poszkodowanego w pozycji bocznej, na noszach typu „deska", a ponadto radzenie sobie w sytuacji kiedy strażacy są wyposażeni w sprzęt specjalistyczny utrudniający poruszanie się z noszami. Fotografia i ich opisy pomagają zrozumienie tego istotnego, a często niedocenianego problemu.

Summary
The author describes the principles and problems with proper evacuation of unconscious casualties from danger zone in case of chemical emergencies. The basic consideration is to maintain open airways that requires evacuation in lateral decubitus position of casualty. Moreover firefigthers are usually equipped with protective gear that restricts their ability to carry the stretcher. The descriptions and pictures are provided to help to solve some technical problems associated with this very important, but usually underesitmated issue.

Słowa kluczowe: zdarzenia chemiczne, ratownictwo, ewakuacja, nosze typu "deska".
Key words: chemical events, rescue, evacuation, stretcher.

Trochę o taktyce, ale inaczej

Zdarzenia tzw. chemiczne to akcje, w których może wystąpić znaczna liczba poszkodowanych w trudnym do wytyczenia obszarze. Prawdopodobnie głównymi problemami będą zatrucia wziewne lub oparzenia górnych dróg oddechowych mogące skutkować stanem nieprzytomności poszkodowanych. Działania ratownicze w tego typu zdarzeniach są skomplikowane, a mogą też być jeszcze znacznie utrudnione ze względu na możliwość szybkiego rozprzestrzeniania się niebezpiecznego medium, jeżeli będzie nim gaz lub aerozol. Efektem tego będzie niewątpliwy problemem w określeniu strefy zagrożenia przy braku możliwości ograniczenia zagrożenia do przestrzeni zamkniętej.

Obserwacje i analizy ćwiczeń oraz zdarzeń rzeczywistych wykazały, że w przypadku dużej liczby poszkodowanych z powodu oddziaływania substancji chemicznych (Moskwa 2002r. 130 ofiar śmiertelnych, Tokio 1995r. 12 ofiar śmiertelnych 3 tys. rannych) wielkie znaczenie ma sprawna i właściwa pod względem jakościowym przyjęta technika ewakuacji poszkodowanych ze strefy zagrożenia. Można postawić nietrudną do udowodnienia tezę, że nie tylko szybkość, ale i jakość zastosowanych technik ewakuacji, a także właściwe postępowanie medyczne jeszcze w strefie zagrożenia może mieć decydujące znaczenie dla stanu poszkodowanych w zdarzeniach chemicznych spowodowanych katastrofą naturalną czy awarią techniczną (w tym działalnością terrorystyczną).

Podkreślić także należy fakt, że zawsze priorytetowe działania strażaków przybywających na miejsce zdarzenia skupiają się przede wszystkim wokół ratowania i ewakuacji ludzi ze strefy zagrożenia, a dopiero w następnej kolejności podejmowane są działania związane z zatrzymaniem emisji czy neutralizacją substancji i odkażaniem sprzętu.

Zdarzenie chemiczne, jak każde inne, gdzie jest więcej niż jeden poszkodowany, jest zdarzeniem mnogim, aż do momentu, w którym w wy-

niku segregacji medycznej, rozumianej jako proces określania priorytetów leczniczo-transportowych, nie okaże się, że liczba poszkodowanych w grupie „czerwonej" (na przykład poszkodowani nieprzytomni, z niedrożnością dróg oddechowych, czy oparzeniami chemicznymi dróg oddechowych) czyli potrzebujących natychmiastowych działań ratowniczych (w tym ewakuacji ze strefy zagrożenia), przekracza możliwości obecnych w danym momencie na miejscu zdarzenia czy strefie podmiotów ratowniczych. Wtedy to zdarzenie staje się zdarzeniem masowym.

W chemicznym zdarzeniu masowym już w strefie zagrożenia pojawia się konieczność segregacji poszkodowanych dla właściwego wykorzystania przeważnie niewystarczających sił i środków. W zdarzeniu chemicznym będzie to polegało na rozpoznaniu osób bez czynności życiowych, aby nie absorbować sil fizycznych ratowników na ich ewakuację. Działający w strefie zagrożenia wyszkoleni ratownicy PSP (nieupoważnieni do stwierdzenia zgonu), mogą odstąpić od resuscytacji i w warunkach zdarzenia masowego oznaczają osoby bez oddechu (pomimo udrożnienia dróg oddechowych) kolorem „żółtym" nadając im wtórny priorytet ewakuacyjny. Pragnę tylko przypomnieć, że zgodnie z wytycznymi rat - med. KSRG ratownicy nie przystępują do resuscytacji w następujących okolicznościach:

1. **Poszkodowany przebywał pod powierzchnią wody powyżej 120 minut;**
2. **Zdarzenie zostało uznane za masowe;**
3. **Nie ma możliwości technicznych prowadzenia resuscytacji** (np. widoczne obrażenia poszkodowanego wykluczają techniczne możliwości prowadzenia resuscytacji).

Osoby nieprzytomne z oznakami życia są oznaczane jako „czerwone" i ewakuowane z najwyższym priorytetem przy pomocy standardowych noszy typu deska lub technik alternatywnych (np. nosze płachtowe ze stelażem) do punktu/obszaru dekontaminacji. Osoby poruszające się o własnych siłach są również oznaczane kolorem „czerwonym", (gdyż wymagają natychmiastowej ewakuacji) i wyprowadzane oraz grupowane na granicy strefy, przed punktem dekontaminacji. Kolejność ewakuacji często jest problemem natury moralnej ratowników.

W razie braku możliwości prowadzenia segregacji w strefie, segregacja osób ewakuowanych odbywa się na granicy strefy przy obszarze dekontaminacji. Nieprzytomne, ewakuowane osoby powinny być układane na noszach typu deska (w przypadku braku noszy - na podłożu, w miarę możliwości na folii termoizolacyjnej) w sposób umożliwiający swobodny dostęp w celu udzielenia kwalifikowanej pierwszej pomocy (np. tlenoterapia bierna) i po dekontaminacji realizowania medycznych czynności ratunkowych, a więc w odległości ok. 1,5 m od siebie.

Decyzję o uznaniu zdarzenia za masowe podejmuje, na podstawie wyników rozpoznania i segregacji pierwotnej, pierwszy kierownik działań ratowniczych (KDR). Moment podjęcia tej niezwykle ważnej decyzji musi być właściwie udokumentowany i zarejestrowany na nośnikach elektronicznych, szczególnie w Stanowisku Kierowania PSP. Tak długo, jak zdarzenie ma charakter masowy, sytuacja prawna ratowników jest szczególna i są oni upoważnieni do realizacji określonych kompromisów medycznych i ratunkowych, podporządkowanych zasadzie ratowania tylu osób, ile jest możliwe.

Najważniejszym elementem procesu likwidacji skutków skażeń chemicznych jest **dekontaminacja wstępna**, realizowana w początkowej fazie działań po ewakuacji poszkodowanych ze strefy. Zgodnie z wiedzą medyczną, dobrą praktyką ratowniczą i zaleceniami Unii Europejskiej, zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa poszkodowanych ma dekontaminacja wstępna polegająca na usunięciu odzieży osoby poszkodowanej, spłukaniu twarzy i włosów oraz zastosowaniu ubrania zastępczego. Umożliwia to usunięcie 85-95% skażenia.

Zdarzenia chemiczne zawsze wymagają dekontaminacji. Dekontaminacja zaś dużej liczby poszkodowanych stwarza poważne problemy organizacyjne i aktualnie w polskim ratownictwie nie funkcjonuje jednolita doktryna dotycząca tego typu problemów. W razie zapotrzebowania na działania z zakresu dekontaminacji wykorzystuje się doraźnie ograniczone możliwości techniczne Państwowej Straży Pożarnej, wojska i cywilnych jednostek zakładowych ratownictwa chemicznego.

Technika ewakuacji ze strefy

W nowoczesnym ratownictwie, w aspekcie przemieszczania poszkodowanych obowiązuje zasada, że zmiana położenia poszkodowanego dopuszczalna jest jedynie wówczas, gdy udzielenie mu pomocy w miejscu zastania przez ratowników jest niemożliwe lub poszkodowany przebywa w strefie zagrożenia i konieczna jest jego ewakuacja. Przy emisji środków chemicznych szybka ewakuacja jest prawie zawsze koniecznością, gdyż szybkie odizolowanie dróg oddechowych poszkodowanego od atmosfery toksycznej jest przeważnie niemożliwe. Szybka, to nie znaczy jednak, że chaotyczna, z pominięciem pryncypiów i pewnych obowiązujących już w ratownictwie zasad technicznych. Nie jest to łatwe, bo dodatkowych bagażem ratownika, nie ułatwiającym mu zadania, jest przecież sprzęt ochrony dróg oddechowych (ODO) i chemiczne ubranie gazoszczelne (CUG).

Warunkiem uniknięcia dodatkowych urazów i związanych z nimi obrażeń lub powikłań (w szczególności niedrożności dróg oddechowych) u poszkodowanego podczas jego ewakuacji ze strefy do punktu dekontaminacji jest przestrzeganie kilku podstawowych zasad:

a) przemieszczanie poszkodowanego - ewakuacja w chemicznych ubraniach gazoszczelnych powinno być realizowane minimalnie **siłami trzech ratowników;**

Fot. 1 Przemieszczanie poszkodowanego metodą trzech ratowników
Źródło: Fotografie własne autora

b) poszkodowany nieprzytomny powinien być przemieszczany (ewakuowany) na noszach **w pozycji na boku** (w zbliżonej do pozycji bocznej ustalonej, bez zestawu do unieruchomienia głowy). Pozycja taka uniemożliwia zapadanie się podstawy języka i jej kontakt z tylną ścianą gardła, co u nieprzytomnego poszkodowanego może spowodować niedrożność dróg oddechowych i w wyniku tego śmierć. Dzięki jej zastosowaniu zmniejsza się też ryzyko zachłyśnięcia się osoby poszkodowanej treścią wymiocin – takie zagrożenie jest wysoce prawdopodobne w zdarzeniu chemicznym. Jeżeli jest możliwość i czas aby odizolować poszkodowanemu drogi oddechowe od atmosfery chemicznej, należy to wykorzystać. Dobrym rozwiązaniem będzie tu **zastosowanie standardowego zestawu do tlenoterapii z R1;**

Fot. 2. Pozycja poszkodowanego „**w pozycji na boku”** na noszach typu deska
Źródło: Fotografie własne autora

c) przed rozpoczęciem jakiegokolwiek przemieszczania, ratownicy powinni wykonać próbę mocowania poszkodowanego i sposobu uchwytu noszy;
d) poszkodowany powinien być zapięty równolegle, **ułożonymi** w kierunku prostopadłym do osi noszy minimum **dwoma pasami** (rozsądny kompromis pomiędzy jakością a czasem) w sposób uniemożliwiający obrócenie się poszkodowanego na plecy;
e) w trakcie przemieszczania poszkodowanego wolne pasy i ich końce nie mogą luźno zwisać poza obręb noszy;

Fot. 3 Próba stabilności układu i pochwytu noszy

Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 4 Zapięcie poszkodowanego dwoma pasami

Źródło: Fotografie własne autora

f) przemieszczanie w strefie jak i poza nią należy realizować wg zasady „nogami w kierunku marszu", możliwie z zachowaniem pozycji horyzontalnej poszkodowanego. Dotyczy to również jego ewentualnego przemieszczania po schodach lub po nierównościach terenu;

Fot. 5 Prawidłowe zapięcie pasami przed rozpoczęciem przemieszczania
Źródło: Fotografie własne autora

Fot.6 Przemieszczanie wg zasady „nogami w kierunku marszu”
Źródło: Fotografie własne autora

g) przemieszczanie po znacznych nierównościach terenu - np.: z nasypu kolejowego, schodami z metra czy dworca kolejowego powinno być również realizowane przy zachowaniu poziomej pozycji noszy. Można to osiągnąć idąc bokiem do nierówności, zachowując poziomą pozycję noszy równoległą do nachylenia terenu. Nie będzie to również problemem na schodach pod warunkiem, że będą one wystarczająco szerokie. Trzeci ratownik w tego typu przypadku pełni rolę „strażnika” stabilizacji układu i poziomuje nosze z poszkodowanym;

Fot. 7 Przemieszczanie po nierównościach terenu (nasyp)
Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 8 Przemieszczanie po nierównościach terenu (schody z dworca kolejowego)
Źródło: Fotografie własne autora

h) wyznaczając roty do ewakuacji zawsze trzeba się upewnić czy wszyscy współpracujący w rocie przy noszach ratownicy wiedzą jaka jest przyjęta technika ewakuacji, bo ich współdziałanie musi być harmonijne i sprawne;

Fot. 9 Niewłaściwe ułożenie poszkodowanego na plecach
Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 10 Niewłaściwa pozycja noszy z poszkodowanym
Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 11 Niedopuszczalne przemieszczanie się ratownika tyłem
Źródło: Fotografie własne autora

i) gdy rota przenosi poszkodowanego, wówczas tylko jeden ratownik wydaje polecenia – powinien nim być ratownik trzymający nosze przy głowie poszkodowanego;
j) w szczególnych przypadkach możliwe, a czasem konieczne jest przemieszczanie poszkodowanego na noszach siłami dwóch ratowników w ubraniach gazoszczelnych – w takich przypadkach trzymają oni nosze z boku; sytuacja taka nastręcza szczególne trudności z zachowaniem poziomego położenia noszy w czasie pokonywania dużych nierówności terenu, np. schodów, ponieważ przemieszczanie się ratownika tyłem jest niedopuszczalne.

Podsumowanie

Należy bezwzględnie pamiętać, że zawsze optymalną pozycją dla poszkodowanego nieprzytomnego podczas ewakuacji ze strefy zagrożenia w zdarzeniach chemicznych jest pozycja pozioma na boku. Można to uzyskać stosując standardowe nosze typu deska. Stosując tę technikę należy zwrócić szczególną uwagę na perfekcyjne opanowanie manewrów z poszkodowanym szczególnie w czasie poruszania się na pochyłościach terenu lub schodach. Nie jest to łatwe, bo dodatkowym utrudnieniem jest bagaż własnych i koniecznych ochron osobistych (CUG i ODO) ratownika. Bez wcześniejszego treningu i perfekcyjnego opanowania technik mocowania poszkodowanego do noszy, twórczej improwizacji opartej zawsze na zrozumieniu priorytetów i zagrożeń związanych z urazami wtórnymi, nie jest to możliwe. Jednakże wyszkolenie i „kulturę ratowniczą formacji" ocenia się też przez pryzmat stosowanych przez nią technik. Szczególnie zaś technik ratowniczych związanych w sposób bezpośredni z poszkodowanym.

Recenzenci:
dr n. med. Robert Gałązkowski,
lek. med. Ignacy Baumberg.

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 przesyłać w wersji drukowanej oraz w postaci elektronicznej w formacie Word.
Autor: Przy nazwisku autora/ów należy podać pełną nazwę i adres instytucji, a w przypadku autora wiodącego także adres korespondencyjny (tel., fax oraz e-mail) - do wiadomości redakcji.
Tytuł: Tytuł powinien być krótki i zwięzły. (Times New Roman 16 pkt).
Abstrakt: Abstrakt w języku angielskim i polskim (lub języku ojczystym i angielskim), długości do 250 słów, powinien odzwierciedlać strukturę i treść pracy. (Times New Roman 10 pkt)
Słowa kluczowe: Należy podać słowa kluczowe, zarówno w języku polskim, jak i angielskim, zawierające łącznie do 10 wyrazów. Słowa kluczowe nie powinny być powtórzeniem tytułu.
Tekst: Struktura artykułu musi odpowiadać ogólnym zasadom przygotowywania publikacji naukowych. Wstęp powinien zawierać syntetyczną prezentację stanu wiedzy na dany temat oraz określenie celu i zakresu pracy. Informacje na temat materiałów i metod badań powinny umożliwiać powtórzenie procedur i otrzymanie porównywalnych wyników. Wyniki powinny być przedstawione wyczerpująco i jasno, a ich interpretacja porównana z wynikami innych autorów. Zakończenie powinno przedstawiać jasno sformułowane wnioski wynikające z uzyskanych wyników i ich interpretacji.
Literatura: Odwołania do literatury w tekście artykułu powinny zawierać nazwisko autora i rok publikacji. W dołączonym spisie „Literatura" należy zamieścić wszystkie cytowane pozycje w porządku alfabetycznym wg nazwisk (pierwszego z autorów w przypadku prac zespołowych), wymieniając wszystkich autorów. Nazwiska pisane cyrylicą powinny być podane w transkrypcji zgodnie z normą PN-83/N-01201. Zalecane jest odwoływanie się głównie do publikacji recenzowanych. Tytuły czasopism należy podawać w pełnym brzmieniu.
Tabele, ryciny, ilustracje: Tabele należy dodatkowo przygotować w oddzielnym załączniku. Rysunki, zasadniczo czarno-białe, należy nadsyłać w formie gotowej do druku. Wszystkie tytuły, opisy i podpisy tabel i rysunków muszą być maksymalnie krótkie ze względu na konieczność dublowania ich w wersji angielskiej.
Copyright: Razem z korektą autor 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 przesyłać na adres:
Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej 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 mentioned 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 Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
ul. Nadwiślańska 213
05-420 Józefów k/Otwocka
CNBOP's Quarterly
e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl

KOMITET REDAKCYJNY
dr inż. Eugeniusz W. ROGUSKI – przewodniczący – PCA
mł. bryg. dr inż. Dariusz WRÓBLEWSKI – redaktor naczelny
dr inż. Stefan WILCZKOWSKI
dr Tomasz WĘSIERSKI
st. kpt. 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 Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego
Ochrony Przeciwpożarowej
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 (4 pkt.)
Informacja na podstawie Komunikatu nr 8 Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 marca 2009 roku.

SPIS TREŚCI

Od Redakcji 5

I. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE

1. A. Leleń — Zarządzanie zasobami ludzkimi przedsiębiorstwa. 9

2. J. Wołejszo — Organizacja pracy własnej kierownika 23

II. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

1. J. Cybulska — W świecie informacji. Cele i zadania public relations. 31

III. BADANIA I ROZWÓJ

1. T. Węsierski — Funkcje probitowe jako narzędzie oceny skutków uwolnienia niebezpiecznych substancji chemicznych. Symulacja obliczeń dla uwolnienia się gazowego chloru 35

2. M. Łudzik — Gaśnice. Badania wybranych parametrów techniczno-użytkowych. 41

3. M. Nagrodzka, D. Małozięć — Rola środków ogniochronnych w tworzywach sztucznych 51

4. T. Węsierski — Chemia i toksykologia epichlorydyny pod kątem przydatności dla działań straży pożarnych. Podstawy analizy ryzyka 61

5. T. Kiełbasa — Generatory aerozoli gaśniczych stosowane w ochronie przeciwpożarowej 73

6. R. Gałązkowski — Program szkolenia wstępnego i doskonalącego dla pilotów śmigłowców ratunkowych jako modelowa propozycja właściwego przygotowania do operacji ratowniczych. 93

IV. CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

1. J. Zboina, G. Mroczko — Nowelizacja rozporządzenia MSWiA – istotne zmiany w systemie dopuszczania wyrobów do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej 103

1. Jednostka Certyfikująca — Wykaz świadectw dopuszczenia II/2010 110

2. Jednostka Certyfikująca — Wykaz certyfikatów CNBOP II/2010 114

3. Zakład Aprobat Technicznych — Wykaz Aprobat Technicznych CNBOP II/2010 116

V. TECHNIKA I TECHNOLOGIA

1. P. Zbrożek, J. Prasuła — Zagrożenia dla ludzi związane z działaniem stałych urządzeń gaśniczych (SUG) 117

VII. Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

1. T. Krasowski — Techniki ewakuacji poszkodowanych (nieprzytomnych) w zdarzeniach chemicznych. 127

Wymagania dla autorów 135
Recruitments for authors 136

CNBOP, czerwiec 2010

Szanowni Czytelnicy,

Z przyjemnością prezentujemy Państwu drugi numer kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza", który został wydany w nowej szacie graficznej.

Jednakże nie tylko z powodów estetycznych uważamy bieżący numer za godny polecenia. Zawarliśmy w nim bardzo interesujące artykuły dotyczące ratownictwa w zdarzeniach chemicznych (zarówno teoretyczne, jak i praktyczne), a także teksty naszych pracowników dotyczące dziedzin badań, którymi zajmuje się CNBOP, takich jak badania Stałych Urządzeń Gaśniczych, środków ogniochronnych w tworzywach sztucznych czy wreszcie samych gaśnic. Bardzo ciekawy tekst poświęcony jest nowelizacji rozporządzenia MSWiA dotyczącego istotnych zmian w systemie dopuszczania wyrobów do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej. Ponadto prezentujemy również artykuły dotyczące dziedzin wiedzy takich jak organizacja i zarządzanie oraz nauki humanistyczne i społeczne, które mają istotny wpływ na funkcjonowanie firmy, w tym również tej, która porusza się w obszarze bezpieczeństwa.

Rada Redakcyjna Kwartalnika pragnie w bieżącym numerze szczególnie wyróżnić artykuł pana **doktora nauk medycznych Roberta Gałązkowskiego** „Program szkolenia wstępnego i doskonalącego dla pilotów śmigłowców ratunkowych jako modelowa propozycja właściwego przygotowania do operacji ratowniczych". Autor przedstawia w nim nowatorski program szkolenia pilotów dla nowych helikopterów Lotniczego Pogotowia Ratunkowego - EC135.

Szanowni Państwo, dla każdej redakcji wielką radością jest świadomość, że praca, którą wkłada w przygotowanie każdego kolejnego numeru jest doceniana. Cieszy nas, iż po prostu „jesteśmy czytani". Jasnym dowodem na to jest rekomendacja, którą uzyskało nasze czasopismo od Pana Premiera, Ministra Gospodarki Waldemara Pawlaka, który od wielu lat interesuje się innowacyjnymi rozwiązaniami i nowoczesną technologią. Poczytujemy sobie za wielki zaszczyt, iż jest on jednym z naszych Czytelników.

Pragniemy poznać opinie Państwa na temat naszego pisma i dlatego pozwalamy sobie przesłać naszym stałym Czytelnikom krótką ankietę dotyczącą oceny Kwartalnika. Będziemy wdzięczni za jej wypełnienie i przesłanie na adres Redakcji. Pozwoli nam to z jednej strony na ocenę naszych dotychczasowych starań, a drugiej strony wprowadzenie zmian, które byłyby w zgodzie z naszą linią i jednocześnie z zainteresowaniami naszych Czytelników.

Przecież to dla Was już piąty rok tworzymy nasz Kwartalnik.

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
st. kpt. mgr inż. Jacek Zboina – członek Komitetu Redakcyjnego
mgr Joanna Cybulska – Sekretarz Redakcji

Szanowni Państwo

Bezpieczeństwo powszechne gwarantują: doskonała organizacja, nowe techniki i technologie będące efektem badań innowacyjnych i rozwojowych wzmocnione najlepszymi praktykami.

Wszystko to można znaleźć w Kwartalniku **Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej.**

Dlatego czytam **„Bezpieczeństwo i Technikę Pożarniczą"** i rekomenduję to czasopismo wszystkim, dla których bezpieczeństwo to nie tylko puste słowa.

Waldemar Pawlak
Wiceprezes Rady Ministrów,
Minister Gospodarki
Prezes Zarządu Głównego ZOSP RP

Anna LELEŃ
Dział Spraw Pracowniczych
i Organizacyjnych CNBOP

ZARZĄDZANIE ZASOBAMI LUDZKIMI PRZEDSIĘBIORSTWA

Human resources management

Streszczenie

W pierwszej części niniejszego artykułu opisano podstawowe kwestie z zakresu polityki kadrowej. Zdefiniowano pojęcia, cel i zakres zarządzania zasobami ludzkimi, omówiono szereg istotnych elementów z zakresu planowania zasobów ludzkich, pozyskiwania nowych pracowników, jak również motywowania pracowników. Przedmiotem drugiej części artykułu będzie zarządzanie w głównych obszarach zadaniowych funkcji personalnej jakimi są m.in. rozwój i ocenianie pracowników oraz kształtowanie wynagrodzeń.

Summary

The first part of the article is introducing the main definitions, goals and range of management of human resources in every organization. The author is describing planning of human resources, recruitment and people motivation. The second part will be devoted to staff development, staff assessment and salary policy in the organization.

Słowa kluczowe: personel, zasoby ludzkie, planowanie zatrudnienia, motywowanie, czynniki motywacji.

Key words: staff, human resources, employment, motivation.

Wstęp

Przedmiotem decyzji podejmowanych w procesie zarządzania zasobami ludzkimi są istotne kwestie personalne. Opisane zagadnienia mogą zainteresować osoby zarządzające przedsiębiorstwem, jak również kierowników, którzy nie mają możliwości korzystania z doradztwa specjalistów do spraw personelu. Kierownicy ci będą w stanie skuteczniej działać w danej dziedzinie, kiedy lepiej zrozumieją racjonalne podstawy polityki i praktyki personalnej, ich funkcjonowanie w przedsiębiorstwie oraz ogólne korzyści, jakie przynoszą firmie i pracownikom. Informacje zawarte w tym artykule dotyczące m.in. planowania zasobów ludzkich, pozyskiwania nowych pracowników oraz ich motywowania będą pomocne dla wszystkich osób wykonujących ważną i odpowiedzialną pracę, jaką jest kierowanie ludźmi w firmie.

Pojęcie, cel i zakres zarządzania zasobami ludzkimi

Zdefiniowanie zarządzania zasobami ludzkimi wymaga wyjaśnienia pojęcia zasobu ludzkiego. Po pierwsze, należy przyjąć, że ludzie nie są zasobem, lecz dysponują zasobem, czyli ogółem cech i właściwości ucieleśnionych w nich, które umożliwiają pełnienie różnych ról w organizacji. Do najważniejszych składników zasobu ludzkiego należą: wiedza, zdolności, umiejętności, zdrowie, postawy i wartości oraz motywacja. Po drugie należy pamiętać, iż właścicielem zasobu ludzkiego są poszczególni pracownicy i to oni ostatecznie decydują o stopniu zaangażowania tego zasobu podczas pracy[1].

Ludzie są najcenniejszym zasobem każdej organizacji, dlatego, że oni kreują image danej firmy, to oni są kreatywni, przedsiębiorczy, posiadają możliwość uczenia się, doskonalenia swego potencjału, są więc strategicznym zasobem firmy i jak każdy zasób strategiczny są źródłem szans i zagrożeń. Zarządzanie ludźmi powinno więc zmierzać do wykorzystania tych szans i ograniczenia zagrożeń. Pracownicy z ich zdolnościami, wiedzą, doświadczeniem i mo-

[1] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie - procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003, s. 36.

tywacją do pracy są najsilniejszym wyróżnikiem dla firmy. Posiadanie takiego zasobu wymaga odpowiedniego zarządzania, a z uwagi na to, dla ludzi używa się terminu kierowanie nimi. Funkcjonowanie każdej organizacji zawsze wymagało kierowania ludźmi. Tyle, że podejście do problemu wykorzystania zasobów ludzkich zmieniało się, ponieważ zmieniały się same organizacje, otoczenie oraz sami ludzie. Przynajmniej w zakresie tego, co wiadomo o ich możliwościach wyrażania myśli, poglądów czy postaw w organizacjach.

Zarządzanie zasobami ludzkimi oznacza ogół działań związanych z dysponowaniem posiadanymi zasobami ludzkimi przez daną organizację, podejmowanych dla osiągnięcia jej celów, którym nadaje się strategiczne znaczenie. Pojęcie „zarządzanie zasobami ludzkimi" zaczęło pojawiać się w literaturze z zakresu zarządzania na początku lat 70.XX wieku i stopniowo wypierało wcześniej używane pojęcia, takie jak „zarządzanie personelem" czy „zarządzanie kadrami". Zmiana stosowanej terminologii wynika z odmiennego podejścia do zatrudnionych pracowników. „Zarządzanie zasobami ludzkimi" w odróżnieniu od „zarządzania personelem" polega na postrzeganiu pracowników organizacji jako strategicznych, cennych zasobów. Tymczasem „zarządzanie personelem" było raczej kojarzone z administracyjnym podejściem do zatrudnionych pracowników[2].

M. Armstrong zarządzanie zasobami ludzkimi definiuje jako „strategiczne, spójne i wszechstronne spojrzenie na problemy związane z kierowaniem i rozwojem zasobów ludzkich w ramach struktury przedsiębiorstwa, przy czym każdy aspekt tego procesu stanowi istotny element zarządzania organizacją jako całością. W istocie zarządzanie zasobami ludzkimi oznacza pewną ideologię, opartą na przekonaniu, iż organizacje (struktury) istnieją po to, by dostarczać klientom pewnych wartości (dóbr). Zarządzanie zasobami ludzkimi postrzega ludzi jako cenne źródło sukcesów firmy i traktuje ich nie jako koszty zmienne, lecz raczej jako majątek trwały, stąd też stoi na stanowisku, iż należy im zapewnić jak najlepszych przywódców i możliwości pełnego rozwoju posiadanych zdolności"[3].

Biorąc powyższe rozważania pod uwagę, termin zarządzanie zasobami ludzkimi rozumieć należy jako strategiczną koncepcję, traktującą ten zasób organizacji, jakim są jej pracownicy w sposób podmiotowy – uwzględniając ich potrzeby, oczekiwania oraz optymalnie wykorzystującą owy zasób w odpowiednim miejscu i czasie zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym, zgodnie z celami, a także misją organizacji[4].

Cele zarządzania zasobami ludzkimi w ujęciu dokonanym przez M. Armstronga określić można następująco:

- „umożliwić kierownictwu osiągnięcie wyznaczonych celów poprzez zaangażowanie personelu,
- w pełni wykorzystać możliwości i umiejętności wszystkich zatrudnionych osób,
- podsycać zaangażowanie pracowników w pracę poprzez ścisłą kontrolę jakości ich działań, a także kontrolę jakości całej organizacji,
- spajać i integrować zasadę polityki dotyczącej zasobów ludzkich z planami rozwoju firmy oraz umacniać odpowiednią kulturę lub, gdy zachodzi taka potrzeba – czuwać nad przeprowadzeniem niezbędnych przemian,
- opracować spójny zestaw zasad polityki personalnej i zatrudnienia, co ma na celu optymalną obsadę stanowisk oraz poprawę jakości pracy,
- stworzyć takie warunki pracy, dzięki którym będą się mogły uwolnić drzemiące w pracownikach pokłady energii i kreatywności,
- stworzyć takie warunki, w których nowatorstwo, praca zespołowa oraz jakość totalna będą się mogły w pełni rozwijać,
- podtrzymywać gotowość do elastycznego działania w ramach tzw. „organizacji zdolnej do adaptacji", a zarazem po to, aby wciąż dążyć do doskonałości"[5].

[2] Zob. W. Golnau (pod red.), *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, CeDeWu Wydawnictwa Fachowe, Warszawa 2004, s. 11.

[3] M. Armstrong, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategia i działanie*, Wyd. Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1996, s. 9.

[4] Zob. L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie zasobami ludzkimi w firmie – Teoria i praktyka*, Biblioteczka Pracownicza, Warszawa 2000, s. 25.

[5] M. Armstrong, *Zarządzanie …*", dz. cyt., s. 17-18.

Od lat 70. do chwili obecnej – model zarządzania zasobami ludzkimi charakteryzuje się silnymi związkami polityki kadrowej ze strategią firmy i kompleksowym ujęciem problemów. Zarządzanie strategiczne zasobami ludzkimi w tym modelu skierowane jest na długofalowy rozwój pracowników i tworzenie innowacyjnego klimatu w przedsiębiorstwie. Polityka kadrowa w obecnej fazie charakteryzuje się działalnością operacyjną i strategiczną. Rozwój zaś funkcji personalnej przebiegał na świecie w 3 fazach:

1. pierwsza faza (operacyjna) w latach 1900 – 1945 - charakteryzowała się tym, że działy kadr zajmowały się administracją płac i pełniły rolę pomocniczą;
2. druga faza zwana menedżerską w latach 1945 – 1980 - polegała na tym, że zarządzanie ludźmi było funkcją sztabową, tzn., że służyło fachową radą kierownikom liniowym. Dział kadr był usytuowany na szczeblu centralnym i zajmował się administrowaniem, współpracą z rynkiem pracy, a także rekrutacją pracowników;
3. trzecia faza (strategiczna) od 1980 do dziś - funkcja personalna jest ściśle związana ze strategią firmy, a strategie firmy formułuje szczebel centralny. Wyróżnikiem jest również to, że zarządzanie potencjałem społecznym firmy jest często zdecentralizowane, a jego znaczenie dorównuje randze marketingu i produkcji.

W literaturze przedmiotu prezentowane są współcześnie różne podejścia do problemu zarządzania zasobami ludzkimi. Poszczególni autorzy są zdania, że zarządzanie zasobami ludzkimi jest najważniejszą funkcją w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Różnią się natomiast w określaniu jego elementów. Za podstawowe komponenty zarządzania zasobami ludzkimi przyjmuje się:

- planowanie (strategiczne, taktyczne i operacyjne),
- rekrutację i selekcję (obsługa stanowisk pracy, kontakty z rynkiem pracy i z jego organizacjami),
- ocenę (ocena wyników pracowników, ocena ich możliwości rozwoju),
- wynagrodzenie (motywacja pracowników),
- rozwój (rozwój personelu i społecznego wizerunku organizacji)"[6].

[6] M. Kostera, *Zarządzanie personelem*, PWE, Warszawa 1994, s. 31.

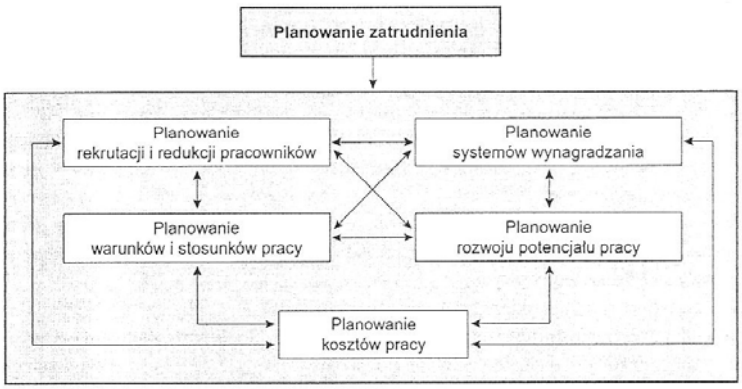
Planowanie zasobów ludzkich

Istota i zakres planowania zasobów ludzkich

Sukces każdego przedsiębiorstwa zależy przede wszystkim od posiadania wymaganej liczby odpowiednio kompetentnych i zaangażowanych jego pracowników. „Zabezpieczeniu bieżących i przyszłych potrzeb personalnych przedsiębiorstwa służy w pierwszej kolejności planowanie zasobów ludzkich. Stanowi ono bowiem punkt wyjścia w procesie pozyskiwania i zwalniania pracowników oraz rozwijania ich potencjału pracy zgodnie z celami organizacji"[7].

Planowanie zatrudnienia (planowanie zasobów ludzkich, planowanie personalne) przedstawia się w literaturze przedmiotu w rozumieniu szerokim i wąskim.

W ujęciu szerokim planowanie zatrudnienia to ogół decyzji dotyczących celów i działań we wszystkich obszarach związanych z człowiekiem w procesie pracy, tzn. w zakresie: polityki kadrowej i płacowej, bezpieczeństwa i higieny pracy, działalności socjalnej, kosztów pracy[8]. Poszczególne elementy planowania zatrudnienia i zależności między nimi ilustruje poniższy rysunek (rys. 1).



Ryc. 1. Elementy planowania zatrudnienia
Źródło: Opracowanie na podstawie: A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, Antykwa, Kraków 1998, s. 58.

W węższym rozumieniu planowanie zatrudnienia obejmuje ustalenie potrzeb kadrowych w aspekcie: ilościowym (określenie niezbędnej liczby pracowników), jakościowym (ustalenie kwalifikacji, umiejętności pracowni-

[7] L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie…*, dz. cyt., s. 69.
[8] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, Antykwa, Kraków 1998, s.57.

ków), czasowym (ustalenie długości okresu zapotrzebowania na pracowników), przestrzennym (określenie miejsca zapotrzebowania na pracowników).[9]

Działania te określa się w inny sposób jako[10]:

- ustalenie popytu na pracowników,
- ustalenie podaży pracowników,
- planowanie obsady stanowisk pracy.

Z punktu widzenia horyzontu czasowego planowanie zasobów ludzkich przyjmuje charakter[11]:

- planowania operacyjnego lub krótkoterminowego, dotyczącego okresu do 1 roku,
- planowania taktycznego lub średniookresowego, dotyczącego okresu od 1 roku do 3 lat,
- planowania strategicznego lub długoterminowego, dotyczącego okresu od 3 lat do 10 lat, to planowanie strategiczne nazywane jest często programowaniem lub prognozowaniem zatrudnienia.

Planowanie zatrudnienia ma na celu zapewnienie organizacji właściwej liczby pracowników o właściwych cechach, na właściwych stanowiskach pracy, w odpowiednim czasie i w ramach określonych środków finansowych. Prowadzi się je po to, aby z jednej strony – zabezpieczyć przedsiębiorstwo przed niedoborem zasobów ludzkich niezbędnych do realizacji wyznaczonych celów, a z drugiej strony – aby nie dopuścić do wzrostu kosztów pracy poprzez nadmiar pracowników.

W wyniku planowania zasobów ludzkich w przedsiębiorstwie powstają plany i programy zatrudnienia. Zazwyczaj odrębnie sporządza się plan potrzeb i plan pokrycia potrzeb personalnych[12].

Plan potrzeb stanowi zestawienie krótko, średnio i długookresowych, ilościowych oraz jakościowych danych dotyczących personelu przedsiębiorstwa, ujętych według następującego wzorca:

Potrzeby personalne – istniejące wewnątrz przedsiębiorstwa możliwości ich pokrycia = zapotrzebowanie zgłaszane na zewnątrz.

Plan potrzeb obejmuje niezbędne zatrudnienie oraz odpowiednią rezerwę.

Plan pokrycia potrzeb obejmuje różne przedsięwzięcia wewnętrzne i zewnętrzne, mające na celu zabezpieczenie aktualnych i przyszłych potrzeb personalnych przedsiębiorstwa. W ich zakres wchodzą najczęściej: planowanie szkolenia, planowanie awansów i karier zawodowych oraz planowanie redukcji pracowników. Podmiotem odpowiedzialnym za opracowanie planu zatrudnienia i koordynację prac związanych z jego przygotowaniem jest komórka personalna przedsiębiorstwa. Komórka ta jest również współodpowiedzialna za kształtowanie takiej struktury zatrudnienia, która nie tylko zapewnia efektywne wykonanie zadań planowanych, ale i przyspiesza rozwój przedsiębiorstwa.[13]

Efektywność przedsiębiorstwa zależy nie tylko od stanu liczebnego personelu, lecz jednocześnie od jego stanu jakościowego, tj. od cech jego składu, czyli struktury zatrudnienia według określonych kryteriów, z reguły współzależnych.

Najbardziej istotne z punktu widzenia realizacji celów zarządzania personelem jest wyodrębnienie w przedsiębiorstwie grup zatrudnionych na podstawie:[14]

- wykonywanego zawodu i specjalności,
- wykształcenia i stażu pracy – poziomu kwalifikacji,
- cech demograficzno-społecznych,
- stopnia powiązania z organizacją produkcji lub usług oraz charakteru wykonywanej pracy.

Jednym z nadrzędnych celów zarządzania personelem jest pełne spożytkowanie potencjału kwalifikacyjnego pracowników. Ocena wykorzystania tego potencjału powinna zatem stanowić istotny element w analizie zatrudnienia w przedsiębiorstwie.[15] W ramach analizy zasobów ludzkich przedsiębiorstwa mieści się również analiza dynamiki zatrudnienia, która ozna-

[9] Tamże, s. 18-21.
[10] Tamże, s. 57.
[11] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys* …, dz. cyt., s. 57.
[12] Zob. H. Steinmann, G. Schreyogg, *Zarządzanie. Podstawy kierowania przedsiębiorstwem. Koncepcje, funkcje, przykłady*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1992, część V, s. 340.
[13] L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie*…, dz. cyt., s. 73.
[14] Zob. M. Olędzki *Zatrudnienie społecznie racjonalne. Propozycja współdziałania*, Inst. Wyd. Zw. Zawod., Warszawa 1985, s. 65.
[15] Tamże, s. 61.

Tabela 1.

Lista strukturalna kooperacyjna projektu X

Symbol czynności	Czynności projektu	Symbol czynności bezpośrednio poprzedzającej	Symbol czynności bezpośrednio następującej	Czas trwania czynności (w miesiącach)	Termin rozpoczęcia czynności (w miesiącach)[a]	Termin zakończenia czynności (w miesiącach)[b]
1	Powołanie zespołu projektowego	-	2,3	1	1	1
2	Opracowanie struktury projektu	1	4	7	2	8
3	Wymyślenie nazwy projektu	2	4	1	2	2
4	Pozyskanie partnerów projektu	2,3	5	3	2	4
5	Zgłoszenie projektu do instytucji finansującej	4	6,7	3	9	11
6	Opracowanie zadań i etapów do realizacji	5	8	4	12	15
7	Wybór miejsca do realizacji projektu	6	8	1	12	12
8	Pozyskanie dodatkowych partnerów i podwykonawców	6,7	9	1	13	13
9	Budowa prototypu	8	10,11,13,14	60	14	73
10	Wykonanie badań prototypu	9	11	38	14	51
11	Wprowadzenie usprawnień konstrukcyjnych	10	12	20	14	33
12	Ocena wyników badań prototypu	10,11	13,14	14	34	47
13	Promocja	12	14	60	14	73
14	Rozliczenie finansowe projektu	10,11,12,13	-	65	14	78

a - Termin rozpoczęcia czynności zawsze na początku pierwszego dnia miesiąca
b - Termin zakończenia czynności zawsze na końcu ostatniego dnia miesiąca

cza badanie zmian liczebności personelu zachodzących w czasie.

Do analizy zatrudnienia wykorzystuje się również analizę ruchliwości i stabilności personelu, w której bada się oba zjawiska za pomocą znanych współczynników przyjęć, zwolnień, wymiany i stabilizacji.[16]

W przeprowadzanych analizach zatrudnienia coraz częściej nawiązuje się do koncepcji segmentacji rynku pracy. Przedsiębiorstwo traktuje się jako wewnątrzzakładowy rynek pracy, w obrębie którego wydziela się zazwyczaj dwa jego segmenty:[17]

- pierwotny rynek pracy, charakteryzujący się:
  - stabilnością zatrudnienia,
  - wysokim wynagrodzeniem,
  - lepszymi warunkami pracy,
  - większymi możliwościami kariery i awansu zawodowego;
- wtórny rynek pracy:
  - na którym panują gorsze warunki pracy i płacy,
  - gdzie przewiduje się większe redukcje pracowników.

Metody i techniki planowania zasobów ludzkich

Prognozowanie popytu i podaży kadr to pojęcie ściśle związane z planowaniem zatrudnienia w przedsiębiorstwie. Kategoria ta obejmuje identyfikowanie potrzeb personalnych z uwzględnieniem dążenia do minimalizowania różnicy pomiędzy podażą i popytem na wewnętrznym rynku pracy. Jednym z nadrzędnych celów przedsiębiorstwa jest umiejętne wykorzystywanie personelu pracowniczego, a jego realizacja umożliwia maksymalizowanie efektyw-

[16] Zob. L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie …*, dz. cyt., s. 78.
[17] Zob. A. Francik, A. Pocztowski, *Wybrane problemy zatrudnienia i rynku pracy*, AE, Kraków 1993, s. 21-22 i 43-44.

Tabela 2.

Wykres kompetencyjny projektu X

Symbol czynności	Wykonawcy / Czynności	Liczba pracowników	Kierownik projektu	Konsorcjant A	Konsorcjant B	Konsorcjant C	Konsorcjant D	Konsorcjant E	Konsorcjant F
1	Wybór miejsca realizacji projektu	10	I, P, O, K	W					
2	Opracowanie struktury projektu	20	I, K	P, R,	D, W	R, O	R	R	R
3	Budowa prototypu	20	I, K	W		P, R			
4	Wykonanie badań prototypu	30	I, K	P, R	D		R, O	W	W
5	Wprowadzenie usprawnień konstrukcyjnych	15	I, K	D				R, O, W	
6	Ocena wyników badań prototypu	40	I, K	R, O	W	W	W	W	W
7	Wprowadzenie usprawnień konstrukcyjnych	40	I, K	R	R, O		W	W	
8	Promocja	50	K	R	R	R	R	R	R
9	Rozliczenie projektu	15	K	W	W	W	W	W	W

Kompetencje/ zadania cząstkowe:
I – inicjowanie, D – doradzanie, K – kontrola, P – planowanie, R – realizacja, O – organizowanie, W – współdziałanie

ności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Przy prognozowaniu popytu i podaży kadr należy uwzględnić między innymi[18]:

- odpowiednio długi czas prognozowania,
- bogaty zestaw narzędzi i technologii ułatwiających prognozowanie,
- koszty związane z procesem prognozowania zatrudnienia,
- przejrzystość i czytelność w formułowaniu osiąganych wyników.

Pierwszym obszarem planowania zasobów ludzkich jest ustalenie popytu na wewnętrznym rynku pracy danej organizacji, czyli planowanie jej potrzeb personalnych. Stanowi ono punkt wyjścia w procesie planowania zasobów ludzkich i ukierunkowane jest na ustalenie niezbędnej liczby pracowników o określonych kwalifikacjach, potrzebnych do realizacji zaplanowanego programu działania danego przedsiębiorstwa. Organizacja poszukuje pracowników o ściśle określonych kwalifikacjach, których posiadanie jest czynnikiem niezbędnym do realizacji jej zamierzeń.

Planowanie potrzeb personalnych (popytu) posiada swój wymiar jakościowy i ilościowy.[19] Celem planowania potrzeb personalnych w wymiarze jakościowym jest określenie kwalifikacji i wzorców zachowań, którymi powinien wykazywać się personel przedsiębiorstwa w określonym momencie w przyszłości, ażeby móc wykonać przewidywane czynności i zadania. Podstawowym instrumentem służącym do realizacji tego celu jest analiza pracy (analiza stanowisk pracy).

Planowanie potrzeb personalnych w wymiarze ilościowym ma na celu ustalenie liczby pracowników w wyodrębnionych kategoriach stanowisk pracy lub zakresu prac w określonym punkcie przyszłości, niezbędnych do wykonania przyjętego programu firmy. Przedmiotem planowania potrzeb ilościowych jest więc określenie konkretnej ilości pracy niezbędnej do wykonania założonych zadań.

Przy prognozowaniu zatrudnienia w przedsiębiorstwie wyróżnia się wiele metod i technik planowania personelu[20]:

- metoda wskaźnikowa pozwala ustalić jaki jest odsetek pracowników administracyj-

[18] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s.108-117.

[19] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie*…, dz. cyt., s.110-113.

[20] Zob. A. Szałkowski, *Rozwój personelu*, AE, Kraków 2002, s. 35-44.

nych i biurowych w grupie pracowników przemysłowych,
- metoda normatywów zatrudnienia określa czas konieczny do wykonania poszczególnych czynności,
- metoda zarządzania przez cele służy w głównej mierze określaniu liczebności personelu oraz jego efektywnego rozwoju,
- prognozowanie o bazie zerowej, w którym istnieje bazowy stan zatrudnienia analizowany w zależności od potrzeb przedsiębiorstwa,
- podejście z dołu do góry, w którym to kierownicy liniowi tworzą plany zatrudnienia, które w dalszej części podlegają agregacji,
- analiza statystyczna, w której przy tworzeniu prognozy zatrudnienia wykorzystywane są dane, które w przeszłości miały wpływ na wielkość zatrudnienia.

Prognozowanie podaży kadr to planowanie tzw. wyposażenia personalnego organizacji na wewnętrznym rynku pracy, oparte na przewidywaniu zmian w strukturze obecnego zatrudnienia. Proces ten, podobnie jak prognozowanie popytu kadr, charakteryzowany jest w dwóch wymiarach[21]:
- jakościowym, kiedy klasyfikacji struktury zatrudnienia dokonuje się na początek okresu planowania, następnie ustala się prognozę zmian na dany okres czasu i ostatecznie określa się pożądany stan struktury zatrudnienia na dany punkt w przyszłości. Przedmiotem planowania są tutaj aktualne struktury zatrudnienia w odniesieniu do płci, wieku oraz innych cech potencjału pracy;
- ilościowym, w którym organizacja określa liczbę pracowników w poszczególnych kategoriach personelu na początek okresu planowania a następnie formułuje prognozę na koniec tego okresu. Najprościej jest posłużyć się w tym przypadku analizą obecnego wyposażenia personalnego w odniesieniu do przewidywanych zwolnień i przyjęć z uwzględnieniem analizy absencji.

Przy prognozowaniu podaży personelu należy uwzględnić wewnętrzny i zewnętrzny rynek pracy. W pierwszej kolejności dokonuje się analizy rynku wewnętrznego organizacji określając stan i strukturę obecnego zatrudnienia. Następnie prognozuje się rynek zewnętrzny uwzględniając bezrobotnych, absolwentów, zatrudnionych w innych organizacjach pracowników, chętnych do zmiany pracodawcy.

Potrzeba planowania obsad personalnych wynika również bezpośrednio z celów zarządzania zasobami ludzkimi, zakładających nie tylko zapewnienie organizacji zatrudnienia w wymiarze ilościowym i jakościowym, lecz także jego produktywne zastosowanie w procesie pracy.

Celem planowania obsad personalnych jest rozdysponowanie zadań do wykonania między pracowników i innych zatrudnionych w danej organizacji. Polega na podporządkowaniu zatrudnionego personelu do istniejących komórek organizacyjnych, stanowisk pracy i czynności, na podstawie ustalonego wcześniej kryterium, którym jest najczęściej minimalizacja kosztów. Kolejnym kryterium jest maksymalizacja przydatności pracownika do wykonywania zadań na określonym stanowisku pracy.

Do optymalizacji obsad personalnych mogą być wykorzystywane również metody ilościowe i heurystyczne[22]:
- spośród ilościowych metod planowania obsad personalnych najczęściej wykorzystuje się programowanie liniowe. Istota tej metody sprowadza się do optymalizacji określonej funkcji celu, którą może być np. maksymalizacja wskaźnika potencjału kwalifikacyjnego, będącego wyrazem użyteczności pracownika;
- heurystyczne metody planowania obsad personalnych zmierzają do optymalizacji przyporządkowania pracowników i stanowisk pracy na podstawie stopnia przydatności pracowników do zatrudnienia na określonych stanowiskach pracy.

Analiza pracy stanowi podstawę doboru lub konstrukcji narzędzi służących realizacji wszystkich celów cząstkowych zarządzania personelem w przedsiębiorstwie[23]. Obejmuje swoim zakresem badanie czynności wykonywanych na poszczególnych stanowiskach pracy, wystę-

[21] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s. 115-116.

[22] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s. 117-120.

[23] Zob. L. Kozioł, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć, *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 40-44.

pujące tam warunki pracy, sposób wykonywania pracy, powiązania z innymi stanowiskami pracy oraz wynikające stąd wymagania kwalifikacyjne osób przewidzianych do zatrudnienia na tych stanowiskach pracy.

Można wyróżnić trzy podstawowe źródła informacji wykorzystywanych w analizie pracy, a mianowicie:

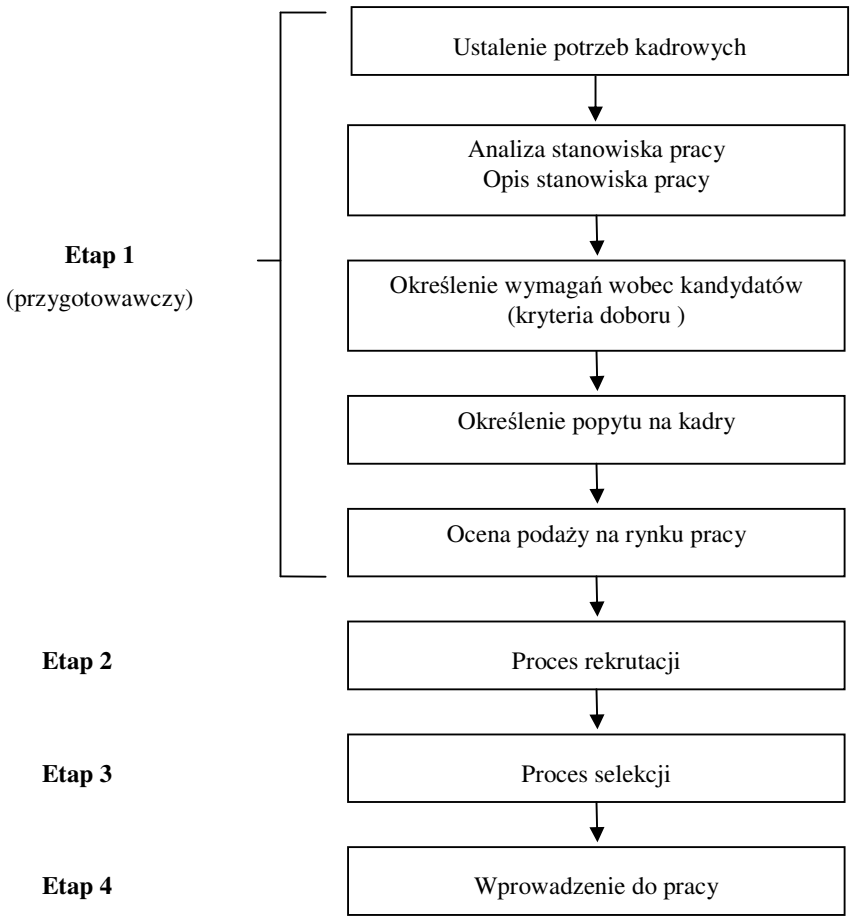
- proces pracy (zadania do wykonania, wyposażenie, przebieg czynności),
- dokumentację stanowiska pracy (instrukcje techniczne, instrukcje obsługi, zakresy czynności),
- wiedzę osób uczestniczących w procesie pracy (pracownik, kierownik, współpracownicy).

Istotnym czynnikiem wpływającym na prawidłowe wykonanie analizy i następnie opisu stanowiska pracy są kompetencje osoby przeprowadzającej badanie, do których należy zaliczyć wiedzę z zakresu organizacji i zarządzania, znajomość metodyki prowadzenia badań organizatorskich, umiejętności formułowania problemu i oceny możliwych wariantów decyzyjnych oraz umiejętności interpersonalne.[24]

Pozyskiwanie nowych pracowników

W warunkach nasilającej się konkurencji przeważający wpływ na wynik przedsiębiorstwa mają menadżerowie i ich decyzje. Przewaga na ryku, to wynik odpowiedniego wykorzystania zasobów ludzkich poprzez racjonalne decyzje. Jeden z istotnych obszarów decyzyjnych dotyczy pozyskiwania nowych pracowników.

Właściwy dobór pracowników pozwala na zminimalizowanie ryzyka zatrudnienia nieodpowiedniej osoby i wybór najlepszego z możliwych kandydatów na dane stanowisko. Dobór ma na celu dopasowanie kandydatów (ich potencjału) do wymagań danego stanowiska pracy i kultury organizacyjnej firmy.[25] Dobór nie-



Ryc. 2. Procedura pozyskiwania nowych pracowników

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: T. Listwan (pod red.), „*Zarządzanie kadrami*", dz. cyt., s. 83

[24] Zob. A. Pocztowski, *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie* …, dz. cyt., s. 123.

[25] Zob. M. Strużycki (pod red.), *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Wydanie II, DIFIN, Warszawa 2004, s. 386.

odpowiednich pracowników doprowadzić może nie tylko do spadku efektywności działania, ale nawet do upadku firmy.

Do podstawowych etapów doboru zalicza się: rekrutację, selekcję i wprowadzenie na stanowisko pracy. Etapy te poprzedza dokładna analiza teraźniejszych i przyszłych potrzeb kadrowych.[26]

Procedurę pozyskania nowych pracowników ilustruje rysunek 2.

„Rekrutacja jest określona jako kompleksowy proces obejmujący czynności poszukiwania, informowania oraz przyciągania kandydatów na określone stanowisko."[27] W takim ujęciu rekrutacja dotyczy przede wszystkim ustalenia źródeł i form pozyskiwania pracowników.

Źródła rekrutacji odnoszą się do rynków pracy, na których firma zamierza pozyskać pracowników. Do głównych źródeł rekrutacji zalicza się wewnętrzny i zewnętrzny rynek pracy (tabela 3).

ników? Angażowanie konsultantów nie jest konieczne wtedy, gdy:

- kryteria wyboru są jasno sformułowane,
- źródło rekrutacji stanowi wąski rynek pracy,
- poszukuje się specjalisty w określonej dziedzinie.

Natomiast w następujących przypadkach warto skorzystać z tej pomocy, tzn. gdy:

- obsada dotyczy wysokiego stanowiska,
- przedsiębiorstwo jest w sytuacji istotnych zmian, np. wchodzenie na nowe rynki, tworzenie wspólnych firm.

Proces rekrutacji kończy się przyciągnięciem odpowiedniej grupy kandydatów ubiegających się o określone stanowisko. Następnie rozpoczyna się kolejny etap doboru pracowników, tj. proces selekcji, który obejmuje działania pozwalające na wybór właściwej osoby na dane stanowisko według ustalonych kryteriów.[28]

Tabela 3.

Główne źródła rekrutacji pracowników

Źródła rekrutacji	Zalety	Wady
Wewnętrzny rynek pracy	– Pobudzające oddziaływanie na pracowników i poprawa ich morale. – Wiedza o kandydacie i znane mu warunki pracy, dzięki czemu następuje skrócenie czasu na adaptację. – Zmniejszenie płynności kadr.	– Trudno o nowy pomysły. – Kłopoty z realizacją nowych idei z racji panujących nawyków i powiązań personalnych. – Zakłócenia ładu stosunków międzyludzkich (zawiść).
Zewnętrzny rynek pracy	– Możliwość pozyskiwania specjalistów o dużym potencjale (świeża krew). – Brak uwikłania w stosunki nieformalne.	– Trudności rozpoznawania kwalifikacji kandydata. – Większe ryzyko popełnienia błędu. – Niebezpieczeństwo konfliktu z pracownikami, zwłaszcza wewnętrznymi kandydatami na stanowisko. – Wysoki koszt.

Źródło: Zob. T. Listwan, *Kształtowanie kadry menadżerskiej firmy*, Mimex, Wrocław 1993, s. 48.

Formy rekrutacji obejmują sposoby i metody informowania otoczenia o potrzebach zatrudniania na konkretne stanowisko. Najczęściej stosowane metody ukazane są w tabeli 4.

Współczesne przedsiębiorstwa często stają przed problemem: czy korzystać z pomocy doradców personalnych przy doborze pracow-

Czynności procesu selekcji przedstawia rysunek 3.

[26] Zob. T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, Akademia Ekonomiczna, Wrocław 1999, s. 81-82.

[27] T. Listwan (pod. red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 85.

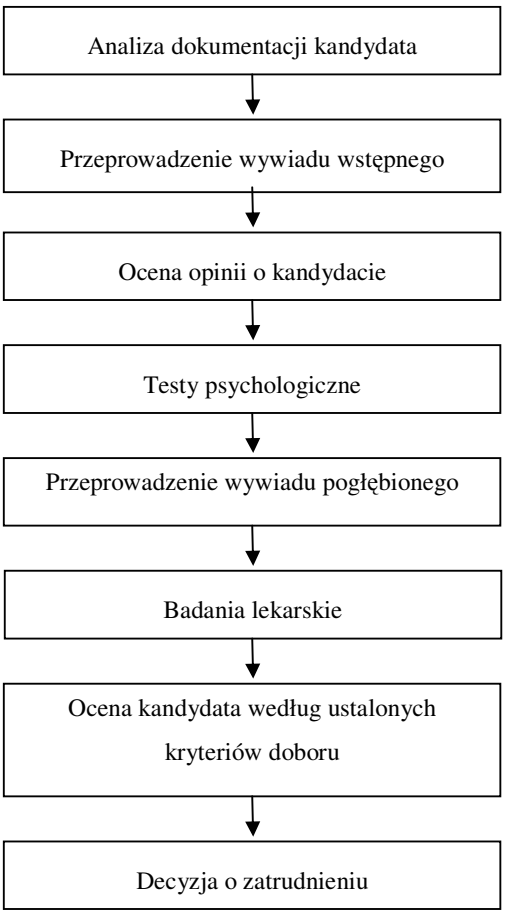
[28] Zob. T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 87.

Tabela 4.

Formy rekrutacji nowych pracowników

Metody rekrutacji	Zalety	Wady
Ogłoszenie prasowe	- Czyta je wiele osób.	- Mogą opisywać pracę w zbyt atrakcyjny sposób. - Możliwość zgłoszenia zbyt dużej liczy kandydatów.
Przekaz ustny	- Tania.	- Nie gwarantuje żadnych rezultatów. - Może zwabiać kandydatów bez kwalifikacji.
Agencja zatrudnienia	- Sprawdzają kandydatów. - Przysyłają najodpowiedniejszych.	- Możliwość sprzedaży „osoby niepotrzebnej". - Metoda droga.
Kooptacja	- Pracownicy już zatrudnieni mogą polecić odpowiedniego pracownika.	- Możliwość polecenia osób bez wystarczających kwalifikacji.
Rodzina i krewni	- Tania, ponieważ spokrewnieni mogą być zainteresowani pracą.	- Mogą być niewykwalifikowani. - Mogą wywoływać konflikt w rodzinie.
Szkoła	- Niedroga. - Kandydaci przeszkoleni mogą mieć zapał do pracy.	- Kandydatom zwykle brakuje doświadczenia.
Konkurencja	- Kandydaci są przeszkoleni.	- Może doprowadzić do napięć z konkurencją.

Źródło**:** Zob. J. Handrycz, M. Wrana, *Polityka personalna w zakładzie pracy*, AE, Katowice 1994, s. 22.



Ryc. 3. Procedura selekcji kandydatów na pracowników organizacji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 88-91

Procedura pozyskania nowego pracownika obejmuje również jego wprowadzenie na stanowisko pracy. Wiąże się to z adaptacją pracownika do nowego środowiska społeczno-zawodowego w danym przedsiębiorstwie. Proces ten obejmuje dostosowanie do[29]:

- wewnętrznych przepisów,
- warunków pracy,
- podstawowych zadań i obowiązków,
- zależności służbowych,
- kultury organizacyjnej istniejącej w przedsiębiorstwie.

Dopiero po tzw. okresie próbnym pozytywna ocena nowozatrudnionego pracownika stanowi podstawę do jego zatrudnienia na dłuższy okres. Trafność tej decyzji będzie można ocenić dopiero z pewnej perspektywy.

Motywowanie pracowników

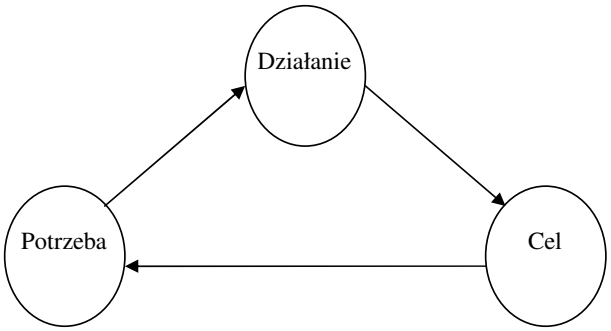
„Motywowanie ludzi to ukierunkowanie ich na określone działanie, jakie chcesz, by podjęli w celu wywiązania się z nałożonych zadań. Motywowanie można określić jako zachowanie nastawione na osiągnięcie określonego celu. Ludzie są zmotywowani, kiedy oczekują, że sposób postępowania najprawdopodobniej do-

[29] T. Listwan (pod red.), *Zarządzanie* …, dz. cyt., s. 91.

prowadzi do osiągnięcia celu i uzyskania wartościowej nagrody, jaką może być na przykład zaspokojenie potrzeb."[30]

Osoby o silnej motywacji dobrze formułują cel i odejmują działania, które zgodnie z ich oczekiwaniami, pozwolą im ten cel osiągnąć. Ludzie mogą sami dostarczać sobie motywacji i dopóki ona działa, zmierzają we właściwym kierunku, aby osiągnąć to, czego pragną, jest to więc najskuteczniejsza forma motywacji. Większość ludzi potrzebuje jednak motywacji z zewnątrz.

Motywacja powstaje, gdy człowiek świadomie lub nieświadomie odczuwa niezaspokojoną potrzebę. To ona wytycza cel i podjęcie określonych działań, w wyniku których ten cel osiągniemy.



Ryc. 4. Model motywacji
Źródło: M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2007.

Niezaspokojone potrzeby motywują ludzi. Liczne klasyfikacje potrzeb można zreasumować następująco: [31]

- biologiczne – potrzeba przetrwania i zaspokojenia wymagań fizjologicznych,
- społeczne – przyjazne stosunki z innymi ludźmi,
- osiągnięć – poczucie, że to co robimy ma sens,
- uznania – chcemy, aby inni docenili to, co osiągnęliśmy,
- rozwoju – chcemy rozwijać możliwości, stając się tym, kim w naszym przekonaniu możemy zostać,
- potrzeba władzy – chcemy kontrolować innych ludzi i wpływać na nich.

„Motywacja, a w jej następstwie działanie są silniejsze, gdy człowiek ma konkretny cel lub zadanie, kiedy cel jest trudny do osiągnięcia, ale akceptowany, kiedy człowiek uzyskuje informacje zwrotne na temat jego realizacji. Udział pracowników w ustalaniu celów ma znaczenie, gdyż ułatwia ich akceptację."[32]

Umiejętność motywowania podwładnych jest jednym z elementów decydujących o skuteczności pracy menedżera. Ważne jest poznanie czynników, które motywują pracowników do większej efektywności pracy, większego angażowania się w sprawy organizacji czy powodują satysfakcję z wykonywanej pracy.

Czynniki motywacyjne to instrumenty zarządzania mające zapewnić wysoki poziom motywacji zatrudnionego personelu. Są one jednym z elementów składających się na system motywowania pracowników. Obejmują one:[33]

- lokalizację firmy,
- sytuację ekonomiczną,
- wizerunek firmy na rynku,
- strukturę organizacyjną,
- treść i warunki pracy,
- poziom techniczny,
- stosunki społeczne,
- środki przymusu (nakazy, zakazy, polecenia),
- środki zachęty,
- środki perswazji (informowanie, doradzanie, krytyka).

Ponieważ czynników motywacyjnych jest wiele warto poddać je klasyfikacji: [34]

- podział z punktu widzenia zakresu oddziaływania:
  - o wewnętrzne (uznanie, prestiż, rozwój, samodzielność, poczucie dokonania) - mające długotrwały i głęboki wpływ na postępowanie pracowników,
  - o zewnętrzne (płaca, awans, pozycja w hierarchii służbowej, poczucie bezpieczeństwa) - wywierające natychmiastowy wpływ na zachowanie pracownika,

[30] M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2007, s. 33.
[31] Zob. M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, …, dz. cyt., s. 34-35.
[32] M. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, …, dz. cyt., s. 35.
[33] Zob. L. Kozioł, *Motywacja w pracy determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN Warszawa-Kraków 2002, s. 64-68.
[34] Zob. A. Sajkiewicz (pod red.), *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja, kierowanie, ekonomika*, POLTEXT, Warszawa 2004, s. 215-217.

skutki tego oddziaływania nie zawsze są długotrwałe;

- podział z punktu widzenia formy:
  - o płacowe (płace, nagrody, premie) – na ogół wywierające największy wpływ na zachowanie pracownika, motywujące do efektywnego wykonywania pracy,
  - o pozapłacowe (pochwały ustne, dobre warunki pracy, kursy, szkolenia, posiadanie telefonu/samochodu służbowego, wyjazdy rekreacyjne) – oddziałujące w mniejszym stopniu na zachowanie pracownika;
- podział z punktu widzenia kierunku oddziaływania:
  - o pozytywne (nagrody) – wzmacniające zachowania pożądane,
  - o negatywne (kary) – motywujące do unikania zachowań uważanych za niepożądane;
- podział z punktu widzenia sposobu oddziaływania:
  - o indywidualne,
  - o zespołowe;
- podział z punktu widzenia zaspokajanych potrzeb:
  - o czynniki zaspokajające bodźce podstawowe (potrzeby życiowe organizmu),
  - o czynniki zaspokajające bodźce wyższego rzędu (potrzeby typu społecznego, estetycznego, moralnego).

Proces motywowania wiąże się z postrzeganiem uzyskanego wyniku (płacy, uznania, awansu, nagród) na zasadzie sprawiedliwości (równości) w porównaniu z innymi teoriami sprawiedliwości.[35] Ocenie podlegają wyniki i wkład pracy danego pracownika w porównaniu z wynikami i wysiłkiem ponoszonym przez innych pracowników. Motywowanie jest wtedy skuteczne, gdy wyniki (nagrody) są odbierane jako sprawiedliwe.

Kształtowanie skutecznej motywacji pracowniczej powinno opierać się na:[36]

- określeniu wyników (tj. nagród), których oczekują pracownicy,
- ustaleniu jakiego rodzaju osiągnięcia przyczyniają się do realizacji celów organizacji,
- stworzeniu warunków dla uzyskania pożądanego poziomu osiągnięć,
- określeniu związku pomiędzy pożądanym poziomem osiągnięć, a oczekiwanym poziomem wyników (nagród),
- likwidowaniu ewentualnych sprzeczności oczekiwać z rzeczywistością,
- ocenie sprawiedliwości systemu motywowania.

Skuteczna motywacja zwiększa aktywność pracowników, mobilizuje ich energię dla realizacji określonych celów i zadań przedsiębiorstwa.

Zakończenie

W dzisiejszych czasach, w silnie konkurencyjnym środowisku, w jakim przychodzi funkcjonować wielu firmom, umiejętnie pokierowani i zmotywowani pracownicy umożliwiają uzyskanie przewagi konkurencyjnej nad innymi istniejącymi na rynku firmami. Skuteczny i efektywny personel jest w stanie zapewnić wysoką jakość usług, a więc zadowolenie klientów. Ludzie bowiem, ich wiedza, kwalifikacje, twórczość, wytrwałość w pokonywaniu trudności, to najważniejszy strategiczny czynnik sukcesu przedsiębiorstwa.

Od wielu lat obserwować można zmiany w polityce kadrowej firm – zmiany prowadzące do skuteczniejszej organizacji pracy, do stosowania nowoczesnych systemów motywowania i systemów jakości oraz tworzenia warunków do rozwoju firmy poprzez rozwój własny jej pracowników. W użyciu pojawiły się terminy „zasoby ludzkie" czy też „kapitał ludzki", które mają oddawać strategiczne znaczenie ludzi dla sukcesu organizacji. Kapitałem są więc ludzie związani z firmą, umiejący ze sobą współpracować, tworzący coraz lepsze produkty czy usługi. Tak jak wszystkie zasoby, tak i zasoby ludzkie wymagają specjalnych, profesjonalnych działań. Ważne jest, by potencjał pracowników pożytkowany był optymalnie dla zapewnienia wzrostu i efektywności firmy.

Istnieje ścisła relacja między strategią firmy czy misją, jaką firma realizuje, a strategią realizowaną w polityce kadrowej. Dotąd najpopularniejszym modelem w wielu przedsiębiorstwach było planowanie działań kadrowych w zupełnym oderwaniu od strategii firmy. Oznaczało to, że polityka kadrowa stawała się reak-

[35] Zob. R.W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996, s. 474.
[36] Tamże, s. 473.

cją na sytuacje kryzysowe, takie jak: nagłe odejścia pracowników, pilne potrzeby szkoleniowe ze względu na konieczność wdrożenia nowych procedur działania czy też wahania na krajowym bądź lokalnym rynku pracy. Jednak coraz więcej firm i instytucji rezygnuje z podejścia ad hoc na rzecz profesjonalnej, planowej i uznawanej za strategiczną dziedzinę polityki kadrowej, nazywanej chętnie zarządzaniem zasobami ludzkimi.

Literatura

1. Armstrong M., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategia i działanie*, Wyd. Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1996.
2. Armstrong M., *Zarządzanie ludźmi*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2007.
3. Francik A., Pocztowski A., *Wybrane problemy zatrudnienia i rynku pracy*, AE, Kraków 1993.
4. Golnau W., (pod red.), *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa 2004.
5. Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996.
6. Handrycz J, Wrana M., *Polityka personalna w zakładzie pracy*, AE, Katowice 1994.
7. Kostera M., *Zarządzanie personelem*, PWE, Warszawa 1994.
8. Kozioł L., Piechnik-Kurdziel A., Kopeć J., *Zarządzanie zasobami ludzkimi w firmie – Teoria i praktyka*, Biblioteczka Pracownicza, Warszawa 2000.
9. Kozioł L., *Motywacja w pracy determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN Warszawa-Kraków 2002.
10. Listwan T., (pod red.), *Zarządzanie kadrami*, AE, Wrocław 1999.
11. Listwan T., *Kształtowanie kadry menadżerskiej firmy*, Mimex, Wrocław 1993.
12. Olędzki M., *Zatrudnienie społecznie racjonalne. Propozycja współdziałania*, Inst. Wyd. Zw. Zawod., Warszawa 1985.
13. Pocztowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody*, PWE, Warszawa 2003.
14. Pocztowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Zarys problematyki i metod*, wyd. Antykwa, Kraków 1998.
15. Sajkiewicz A., (pod red.), *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja, kierowanie, ekonomika*, POLTEXT, Warszawa 2004.
16. Steinmann H., Schreyogg G., *Zarządzanie. Podstawy kierowania przedsiębiorstwem. Koncepcje, funkcje, przykłady*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1992, część V.
17. Strużycki M., (pod red.), *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Wydanie II, DIFIN, Warszawa 2004.
18. Szałkowski A., *Rozwój personelu*, AE, Kraków 2002.

Recenzenci:
dr hab. inż. Jarosław Wołejszo, prof. AON,
dr inż. Anna Parzonko

dr hab. inż. **Jarosław WOŁEJSZO**, prof. nadzw.
Akademia Obrony Narodowej

ORGANIZACJA PRACY WŁASNEJ KIEROWNIKA

Organization of a manager's activities

Streszczenie
Kluczową sprawą w organizowaniu pracy własnej przez kierownika jest właściwe gospodarowanie czasem, aby go skutecznie rozplanować, zagospodarować i wykorzystać, należy dokładnie poznać swoje możliwości oraz cele, jakie chce się osiągnąć. Kierownik, planując pracę własną, powinien brać pod uwagę czynniki określające wydajną, racjonalną pracę umysłową oraz zasady gospodarowania funduszem czasu osobistego. Należy pamiętać, że efektywne wykorzystanie funduszu czasu osobistego zależy głównie od stylu i przyjętych metod pracy własnej. Planując swoje działanie, kierownik powinien więc uwzględnić podstawowe zasady oszczędnego gospodarowania czasem.

Summary
While organizing own activities of a manager, appropriate time management is the key issue. Next step is to point out that one should thoroughly get to know one's capabilities and objectives to be achieved in order to effectively plan, manage and exploit time. Conducted researches show that high percentage of a manager's activities and time of their duration may be quite precisely planned. A lot depends on boss though. Most of them endeavour to comply with a principle of planned relations with subordinates and superiors. They carefully prepare decision (information) collected on the basis of own thoughts and ad hoc information.

Słowa kluczowe: zasady oszczędnego gospodarowania czasem, plan pracy kierownika, zarządzanie czasem kierownika.

Key words: principles of economical managing the time, the work schedule of the manager, managing the time of the manager.

Ze wszech miar zasadne jest zaprezentowanie pewnych zasad organizacji pracy własnej kierownika – zasad, które mają uwzględniać uwarunkowania i eliminować najczęściej popełniane błędy. Bazując jednak na wielu opracowaniach teoretycznych, wynikach przeprowadzanych badań, własnych obserwacjach i rozmowach próbowano przedstawić bardzo skondensowany zbiór pewnych reguł postępowania. Należy mieć nadzieję, iż przy stosunkowo dużym stopniu uogólnienia będzie mógł on być wykorzystany nie tylko przez kierowników, ale również przez inne osoby funkcyjne w różnego rodzaju organizacjach.

Badania prowadzone wykazują, że duży procent czynności kierownika oraz czas ich trwania może być stosunkowo dokładnie zaplanowany. Wiele zależy jednak od szefa. Większość z nich stara się utrzymać zasadę planowanych kontaktów z podwładnymi i przełożonymi, przygotowując starannie materiał decyzyjny (informacyjny) zebrany na podstawie własnych przemyśleń i informacji doraźnych.

Uregulowany tryb działania kierownika wiąże się ze stosowaniem przez niego osobistego planu pracy. Dokonując pewnych uogólnień można stwierdzić, iż **osobisty plan pracy** zapewnia następujące **korzyści**:

- umożliwia utrzymanie właściwej z góry założonej proporcji w zaabsorbowaniu poszczególnymi funkcjami, zwłaszcza merytoryczną i organizatorską oraz zagadnieniami wchodzącymi w zakres niezbędnych czynności;

- ułatwia wygospodarowanie czasu na pracę koncepcyjną, umożliwiając zarezerwowanie minimum niezbędnego czasu;
- praca według ustalonego i znanego współpracownikom rozkładu zajęć ułatwia i porządkuje pracę podwładnych, wpływając tym samym na wprowadzenie ładu organizacyjnego w całej instytucji (zespole);
- planowany bilans czasu pracy kierownika pozwala na zastosowanie higieny pracy umysłowej, zapobiegając w ten sposób zjawisku przemęczenia i powstawaniu chorób zawodowych.

Zawsze jednak kierownik, planując pracę własną, powinien brać pod uwagę czynniki określające wydajną, racjonalną pracę umysłową oraz zasady gospodarowania funduszem czasu osobistego. Należy pamiętać także o tym, że efektywne wykorzystanie funduszu czasu osobistego zależy głównie od stylu i przyjętych metod pracy własnej. Planując swoje działanie, kierownik powinien więc uwzględnić podstawowe **zasady oszczędnego gospodarowania czasem**. Można ja przedstawić w postaci 13 dyrektyw postępowania[1]:

Bez jasno wytyczonego celu (celów) nie przystępuj do pracy. Dla każdego kierownika celem jest „przyszły stan rzeczy lub procesu", tzn. taki, dla którego osiągnięcia działanie podejmujemy, ku któremu w jego toku zmierzamy i który postrzegamy jako jego skutek. Nie jest zatem celem samo działanie, na przykład kontrolowanie podwładnych, przeprowadzenie narady, zorganizowanie szkolenia, a jego rezultat, którym może być: wyeliminowanie nieuzasadnionych mankamentów w szkoleniu lub funkcjonowaniu jakiegoś elementu strukturalnego jednostki, uzgodnienie stanowisk w określonej sprawie, opanowanie wiedzy lub umiejętności w pewnym zakresie. Praktyka dowodzi, iż te z pozoru tylko oczywiste stwierdzenia stają się niekiedy bardzo trudne do przełożenia na język konkretnych ustaleń. W skomplikowanej codzienności może się okazać trudne wytyczenie tylko jednego celu. Wielość celów rodzić może obawy o ich konkurencyjność i w konsekwencji o pojawienie się sytuacji, w której cel główny zbyt często znika z pola widzenia. By do tego nie dopuszczać, wytyczony cel (cele) najlepiej zapisać w notatniku, w kalendarzu lub po prostu na kartce i umieścić ją na biurku. R. Towsend radzi, by vis-a-vis biurka widniał napis następującej treści: „*Czy to co robię lub mam zamiar robić, zbliża do osiągnięcia naszych celów*". Stwierdzenie to nie wymaga żadnego komentarza.

Koncentruj się na priorytetach. Jasne jest jednak, by mogło to nastąpić, trzeba je sobie dobrze uzmysłowić. Pomocne w tym względzie okazać się może zastosowanie w praktycznym działaniu, dość popularnej, metody ABC. Pozwala ona tak planować czas pracy w skali dnia, tygodnia, miesiąca, a nawet roku, by oznaczać w każdym przypadku ważność załatwionych spraw i przeznaczać na sprawy uznane za ważne (priorytety) przeważającą część wydatkowanego czasu.

Metoda ta zakłada podział wykonywanych czynności na: A – bardzo ważne, B – średnio ważne i C – mało ważne. W założeniach tej metody zawarte jest zalecenie, by na czynności z grupy A przeznaczać 65% planowanego czasu, na czynności z grupy B – 20%, a na czynności z grupy C tylko 15%[2].

Jest oczywiste, iż zwłaszcza w dłuższej perspektywie czasowej, trudno osiągnąć taką precyzję w podziale czynności. Dlatego niejednokrotnie spotykamy się z sugestiami, aby zalecenia tej metody nieco uogólnić i podczas opracowywania planu pracy akcentować przede wszystkim czynności najistotniejsze. Uszczegółowianie i stopniowe zbliżanie się do proponowanych wskaźników następuje w miarę konkretyzacji czynności, które przyjdzie wykonywać kierownikowi.

Pracuj zgodnie z planem. Oponenci tej dyrektywy twierdzą, że planowanie pracy własnej nie ma większego sensu, gdyż sporządzane plany nie wytrzymują zderzenia z rzeczywistością. Jednak jak wynika z praktyki zderzenia tego nie wytrzymują plany sztywne, a raczej sztywno patrzący na rzeczywistość ich twórcy. Plan pozwala bowiem na równomierne w cią-

[1] D. Elsner, *Gospodarowanie czasem własnym kierownika jako problem dydaktyczny,* Centrum Doskonalenia Nauczycieli Oddział w Katowicach, 1989, s. 34-38; Por. G. Sabetzki, *Termin-Sache. Zehn Regeln für esfolgreiches Zeitmanagement. Der Organisator,* XI 1986.

[2] Por. D. M. Stewart, *Praktyka kierowania,* Warszawa 1994, s. 43.

gu dnia rozłożenie pracy i na zachowanie dostosowanego do indywidualnych potrzeb jej rytmu. Pozwala również na racjonalne zagospodarowanie poszczególnych godzin. Na „zderzenie z rzeczywistością" w planie należy pozostawić rezerwę czasu. Bez tych pozornych luzów trudno bowiem myśleć o wykonywaniu czynności, które niesie życie. J. Rogers proponuje, aby w tygodniowym planie zapisywać czynności, które kierownik musi, powinien i mógłby[3]. Sporządzenie planu to jeszcze nie wszystko. By mógł być zrealizowany nieodzowne staje się określenie, co będzie do tego potrzebne, na przykład: kontakty z jakimi osobami, zgromadzenie jakich informacji, rozstrzygnięcie jakich problemów, itp. Nieodzowna jest także determinacja dla konsekwentnego wykonania zaplanowanych działań i choćby kilka minut dziennie na podsumowanie dokonań. Sumaryczny czas ujmowany w planie pracy nie powinien więc przekraczać połowy czasu pracy. Przestrzeganie tego normatywu umożliwia należytą, terminową realizację zaplanowanych przedsięwzięć, poprawne wykonywanie zadań bieżących oraz zadań, których nie można było przewidzieć podczas sporządzania planu. Stosowanie tej reguły umożliwi zharmonizowanie naszych działań z działaniami innych osób i w ten sposób pozyskiwać również oszczędności czasu swojego i podwładnych. Praktyczny wyraz tej dyrektywy odnajdujemy także w dość mocno akcentowanej potrzebie, aby mieć zawsze zaplanowany rozkład zajęć na dzień następny, a zwłaszcza na te czynności, od których rozpocznie się pracę. Wielce zasadne jest też ustalenie zadań, które chce się zakończyć w danym dniu.

Scalaj czas pracy i nie pozwalaj, by ci przeszkadzano. Ta dyrektywa oparta jest na przesłance, iż wspólną cechą sprawnie działających kierowników jest ich szczególna troska o czas. Tylko z pozoru cecha ta wydaje się bardzo prozaiczna i mało atrakcyjna. Wiele osób sądzi, iż pracę nad udoskonaleniem swej działalności powinni rozpoczynać od rozważań natury koncepcyjnej. Jednak – jak podkreśla Drucker – pracy tej nie można wykonać należycie, jeśli nie dysponuje się większą niż dotąd ilością niezakłóconego czasu na myślenie. Poważnej pracy koncepcyjnej nie można bowiem wykonywać w krótkich przerwach między załatwianiem pilnych spraw bieżących. Należy pracować w zamkniętych blokach czasowych. Każda bowiem praca wymaga czasu, a ważna praca koncepcyjna – spokoju na jej przemyślenie. Ciągłe odrywanie się od pracy uniemożliwia koncentrację – nie wpływa także na jej efektywność, a trafność decyzji jest niejednokrotnie wielce refleksyjna. Niejeden z kierowników (pracowników) przekonał się zapewne o tym, iż niewiele można zrobić, a tym bardziej zająć się problemem, gdy co kilkanaście minut dzwoni telefon, wchodzi podwładny czy interesant. Tego rodzaju praktyki są nie do przyjęcia. Jest bowiem zrozumiałe, że dla pracy koncepcyjnej potrzebne są 2- 3-godzinne bloki czasu bez żadnych przerw i czynności dodatkowych.

W literaturze dotyczącej poruszanej kwestii często podawany jest przykład prezydenta F.D. Roosevelta, który w 1939 roku powołał specjalne biuro dla ochrony swojego czasu. Asystenci zatrudnieni w tym biurze mieli za zadanie poddawać selekcji informacje kierowane do prezydenta i decydować: którymi z nich zaprzątać jego uwagę, kto ma to czynić, w jaki sposób i kiedy? Sądzę, iż cel wynikający z przybliżonego przykładu można również osiągnąć w niejednym przedsiębiorstwie. Realne jest to głównie dzięki sprawnie działającemu sekretariatowi, czy nawet asystentowi kierownika.

Na zadanie trudne wykorzystaj „lepszy" czas. Idea tej dyrektywy oparta jest na wydolności umysłowej człowieka w ciągu dnia. Dla pracy umysłowej są w ciągu dnia „lepsze" i „gorsze" pory. Stąd przez 8-10 godzin przeznaczonych dziennie na wykonywanie czynności zawodowych nie pracuje się z jednakową wydajnością. Oczywiście możliwe są indywidualne odchylenia, o czym sygnalizowano już wcześniej. Jednak, przekładając psychofizyczne uwarunkowania na praktykę działania oznacza, że godziny między 9 a 12 powinny być blokiem czasu, który poświęcany jest na pracę koncepcyjną, na rozwiązywanie problemów, czy też na wszelkiego rodzaju zadania o wysokim stopniu trudności, pozostałe odkładając na okresy, w których umysłu nie stać już na intensywny wysiłek. Istotne jest także właściwe interpretowanie swojego wewnętrznego rytmu pracy. Jeżeli czas wykonywania zadania jest z nim zgodny, to zapewne zostanie ono wykonane w cza-

[3] Tamże, s. 40.

sie znacznie krótszym. Należy więc dostosować plan zajęć do indywidualnego rytmu pracy. Najtrudniejsze sprawy załatwiać w czasie największych możliwości. Z obserwacji wiadomo także, iż niektórzy kierownicy wykorzystują wskazania osobistych biorytmów.

Bądź przygotowany na pojawienie się czasu jałowego. Bliskość dyrektyw 5 i 6 jest oczywista. W ciągu dnia zdarzają się bowiem okresy „nawału pracy" i tzw. „czas jałowy". Dlatego należy tak planować pracę, aby dokonując podziału i swoistej selekcji zadań część z nich przesunąć w czasie. W ciągu dnia czas jałowy trzeba również zagospodarować. Cechą charakterystyczną tego czasu jest to, że pojawia się on w różnych porach dnia i w nieoczekiwanych momentach. I właśnie na tę ewentualność trzeba być zawsze przygotowanym. A zatem bez względu na zakres spraw, które w danym dniu zaplanowaliśmy do realizacji, trzeba mieć dodatkowo jakąś pracę, którą bez trudu można wykonywać, nawet w niesprzyjających warunkach. Może to być czytanie literatury fachowej, sporządzanie uwag do otrzymanych materiałów, obmyślanie koncepcji czy też planu działania, uczenie się języka obcego, a także aktywny relaks, niekoniecznie wiążący się z wyjściem na obiekty sportowe.

Co to oznacza? To nie tylko duża efektywność pracy. Dzięki zagospodarowaniu czasu jałowego możemy ograniczyć czas przeznaczony w domu na czynności zawodowe, tzw. prace domowe.

Wyznacz czytelnie uprawnienia podwładnym i respektuj je. Przy wdrażaniu tej dyrektywy w życie pojawiają się zwykle trudności. Niejednokrotnie bowiem albo zapomina się o uprawnieniach lub są one za małe w stosunku do zadań. Tymczasem pozbawianie lub ograniczanie uprawnień nie tylko nie sprzyja wizerunkowi kierownika, ale powoduje straty jego czasu. Dlatego każdy z kierowników powinien dokładnie określić swoim podwładnym, w jakich sprawach mogą:

- samodzielnie podejmować decyzje;
- reprezentować instytucję na zewnątrz, podpisywać pisma;
- rozstrzygać sprawy sporne, budzące wątpliwości, niejasne;
- akceptować plany, harmonogramy, koncepcje;
- wydawać polecenia i którym pracownikom.

Bardzo ważne jest również, o czym szerzej później, aby z chwilą delegowania władzy bardzo ostrożnie podejść do kwestii kontroli. Jej praktyczny wymiar nie może wytworzyć przekonania o niedowierzaniu kierownika. Podwładny ma odbierać możliwość decydowania i działania jako wyraz zaufania do jego wiedzy i umiejętności.

Nie przyzwyczajaj innych, że możesz wszystko. W tym przypadku chodzi o zdobycie się na odwagę powiedzenia „nie" w momencie stwierdzenia, że zadanie nie ma sensu ekonomicznego, społecznego, itp. Z reguły nieracjonalne zadania łączą się bowiem z powielaniem nonsensów organizacyjnych, mnożeniem barier biurokratycznych, marnotrawstwem ludzkiej energii, czasu społecznego i papieru. Najgorsze to przyzwyczajenia innych do własnej roli „chłopca na posyłki"; osoby, która we wszystko „da się ubrać" i wszystko potrafi jakoś „zorganizować". Wytworzenie u przełożonego przekonania, iż ja nigdy nie odmawiam skutkuje zapewne wieloma dodatkowymi zadaniami, z czego niejednokrotnie będą zadowoleni inni. Przestrzeganie tej dyrektywy w codziennej działalności jest jednak realne. Ponadto powiedzenie „nie" może pobudzać do refleksji przełożonego lub partnera i zapewne w przyszłości korzystnie wpłynie na jego postępowanie.

Niezbędne informacje miej pod ręką. Wielu z nas niejednokrotnie przekonało się o tym, iż szukanie różnego rodzaju informacji w chwili, gdy właśnie są potrzebne zabiera zwykle dużo czasu. Dlatego też trzeba mieć je wcześniej zgromadzone i poklasyfikowane, na przykład według następujących kryteriów: dane o kierowanym przedsiębiorstwie (pionie organizacyjnym, komórce), dane o głównych przedsięwzięciach, plany różnych przedsięwzięć, wyniki finansowe, informacje o podstawowych przepisach prawnych, numery telefonów i adresy osób, z którymi kontakty są najczęstsze.

Praktycy podpowiadają, aby przy kompletowaniu informacji wziąć pod uwagę odpowiedzi na następujące pytania:

- jakie z nich są mi najczęściej potrzebne?
- jakie bywam najczęściej indagowany?
- jakich zwykle zapominam?

- jakie powinienem znać z racji zajmowanego stanowiska?
- jakich nie jestem w stanie zapamiętać?

Informacje te powinny być tak skompletowane, by bez trudu można było nanosić zmiany i uzupełniać je, by tworzyły określoną całość i były czytelne (przejrzyste). W zależności od przyzwyczajenia danego kierownika może to być notatnik, teczka do akt, skoroszyt, mały segregator czy komputer lub dyskietka.

Nagradzaj innych za to, że cenią twój czas. Dyrektywa ta opiera się na założeniu, że czas jest jedynym nieodtwarzalnym składnikiem działania i dlatego powinien być nagradzany przy różnych okazjach. Trzeba zatem cenić punktualnych i ich sprawy rozpatrywać jako pierwsze. Dla zwięźle informujących o stanie spraw trzeba mieć zawsze czas, nawet wtedy, gdy jest się bardzo zajętym. Zasada ta sugeruje, aby pisma krótko zredagowane załatwiać „od ręki". Jeśli zaś jest okazja, to nie zawadzi wyrazić podziękowania tym, którzy nie zabierają czasu bez potrzeby. Dobrze jest ponadto pozwalać odczuć innym, iż cenimy tych, którzy cenią cudzy czas, np.:

- stawiając ich innym za wzór pod tym względem,
- udzielając im głosu podczas narad,
- uznając za jedno z kryteriów do różnego rodzaju nagród i wyróżnień,
- upowszechniając ich mało czasochłonne rozwiązania,
- przychylniej ustosunkowując się do ich okolicznościowych zwolnień z pracy, itp.

Trzeba więc stopniowo ograniczać aktywność tzw. „wytapiaczy czasu" i „dyżurnych pytaczy". Dobrze jest tego rodzaju osoby oduczyć polemiki na każdy temat i zadawania pytań, na przykład poprzez wyznaczenie ich do prowadzenia zajęć czy też poproszenie o wyrażenie swego zdania na daną kwestię, najlepiej o którą pytają. Nie są to czasami zbyt eleganckie formy postępowania, ale za to bardzo skuteczne.

Unikaj złodziei czasu. To konsekwencja poprzedniej dyrektywy. Traktuje ona o tym, aby – jeśli to możliwe – z usług osób i instytucji źle zorganizowanych nie korzystać, nie uczęszczać na nieprzygotowane starannie narady, zebrania. Sposobów unikania „złodziei" czasu może być wiele i są one różne. W przypadku, gdy jest to przełożony można, np.:

- delikatnie i z taktem uświadamiać mu marnotrawstwo czasu;
- zamiast kwiatów, na przykład z okazji imienin, wręczyć książkę z zakresu organizacji i zarządzania;
- w różny sposób dawać odczuć, iż my też mamy sprawy ważne i że nie zawsze mamy dla niego czas;
- wykazując samodzielność w działaniu, tym samym delikatnie torpedować wtrącanie się w każdą niemalże sprawę.

W stosunku do podwładnych jest znacznie łatwiej. W tym przypadku można np.:

- odbierać im głos podczas publicznych wystąpień, gdy przekroczą ustalony limit czasu;
- gadułom zlecać formułowanie myśli na piśmie;
- żądając szczegółowych (minutowych) planów organizacji różnego rodzaju narad i spotkań, czy też uświadamiając im wartość cudzego czasu, co może mieć miejsce podczas szkolenia na ten temat.

I tu również potrzebny jest takt. Działania ostre, bardzo zdecydowane nie zawsze przynoszą oczekiwany skutek. Lepiej stopniowo odzwyczajać ludzi od tego do czego przywykli, niż dokonywać radykalnych rozstrzygnięć.

Usprawniaj gospodarowanie własnym czasem. Skoro mamy zastrzeżenia do przełożonych i podwładnych, to zasadne jest krytyczne spojrzenie na to co czynimy sami. Dlatego usprawnianie gospodarowania własnym dniem należy zacząć od analizy struktury spożytkowanego czasu. A zatem, na przykład przez tydzień: można dokładnie notować, ile czasu i na jakie czynności przeznaczamy. Następnie zapiski te poddać analizie, stawiając sobie samemu następujące pytania:

1. Czy czynności, które wykonuję wynikają z charakteru zajmowanego stanowiska?
2. Czy nie wyręczam przypadkiem innych w ich obowiązkach służbowych?
3. Czy sam nie marnuję czasu innych osób?
4. Czy rzeczywiście wszystkie czynności muszę wykonywać osobiście?
5. Którą z moich dotychczasowych czynności mógłby wykonywać równie dobrze lub lepiej ktoś inny?
6. Czy z wykonywania pewnych czynności można by zrezygnować bez szkody dla jakości pracy?

7. Jakie czynności mógłbym skrócić?
8. Jakie czynności mógłbym połączyć?
9. Na jakie czynności brakuje mi najczęściej czasu?
10. Jakich czynności można bez szkody zaniechać? Co by się stało, gdyby tego w ogóle nie robić?

Po tych zabiegach zasadne jest dokonanie analizy zminimalizowania strat czasu i możliwości wykonywania podobnych zadań w krótszym terminie. Jeśli się to uda, to znaczy, iż opłacało się przeprowadzić badania. Wtedy też do podobnego rodzaju czynności można namawiać innych.

Nie zapominaj o relaksie. Ta dyrektywa nie ma zbyt długiej tradycji, zwłaszcza w Polsce. Jako naród nie mamy bowiem nawyków racjonalnego wypoczynku. Jeśli dodać do tego jeszcze ilości spożywanej kawy, wypalanych papierosów oraz porcję stresów związanych z charakterem pracy, to nie ma co się dziwić, że naszą kadrę kierowniczą nękają choroby cywilizacyjne. Dobrze się zatem dzieje, że w literaturze fachowej coraz częściej podnoszony jest temat relaksu. Jest on bowiem potrzebny w ciągu dnia, tygodnia, roku. Jego forma zależy od indywidualnych upodobań i możliwości. W tym miejscu należy przypomnieć wykresy wydolności umysłowej w ciągu dnia i tygodnia. Z nich to wyraźnie wynika potrzeba relaksu. Różnego rodzaju „przerywniki" potrzebne są wszystkim. U osób starszych zapotrzebowanie na nie jest większe niż w odniesieniu do osób młodych.

Nie ulega wątpliwości, że realizacja niektórych spośród powyższych dyrektyw wymaga uzgodnionej działalności wielu związanych z sobą osób; jednostka niewiele zdziała, jeśli cała machina pracuje nadal zgodnie z kiepskimi tradycjami. Często niezbędna jest także długofalowa działalność, prowadząca do wzrostu samodzielności i kwalifikacji współpracowników, do wyplenienia złych i ugruntowania dobrych zwyczajów.

Literatura przedmiotu podaje wiele różnorodnych zaleceń mających stymulować sprawną, efektywną pracę kierowników. Najbardziej lakonicznie formułuje to Kierżencow, który mówi, że *praca kierownika to w dużej mierze praca pedagoga, który wytrwale przekazuje wykonawcom swe idee i uczy ich, jak należy je urzeczywistniać.* Formułuje następujące **zalecenia dla kierowników:**

- zlecaj pracę innym,
- każ innym pracować,
- nie zawracaj sobie głowy drobiazgami,
- pamiętaj o pięciu głównych elementach pracy kierownika, który:
  - tworzy ogólny plan pracy,
  - jednoczy ludzi w celu jej wykonania,
  - kieruje pracą,
  - koordynuje pracę poszczególnych pionów organizacyjnych i pojedynczych podwładnych,
  - kontroluje pracę,
  - obciążaj każdego podwładnego odpowiedzialnością za jego pracę,
  - rozliczaj z pracy,
  - zorganizuj sam siebie,
  - oszczędzaj czas,
  - pamiętaj o odpowiedzialności,
  - ucz się,
  - kontroluj sam siebie.

Kluczową sprawą w organizowaniu pracy własnej przez kierownika jest właściwe gospodarowanie czasem. Wskazując następnie, że aby go skutecznie rozplanować, zagospodarować i wykorzystać, należy dokładnie poznać swoje możliwości oraz cele, jakie chce się osiągnąć. Oto trzy podstawowe reguły wydajnego gospodarowania czasem:

1. Ustal terminy swych prac;
2. Wykonuj je w terminie;
3. Wykonuj więcej, niż planowałeś.

Są to ogólne zasady gospodarowania czasem. Potrzeba jednak czegoś więcej. „Sięgnij po kartkę papieru maszynowego i poprowadź linię dzielącą ją na dwie części. W prawym górnym rogu wypisz datę. Po lewej stronie linii wypisz prace, które trzeba wykonać (używaj dla ich oznaczenia skrótów tylko dla ciebie zrozumiałych), określać wysokość zysku, jaki przyniosą, i termin ich ukończenia: porównaj oba te czynniki tak, by ustalić właściwe priorytety. Tym sposobem sporządziłeś rozkład zajęć". Następnie zaś, „po prawej stronie karty poprzydzielaj poszczególne zadania do wykonania innym, w takim zakresie, w jakim jest to możliwe. Tym sposobem porozdzielałeś zlecenia". Teraz z kolei „porównaj ze sobą notatki z obu kolumn, uściślając terminarz wykonania poszczególnych zadań, jeśli wymaga tego rozsądek lub koniecz-

ność, i obciążając poszczególnych wykonawców odpowiednio do ich możliwości". Kartę tą należy zachować aż do czasu, kiedy się upewnisz, że już nie trzeba dokonywać na niej żadnych korekt ani uzupełnień[4].

W kwestii zarządzania samym sobą istnieją „**prawdy nie do zakwestionowania"**. Oto wybór najcelniejszych spośród z nich[5]:

- jeśli nie możesz zwyciężyć w walce uczciwej, walcz nieuczciwie. Albo znajdź kogoś, kto wygra taką walkę za ciebie;
- naucz swój język wypowiadania słów „Nie wiem";
- skoro już musisz kogoś uderzyć, zrób to tak mocno, żeby nie był w stanie oddać ci ciosu;
- niewiele obiecuj, wiele życzeń spełniaj;
- jedyną metodą dotrzymywania tajemnicy jest milczenie;
- mnóż negatywne cechy swych partnerów przez dwa. I przez dwa dziel ich zalety;
- nie ma czegoś takiego jak przypadkowa zbieżność wydarzeń; i przypadki lubią mieć swoje przyczyny;
- usta i portfel otwieraj z wielką ostrożnością;
- konwencjonalną wiedzę studiuj po to, by jej skutecznie unikać;
- przyjmuj od innych przestrogi, służące twojemu pożytkowi. Sam nikomu nie udzielaj żadnych przestróg;
- zawsze wyciągaj kasztany z ognia cudzymi rękami;
- jeśli cię zmuszono do zginania karku, kłaniaj się bardzo, bardzo nisko. I zachowaj to doświadczenie w pamięci, aby w swoim czasie wziąć za nie odwet;
- ustal swoje życiowe priorytety. Jeśli twym celem jest nakarmić własnym tyłkiem krokodyla, musisz się najpierw zanurzyć w bagnisku;
- pozwól swojemu adwersarzowi, żeby ci pomógł. (jedynym sposobem, w jaki może to uczynić, jest dopuszczenie do tego, by go zawiodły „wyższe" instynkty. Zgódź się na to;
- jeśli nie możesz pokonać przeciwnika, postaraj się, aby swoje zwycięstwo nad tobą opłacił ceną maksymalnie wygórowaną;
- zachowaj się poprawnie wobec wszystkich, milo wobec wielu, uroczo wobec niewielu, a przyjaźnie wobec garstki wybranych osób;
- najsmutniejszą bronią jest opuszczenie pola ostrzału.

Analiza treści powyższych zasad pozwala na stwierdzenie, iż przestrzeganie powyżej przedstawionych zasad wymaga od kierownika dużej dyscypliny, ale daje pozytywne efekty, pozwala panować nad efektywnym czasem pracy. Zorganizowany kierownik korzystnie oddziałuje także na podwładnych i funkcjonowanie zespołu.

Literatura

1. Davidson J.P., *Zarządzanie czasem. Praktyczny poradnik dla tych, którzy nie lubią tracić czasu*, K.E. Liber, Warszawa 2002;
2. Elsner D., *Gospodarowanie czasem własnym kierownika jako problem dydaktyczny,* Centrum Doskonalenia Nauczycieli Oddział w Katowicach, 1989;
3. Kuc B.R., *Od zarządzania do przywództwa*, wyd. PTM, Warszawa 2004;
4. Sabetzki G., *Termin-Sache. Zehn Regeln für esfolgreiches Zeitmanagement. Der Organisator,* XI 1986;
5. Stewart D.M., *Praktyka kierowania,* Warszawa 1994.
6. V., *Menedżer jak mafioso*, wyd. Studio EMKA Warszawa 1996.

[4] V., *Menedżer jak mafioso*, wyd. Studio EMKA Warszawa 1996, s. 48.

[5] Por. V., *Menedżer…,* wyd. cyt.,, s. 60-65; B.R. Kuc, *Od zarządzania do przywództwa*, wyd. Menedżerskie PTM Warszawa 2004, s. 257.

Recenzenci:
prof. dr hab. Leopold Ciborowski, AON
prof. dr hab. Zbigniew Ścibiorek, AON

mgr Joanna CYBULSKA
Zakład Szkoleń, Wydawnictw
i Współpracy Zewnętrznej
CNBOP

W ŚWIECIE KOMUNIKACJI
Cele i zadania Public Relations

In the world of communication
The goals and tasks of Public Relations

„Możemy sobie pozwolić na utratę pieniędzy – nawet dużych, lecz nie stać nas na utratę reputacji – ani krzty."
W. Bufet

Streszczenie:
Artykuł przekazuje informacje na temat potrzeby komunikacji z otoczeniem. Wprowadza czytelnika w dziedzinę Public Relations, jej główne cele i zadania. Wskazuje korzyści dla organizacji wynikające ze sprawnej pracy działu PR. Stanowi wprowadzenie do omówienia narzędzi PR, działań PR w sytuacjach dla organizacji kryzysowych, oceny pracy działu PR w osiąganiu założonych przez organizację celów.

Summary:
The article informs abort needs of communication with surroundings for every organization. Introduces the reader in domain of Public Relations, the main goals and tasks of PR. The author points advantages of good and efficient work of PR department. The article brings in to the discussion about tools of PR, functioning in crisis situations, PR assessment.

Słowa kluczowe: Public Relations, cele PR, zadania PR, komunikacja zewnętrzna, komunikacja wewnętrzna.

Key words: Public Relations, goals of PR, PR tasks, external communication, internal communication.

Wprowadzenie

Wiek XX to okres chyba największego postępu cywilizacyjnego w historii ludzkości od czasu wynalezienia pierwszych narzędzi. Człowiek stworzył i zaczął wykorzystywać wiele nowych technologii niemal we wszystkich dziedzinach życia. Również możliwości komunikowania się znacznie przyspieszyły i rozwinęły się niewyobrażalnie. Nie bez racji mówi się, że Ziemia stała się „globalną wioską". Również w sferze przekazywania i odbioru informacji.

Każda organizacja społeczna – mam tu na myśli zarówno organizacje rządowe, administrację samorządową, instytucje pożytku publicznego, służby publiczne, jak i organizacje biznesowe itd. – musi komunikować się z otoczeniem. Jest to wymóg konieczny, aby móc realizować swoje cele, jak również być na tyle rozpoznawalną przez otoczenie, by przekazywać na zewnątrz swoją misję i informować o działaniach. Wizerunek organizacji ma ogromne znaczenie dla powodzenia prowadzonych przez nią działań, niezależnie od ich charakteru. Utrata dobrej reputacji może prowadzić, i najczęściej prowadzi, do poważnych problemów firmy, również wówczas, kiedy sposób jej funkcjonowania nie daje podstaw do złych opinii. Niesprawiedliwy osąd, rozpowszechniona plotka, „fakt praso-

wy" może być równie dotkliwy, jak ujawnienie działania w złej wierze czy próba ukrycia prawdy niekorzystnej dla organizacji, a zatem chęć wprowadzenia w błąd opinii publicznej. Bardzo częstą przyczyną kłopotów wynikających z rozpowszechnienia opinii nieprawdziwej, trudnej do zdementowania jest nieporozumienie wynikające z braku profesjonalizmu, niestaranności etc. pracowników instytucji zajmujących się informowaniem opinii publicznej. Tak więc można w skrócie powiedzieć, iż poprzez rzetelną i fachową informację i komunikowanie się z otoczeniem organizacja tworzy własny wizerunek. To jest właśnie domena działania Public Relations.

Czym jest Public Relations (PR)?

Istnieje wiele definicji PR. Według Brytyjskiego Instytutu PR jest to „przemyślane, planowe i systematyczne dążenie do wytworzenia, a następnie podtrzymywania wzajemnego zrozumienia między daną organizacją a jej otoczeniem".Amerykańskie Stowarzyszenie PR definiuje Public Relations jako funkcję zarządzania i przypisuje jej następujące zadania:

- wnioskowanie (przewidywanie);
- analiza i interpretacja opinii publicznej;
- nastawienia i problemów, które mogą wywierać pozytywny lub negatywny wpływ na działalność i plany organizacji;
- doradzanie kierownictwu wszystkich szczebli (poziomów) organizacji w sprawach zasad działania i komunikowania przy uwzględnieniu wszystkich publicznych aspektów oraz społecznej i obywatelskiej odpowiedzialności własnej organizacji.

Wielość definicji PR może wprowadzać pewien pozorny zamęt. Sposoby ich formułowania przez różne organizacje i stowarzyszenia mogą się między sobą nieco różnić, jednakże wszystkie mają pewne cechy wspólne.

Wszystkie podkreślają, iż jest to planowe i przemyślane działanie w dłuższym okresie czasu. Public Relations daje organizacji sposoby i narzędzia do komunikowania się z otoczeniem, a co za tym idzie tworzy atmosferę społecznej akceptacji dla firmy i jej działań. Jest też sposobem na stworzenie i podtrzymanie dobrej reputacji firmy. Działania Public Relations pomagają zyskać zrozumienie dla prowadzonych działań i osiągnięcie celów o charakterze społecznym poprzez informowanie i wyjaśnianie. PR to niewątpliwie jedna z funkcji zarządzania i jako taka powinna być realizowana w ścisłej współpracy z zarządem. Znajomość i korzystanie z wiedzy PR daje firmie możliwość badania i analizowania reputacji firmy w jej otoczeniu. Public Relations to nie tylko przekazywanie strumienia informacji, to także ich interpretacja.

Na zakończenie uwag dotyczących wstępnych informacji na temat czym w ogóle jest ta dość młoda dziedzina wiedzy, chciałabym pokusić się o (być może kontrowersyjne) stwierdzenie: każda organizacja powinna na własny użytek sformułować czym dla niej jest PR, jakie cele chce osiągnąć zatrudniając specjalistę z tej dziedziny? Taka „własna" definicja będzie jednocześnie wytyczała kierunki pracy zatrudnionego specjalisty.

Zewnętrzne i wewnętrzne cele PR

Umiejscowienie PR w strukturze organizacji

O zewnętrznych zadaniach specjalisty PR wspomniane zostało powyżej. Jednym zdaniem można powiedzieć, iż będą one polegały na kształtowaniu i utrzymywaniu dobrego wizerunku firmy poprzez analizę i interpretację opinii publicznej, dbałość o informowanie otoczenia na temat misji organizacji i jej osiągnięciach, a także reagowanie w sytuacjach kryzysowych, które mogą negatywnie wpływać na jej dobre imię.

Jednakże realizacja zadań zewnętrznych nie powiedzie się jeśli wewnątrz organizacja nie będzie spójna, a jej pracownicy nie będą się identyfikowali z firmą. Dlatego też również wewnątrz organizacji możemy wyróżnić kilka celów strategicznych dla komórki PR. Będą to:

- pełna identyfikacja z firmą;
- wzmocnienie odpowiedzialności wszystkich pracowników za los firmy;
- wzrost efektywności działań całej załogi.

Wewnętrzne działania PR prowadzi się w tzw. otoczeniu wewnętrznym czyli wśród: obecnych pracowników, a więc także ich rodzin, związków zawodowych, Zarządu i kadry kierowniczej, byłych pracowników oraz potencjalnych pracowników (np. studenci).

Poprzez wykorzystywanie takich narzędzi jak informator dla pracowników, tablice ogłoszeń, biuletyny zakładowe, listy, roczne lub okresowe zestawienia, plakaty, broszury, pismo dla pracowników (tzw. biuletyn wewnętrzny), szkolenia, seminaria czy wreszcie imprezy integrujące załogę komórka lub specjalista PR stara się wspomagać Zarząd organizacji w osiąganiu następujących celów:

- wspieranie procesu realizacji strategii działania firmy;
- sprawne zarządzanie;
- motywowanie pracowników;
- większa samodzielność pracowników;
- kształtowanie kultury organizacyjnej;
- wpływ na zmianę postaw i zachowań pracowników;
- budowa poczucia identyfikacji z firmą ;
- budowa zaufania;
- rozładowywanie konfliktów;
- ułatwianie adaptacji nowych pracowników;
- budowanie poczucia dumy, elitarności;
- zatrzymywanie najbardziej wartościowych pracowników;
- minimalizacja ryzyka strajków i nadmiernych żądań;
- przygotowywanie i wprowadzanie zmian;
- przekonywanie wewnętrznych konsumentów (wraz z dep. Komunikacji Marketingowej);
- przekonywanie zewnętrznych inwestorów (wraz z dep. Relacji Inwestorskich.

W ramach działań wewnętrznych PR pracownicy są informowani o celach przedsiębiorstwa, jego misji, filozofii, zadaniach, polityce, zagadnieniach współdecydowania, współuczestnictwa, kształtowaniu się struktury majątkowej firmy czy też możliwości uczestniczenia w podziale zysku lub w funduszach pracowniczych. Wewnętrzne PR dotyczy także stałego informowania pracowników na temat środków humanizacji pracy, świadczeniach socjalnych, zamierzonych przedsięwzięciach racjonalizacyjnych, wprowadzaniu nowych produktów, nowych form obsługi klientów itp., a także wewnątrzzakładowych trudnościach, zdarzeniach warunkujących sytuację pracowników. Wewnętrzne działania PR zapoznają pracowników z oficjalnym stanowiskiem Dyrekcji w różnych sprawach, niekoniecznie bezpośrednio związanych z daną organizacją, jak również informują o tzw. „personaliach" czyli : jubileuszach, nagrodach, rocznicach, wyborze do władz organizacji i stowarzyszeń, w tym międzynarodowych, przejściu na emeryturę itd. Mądry Zarząd firmy zawsze posiłkuje się wewnętrznymi kampaniami PR w sytuacjach kiedy:

- pogarszają się nastroje pracowników;
- mają oni poczucie zagrożenia, lęku przed zmianami;
- destabilizuje się struktura;
- dominuje drugi, „korytarzowy" obieg informacji;istnieje możliwość utraty wysoko wykwalifikowanej kadry pracowniczej;
- obserwuje się spadek efektywności;
- następuje spadek zaufania do pracodawcy.

Należy zawsze pamiętać, iż nie jest prawdą, że pracownicy lubią otrzymywać plotki na temat tego, co dotyczy firmy. Plotki powstają wtedy, gdy brak jest jakichś informacji, gdy istnieją luki informacyjne.

Niezwykle ważne jest również podkreślenie, że nie sposób budować dobrego wizerunku firmy w jej otoczeniu, jeśli nie prowadzi się równoczesnych działań, które mają doprowadzić do sytuacji, w której członkowie organizacji nie będą jej rzecznikami w swoim środowisku. Komunikacja wewnętrzna jest narzędziem, które ma m.in. budować wizerunek organizacji w jej wnętrzu. Niebywale istotne jest to, w jaki sposób swoją firmę postrzegają szeregowi pracownicy. Ich opinia przekazywana rodzinie i znajomym ma wysoką wiarygodność – albo będzie wspierała nasze działania na rzecz dobrej reputacji firmy albo będzie je skutecznie niweczyła. Z tego właśnie względu komunikacja wewnętrzna powinna być podstawą (punktem odniesienia) dla innych działań PR.

Na zakończenie tego krótkiego artykułu wprowadzającego w zadania i rolę komórki PR w organizacji chciałabym kilka zdań poświęcić jej umiejscowieniu w strukturze firmy.

Właściwie umieszczona w strukturze organizacji komórka PR powinna, jeśli jej szef nie jest członkiem zarządu, podlegać bezpośrednio prezesowi organizacji. W zakres jej obowiązków powinno także wchodzić udzielanie „serwisu" innym działom np. kadrom, marketingowi, prawnikom etc. Sprawnie funkcjonujący dział PR powinien doprowadzić do sytuacji, w której

zatrudnianie specjalisty PR w innej komórce będzie zbędne. Dobrze ułożona współpraca z marketingiem musi zapewnić PR konsultacje i kontakty w sytuacji podejmowania kampanii wizerunkowej przy użyciu technik marketingowych i reklamowych. Marketing także powinien otrzymać pomoc, jeśli istnieje potrzeba zastosowania dla jego potrzeb technik PR. Dobra współpraca obu działów zaowocuje m.in. racjonalizowaniem wydatków marketingu, ponieważ niektóre jego zadania mogą być zrealizowane skuteczniej i taniej przy zastosowaniu instrumentarium Public Relations (np. informacja dziennikarza na stronach redakcyjnych, którą może w określonej sytuacji zapewnić PR, przyniesie lepszy skutek niż tekst sponsorowany).

Podstawowym problemem, w Polsce i w krajach o podobnych uwarunkowaniach, jest to, w jakim miejscu w hierarchii organizacji i w jakich relacjach z innymi działami zostanie umieszczony specjalista PR. **Chodzi przede wszystkim o to, by jego pozycja w firmie nie pozostawała w rażącej dysproporcji z oczekiwaniami kierownictwa dotyczącymi jego pracy. Nie jest prawdą często słyszane stwierdzenie, że osoba kompetentna poradzi sobie bez względu na to czy w hierarchii zajmuje pozycję młodszego referenta czy dyrektora najwyższej rangi. Bowiem na każdych z wymienionych stanowisk inne są możliwości dostępu do informacji, które można wykorzystać do celów komunikacji wewnętrznej oraz przy kształtowaniu zewnętrznego wizerunku organizacji.**

Podsumowanie

W swoim krótkim artykule, wstępnie wprowadzającym w zagadnienia wiedzy o public relations poruszyłam tylko zagadnienia podstawowe. Narzędziom, technikom i wykorzystaniu PR w sytuacjach kryzysowych poświęcone będą artykuły w kolejnych numerach kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza".

Literatura

1. Przybylski H., *Public relations. Teoria i praktyka komunikowania*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, 2000
2. Rozwadowska, B., *Public relations. Teoria, praktyka perspektywy*, Wyd. studio EMKA, 2002
3. Ociepka, B., (red), *Public relations w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, 2003;
4. Werenowska, A., *Wykład i prezentacja dla słuchaczy podyplomowych studiów „Medioznawstwo i zarządzanie informacją"*, Warszawa, SGGW, 2009 (materiał niepublikowany)

Recenzenci:
dr inż. Agnieszka Werenowska
mgr Paweł Sosnowski

dr **Tomasz WĘSIERSKI**
Zastępca Dyrektora CNBOP
ds. naukowo-badawczych

FUNKCJE PROBITOWE JAKO NARZĘDZIE OCENY SKUTKÓW UWOLNIENIA NIEBEZPIECZNYCH SUBSTANCJI CHEMICZNYCH. SYMULACJA OBLICZEŃ DLA UWOLNIENIA SIĘ GAZOWEGO CHLORU

Probit functions as a tool to determine results of release dangerous chemicals. Simulation for chlorine gas release

Streszczenie
Popularnym narzędziem stosowanym w celu określenia prawdopodobieństwa wystąpienia urazów ponoszonych w skutek działania bodźców zewnętrznych jest wykorzystanie funkcji probitowych [1]. Modelowanie tego typu można wykorzystać do obliczenia prawdopodobieństwa nie tylko uwolnienia substancji niebezpiecznych, ale również efektów związanych z działaniem strumienia cieplnego czy też fali ciśnieniowej. Warunkiem stosowania odpowiednich funkcji jest istnienie odpowiedniej bazy literaturowej i doświadczalnej o rozkładach statystycznych wiążących prawdopodobieństwo obrażeń z całkowitą wielkością przyjętej dawki. Należy jednak zauważyć, iż otrzymana wartość określa nam jedynie prawdopodobieństwo wystąpienia danego skutku, gdyż u organizmów żywych, nawet tego samego gatunku, ze względu na ich zróżnicowanie osobnicze może wystąpić cały szereg zachodzących skutków. Niniejszy artykuł przedstawia metodykę obliczeń prawdopodobieństwa zajścia wypadku śmiertelnego dla człowieka poddanego ekspozycji chmury gazowego chloru. Pierwsza część symulacji obejmuje przejście chmury chloru o zmiennym stężeniu. Druga część artykułu obejmuje symulację dla stałego stężenia gazu. Na końcu zestawiono wykresy zależności procentu zgonów w funkcji ładunku toksycznego oraz w funkcji stężenia dla różnych krzywych czasowych. Należy zauważyć, iż zwłaszcza ostatni typ analizy stałostężeniowej wart jest stabelaryzowania również dla innych substancji, celem łatwej i szybkiej analizy zdarzeń przez odpowiednio przeszkoloną osobę dowodzącą akcją ratowniczą.

Summary
Probit functions are very popular tool used to determine probability of failure as a consequence of external stimuils [1]. This type of modeling can be used to determine the failure's probability for dangerous substances, heat flux, pressure wave and et cetera. For using this kind of modeling existence of available probability literature and experimental database is necessary especially connecting failure's probability with total dose. It should be noted that received value determine us only the probability of the effect because of the large variation between individuals of the same species. This article presents methodology of determining the probability of casualties for humans exposed to cloud of chlorine gas. The first part of the simulation concerns thoroughfare of chlorine gas of variable concentration and the second part concerns constant concentration. Finally graphs of percentage of casualties in function of toxic charge and as a function of concentration for different times were set together. It is worth mentioning, that especially this last model of analysis (for constant concentration of gas) is worth presenting in the form of a table for another substances to easy and fast use by appropriately trained people (especially commanders of the rescue).

Słowa kluczowe: chlor, funkcje probitowe, substancje chemiczne;

Key words: chloride, profit functions, chemicals.

Wstęp

Analiza niebezpieczeństwa związana z uwolnieniem gazowego chloru nie jest poruszana w tym artykule przypadkowo, gdyż chlor ze względu na swoje właściwości toksyczne oraz wielkość jego zastosowania przemysłowego i przewozów stanowi poważne zagrożenie w przypadku jego uwolnienia. Stąd też analiza wykonana na przykładzie tego związku wydaje się jak najbardziej właściwa.

Informacje toksykologiczne

Chlor jest substancją toksyczną działająca drażniąco oraz dusząco. W zetknięciu z wilgotną powierzchnią błon śluzowych tworzą się między innymi takie substancje jak kwas podchlorawy (HClO) oraz chlorowodór (HCl). Na skutek reakcji z tkanką powstają również inne związki chlorowcopochodne wywierające silne działanie toksyczne. Działanie na oczy powoduje ich ból, łzawienie aż do uszkodzenia rogówki włącznie. Wywołuje ból gardła, napady kaszlu a w przypadku dostatecznie wysokich stężeń obrzęk płuc, zatrzymanie akcji serca a w konsekwencji śmierć. Wartości progowe dla chloru przedstawione są w tabeli 1:

Tabela 1.

Wybrane wartości progowe dla chloru [1,2,3]

(w nawiasach w kolumnie 2 oraz 3 podano czasy ekspozycji podczas badania.)

Parametr	Stężenie / mg · m^{-3}	Stężenie / ppm
LC_{50} (szczur, inhalacja)	407 (1 h)	140 (1 h)
LC_{50} (człowiek, inhalacja)	1250 (10 min)	430 (10 min)
LCL_0 (człowiek, inhalacja)	2530 (30 min)	871 (30 min)
NDS	1,5	0,5
NDSCh	9	3
ERPG-1	3	1
ERPG-2	9	3
ERPG-3	59	20
IDLH	30	10
EEGL	9	3
TLV – STEL	3	1

Funkcja probitowa jako właściwe narzędzie analizy

Funkcje probitowe [4,5] są jednym z typów modeli stosowanych w celu określenia skutków ponoszonych przez ludzi w przypadku wystąpienia czynnika szkodliwego, którym może być fala ciśnieniowa, strumień ciepła czy też oddziaływanie niebezpiecznej substancji chemicznej.

Równanie probitu ma następującą postać:

$$\mathbf{P_r = A + B\ln(L)}$$

przy czym:

P_r – funkcja probitowa będąca miarą procentową ludzi, którzy w wyniku ekspozycji na dany typ obciążenia doznają uszkodzenia opisanego daną funkcją probitową;

A – stała równania probitowego zależna od typu urazu oraz rodzaju obciążenia;

B – stała równania probitowego zależna od typu obciążenia;

L – obciążenie (dawka, ładunek obciążający).

Wartość ładunku obciążającego (w naszym konkretnym przypadku wartość ładunku toksycznego) otrzymuje się ze wzoru:

$$L = \int_0^t c(t)^N dt$$

gdzie:

N – stała równania probitowego charakterystyczna dla danego rodzaju substancji;

c – stężenie w środku chmury w przypadku uwolnienia chwilowego lub też stężeniem wzdłuż linii środkowej chmury dla uwolnienia ciągłego.

Jak widać z powyższego wzoru, w przypadku uwolnienia, przy którym stężenie substancji zawartej w chmurze toksycznej ulega zmianie, ładunek toksyczny wyrażony jest całką w granicach od 0 do t, gdzie granice całkowania określają nam czas przejścia chmury w minutach nad punktem, w którym prowadzimy pomiar. Funkcja podcałkowa natomiast wyraża nam stężenie zależne od czasu, podniesione do potęgi stałej równania probitowego N. W przypadku gdy N równa się 1, ładunek toksyczny można bardzo prosto wyliczyć metodą graficzną przez wyliczenie powierzchni pod krzywą dla funkcji stężenia od czasu c(t). Dla N różnego od 1 należy wpierw podnieść funkcję c(t) do potęgi N.

Dla stałej wartość stężenia ładunek toksyczny oblicza się prosto przez wyliczenie iloczynu czasu przejścia chmury razy wartość ładunku podniesioną do potęgi N.

Wartość stężenia wyraża się w ppm. W przypadku gdy dysponujemy wartościami podanymi w mg/m^3 można dokonać łatwej transformacji jednostek poprzez zastosowanie równania:

$$c_{ppm} = \frac{c_{mg/m^3} \cdot V_{mol}}{M_{cz}}$$

przy czym;
c_{ppm} – stężenie wyrażone w ppm;
c_{mg/m^3} – stężenie wyrażone w mg/m^3;
V_{mol} – objętość molowa gazu w zadanych warunkach ciśnienia i temperatury. W warunkach normalnych wartość ta zwana objętością Avogadro wynosi 22,4 dm^3 natomiast w warunkach standardowych 24,45 dm^3.

Dla stałej prędkości wiatru (v) wyrażonej w m/s oraz korzystając ze wzoru na ruch jednostajny, czas przejścia chmury o promieniu r wyrażony w minutach wynosi:

$$t = \frac{r}{30v}$$

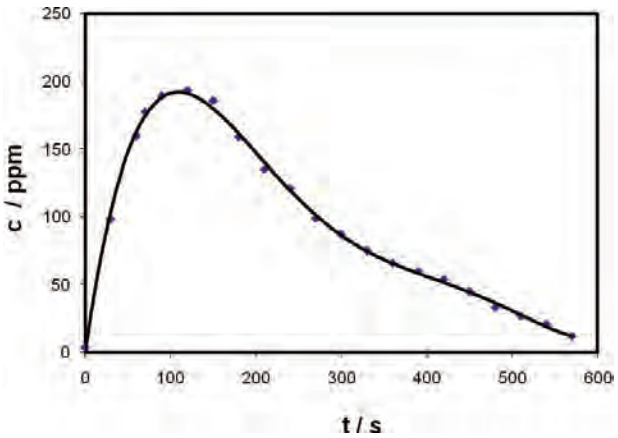
Po uzyskaniu informacji na temat ładunku toksycznego oraz wyliczeniu wartości probitu należy oszacować wartość procentu jaka charakteryzuje nasze zdarzenie. W tym celu warto skorzystać z tabeli zamiany miar procentowych na wartość określoną funkcją probitową (tabela 2)

Korzystanie z tabeli zostanie omówione na przykładzie analizy problemu poniżej.

Analiza probitowa chmury chloru

a. Stężenie chloru zmienne w czasie

Wyobraźmy sobie chmurę chloru dla której przejścia zarejestrowano zależność stężenia w funkcji czasu przedstawioną na rysunku 1. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 3 (kolumna 1 – czas, kolumna 3 – stężenie).



Ryc. 1. Zależność stężenia chloru w funkcji czasu. Czas próbkowania; 20 s. Czas przejścia chmury: 10 minut (600 s)

Odczyt stężenia chloru następował co 20 sekund w przeciągu 10 minut. Prędkość wiatru wynosiła 3m/s. Przekształcając wzór na czas przejścia chmury promień obłoku toksycznego wynosi **r = 30vt= 900 metrów**. Przeprowadzając analizę warto zastosować następującą sekwencję działań:

1. transformacja czasu z sekund na minuty (kolumna 2);

Tabela 2.

Tabela przelicznika miar procentowych na wartość funkcji probitowej [1]

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

2. wyznaczenie zależności c(t) metodą regresji (funkcja dopasowania musi się charakteryzować wartością dopasowania R^2 jak najbliższą jedności);

3. analityczne wyznaczenie całki $\int_0^t c(t)^N dt$ lub też całkowanie graficzne zależności $c(t)^N$ (kolumna 4 – dopasowanie $c(t)^N$, kolumna 5 – sumowanie pola metodą trapezów)

5) określenie wartości probitu P_r dla szukanego urazu

6) odczytanie wartości procentu

Mając do dyspozycji program Excel warto jako funkcji dopasowania szukać równań wielomianowych. Dają one nam łatwą możliwość analitycznego wyliczenia całki jeśli N jest liczbą całkowitą.

Tabela 3.

Parametry uwolnienia chloru oraz stosowane przekształcenia

1	2	3	4	5
t	t	C	$c(t)^N$	S_{tr}
[s]	[min]	[ppm]	$[ppm]^N$	$[ppm^N \cdot min]$
0	0,00	4	0	
30	0,50	98	10621	2655
60	1,00	160	25868	9122
90	1,50	190	34644	15128
120	2,00	194	35857	17625
150	2,50	186	31970	16957
180	3,00	159	25858	14457
210	3,50	135	19603	11365
240	4,00	121	14300	8476
270	4,50	99	10289	6147
300	5,00	87	7471	4440
330	5,50	75	5574	3261
360	6,00	66	4299	2468
390	6,50	60	3397	1924
420	7,00	54	2681	1520
450	7,50	45	2035	1179
480	8,00	33	1416	863
510	8,50	27	855	568
540	9,00	21	422	319
570	9,50	12	174	149
600	10,00	3	100	69
			$L=\Sigma S_{tr}=$	118693

Kolumna 1 – czas w sekundach, kolumna 2 – czas w minutach, kolumna 3 – stężenie w ppm, kolumna 4 – wartość funkcji $c(t)^N$ wyliczona dla czasów t po znalezieniu funkcji dopasowania c(t) i podniesieniu jej do potęgo N, kolumna 5 – sumowanie pola metodą trapezów. Wartość parametru N dla chloru wynosi 2.

Dla analizowanego przypadku ładunek po uwzględnieniu charakterystyki chloru (N=2) wynosi L=118693 ppm^2min. Po wstawieniu reszty stałych równania probitowego charakteryzującego śmiertelność populacji dla chloru (A= -8,29, B=0,92) można otrzymać wartość probitu:

$$\mathbf{P_r = A + Bln(L) = -8{,}29 + 0{,}92ln(118693) = 2{,}46}$$

Korzystając z tabeli przelicznika miar procentowych na liczbę probitu otrzymana wartość wynosi poniżej 1%. Tak więc oddziaływanie badanej chmury spowodowałaby śmierć mniej niż jednego procenta ludzi poddanych jej działaniu.

b. stężenie chloru stałe w czasie

Dla stałego stężenia chloru po podstawieniu odpowiednich stałych równania probitowego można otrzymać:

$$\mathbf{P_r = A + BlnL = -8{,}29 + 0{,}92ln(L)}$$
$$\mathbf{= -8{,}29 + 0{,}92ln(c^2t)}$$

Tak więc, np. dla stężenia chloru równego co do wartości LC_{50} dla człowieka (430 ppm) utrzymującego się w czasie dziesięciu minut wartość probitu wynosi;

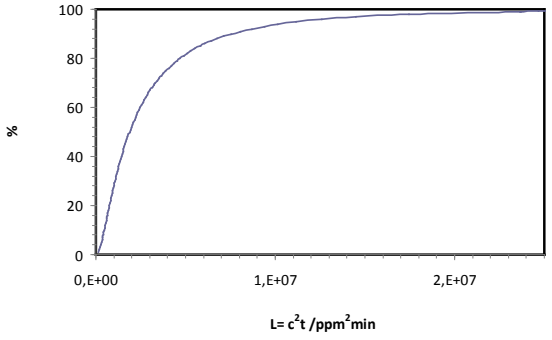
$$\mathbf{P_r = A + BlnL = -8{,}29 + 0{,}92ln(1849000) = 5}$$

Korzystając z tabeli przelicznika miar procentowych na wartość probitu otrzymany procent wynosi 50. Tak więc oddziaływanie badanej chmury o stałym stężeniu chloru równym 430 ppm przez okres 10 minut spowodowałaby śmierć 50% ludzi objętej strefą jej działania. Oczywiście otrzymany wynik jest zgodny z definicją LC_{50}.

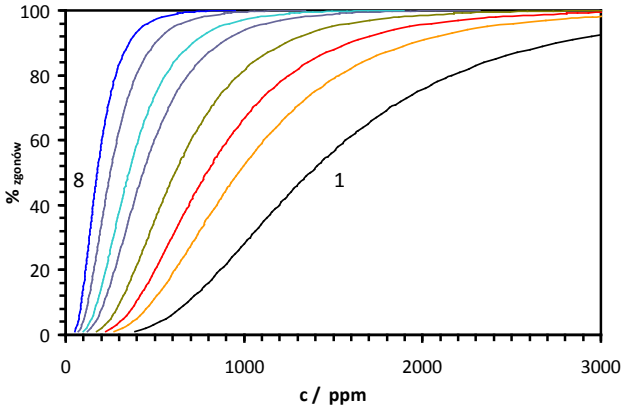
c. charakterystyka stężeniowa chloru

Wykorzystując równanie funkcji probitowej dla chloru oraz przelicznika miar procentowych na probit można przedstawić w zależność procentu populacji ludzi ulegającej śmiertelnemu zatruciu gazem w funkcji ładunku toksycznego (rys 2) oraz w funkcji stężenia dla różnych wartości czasu ekspozycji (rys 3). Analiza taka pozwala nam na łatwy odczyt parametrów z wy-

kresu a zatem szybkie przewidzenie skutków uwolnienia.



Ryc. 2. Zależność procentu zgonów na skutek działania chloru w funkcji ładunku toksycznego



Ryc. 3. Wykres zależności procentu zgonów (śmiertelności) w funkcji stężenia chloru przy jego stałym stężeniu dla czasów ekspozycji równych 1) 1 minuta 2) 2 minuty 3) 3 minuty 4) 5 minut 5) 10 minut 6) 15 minut 7) 30 minut 8) 60 minut

Matematycznie ujęcie ładunku oraz stężenia chloru w funkcji probitu przedstawia się natomiast następująco:

$$L = c^2 t = \frac{P_r + 8{,}29}{0{,}92}$$

$$c = \sqrt{\frac{e^{\frac{P_r + 8{,}29}{0{,}92}}}{t}}$$

Probitowe ujęcie zależności jest jednak analitycznie zdecydowanie mniej użyteczne na miejscu akcji niż ujęcie procentowe przedstawione na wykresach 2 oraz 3.

Podsumowanie

Funkcje probitowe w prosty sposób umożliwiają nam określenie prawdopodobieństwa zajścia danego zdarzenia. W zależności od potrzeb modelowanie może objąć wyliczenie ładunku toksycznego chmury poprzez całkowanie funkcji stężenia w badanych ramach czasowych lub też w prostszym ujęciu przy stałym stężeniu ekspozycji proste podstawienie do wzoru funkcji probitowej. Dla dowolnej substancji dla której znane są parametry A, B oraz N możemy dokonać analizy we wspolrzędnych śmiertelności w funkcji stężenia dla dowolnie dobranych czasów ekspozycji. Dane przedstawione w ten sposób są łatwe do szybkiej analizy. Stworzenie bazy krzywych dla wybranych substancji byłoby wskazane aby móc łatwo przewidzieć skutki działania substancji toksycznej a zatem w odpowiedni sposób dobrać siły i środki potrzebne do zabezpieczenia miejsca zdarzenia. Niniejsze podejście mogłoby być jednym z ważnych elementów organizacji zarządzania strategicznego [6].

Literatura

1. Borysiewicz M., Furtek A., Potempski S., *Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi*, Instytut Energii Atomowej Otwock – Świerk, 2000 r.;
2. *Karta charakterystyki substancji niebezpiecznej*, chlor MESSER Polska;
3. Emergency Response Planning Guidelines,American Industrial Hygiene Association, *Current AIHA-ERPG Values* (2009);
4. Manual A., *Techniques for assessing industrial hazards*, Word Bank Technical paper, No 55, 1988 r.;
5. Khan F. I., Abbasi S.A., *Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries,* w: Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol 11, Issue 4 (1998) s. 261 – 277;
6. Roguski E.W., Wróblewski D., *Diagnostyczna metoda oceny ryzyk i systemów reagowania POMRISC jako narzędzie programowania zmian doskonalących systemy bezpieczeństwa i ich monitorowania*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 04 /2008, strony 35-60

Recenzenci:
ml. bryg dr Marzena Półka,
bryg. dr inż. Waldemar Jaskółowski

mgr **Michał ŁUDZIK**
Zespół Laboratoriów Badań
Chemicznych i Pożarowych BC
CNBOP

GAŚNICE. BADANIA WYBRANYCH PARAMETRÓW TECHNICZNO-UŻYTKOWYCH

Fire extinguishers. Studies of some technical-usage parameters

Streszczenie
W niniejszym artykule zdefiniowano podział gaśnic przenośnych ze względu na możliwość wykorzystania do określonych grup pożarów, zastosowany środek gaśniczy, sposób umieszczenia czynnika roboczego, wielkość napełnienia. Ponadto wyjaśniono sposób ich oznakowania stosowany przez producentów oraz przedstawiono budowę etykiety opisowej. W dalszej części opisano najważniejsze parametry techniczno-użytkowe charakteryzujące gaśnice (skuteczność gaśnicza, odporność na korozję zewnętrzną i wewnętrzną, czas działania) oraz sposoby ich ustalania.

Summary
In the herein article the division of portable fire-extinguishers was defined as regards: the usage for particular types of fires, fire-extinguishing measures made use of, the way of placing a working factor, the size of repletion. Moreover the way of their marking used by producers was explained and the structure of description label was presented. Furthermore, the most important technical-usage parameters which characterize fire-extinguishers were described (fire-extinguisher efficacy, resistance to external and internal corrosion, the reaction time) and the way of their establishing as well.

Słowa kluczowe: gaśnica, badania, parametry techniczne,

Key words: extinguisher, research, technical parameters.

Obecnie na polskim rynku dostępnych jest wiele typów gaśnic. Różne właściwości tego sprzętu (np. budowa i rodzaj prądownicy, zastosowanie odpowiednich środków gaśniczych: proszek, dwutlenek węgla, wodny roztwór środka pianotwórczego) powodują, że jest on stosowany do gaszenia pożarów grupy A, B, C a także grupy F. Dla użytkownika bardzo ważnym elementem podczas tłumienia pożaru w zarodku jest nie tylko technika gaszenia, ale również dobór sprawdzonej i skutecznej gaśnicy przenośnej.

Każda gaśnica przed dopuszczeniem do sprzedaży powinna posiadać odpowiednie parametry techniczno-użytkowe. Badania takich parametrów przeprowadzane są w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP, gdzie kontrola gaśnic odbywa się poprzez:

- badania laboratoryjne,
- badania kontroli dopuszczeń.

Badania laboratoryjne są nadrzędnym elementem do uzyskania przez producenta świadectwa dopuszczenia i stwierdzenia czy badana gaśnica przenośna jest produktem trwałym i niezawodnym w użytkowaniu. Przeprowadzane są zgodnie z normą PN-EN 3-7:2008 „Gaśnice przenośne Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań" i Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania

dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.).

Badania kontroli dopuszczeń mają na celu skontrolować zbadany wcześniej sprzęt podręczny, a w razie nieścisłości i negatywnych wyników badań umożliwiają cofnięcie świadectwa dopuszczenia dla danego produktu.

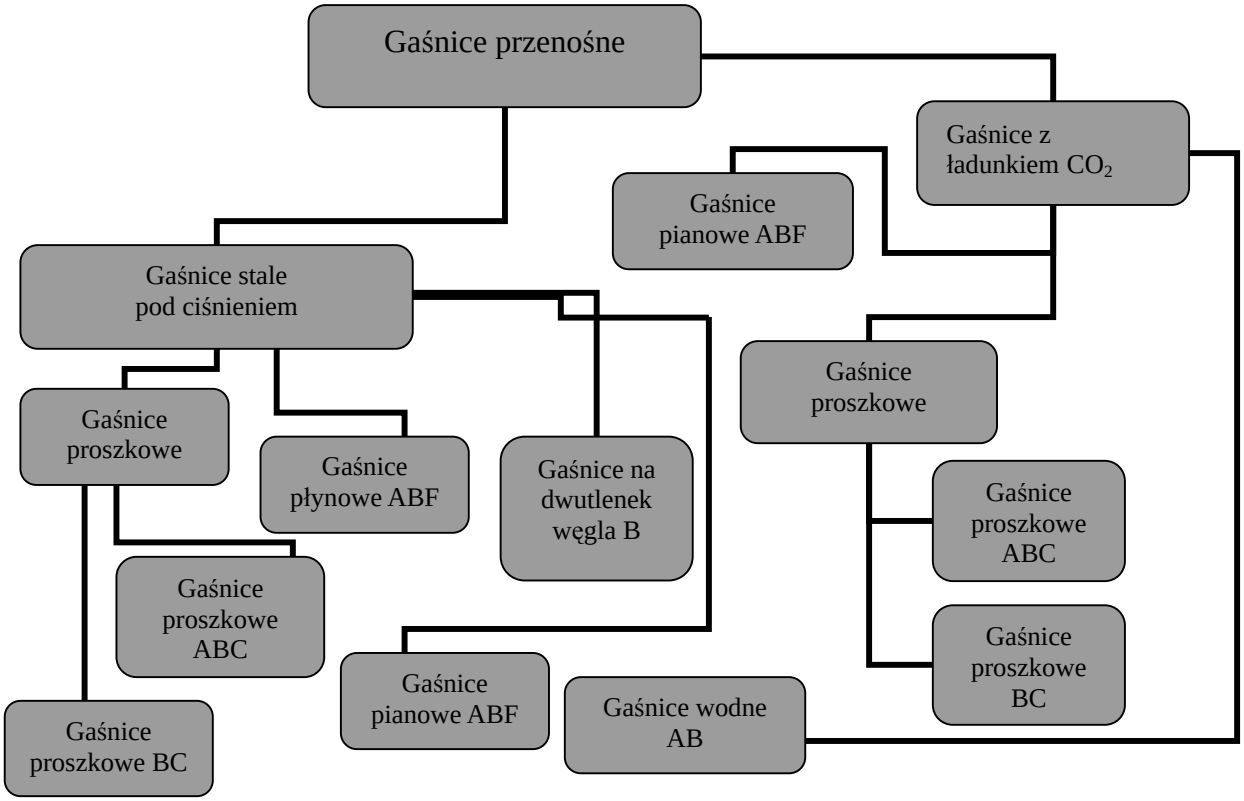
Gaśnice są wszechobecne. Znajdują się w samochodach, stoją w podstawkach na posadzkach, wiszą na wieszakach na ścianach w budynkach użyteczności publicznej, domach jednorodzinnych, obiektach przemysłowych i magazynowych. Znajomość i umiejętność posługiwania się nimi jest ważnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo pożarowe ludzi oraz ich majątku.

Rozpoczynając rozważania na temat gaśnic należy na początku zapoznać się z kilkoma pojęciami [1,2]:

- **Gaśnica** – urządzenie zawierające środek gaśniczy, który może być wyrzucany na skutek działania ciśnienia wewnętrznego i kierowany na pożar;
- **Gaśnica przenośna** – gaśnica, którą można przenieść i uruchomić ręcznie, a jej masa w stanie roboczym jest nie większa niż dwadzieścia kilogramów;
- **Środek gaśniczy** – substancja zawarta w gaśnicy, która powoduje ugaszenie pożaru;
- **Wielkość ładunku gaśnicy** – masa lub objętość środka gaśniczego zawartego w gaśnicy. Dla gaśnic wodnych i pianowych wielkość ta podawana jest w decymetrach sześciennych, a w przypadku pozostałych w kilogramach;
- **Czas działania** – czas, w którym przy całkowitym otwarciu zaworu, środek gaśniczy wypływa z gaśnicy w sposób ciągły i z właściwą skutecznością gaśniczą.

Gaśnice przenośne można podzielić ze względu na:

a. zastosowany środek gaśniczy – gaśnice pianowe, śniegowe, proszkowe (ryc. 1)
b. zastosowanie do likwidacji określonych grup pożarów:
   - ABC – uniwersalna, materiały stałe palne żarzące się, palne ciecze oraz gazy;
   - AB – materiały stałe żarzące się, palne ciecze tworzące płomienie;
   - BC – palne ciecze i gazy;
   - ABF – materiały stałe palne żarzące się, palne ciecze, oraz palne tłuszcze jadalne i oleje w urządzeniach kuchennych;
   - D – do gaszenia pożarów metali palnych.



Ryc. 1 Podział gaśnic przenośnych

Źródło: Opracowanie własne autora

c. sposób umieszczenia czynnika napędowego (sprężony gaz):
   - gaśnice typu X, gdzie gaz zasilający (dwutlenek węgla, azot) znajduje się w tym samym zbiorniku, co środek gaśniczy. W gaśnicach tego typu środek gaśniczy, na skutek ciśnienia wewnętrznego jest wyrzucany na zewnątrz i kierowany na pożar. Ciśnienie wewnętrzne jest ciśnieniem występującym stale (gaśnice ze wskaźnikiem ciśnienia umożliwiającym stałą kontrolę ich sprawności). Taki sposób umiejscowienia czynnika roboczego stosuje się w gaśnicach proszkowych, pianowych i śniegowych. Dlatego są one bardzo wygodne i praktyczne, a ich zaletą jest możliwość natychmiastowego użycia zaraz po uruchomieniu.
   - gaśnice typu Z, gdzie w zbiorniku na środek gaśniczy znajduje się dodatkowy pojemnik z gazem napędowym (nabój), jakim jest dwutlenek węgla. Naciśnięcie dźwigni powoduje otwarcie zaworu w wyniku przebicia przez iglicę pojemnika z gazem napędowym (dwutlenek węgla, azot), który potem rozpręża się, zwiększając w ten sposób swą objętość. Następnie wypełniający zbiornik środek gaśniczy zostaje wyrzucony silnym strumieniem na zewnątrz przez dyszę wylotową.

Obecnie nie dopuszcza się do stosowania gaśnic typu Y, przy których, aby wbić specjalny zbijak uwalniający gaz napędowy (powstawał w wyniku reakcji chemicznej substancji zasadowej z kwasową) w urządzeniu wymagane było odwrócenie go. Aktualnie każda gaśnica powinna mieć zawór samozamykalny, który umożliwiałby przerwanie wypływu środka gaśniczego w odpowiednim momencie. Uruchomienie gaśnicy musi być przeprowadzone bez konieczności odwracania jej do góry dnem, ponieważ budowa syfonowa urządzenia spowodowałaby ulotnienie się gazu, który wypycha środek gaśniczy.

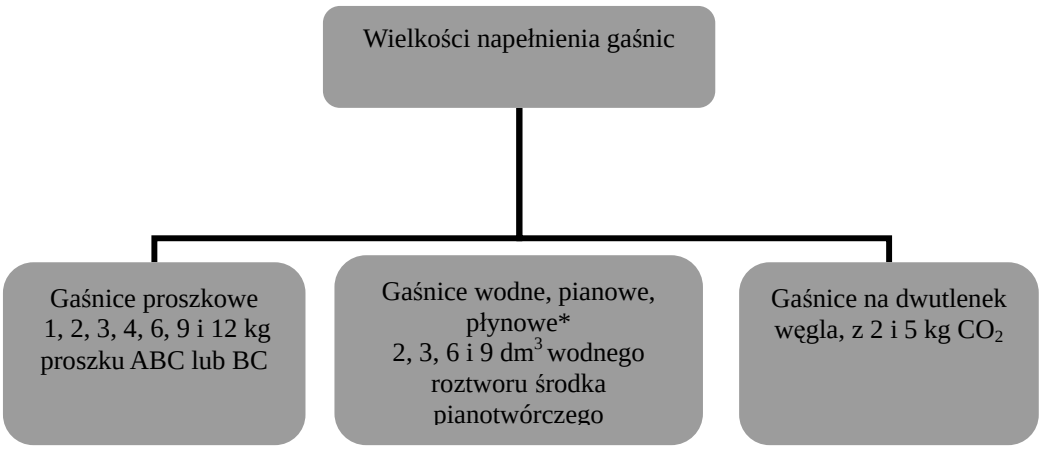
d. wielkości napełnienia (ryc.2)

Gaśnice powinno się dobierać i używać w zależności od właściwości materiału palnego. Producenci sprzętu gaśniczego wprowadzili na etykiecie w polu nr 4 skróty charakteryzujące typ podręcznych jednostek gaszących. Oznaczenia te nie są usystematyzowane i znormalizowane. Najczęściej występują symbole:

- GW, GWG, GWP, GWF, GPN – gaśnica pianowa;
- GP – gaśnica proszkowa;
- GW – gaśnica wodna;
- GS – gaśnica śniegowa;
- 1,2,4,6,9,12, … – ilość środka gaśniczego podawana w kilogramach lub w decymetrach sześciennych;
- X – pod stałym ciśnieniem;
- Z – z dodatkowym zbiornikiem zawierającym gaz napędowy.

Ponadto producenci stosują symbolikę w postaci liter stawianych za skośną kreską, np.:

- GP-1 X/N BC – gaśnica proszkowa z głowicą;
- GP-2 X/K ABC – gaśnica proszkowa z manometrem i wieszakiem;



Ryc. 2 Podział gaśnic przenośnych ze względu na wielkość napełnienia środkiem gaśniczym (*gaśnice płynowe o wielkości napełnienia 2 dm^3)

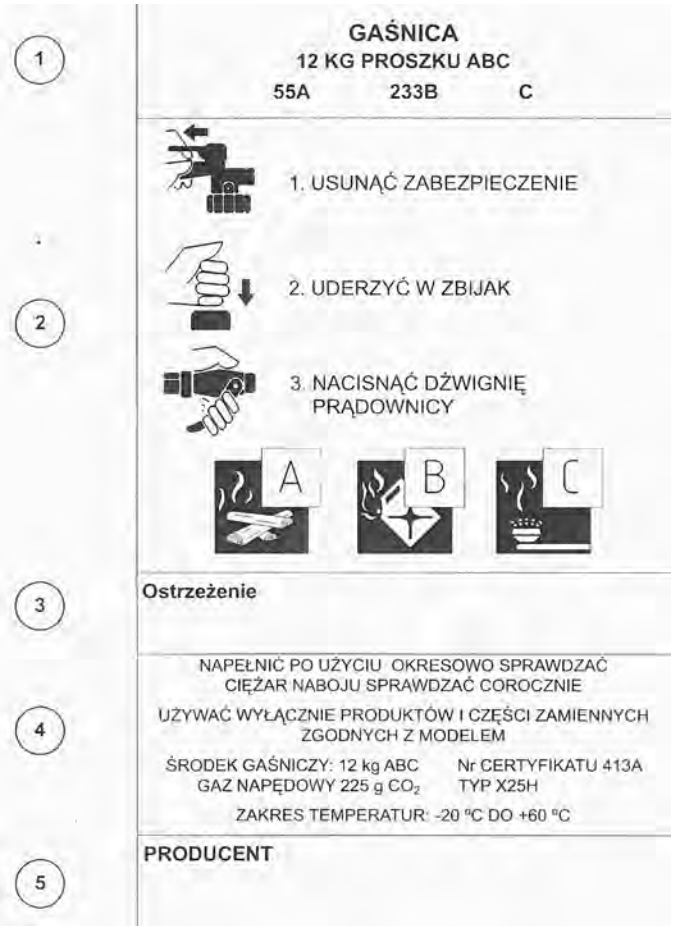
Źródło: Opracowanie własne autora

- GP-12z/z ABC – gaśnica proszkowa posiadająca zbijak;
- GW-6x-AB/T -20°C – gaśnica pianowa odporna na niskie temperatury do -20°C;
- GP-6zBC/G – gaśnica proszkowa przeznaczona do stosowania w górnictwie.

Dodatkowo spotyka się kombinacje:

- UWP Z/L – urządzenie pianowe służące do kładzenia wałów ochronnych w lasach podczas pożarów;
- UGS, GSE – urządzenie gaśnicze sprzętu elektronicznego;
- UGM – urządzenie przeznaczone do gaszenia pożarów grupy D.

Każdy zbiornik gaśnicy powinien być pomalowany na kolor czerwony RAL 3000, a na jego powierzchni musi znajdować się etykieta opisowa (ryc. 4). Zaznajomienie się z treścią etykiety spowoduje łatwiejsze wykorzystanie zdolności gaśniczej sprzętu bez ryzyka dla osoby posługującej się nim.



Ryc. 3 Wzór etykiety gaśnicy z wyróżnionymi polami wg normy PN-EN 3-7 [1]

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań

Ryc. 4 Wzór etykiety gaśnicy pianowej GW-6x AB

Źródło : Opracowanie własne autora na podstawie danych producenta sprzętu.

Etykieta musi zawierać następujące informacje, w pięciu odrębnych częściach (ryc. 3, 4) (w postaci opisu lub piktogramów) w następującej kolejności [1,2]:

Część 1

- słowa „GAŚNICA" lub „GAŚNICA" i nazwę środka gaśniczego,
- rodzaj środka gaśniczego i nominalna wielkość napełnienia tym środkiem,
- informację na temat wielkości i rodzajów pożarów testowych gaszonych przez gaśnicę (symbol pożaru testowego).

Część 2

- instrukcję użycia zawierającą jeden lub kilka piktogramów wraz z objaśnieniami,
- piktogramy reprezentujące rodzaje pożarów do gaszenia, których gaśnica jest przeznaczona.

Część 3

- informację dotyczące ograniczeń lub zagrożeń wynikających z użycia gaśnicy, w szczególności toksyczności i zagrożeń elektrycznych.

Część 4

- instrukcję napełniania po każdym użyciu,
- instrukcję okresowego sprawdzania i stosowania do napełniania i konserwacji wyłącznie produktów i części zamiennych odpowiednich dla danego typu gaśnicy,
- identyfikator środka gaśniczego i w szczególności, identyfikator i zawartość procentową dodatków w gaśnicach wodnych,
- jeśli jest stosowany, identyfikator gazu napędowego,
- numer(y) lub odniesienia dotyczące instytucji zatwierdzającej gaśnicę,
- oznaczenie modelu podane przez producenta,
- zakres temperatur działania,
- ostrzeżenie dotyczące zamarznięcia dla gaśnic wodnych,
- powołanie normy.

Część 5

- nazwę i adres producenta gaśnicy i/lub dostawcy.

Dodatkowo, w dowolnym miejscu gaśnicy powinien znajdować się jej rok produkcji.

Parametry techniczno-użytkowe

W celu określenia efektywności i trwałości podręcznego sprzętu gaśniczego w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC przeprowadza się badania parametrów techniczno-użytkowych gaśnic przenośnych na podstawie wymagań normy PN-EN 3-7. Wśród najważniejszych można wyróżnić: skuteczność gaśniczą, odporność na korozję zewnętrzną i wewnętrzną oraz czas działania.

Parametrem, który w determinującym stopniu decyduje o efektywności gaśnic przenośnych, jest minimalna skuteczność gaśnicza (numer pożaru testowego podany w polu nr 1 etykiety). Określa ona odpowiednią wielkość pożaru testowego, jaki będzie mogła ugasić jedna gaśnica, a tym samym pozwoli osobie gaszącej skutecznie i optymalnie wykorzystać podręczny sprzęt gaśniczy.

Pomiar minimalnej skuteczności gaśniczej wykonuje się wg PN-EN 3-7 i polega na ugaszeniu testu gaśniczego. Uznaje się, że gaśnica posiada odpowiednią skuteczność gaśniczą, jeżeli ugasi dwa z trzech testów gaśniczych. Badanie może być również zakończone, jeśli w dwóch pierwszych próbach pożar zostanie ugaszony. W przypadku nie ugaszenia pożaru testowego dwa razy, kolejne serie pomiarów można prowadzić, aż do momentu uzyskania poprawnego wyniku. Próby gaśnicze wykonuje się na określonych wielkościach pożarów testowych w zależności od grupy pożarowej:

a. Pożary testowe grupy A (pożary ciał stałych, głownie pochodzenia organicznego, przy których spalaniu występuje m.in. zjawisko żarzenia się, np.: drewno, papier, węgiel, tworzywa sztuczne), które składają się ze stosu kawałków drewna ułożonych na metalowej konstrukcji o wysokości 250 mm, szerokości 900 mm i długości równej długości pożaru testowego (rys. 5). Oznaczenia testu dokonuje się za pomocą litery i znajdującej się przed nią liczby, np. 27A. Liczba określa długość beleczek drewnianych, które układa się wzdłuż pożaru testowego i liczbę beleczek o długości 500 mm znajdujących się w warstwach ułożonych poprzecznie. Dla pożaru 27A w każdej warstwie ułożonej poprzecznie znajduje się dwadzieścia siedem beleczek drewnianych o długości 500 mm, a długość pożaru testowego wynosi 2,7 metra (tabela 1.). Wysokość wszystkich testów gaśniczych wynosi 546 mm (14 warstw drewnianych beleczek).

Badanie skuteczności gaśniczej polega na ugaszeniu pożaru testowego, który skonstruowany jest zgodnie z normą PN-EN 3-7. Po 2 minutach od zapalenia heptanu w tacy należy wciągnąć ją spod stosu drewna, a następnie po kolejnych 6 minutach swobodnego palenia testu gaśniczego przystąpić do gaszenia. Osoba gasząca powinna opróżnić gaśnicę w sposób ciągły lub kolejnymi porcjami, a potem zanotować czas gaszenia lub całkowitego rozładowania gaśnicy. Urządzenie uzyskuje skuteczność gaśniczą, jeśli po ugaszeniu testu przez trzy minuty nie nastąpi nawrót palenia.

Tabela 1.

Charakterystyka pożarów testowych grupy A [1]

Skuteczność gaśnicza (pożar testowy)	Liczba beleczek drewnianych o długości 500 mm w każdej warstwie ułożonej poprzecznie	Długość pożaru testowego [m]
5A	5	0,5
8A	8	0,8
13A	13	1,3
21A	21	2,1
27A	27	2,7
34A	34	3,4
43A	43	4,3
55A	55	5,5

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań.

Ryc. 5 Pożary testowe grupy A w trakcie spalania i po spalaniu

Źródło: Archiwum CNBOP

b. Pożary testowe grupy B (pożary cieczy palnych lub materiałów topiących się, np.: benzyna, alkohole, aceton, eter, oleje, lakiery), które przeprowadza się w okrągłych stalowych tacach o odpowiedniej powierzchni w zależności od wielkości testu gaśniczego. Każdy pożar tego typu posiada odpowiedni symbol, według którego liczba określa objętość cieczy wykorzystanej do testu, natomiast litera rodzaj grupy pożaru testowego (tabela 2.).

Badanie polega na ugaszeniu za pomocą gaśnicy cieczy palnej (heptan przemysłowy) nalanej na wodę, która znajduje się w tacy. Po jednej minucie od czasu zapalenia heptanu operator gaśnicy uruchamia ją i kieruje wydobywający się strumień środka gaśniczego na pożar

Tabela 2.

Charakterystyka pożarów testowych grupy B [3]

Skuteczność gaśnicza (pożar testowy)	Objętość cieczy (1/3 wody + 2/3 paliwa) [litry]	Średnica wewnętrzna tacy [mm]	Przybliżona powierzchnia pożaru [m^2]
21B	21	920±10	0,66
34B	34	1170±10	1,07
55B	55	1480±15	1,73
70B	70	1670±15	2,20
89B	89	1890±20	2,80
113B	113	2130±20	3,55
144B	144	2400±25	4,52
183B	183	2710±25	5,75
233B	233	3000±25	7,32

Źródło: Wolny A., Pisarek M., *Gaśnice wczoraj dziś i jutro.*

testowy, jednocześnie może okrążać go w sposób, który jego zdaniem zapewni najlepsze warunki gaszenia. Zawartość gaśnicy opróżnia się w sposób ciągły lub kolejnymi porcjami. W czasie badania odczytuje się czas gaszenia i obserwuje czy wszystkie płomienie zostały ugaszone. (ryc. 6).

Ryc. 6. Gaszenie pożaru testowego grupy B

Źródło: Archiwum CNBOP

c. Pożary testowe grupy C (pożary gazów, np. metanu, acetylenu, propanu, wodoru, gazu miejskiego) mogą być gaszone gaśnicami proszkowymi, które zgodnie z normą PN-EN 3-7 uzyskały skuteczność gaśniczą grupy B lub A i B [1].

d. Pożary testowe grupy D (pożary metali (np. lit, sód, potas, glin i ich stopów). W zależności od składu chemicznego, podczas palenia zużywać mogą tlen z powietrza lub spalać się bez dostępu do niego (mieszaniny mające w swym składzie utleniacze, np. termit) [6]. Zdefiniowanie specyficznego standardowego pożaru dla celów badawczych w tym przypadku nie jest możliwe ze względu na charakterystyczne właściwości pożarów grupy D (rodzaj metalu, jego forma, wielkość i konfiguracja pożaru, itp.). Dlatego też skuteczność gaśniczą gaśnic dla tej grupy pożarów można oceniać na bazie studiów poszczególnych przypadków [1].

e. Pożary testowe grupy F (pożary tłuszczów i olejów jadalnych), które wykonuje się w tacy metalowej symulującej frytkownicę. Ogrzewaną substancją jest czysty jadalny olej roślinny o temperaturze samozapłonu w zakresie między 330°C i 380°C. Po samozapłonie i czasie swobodnego spalania trwającego 120 (+10) sekund, osoba gasząca opróżnia całą zawartość gaśnicy bez przerywania (nie może dojść do wyrzutów płonącego materiału), zachowując odpowiednią odległość od pożaru zgodnie z wytycznymi na etykiecie. W trakcie badania mierzy się czas gaszenia i obserwuje czy w ciągu 20 minut od ugaszenia nie nastąpił nawrót palenia.

Pożary grupy F podobnie jak grupy A i B charakteryzuje odpowiednia symbolika, np. dla pożaru 5F liczba określa objętość oleju (pięć litrów), natomiast litera grupę pożaru (tabela 3.).

W przypadku pożarów testowych grupy A, B i F osoba gasząca musi posiadać odpowiednie ubranie ochronne, hełm, rękawice i osłonę przeciwodblaskową, a w trakcie gaszenia pożarów grupy F nie wolno używać ubrania z metalizowaną powierzchnią.

Tabela 3.

Charakterystyka pożarów testowych grupy F [1]

Skuteczność gaśnicza (pożar testowy)	Objętość oleju jadalnego [litry]	Minimalny czas działania gaśnicy [s]	Nominalne dopuszczalne wielkości napełnienia gaśnic [litry]
5F	5	6	2,3
25F	25	9	2,3,6
40F	40	12	2,3,6,9
75F	75	15	2,3,6,9

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań

Tabela 4.

Czas działania dla gaśnic proszkowych [1]

Minimalny czas działania [s]	Pożar testowy
6	5A
6	8A
9	13A
9	21A
9	27A
12	34A
15	43A
15	55A

Źródło: PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań

Dla osób użytkujących gaśnice ważny jest również czas działania, który pozwala określić jak długo będzie działać gaśnica na dany pożar. Na czas działania wpływa budowa gaśnicy oraz nominalna dopuszczalna ilość środka gaśniczego w danej gaśnicy. Badanie tego parametru wykonuje się na trzech gaśnicach, uprzednio poddanych procedurze zagęszczania proszku. Uzyskana wartość, podana w sekundach, powinna być równa lub większa od wartości charakterystycznych dla danego testu gaśniczego, np. dla gaśnic proszkowych przedstawia się następująco (tabela 4). Określa się również ile środka gaśniczego pozostaje w zbiorniku, pozostałość nie może być większa niż 10%, gdyż zmniejsza to możliwości skutecznego gaszenia pożaru.

Odporność na korozję zewnętrzną i wewnętrzną to również bardzo ważne parametry techniczno-użytkowe, pozwalające stwierdzić trwałość i niezawodność gaśnic przenośnych. Sprawdzenie odporności na korozję zewnętrzną wykonuje się w tzw. komorze solnej, gdzie dwie gaśnice umieszcza się w atmosferze mgły uzyskiwanej przez rozpylanie wodnego roztworu chlorku sodu o stężeniu 5% przy stałej temperaturze. Próbki zawiesza się na niemetalowych wieszakach lub ustawia na polipropylenowym dnie komory w ten sposób, aby roztwór korozyjny ściekający z jednej gaśnicy nie spływał na drugą. Czas badania w komorze solnej wynosi 480 godzin. [4]

Badania tego typu można uznać za przyspieszone, w stosunku do procesów korozyjnych przebiegających w warunkach eksploatacyjnych gaśnic, ponieważ jeden lub kilka czynników wpływających na korozję (np. skład roztworu, temperatura, wilgotność w komorze) zostaje wzmocnionych. Użytkownicy nabywając tak sprawdzony sprzęt gaśniczy nie ponoszą dodatkowych kosztów wymiany skorodowanych gaśnic przed upływem okresu przydatności do użycia oraz uzyskują niezawodną i trwałą gaśnicę.

Innym badaniem, które wpływa na jakość gaśnic jest sprawdzenie odporności na korozję wewnętrzną. Przeprowadza się je przez umieszczenie w komorze klimatycznej gaśnic płynowych na okres 8 cykli temperaturowych (w najniższej temperaturze stosowania ± 2°C przez 24 h, w 20 ± 5°C przez 24 h, w najwyższej temperaturze stosowania ± 2°C przez 24 h i potem w 20 ± 5°C przez 24 h). [5]

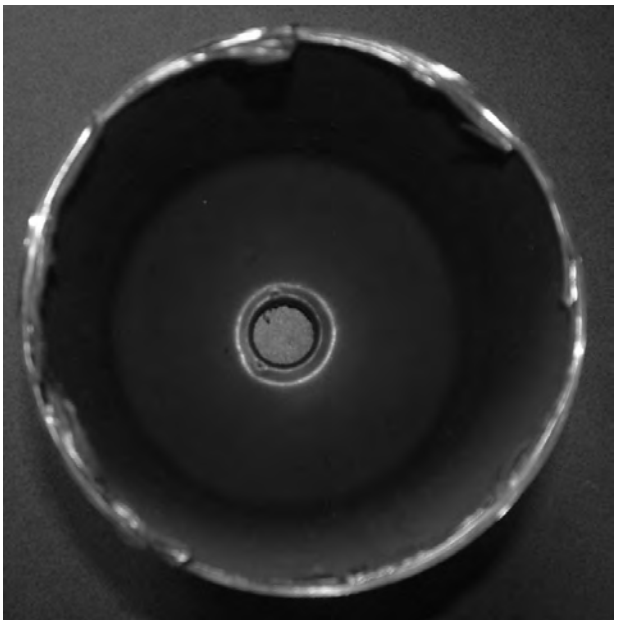
Tabela 5.

Wyniki indeksu refrakcji dla środków gaśniczych [5]

Badana ciecz	Przed kondycjonowaniem	Po kondycjonowaniu w gaśnicy	Po kondycjonowaniu w naczyniu szklanym
woda	nD=1.33301	nD=1.33299	nD=1.33299
Środek pianotwórczy 1	nD=1.39556	nD=1.39203	nD=1.39880
Środek pianotwórczy 2	nD=1.37211	nD=1.37431	nD=1.37498
Środek pianotwórczy 3	nD=1.41120	nD=1.41507	nD=1.41584
Środek pianotwórczy 4	nD=1.34547	nD=1.34863	nD=1.34696
Środek pianotwórczy 5	nD=1.34985	nD=1.34663	nD=1.34587

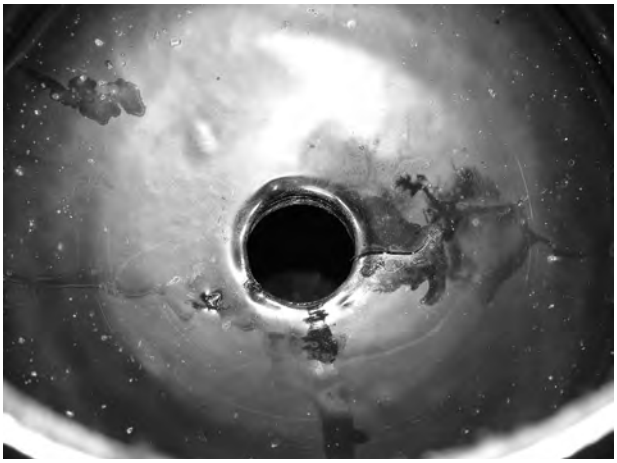
Źródło: Sprawozdanie z etapu pracy badawczej 22/BC/MNiSW/09, Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC, CNBOP, Józefów 2010 (materiały niepublikowane)

Po badaniach korozji wewnętrznej zbiornik gaśniczy nie może posiadać śladów korozji, pęknięć lub pęcherzyków na powierzchniach antykorozyjnego zabezpieczenia **(ryc. 7, 8, 9).** Roztwór środka gaśniczego powinien mieć podobne wartości współczynnika refrakcji (nD) przed i po kondycjonowaniu, co świadczyłoby, że nie został zanieczyszczony produktami korozji i posiada odpowiednią jakość (tabela 5.).



Ryc. 7. Zbiornik gaśnicy pianowej bez pęknięć lub pęcherzyków na powierzchniach antykorozyjnego zabezpieczenia
Źródło: Archiwum CNBOP

Ryc. 8. Zbiornik gaśnicy pianowej po badaniu korozji wewnętrznej. Widoczne przedostanie się roztworu środka gaśniczego przez powłokę antykorozyjną zbiornika
Źródło: Archiwum CNBOP



Ryc. 9. Zbiornik gaśnicy z widocznym pęknięciem powłoki antykorozyjnej przy dnie i otworze do napełniania
Źródło: Archiwum CNBOP

Podsumowanie

Przytoczone powyżej przykłady wybranych parametrów techniczno-użytkowych pokazują, że mają one wpływ na to, czy we wstępnej fazie rozwoju pożaru użycie gaśnicy doprowadzi do jego ugaszenia, zniweluje straty popożarowe i zmniejszy emisję szkodliwych gazów (np. CO, CO_2, NO_x), co jest bardzo istotne dla potencjalnych eksploatatorów. Powinno również wykonywać się niezbędne okresowe przeglądy gaśnic przenośnych, które pozwolą użytkownikowi na korzystanie z bezbłędnie działającego sprzętu podręcznego, kiedy zajdzie potrzeba jego użycia. Należy także pamiętać o właściwym wyborze gaśnicy do określonej grupy pożaru, gdyż zastosowanie niewłaściwego sprzętu podręcznego z nieodpowiednim środkiem gaśniczym może doprowadzić do nieoczekiwanego efektu.

Literatura

1. PN-EN 3-7+A1:2008 Gaśnice przenośne – Część 7: Charakterystyki, wymagania eksploatacyjne i metody badań;
2. Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.);
3. Wolny A., Pisarek M., *Gaśnice wczoraj dziś i jutro*, Wyd. Katowickie Zakłady Wyrobów Metalowych S.A., Siemianowice Śląskie 2003;
4. Sprawozdanie z etapu pracy badawczej 22/BC/MNiSW/08, Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC, CNBOP, Józefów 2009, materiały nie publikowane;
5. Sprawozdanie z etapu pracy badawczej 22/BC/MNiSW/09, Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych BC, CNBOP, Józefów 2010, materiały nie publikowane;
6. pl.wikipedia.org, 2010.

Recenzenci:
bryg. mgr inż. Jacek Jesionek
kpt. mgr inż. Ariadna Koniuch

mgr inż. **Monika NAGRODZKA**
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP
st. kpt. mgr inż. **Daniel MAŁOZIĘĆ**
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP

ZNACZENIE ŚRODKÓW OGNIOOCHRONNYCH WYKORZYSTYWANYCH W MATERIAŁACH STOSOWANYCH W BUDOWNICTWIE

Fire resistant compounds application used in construction materials

Streszczenie
Niniejszy artykuł opisuje rolę, budowę chemiczną i znaczenie stosowania środków ognioochronnych. Na wstępie przedstawiono zasadę klasyfikacji materiałów wykończeniowych stosowanych w budownictwie pod względem reakcji na ogień na podstawie, której można określić właściwości pożarowe. Materiały te są dodatkowo zabezpieczane ogniochronnie, poprzez dodanie uniepalniaczy metodami modyfikacji fizycznej i chemicznej, w tym metodą modyfikacji nanotechnologicznej. Dzięki znajomości wpływu budowy chemicznej tworzyw na palność oraz wiedzy o zjawiskach występujących w procesie palenia można wytyczyć kierunki modyfikacji tworzyw w celu nadania im zwiększonej odporności na ogień. Dalsza część artykułu dotyczy stosowania środków ognioochronnych w tworzywach. Zamieszczony jest opis poszczególnych grup dodatków uniepalniających pod względem budowy chemicznej, ich mechanizm działania oraz przedstawione są przykłady zastosowania w różnych rodzajach materiałach. Następnie wymieniona jest innowacyjna metoda modyfikacji tworzyw pod względem odporności na ogień, jakim jest tworzenie nanokompozytów oraz wypisane zostały kierunki zastosowania i rodzaje najczęściej wykorzystywanych w tym celu nanonapełniaczy w polimerach.

Summary
This article describes the role, chemical structure and the ways of uses or applications of fire resistant compounds. In the beginning the principle of finishing materials' classification used in construction is presented on the basis of which you can specify its fire properties. These materials additionally are secured by adding retardants through methods of physical and chemical or nanothenology modification. With the knowledge of the chemical structure impact on the materials' flammability and the knowledge about the phenomena occurring in the fire process, you can plan directions a plastics' modification in order to give them increased resistance to fire. Following part of the article concerns the application of fire resistant in different materials. Each group of fire retardant additives is described in terms of its chemical structure, their mechanism of action and examples of use in various types of plastics are given. Then an innovative method of modifying materials for fire resistance and the directions of the application and most commonly the types of nanofillers used for this purpose in polymers are described.

Słowa kluczowe: reakcja na ogień, klasyfikacja ogniowa, środki ogniochronne, nanopolimery

Key words: reaction to fire, fire classification, flame retardants, fire-retardant measures, retardants, nanopolimers

Wstęp

Pożar w budynku może rozprzestrzeniać się w bardzo szybkim tempie, powodując ogromne straty materialne i stwarzając zagrożenie dla przebywających tam ludzi. Dlatego też wszystkie aspekty dotyczące ochrony przeciwpożarowej należy traktować bardzo poważnie, zarówno w fazie projektowania budynku, jak również w trakcie przemyślanego doboru rodzaju materiałów wykończeniowych.

Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego stawiane elementom budynków i stosowanych w nich wyrobom budowlanym zostały sprecyzowane w Rozporządzeniu Ministra

Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.). W zakresie bezpieczeństwa pożarowego wymagania te odnoszą się przede wszystkim do reakcji na ogień wyrobów budowlanych, rozprzestrzeniania ognia i odporności ogniowej. W celu poprawienia właściwości pożarowych wyrobów łatwo zapalnych coraz częściej stosuje się zmodyfikowane substancje redukujące palność i podatność do inicjacji reakcji spalania. Do poszczególnych wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego przypisane są znormalizowane metody badań. W przypadku badań reakcji na ogień wyrobów budowlanych podstawę klasyfikacji stanowi norma PN-EN 13501-1+A1:2009 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień".

W systemie europejskim wyroby budowlane klasyfikowane są w sposób znacznie różniący się od stosowanego w Polsce.

W wymaganiach krajowych nadal funkcjonują określenia:

- Materiały niepalne.
- Materiały palne, które dzielimy na:
  - niezapalne,
  - trudno zapalne,
  - łatwo zapalne,

a także materiały nierozprzestrzeniające ognia, słabo rozprzestrzeniające ogień czy samogasnące.

Natomiast wymagania europejskie stosują system euroklas, klasyfikujący materiały bu-

Tabela 1.

Cechy palności stosowane w rozporządzeniu a klasy reakcji na ogień według PN-EN 13501-1+A1:2009

Cechy palności stosowane w rozporządzeniu			Klasy reakcji na ogień według PN-EN 13501-1:2007
Podstawowe	**niepalne**		A1; A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0 ;
	palne	**niezapalne**	A2-s1, d1 ; A2-s2, d1 ; A2-s3, d1 ; A2-s1, d2 ; A2-s2, d2 ; A2-s3, d2 ; B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 ; B-s1, d1 ; B-s2, d1 ; B-s3, d1 ; B-s1, d2 ; B-s2, d2 ; B-s3, d2 ;
		trudno zapalne	C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 ; C-s1, d1 ; C-s2, d1 ; C-s3, d1 ; C-s1, d2 ; C-s2, d2 ; C-s3, d2 ; D-s1, d0 ; D-s1, d1 ; D-s1, d2 ;
		łatwo zapalne	D-s2, d0 ; D-s3, d0 ; D-s2, d1 ; D-s3, d1 ; D-s2, d2 ; D-s3, d2 ; E-d2 ; E ; F
Dodatkowe	**niekapiące**		A1 ; A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0 ; B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 ; C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 ; D-s1, d0 ; D-s2, d0 ; D-s3, d0 ;
	samogasnące		co najmniej E
	intensywnie dymiące		A2-s3, d0 ; A2-s3, d1 ; A2-s3, d2 ; B-s3, d0 ; B-s3, d1 ; B-s3, d2 ; C-s3, d0 ; C-s3, d1 ; C-s3, d2 ; D-s3, d0 ; D-s3, d1 ; D-s3, d2 ; E ; E-d2 ; F

Źródło: Opracowanie własne autorów na podstawie Normy PN-EN 13501-1+A1:2009

dowlane pod względem reakcji na ogień jako klasy: A1, A2, B, C, D, E, F wraz z kryteriami dodatkowymi uwzględniającymi wydzielanie dymu oraz występowanie płonących kropli.

Dlatego też w załączniku nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm., przede wszystkim zmiany wynikające z Dz. U. Nr 56, poz. 461) określono relacje pomiędzy dotychczasową klasyfikacją (niepalny, niezapalny, trudno zapalny, łatwo zapalny, niekapiący, samogasnący, intensywnie dymiący) i systemem euroklas (Tabela 1 i 2).

na przykład poprzez działanie i akumulację ciepła w materiale w wyniku oddziaływania zewnętrznych strumieni promieniowania cieplnego. Powstałe procesy spalania mogą przebiegać jako spalanie płomieniowe i bezpłomieniowe (tlenie).

Wzrost pożaru charakteryzuje się wzrostem temperatury i wielkości pożaru w funkcji czasu. Wzrost ten zależy przede wszystkim od typu substancji spalnych znajdujących się w pomieszczeniu, typu konstrukcji budynku (pomieszczenia), sposobu spalania się materiałów oraz dostępu tlenu.

Rozgorzeniem (flashover) określa się moment przejścia z etapu wzrostu pożaru do etapu pożaru w pełni rozwiniętego. Inna definicja tego zjawiska to szybkie przejście ze stanu powierzchniowego spalania się materiałów do spalania przestrzennego palnej fazy lotnej powstałej zazwyczaj w wyniku rozkładu termicznego. Flashover jest krótkotrwałym zjawiskiem związanym z chwilowym stanem niestabilności termicznej fazy gazowej istniejącej w pomieszczeniu.

Tabela 2.

Cechy palności stosowane w rozporządzeniu a klasy reakcji na ogień według PN-EN 13501-1+A1:2009 (dla posadzek, w tym wykładzin podłogowych)

Określenia dotyczące palności stosowane w rozporządzeniu	Klasy reakcji na ogień zgodnie z PN-EN 13501-1+A1:2009
Niepalne	A1fl; A2fl-s1; A2fl-s2
Trudno zapalne	Bfl-s1; Bfl-s2; Cfl-s1; Cfl-s2
Łatwo zapalne	Dfl-s1; Dfl-s2; Efl; Ffl
Intensywnie dymiące	A2fl-s2; Bfl-s2; Cfl-s2; Dfl-s2; Efl; Ffl

Źródło: Opracowanie własne autorów na podstawie Normy PN-EN 13501-1+A1:2009

Etapy pożaru w zamkniętej przestrzeni

Rozwój pożaru w pomieszczeniu [1]

Pożar pomieszczenia może występować w zamkniętej objętości (pomieszczeniu) lub podobnej przestrzeni ograniczonej przegrodami budowlanymi znajdującymi się w budynku. Ograniczenie przestrzeni powoduje gromadzenie się w górnej części pomieszczenia gorących produktów rozkładu termicznego powodując powiększanie objętości gorącej podsufitowej warstwy gazów. Na skutek wzrostu szybkości wydzielania lotnych produktów rozkładu ulegających procesowi spalania tworzą się coraz większe ilości gorących produktów spalania, w postaci toksycznych produktów rozkładu termicznego i spalania. Wraz ze wzrostem objętościowym i masowym wydzielających się gazów następuje przemieszczenie się ku dołowi strefy zadymienia.

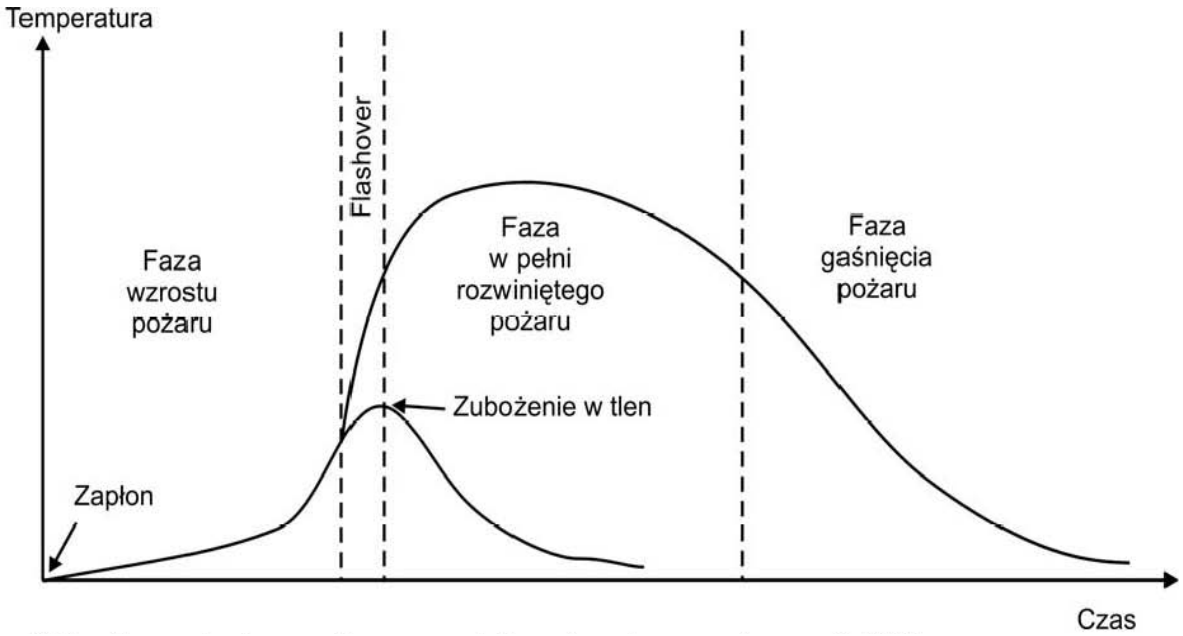
Możemy wyróżnić następujące etapy rozwoju pożaru w pomieszczeniu: inicjacja pożaru, wzrost pożaru, rozgorzenie (flashover), pożar w pełni rozwinięty, wygasanie pożaru.

Inicjacja pożaru może nastąpić na dwa sposoby: zapłon – przy udziale pilotowego źródła ciepła, na przykład płomienia – i samozapłon –

Etap **w pełni rozwiniętego pożaru** jest to okres czasu, w którym szybkość wydzielania ciepła osiąga wartość maksymalną. W etapie tym następuje szybkie zmniejszanie stężenia tlenu, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia szybkości spalania.

Etap **wygasania pożaru** (stygnięcia) – w wyniku intensywnego spalania zmniejsza się ilość materiałów palnych, co prowadzi do zmniejszenia szybkości wydzielania ciepła i temperatury pożaru.

Po inicjacji pożaru, dla jego rozwoju istotna jest wielkość źródła zapłonu oraz właściwości palne materiałów wystawionych na bezpośrednie działanie płomieni. Podczas fazy wzrostu, pożar rozprzestrzenia się i stopniowo zajmuje



Ryc. 1. Hipotetyczny przebieg zmian temperatury pożaru w czasie trwania poszczególnych jego faz, dla warunków pożarowych niekontrolowanych działaniami gaśniczymi [2]

Źródło: D. Drysdale., An introdaction to fire dynamics, New York, Wiley 1990

palne elementy wokół miejsca jego powstania. Zapaleniu mogą ulec znajdujące się w pobliżu okładziny ścian, podłogi, wykładziny dywanowe i sufit. Właściwości pożarowe materiałów wykończeniowych i wyposażenia wnętrz odgrywają zasadniczą rolę w tej fazie rozwoju pożaru. Dlatego też, w celu zwiększenia bezpieczeństwa pożarowego, materiały te są często dodatkowo zabezpieczane ogniochronnie, poprzez dodanie tzw. środków ognioochronnych.

Od wielu lat prowadzone są prace nad zmniejszeniem palności wielu tworzyw metodami modyfikacji fizycznej i chemicznej. Znajomość wpływu budowy chemicznej tworzyw na ich palność, a z drugiej strony wiedza o zjawiskach występujących w procesie palenia wytyczają kierunki modyfikacji tworzyw celem nadania im zwiększonej odporności na ogień.

Środki ognioochronne

Obecnie można zauważyć rozwój na rynku polimerów dotyczący wprowadzenia nowych, zmodyfikowanych chemicznie antypirenów obniżających palność i podatność do inicjacji reakcji spalania różnych materiałów. Środki ognioochronne znalazły szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu m.in. w motoryzacji, meblarstwie, włókiennictwie. Są one dodawane do polimerów i różnych typów tworzyw sztucznych używanych do produkcji tworzyw, materiałów elektronicznych, elektrycznych, materiałów budowlanych, izolacyjnych, tekstyliów, a także mają zastosowanie jako dodatki do płynów hydraulicznych, impregnatów i lakierów.

Retardanty zwane antypirynami obecne w materiale mają za zadanie spowodować przede wszystkim spowolnienie procesu spalania i rozkładu termicznego materiału, zmniejszenie emisji dymu, ograniczenie zjawiska topienia. Inne retardanty zapobiegają nagrzaniu się materiału do temperatury zapłonu. Uwolniona para wodna w produktach rozkładu przedostaje się do strefy spalenia w płomieniu, gdzie, jako dodatkowy składnik zmniejsza stężenie palnych, lotnych produktów i tlenu. W konsekwencji następuje obniżenie temperatury płomienia a powstałe tlenki metali tworzą warstwę ochronną na powierzchni materiału, które ograniczają przemieszczanie się lotnych produktów rozkładu do płomienia oraz tlenu do spalonego materiału.

Dodanie środków ognioochronnych do materiałów polimerowych, może odbywać się metodą addytywną polegającą na zmieszaniu antypirenu z wytworzonym wcześniej polimerem albo w sposób chemiczny, czyli wbudowanie uniepalniacza w matrycę polimerową podczas jego syntezy.

Do grupy środków ognioochronnych należy wymienić przede wszystkim tzw. opóźniacze reaktywne, czyli związki zawierające halogeny ta-

kie jak: brom, chlor, a także związki z atomami fosforu i azotu. Do skutecznych opóźniaczy palenia należą również retardanty zawierające atomy antymonu, krzemu, molibdenu i boru.

Mechanizm działania opóźniaczy reaktywnych polega głównie na hamowaniu reakcji rodnikowej w fazie gazowej w procesie palenia przez obecne rodniki, które stanowią składową część podstawnika w dodatku ognioochronnym. Najczęściej w roli inhibitorów procesu spalania biorą udział rodniki bromu i chloru. W strefie gazowej palenia tworzywa zawierającego np. jednocześnie Sb i halogen powstają halogenowodory, halogenki i tlenohalogenki antymonu, które skutecznie hamują przebieg rodnikowych reakcji spalania.

Owe reakcje inhibicji powstawania nowych rodników biorących udział w procesie spalania, można przedstawić z udziałem np. HCl w sposób następujący:

$$HCl + 0{,}5\,O_2 \rightarrow OH^* + Cl^* \quad (1)$$
$$HCl + OH^* \rightarrow H_2O + Cl^* \quad (2)$$
$$HCl + CH_3^* \rightarrow CH_4 + Cl^* \quad (3)$$
$$HCl + H^* \rightarrow H_2 + Cl^* \quad (4)$$
$$H^* + Cl^* + M \rightarrow HCl + M \quad (5)$$

gdzie M oznacza czynnik obojętny np. H_2 lub H_2O [3]

Przykładowymi związkami z wbudowanymi atomami chloru są: chloroalkany np. chloropropan – stosowany w poliestrach albo chlorowany poliizobutylen – stosowany w poliuretanach. Więcej przykładów antypirenów zawierających halogen podano w tabeli. 3. Podobnie jest w przypadku uniepalniaczy z wbudowanymi atomami bromu, wśród nich znajdują się również związki alkanowe, olefinowe, alkoholowe, aldehydowe i aromatyczne, m.in. bromocykloalkany – stosowane w poliolefinach, tetrabromododekan i bromofenol – stosowany w poliestrach. Do powszechnych bromowych opóźniaczy palenia, które znalazły zastosowanie w szerokiej gamie żywic i polimerów należą również bromowane etery difenylowe (np. eter dziesięciobromodifenylowy), etylenodwuimid kwasu tetrabromo-o-ftalowego a także tetrabromobisfenol A (TBBP) i jego pochodne – stosowane w związkach epoksydowych, bezwodnik tetrabromoftalowy – stosowany w poliuretanach i poliizocyjanuranach, heksabromocyklododekan (HBCD) – stosowany w polistyrenach.

Jeszcze większy efekt późnienia procesu spalenia zauważalny jest, gdy jako dodatek ognioochronny wykorzystuje się związki o synergicznym połączeniu wpływowych pierwiastków, np. układ halogen + związki zawierające fosfor, układ halogen + związki antymonu, układ halogen + związki molibdenu. Takimi związkami występującymi w połączeniu ze związkami bromowymi albo chlorowymi są: trójtlenek antymonu, fosforany alifatyczne, fosforany alifatyczno-aromatyczne, polifosforany amonowe oraz trójtlenek molibdenu. W przypadku trójtlenku antymonu w połączeniu z chlorowcem oddziaływanie synergetyczne polega na katalizowaniu reakcji syntezy lotnego trójhalogenku antymonu, który silnie wpływa na przebieg reakcji chemicznych w płomieniu a ostatecznym produktem rozkładu są związki antymonu [3]. Połączenie tego rodzaju synergetycznego ma miejsce w nienasyconych żywicach poliestrowych i w piankach poliuretanowych.

Bardzo często jako skuteczny opóźniacz palenia stosowane jest połączenie chloroparafiny (zawierającej do 72% wag. chloru) zwykle w układzie synergicznym z trójtlenkiem antymonu lub z fosforanami. Ten rodzaj połączenia synergicznego znalazł zastosowanie w polietylenie oraz przy produkcji styropianu samogasnącego i samogasnącej mieszaniny gumowej.

Związki fosforu w połączeniu ze związkami zawierającymi atom chloru występują również m.in. w modyfikacjach przeciwogniowych polipropylenu, w wysokoudarowym polistyrenie, w poli(metakrylanie metylu) i w poli(tereftalanu etylenu). Powszechnie stosowanymi związkami organicznymi zaliczanymi do opóźniaczy palenia, zawierającymi wbudowany chlorowiec są estry alifatyczne i aromatyczne kwasu ortofosforowego z wbudowanymi atomami chlorowca oraz różnego rodzaju sole w połączeniu z fosforynami, fosforanami i fosfonianami np. THPC (tetrakishydroxymethylphosphonium chloride) – szeroko stosowany w tekstyliach. W większości tych związków mechanizm ognioochronnego działania polega na powstaniu w fazie stałej podczas rozkładu termicznego materiału, warstwy ochronnej na powierzchni tworzywa utworzonej przez obecny w tej fazie kwas fosforowy. Ta zwęglona warstwa skutecznie obniża tem-

Tabela 3.

Przykłady związków organicznych z wbudowanymi atomami chloru lub bromu stosowanych jako uniepalniacze oraz ich zastosowanie w tworzywach i materiałach wykończeniowych [10]

Przykłady związków chloroorganicznych stosowanych jako uniepalniacze		**Przykłady związków bromoorganicznych stosowanych jako uniepalniacze**	
Nazwa związku	Zastosowanie	Nazwa związku	Zastosowanie
Alkanowe		***Alkanowe***	
Chloroetany	Farba, styren	Bromoetany	Winyle
Chloropropany	Poliestry	Bromocykloalkany	Poliolefiny
Chlorowane C_{10}-C_{30} parafiny	Farby, drewno, tekstylia, poliolefiny	Bromocykloalkanol, ester kwasu akrylowego	Akryle
Chlorowany olej rybny	Farba	Bromowany polibutadien	Winyle, styren
Chlorowany kauczuk	Guma	***Olefinowe***	
Chlorowany PVC	Winyle, tekstylia	Bromek winylu	Styren, akryle
Chlorowany poliizobutylen	Poliuretan	Tetrabromododekan	Poliestry
Chlorowane poliolefiny	Poliolefiny	Pochodne heksabromodicykloheptenu	Akryle
Poli(chlorek winylu)	Tekstylia		
Heksachlorocykloheksan $C_6H_6Cl_6$	Pochodne celulozy	***Alkoholowe, kwasowe, aldehydowe etc.***	Styren, winyle
Olefinowe		Alkohol 2,3,3-tribromoalilowy i estry (np. estry akrylowe)	Styren
Chloroetyleny, chlorek winylu	Tekstylia, styreny, akryle	2,2,3,3 – tetrabromobutan - 1,4-diol	Poliestry
Chloropropen	Styren, winyle, akryle	Bromowany pentaerytritol	Poliuretany Papier
Chlorobuten i butadien	Kauczuk, winyle	Bromowane poliole 2,3-dibromopropylu ftalan	Poliuretany
Chloropren	Poliolefiny	Bromowany olej tallowy	Poliestry
Chlorek allilu	Epoksydy	2,2- bis(bromometylo) – 1,3-propanediol	Styren, akryle
Heksachlorocyklopentadien i pochodne "heksa"	Farby, poliestry, poliuretany, epoksydy, styren, akryle epoksydy, winyle	2-bromoetyl itakonu	Poliestry
		Kwas dibromobursztynowy	Alkohol poliwinylowy
		Bromoacetal, bromobenzaldehyd	Polistyreny
		bis(2,3-dibromopropylo) jabłczan	Poliolefiny
Alkoholowe, kwasowe, aldehydowe etc.			Poliuretany
Chloroalkohole C_2-C_{12}, poliole	Winyle, poliestry	***Aromatyczne***	Farby, styren
Pentaerythritol chlorohydryn	Poliestry, poliuretan	Bromowane polifenyle	Poliestry Poliuretany
Tetrachlorobutan-1,4-diol	Epoksydy	Pentabromotoluen	Poliestry
Epichlorohydryn	Epoksydy	Bromofenole, estry akrylowe	
1,1,1- trichloro-2,3 epoksypropan	Poliestry, poliuretan	Bromofenol, eter glicidylowy di-izocyjanian bromotoluenu	Nylon
Kwas chloroadypinowy	Nylon, winyle	Kwas tetrabromoftalowy lub jego bezwodnik	Epoksydy
	Poliestry	Bromoftalimid	
		Tetrabromobisphenol A	

Chlorooctan winylu	Poliuretan		
Kwas dichlorobursztynowy	Styren		
Kwasy tłuszczowe zawierające atomy chloru	Akryle		
Chloroalkan akrylonitrilu	Epoksydy		
Chlorowana arylodwuamina			
CCl_4, skondensowany octoalkan	Żywice, tekstylia		
Aromatyczne			
Alkoksychlorobenzeny	Winyle		
Chlorowany heksametylbenzen	Winyle		
Chlorowane etery alkiloarylowe	Poliestry		
Chlorofenole	Tekstylia, styren, akryle, fenolowe impregnaty do drewna, polifenyleny		
Eter pentachlorofenolowo glicidylowy	Poliuretan, epoksydy		
Chlorostyreny	Poliestry, styren. poliolefiny		
Estry chlorotiofenolowe	Akryle, winyle		
Chlorowany 1,4-bis-hydroksymetylobenzen	Celulozy, tekstylia		
Chlorofenylu izocyjanian	Tekstylia		
Chlorodifenyle i polifenyle	Tekstylia, poliestry, poliuretan, styren		
Chlorowany 4,4' -bis-hydroksydifenyl	Poliestery		
Chlorowany 3,3' -bis-izocyjanatobifenyl	Poliuretany		
Chlorowane naftaleny	Tekstylia, poliestry		
Chlorowany bisfenol A i eter glicydylowy	Poliestry, epoksydy		
Chlorowany węglan difenylu	Poliwęglany		
Kwas tetrachloro – o ftalowy i pochodne	Tekstylia, poliestry		
Chlorowane żywice alkidowe	Farby		

Źródło: W., Lyons, The Chemistry and Uses of Fire Retardants, Published in 1987, R.E. Krieger Pub. Co. (Malabar, Fla)

peraturę mięknięcia topienia tworzywa. Z kolei lotne produkty rozkładu termicznego zawierające chlorowiec inhibitują reakcje w płomieniu.

Niestety z punktu widzenia toksykologicznego i ekologicznego stosowanie halogenowych retardantów posiada znaczne wady, wiąże się to z ryzykiem emisji dużej ilości toksycznych związków. Podczas rozkładu termicznego materiału zawierającego halogen wydzielają się gazy takie jak: chlorowodór, bromowodór, fluorowodór a w połączeniu synergicznym mogą wydzielać się toksyny takie jak amoniak, nitrozoaminy, cyjanowodór, które wykazują bardzo silne działania drażniące i toksyczne dla ludzi, powodują korozję aparatury np. elektronicznej, szczególnie po zetknięciu się z wodą gaśniczą [9]. Ponadto tworzywa sztuczne zawierające halogeny, pod wpływem ognia wydzielają bardzo dużo gęstego dymu oraz w wielu przypadkach powstają dioksyny mające wysokotoksyczny wpływ na gospodarkę hormonalną i układ nerwowy człowieka. Najniebezpieczniejsze pod tym względem są związki bromoorganiczne i najpowszechniej stosowane tego typu związki – polibromowane etery difenylowe PBDE są zastępowane np. w tekstyliach nieorganicznymi związkami fosforu i azotu oraz związkami fluorowcowanymi, przy produktach budowlanych z włókien drzewnych, stosuje się z reguły boraks lub kwas borny.

Należy dodać, że tworzywa sztuczne z dodatkiem związków halogenowych stanowią również zagrożenie dla środowiska naturalnego nie tylko ze względu na emisję toksycznych gazów, ale również ze względu na utylizację samego materiału.

Innymi przykładami związków organicznych z innymi wbudowanymi atomami pierwiastków wpływających ognioochronnie to związki ze wspomnianymi wcześniej atomami fosforu np. estry kwasu ortofosforanowego, fosforany (fosforan trifenylu – stosowany m.in. w wysokoudarowym polistyrenie). Lotne produkty rozkładu związków fosforowych zalicza się do najbardziej skutecznych inhibitorów spalania mieszanin gazowych. Mechanizm ich działania jest podobny do mechanizmu działania retardantów halogenowych. Można go zilustrować na przykładzie tlenku trifenylofosfiny, którego rozkład daje m.in. kwas fosforowy, będący źródłem rodników wiążących się z rodnikami spalania polimerów: [3]

$$(C_6H_5)_3PO \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow HPO_2^* + HPO^* + PO^* + \ldots \quad (6)$$

$$H^* + PO^* \rightarrow HPO^* \quad (7)$$

$$H^* + HPO^* \rightarrow H_2 + PO^* \quad (8)$$

$$2OH^* + PO^* \rightarrow H_2 + PO_2 + O^* \quad (9)$$

$$PO^* + 0{,}5\,O_2 \rightarrow PO_2^* \quad (10)$$

$$PO^* + OH^* \rightarrow HOPO \quad (11)[3]$$

Do układów ognioochronnych synergistycznych N, P należą często cytowane związki występujące w postaci fosforanów, polifosforanów amonowych lub połączenia fosforanów z mocznikiem lub jego pochodną (np. guanidyną), albo melaminą. Dodatki z tym rodzajem połączeń znalazły szerokie zastosowanie w materiałach celulozowych, poliamidach, poliuretanach i w poliakrylonitrylu.

Do nieorganicznych związków o działaniu uniepalniającym należy wspomniany wcześniej trójtlenek antymonu, trójtlenek molibdenu oraz boran cynku. Szczególnie ten ostatni tj. boran cynku używany jest jako częściowy zamiennik trójtlenku antymonu, który przyczynia się zmniejszeniu zadymienia podczas spalania. W tym samym celu wprowadza się również tlenek molibdenu i wodorotlenek glinu, który jednocześnie jest skutecznym antypirenem.

Oprócz wodorotlenku glinu coraz większym zainteresowaniem cieszy się w roli środka ogniochroochronnego wodorotlenek magnezu, szereg uwodnionych soli nieorganicznych np. węglan magnezu, wapnia, potasu. Skuteczność działania tych związków polega na ich rozkładzie w podwyższonej temperaturze i wydzielaniu się wody, która uwolniona w postaci pary wodnej przenika do strefy spalania w płomieniu. Dodatkowo powstałe tlenki matali tworzą warstwę ochronną na powierzchni materiału ograniczając przemieszczenie się lotnych produktów rozkładu do płomienia oraz tlenu do wnętrza materiału. Ponadto przyczynia się do odebrania dużej ilości ciepła w strefie spalania. W przypadku zastosowania węglanów jako antypirenów do materiałów polimerowych tworzy się dodatkowo CO_2, który obniża stężenie tlenu w środowisku spalania.

Dość innowacyjnym sposobem obniżającym palność tworzywa (podwyższona odporność ter-

miczna) to nanotechnologiczna modyfikacja polimeru. Jej niekwestionowaną zaletą jest zużycie zaledwie paru procent napełniacza, gdy tymczasem zawartość tradycyjnych retardantów w tworzywie może sięgać nawet do 40%. Poza tym otrzymane w ten sposób nanomateriały posiadają lepsze właściwości reologiczne, większą odporność mechaniczną (takie jak zginanie, skręcanie, rozciąganie, udarność) i są bezpieczniejsze dla środowiska naturalnego. W technologii tworzyw trudnopalnych szczególnie dynamicznie rozwija się dziedzina wytwarzania nanokompozytów polimerowych. Ich wytwarzanie jest możliwe zarówno przy użyciu polimerów termoplastycznych, jak i termoutwardzalnych. Składnikiem wpływającym m.in. na obniżenie palności takiego nanokompozytu mogą być: metale, związki metali (szczególnie tlenki), kreda, grafit, fulereny i rurki fulerenowe, nanoblendy polimerowe oraz najpowszechniej stosowane krzemiany warstwowe (montmorillonit, hektoit, saponit) i krzemionki [7].

Nanokompozyty polimerowe z zawartymi krzemianami i krzemionkami najczęściej znajdują zastosowanie ze względu na łatwą ich dostępność a co za tym idzie niską cenę. Dzięki obecności tych modyfikatorów jest podwyższona odporność tworzywa na działanie ognia. Efekt ten uzyskuje się poprzez powstanie podczas spalania powierzchniowej struktury zwęglonej, powodującej izolację termiczną polimeru oraz opóźniającej powstawanie i emisję gazów. Najpowszechniej stosowany jest łatwo dostępny nanonapełniacz montmorillonit (MMT), który oprócz znaczącej zalety, jakim jest opłacalność, posiada charakterystyczną budowę pozwalającą na szerokie zastosowanie w modyfikacjach polimerów i przy tym wykazuje wysoką skuteczność w działaniu ognioochronnym tworzywa. Zbudowany jest z pakietów trójwarstwowych posiadających kationy metali (sodu lub wapnia) oraz cząsteczki wody, pomiędzy które możliwe jest wnikanie polimeru. Minerał ten jest sam w sobie silnie hydrofilowy i aby uzyskać jego kompatybilność z większością stosowanych polimerów jest poddawany hydrofobizacji.[7] Jako zmodyfikowany MMT (ZMMT) znalazł zastosowanie jako antypiren w połączeniu z takimi polimerami jak: polipropylen, polietylen, polistyren, kopolimery styrenu, poliamidy oraz są prowadzone badania nad połączeniem z innymi termoplastami np. poli(tereftalan etylenu), poli(metakrylan metylu), poli(chlorek winylu), poliimidy, polidiacetylen, polieteroimidy, polisulfony, poli(tlenek etylenu), kopolimer etylen/octan winylu, polianilina, poliwinylopirolidon, poli(4-winylopirydyna), polimery ciekłokrystaliczne [7].

Utworzone nanokompozyty polimerowe na bazie duroplastów i MMT to najczęściej zmodyfikowane żywice epoksydowe, rzadziej spotykane to nienasycone żywice poliestrowe a także poliuretany i polisiloksany, które są bardziej znane pod nazwą - silikony.

Ze względu, iż są przeróżne techniki modyfikacji rozróżnia się różne formy utworzonych hybryd organiczno-nieorganicznych. Nanokompozyty mogą przyjąć strukturę określoną jako: W – wtrącane (inter-calacted), Z – złuszczone lub rozwarstwione (delaminated), N – na uwięzi (end-tethered) [12]. Obecnie istnieją tendencje do preferowania hybryd W, które mogą być bardziej efektywnymi opóźniaczami palenia.

Podsumowanie

Wymienione powyższe przykłady uniepalniaczy i ich zastosowanie to zaledwie namiastka tego co obecnie jest dostępne na rynku. Związków o charakterze redukującym palenie jest zarejestrowanych ponad 170 a nanokompozytów z nanonapełniaczami opóźniającymi palenie jest też coraz więcej [7]. Wiele z tych retardantów pod względem toksykologicznym i ekologicznym budzą zastrzeżenia. Podczas ich rozkładu termicznego wydzielają się związki, które wykazują bardzo silne działania drażniące i toksyczne dla ludzi, powodują korozję sprzętu i aparatury, powstają rakotwórcze dioksyny wpływające zabójczo na układ nerwowy i hormonalny człowieka. Tworzywa sztuczne z dodatkiem związków halogenowych stanowią również zagrożenie dla środowiska naturalnego nie tylko pod względem emisji toksycznych gazów, ale również pod względem utylizacji samego materiału. Dlatego dziedzina ta wymaga dalszych poszukiwań innego rozwiązania zabezpieczenia ognioochronnego. Trwają intensywne prace badawcze i zauważalny jest rozwój coraz to nowszej technologii w tym najnowszej dziedziny – nanotechnologii dotyczącej tworzenia nanokompozytów z dodatkiem ognioochronnym. Zapewne dynamiczne rozwój

wiedzy i postęp technologiczny w tym zakresie, w przyszłości przyczyni się do tego, że tworzywa trudno palne będą coraz bardziej przyjazne dla ludzi i środowiska naturalnego.

Literatura

1. Małozięć D, Koniuch A., *Właściwości pożarowe materiałów budowlanych i elementów wyposażenia wnętrz*, Materiały z Seminarium CNBOP, Józefów, 2008;
2. Drysdale D., *An introdaction to fire dynamics*, New York, Wiley 1990;
3. Boryniec S., Przygocki W., *Opóźnianie spalania materiałów polimerowych*, Polimery 1999;
4. Ćwiklak K., Jabłońska M., *Polibromowane etery difenylowe w środowisku*, www.laboratorium.elamed.pl/strona-numer-9-2008-21322.html;
5. Giannelis E.P., *Flame Retardant Nanocomposite Materials*, www.nist.gov;
6. Góralczyk K., Struciński P., Czaja K., Hernik A., Ludwicki J.K., *Uniepalniacze – zastosowanie i zagrożenie dla człowieka*, rocznik PZH, 2002, www.pzh.gov.pl/oldpage/biblioteka/roczniki/53/533.pdf;
7. Kacperski M., *Nanokompozyty Polimerowe* 2003, kompozyty.ptmk.net/pliczki/pliki/semVII_42.pdf;
8. Kulawski J., *Zmniejszenie palności tworzyw,* Rynek Chemiczny 7-8, 1997;
9. Kwasigroch M., Szczepanik J., *Filozofia bezpieczeństwa pożarowego – wczoraj i dziś*, Technika 7-8/2005, baztech.icm.edu.pl/baztech/cgi-bin/btgetdoc.cgi;
10. Lyons W., *The Chemistry and Uses of Fire Retardants*, Published in 1987, R.E. Krieger Pub. Co. (Malabar, Fla);
11. Lyons W., *Flame Retardants,* In ECT, vol. 10, Copyright 1994 by John Wiley & Sons, Inc., www.nist.gov;
12. Piecyk L., Nanokompozyty polimerowe-trudnopalne, www.laboratoria.net/pl/modules.php;
13. Poradnik, środki uniepalniające tworzywa.com.pl/.../B6-ŚRODKI-UNIEPALNIAJĄCE-21716.html;
14. www.kopalniawiedzy.pl;
15. Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
16. PN-EN 13501-1+A1:2009 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień”.

Recenzenci:

mł. bryg. dr Marzena Półka,

bryg. dr inż. Waldemar Jaskółowski.

dr **Tomasz WĘSIERSKI**
Zastępca Dyrektora CNBOP
ds. naukowo-badawczych

CHEMIA I TOKSYKOLOGIA EPICHLOROHYDRYNY POD KĄTEM PRZYDATNOŚCI DLA DZIAŁAŃ STRAŻY POŻARNYCH. PODSTAWY ANALIZY RYZYKA

Chemistry and toxicology of epichlorohydrin in connection with usability in fire service actions. Basis of risk analysis

Streszczenie
Epichlorohydryna (1-chloro - 2,3 - epoksypropan) zawiera w budowie chemicznej pierścień oksiranowy. Hybrydyzacja sp^3 atomu tlenu oraz węgla zawierającego wiązania nasycone powoduje, iż ten trójczłonowy element ze względu na duże naprężenia steryczne nie należy do układów stabilnych i jest wyjątkowo nietrwały w kontakcie z substancjami o charakterze kwaśnym oraz zasadowym. W tym środowisku, a także w obecności nadtlenków oraz niektórych soli może ulec gwałtownej polimeryzacji. Epichlorohydryna jest również wrażliwa na środowisko wodne. W wyniku działania wody o temperaturze 20°C następuje jej hydroliza z czasem połowicznego rozpadu wynoszącym 8,2 dnia [1]. Pożar z udziałem epichlorohydryny powoduje powstanie tak niebezpiecznych substancji jak chlor, chlorowodór czy fosgen. Duże ilości fosgenu powstają zwłaszcza w przypadku niedostatecznej ilości tlenu w środowisku spalania. Praca ratowników w strefie w przypadku uwolnienia się epichlorohydryny, ze względu na jej łatwą hydrolizę i powstający chlorowodór wymaga użycia przez nich ubrania gazoszczelnego. W Polsce do poważnego wypadku między innymi z udziałem tej substancji doszło 2 listopada 1998 roku na terenie stacji Twarda Góra. W wyniku wypadku i wykolejenia się trzech cystern z epichlorohydryną doszło do rozszczelnienia jednej z nich oraz pożaru [2]. Na skutek powstałego skażenia budynek sąsiadujący ze stacja kolejową nakazano wyburzyć.
Publikacja zawiera zestawienie właściwości fizykochemicznych epichlorohydryny oraz mechanizmów działania tej substancji w rożnych środowiskach na podstawie dostępnej literatury fachowej. W opracowaniu zawarto również elementy analizy ryzyka. Praca ukazuje niebezpieczeństwa działań ratowników związanych z akcjami ratownictwa chemicznego z udziałem epichlorohydryny.

Summary
Epichlorohydrin (1-chloro-2,3-epoxypropane) has in its chemical construction oxirane ring. Oxigen and saturated carbon atoms with the sp^3 hybridization contribute to great steric tension in oxirane ring and therefore this arrangement is very unstable in acidic and basic solutions. In this conditions and also in the presence of peroxides or some slats rapidly polimerisation can occur. Epichlorohydrin is also unstable in water conditions and hydrolyze with half-life time 8,2 days [1]. A fire involving epichlorohydrin may give rise to create such dangerous gases as chlorine, hydrogen chloride or phosgene. The latter concentration when insufficient amounts of oxygen are present. Rescue workers in the hot area where the release of epichlorohydrin have place requires the use of their full chemical gas-tight clothes., because of its easy hydrolysis and the creating of hydrogen chloride. In Poland, a serious accident involving, inter alia, this substance on November 2, 1998 on area rail stations Twarda Góra took place. As a result of the accident and derailment of three tanks with epichlorohydrin was the unsealing of one of them and the fire [2].
The publication summarizes the physicochemical properties of epichlorohydrin and mechanisms of action of this substance in various environments on the basis of the available literature. The paper also contains elements of risk analysis and shows the danger of rescue actions related to disaster with epichlorohydrin.

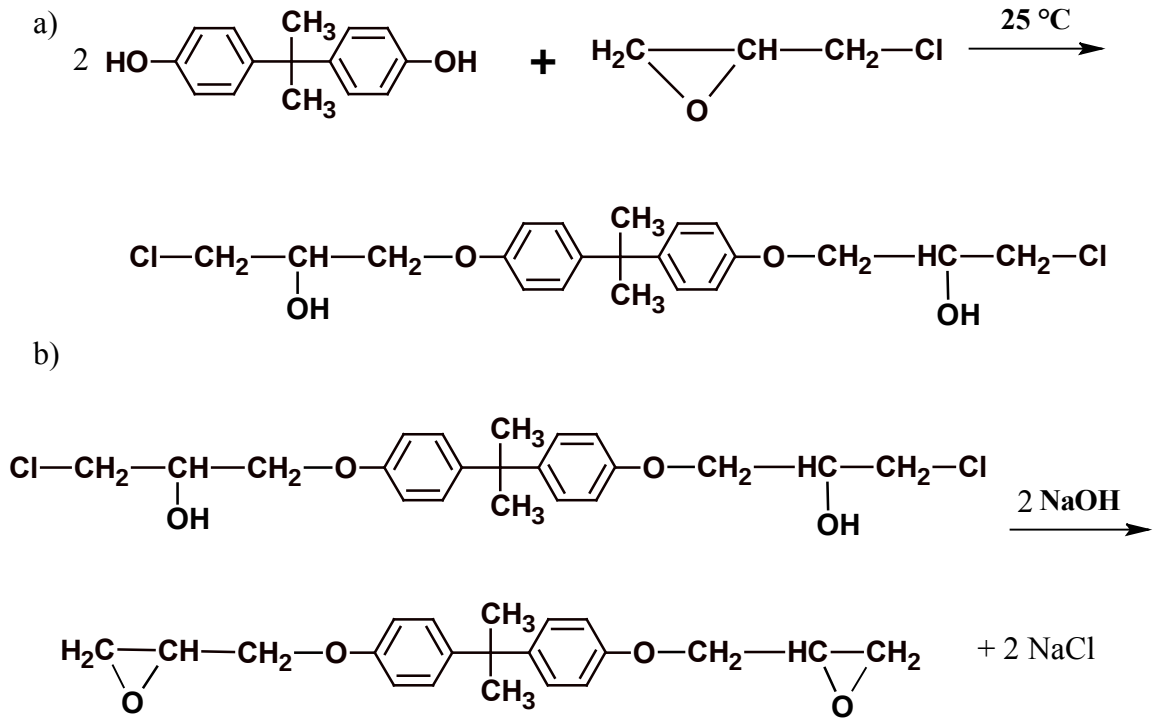
Słowa kluczowe: epichlorohydryna, analiza ryzyka, toksyczność, ratownictwo chemiczne;
Key words: epichlorohydrin, risk analysis, toxicity, chemical rescue service.

Wstęp

Podstawą do zrozumienia niebezpieczeństwa kontaktu z epichlorohydryną i generalnie z jakąkolwiek substancją jest poznanie jest właściwości fizykochemicznych, które są warunkowane przez budowę chemiczną substancji. Istotne znaczenie ma w tym momencie zdolność do dysocjacji, jonizacji, czy też rozpuszczal-

ność omawianej substancji w określonych warunkach. Szczególną wagę mają czynniki biologiczne takie jak wewnątrzustrojowa aktywność biologiczną oraz przenikalność przez błony półprzepuszczalne, z którą wiąże się zdolność do wchłaniania związku. W określonych warunkach nie należy również pomijać czynników osobniczych oraz środowiskowych. To właśnie całościowe ujęcie problemu ukazuje nam skomplikowany problem toksyczności działania związku na organizm ludzki. Rozważając działania na miejscu zdarzenia z udziałem substancji niebezpiecznej należy pamiętać, iż toksyna może wniknąć do organizmu na wieloraki sposób. Jej wchłonięcie może nastąpić poprzez przewód pokarmowy, drogi oddechowe, skórę oraz na skutek przerwania ciągłości tkanki. Ratownik wchodząc do strefy skażonej powinien być należycie zabezpieczony tak, aby przypadkowy kontakt z substancją nie zakończył się dla niego tragicznie. Prowadząc rozważania często należy zastanowić się co należy zrobić, aby akcję przeprowadzić sprawnie, jakie kroki należy podjąć aby komfort pracy ratowników w strefie był odpowiednio wysoki. Zastanawiamy się czy w danym przypadku lepiej użyć ciężki i niewygodny CUG (chemoodporne ubranie gazoszczelne) czy też wystarczy CUP (chemoodporne ubranie przeciwochlapaniowe) lub inne lekkie ubranie przeciwchemiczne? To są pytania na które można sobie odpowiedzieć znając właściwości substancji, która została uwolniona. W swych rozważaniach nie należy oczywiście jednak zapominać o tych, dla których ochrony jednostki ratownicze zostały powołane. Niestety ludność cywilna nie posiada stosownej ochrony przed skażeniami. Tak więc element jej zabezpieczenia przed oddziaływaniem par substancji oraz zapobieżenia przedostania się substancji do środowiska jest niezwykle istotny. W Polsce sprzętem ochrony dróg oddechowych nie dysponuje również policja oraz służby medyczne. Jak poważny może to być problem przekonano się w Japonii podczas ataku z użyciem sarinu na tokijskie metro 20 marca 1995 roku. W wyniku zdarzenia śmierć poniosło 12 osób, a zatruciu uległo ponad 3000. Wśród pozbawionego ochrony dróg oddechowych personelu medycznego odnotowano aż 135 przypadków zatrucia. Podczas akcji ujawnił się brak procedur postępowania w przypadku tego typu zdarzeń.

Tak więc problem odpowiedniego podejścia do wypadków z udziałem substancji niebezpiecznych nie jest sprawą prostą. Czasami, tak jak miało to miejsce podczas zdarzenia z epichlorohydryną w Twardej Górze, dowódca zmu-



Ryc. 1. Pierwsze dwa etapy reakcji 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanu z epichlorohydryną. Nowo powstałe w drugim etapie reakcji grupy epoksydowe (oksiranowe) zdolne są do kolejnej reakcji z 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanem

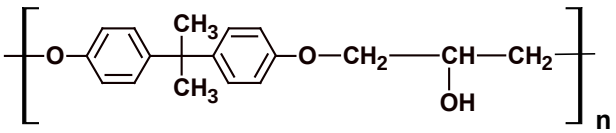
szony jest do niełatwych wyborów, z których żaden nie daje 100% satysfakcji. Poznanie jednak właściwości chemicznych niektórych substancji powinno ułatwić dowódcy podjęcie najwłaściwszych rozwiązań w sytuacji zagrożenia.

Zastosowanie epichlorohydryny w przemyśle

W Europie produkuje się około 290 kiloton epichlorohydryny (ECH) rocznie. W Polsce praktycznie 100% produkcji ECH wytwarzane jest w bydgoskim zakładzie Zachem Ciech. Zdolności produkcyjne zakładu wynoszą około 33 kiloton na rok [2].

Epichlorohydryna (ECH) jest przemysłowo wykorzystywana do produkcji między innymi syntetycznego glicerolu, elastomerów, plastyfikatorów, eterów i estrów glicydylowych, wodoodpornych żywic stosowanych w przemyśle papierniczym oraz żywic epoksydowych, na które przypada 75% produkcji. Te ostatnie powstają w wyniku polikondensacji ECH z bisfenolami w układzie wielofazowym w środowisku silnie alkalicznym. Przykładową reakcję 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanu z epichlorohydryną pokazano na rys 1.

Jako końcowy produkt rozważanej reakcji powstaje oligomer o strukturze pokazanej na rys. 2.



Ryc. 2. Produkt końcowy reakcji epichlorohydryny z 4,4'-dwuhydroksydwufenylopropanem

W przemyśle tekstylnym epichlorohydryna jest wykorzystywana do modyfikacji wełny. W wyniku reakcji z zawartymi w jej strukturze grupami karboksylowymi otrzymuje się produkt o podwyższonej odporności na aktywność moli. Inną gamą produktów tekstylnych opartych na wykorzystaniu ECH jest produkcja podatnych na farbowanie włókien polipropylenowych. ECH używana jest również do farbowania włókien bazujących na poliolefinach, poliakrylonitrylu, poli(chlorku winylu), alkoholu poliwinylowym, a także do produkcji włókien antystatycznych.

Przemysł papierniczy wykorzystuje ECH do produkcji papieru wodoodpornego. Jeden z wykorzystywanych procesów bazuje na modyfikacji poliamidów poprzez ECH.

Epichlorohydryna jest stosowana także w produkcji żywic aniono- i kationowymiennych. Nierozpuszczalne w wodzie żywice anionowymienne są syntezowane poprzez reakcję ECH z etylenodiaminą lub jej wyższymi homologami. Między innymi te żywice są stosowane do oczyszczania wody pitnej oraz do pochłaniania zanieczyszczeń powietrza. Żywice kationowymienne są syntezowane poprzez kondensację ECH z polihydroksyfenolami a następnie poprzez sulfonowanie produktu.

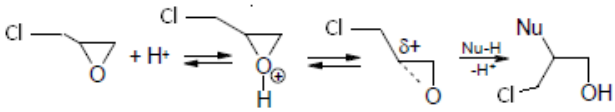
ECH jest wykorzystywana również do produkcji związków powierzchniowo czynnych, insektycydów, bakteriocydów, fungicydów, farmaceutyków, inhibitorów korozji, dodatków do lubrykantów, związków stosowanych w galwanotechnice cynku, polimerów zapewniających izolację przewodów elektrycznych, opóźniaczy zapłonu związków bazujących na uretanach.

Właściwości chemiczne epichlorohydryny

Hybrydyzacja sp^3 atomu tlenu oraz węgla zawierającego wiązania nasycone powoduje, iż trójczłonowy pierścień oksiranowy, ze względu na duże naprężenia steryczne, należy do układów bardzo reaktywnych. Przy tej hybrydyzacji optymalny kąt pomiędzy wiązaniami powinien wynosić około 110°. W przypadku pierścienia oksiranu jest natomiast zbliżony do 60°.

Epichlorohydryna łatwo ulega działaniu substancji utleniających (zwłaszcza nadtlenków), substancji o charakterze kwasowym oraz zasadowym, a nawet niektórych soli o charakterze kwasów Lewisa. Gwałtowny przebieg niektórych z nich powoduje, iż niekontrolowane mogą doprowadzić do eksplozji w przypadku wystąpienia w zbiornikach zamkniętych.

W przypadku czynników o charakterze kwasowym zdolnych do protonowania, następuje atak protonu na oksiranowy atom tlenu wg. mechanizmu przedstawionego na rys 3;

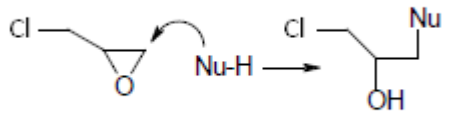


Ryc. 3. Mechanizm reakcji epichlorohydryny w środowisku kwaśnym

W środowisku kwaśnym atak grupy nukleofilowej Nu następuje na bardziej osłonięty atom węgla według mechanizm S_N1. Typowy karbokation jako stan przejściowy nie tworzy się.

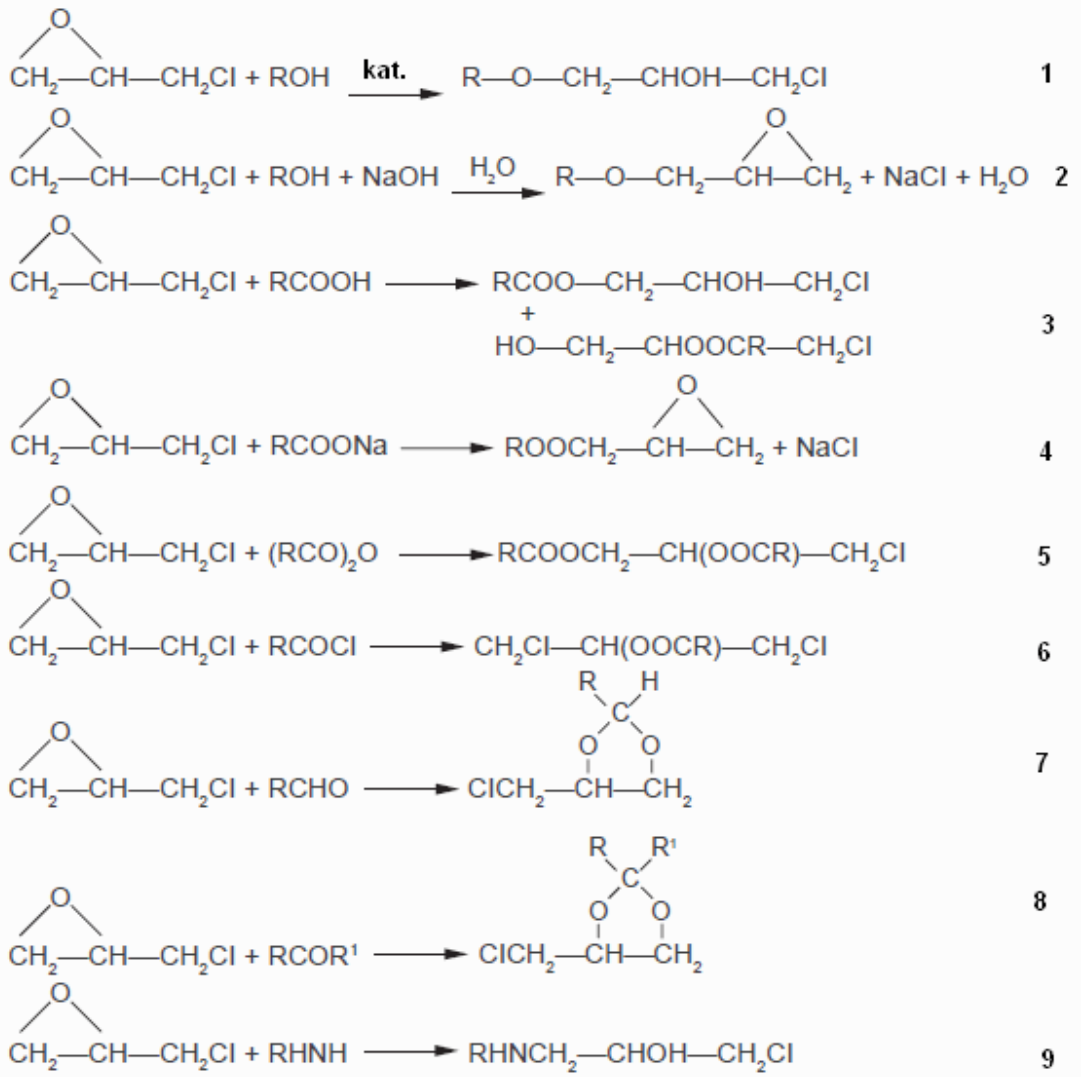
W przypadku środowiska zasadowego oraz obojętnego preferowany jest atak nukleofilowy na atomy węgla pierścienia, które to na skutek obecności silnie elektroakceptorowego atomu tlenu w pierścieniu posiadają zmniejszoną gęstość elektronową. Dodatkowa obecność atomu chloru w pozycji α od pierścienia powoduje, iż efekt indukcyjny jest spotęgowany. Podobnie jak w przypadku tlenku propylenu preferowane jest przyłączanie się nukleofila do atomu węgla mniej osłoniętego wg. mechanizmu S_N2 (rys. 4).

Reakcje z udziałem ECH mogą mieć przebieg dość skomplikowany. W przypadku, gdy zasadą jest jon wodorotlenowy, epichlorohydryna w zależności od warunków reakcji może ulec polikondensacji, hydrolizie lub też izomeryzacji końcowej grupy epoksydowej w grupę ketonowa lub aldehydową. Obecność w cząsteczce gruby chlorometylowej daje również możliwość substytucji atomu chloru. I tak np. hydroliza ECH w środowisku wodnym przebiega częściowo z etapem tworzenia glicydolu.

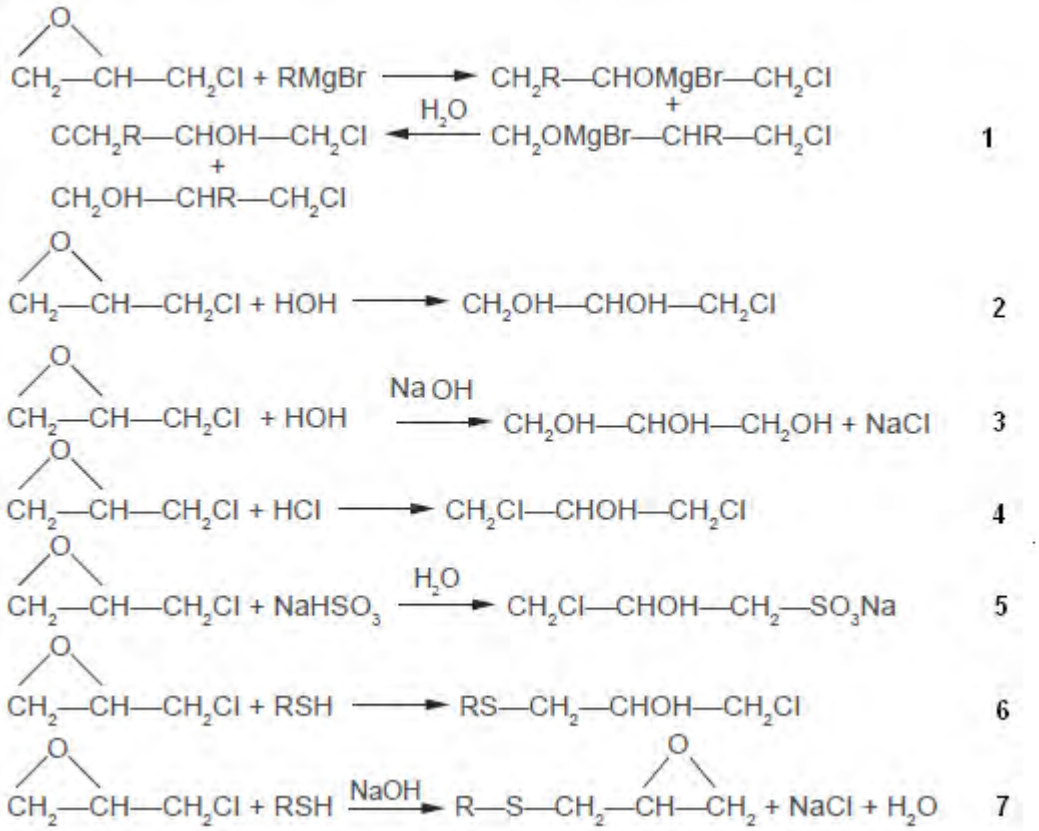


Ryc. 4. Mechanizm reakcji epichlorohydryny w środowisku zasadowym oraz obojętnym

Przykładowe reakcje z udziałem ECH z wybranymi związkami oraz grupami związków przedstawiono na rys 5 oraz 6.



Ryc. 5. Schemat reakcji ECH z 1. alkoholami 2. alkoholami w środowisku zasadowym 3. kwasami karboksylowymi 4. solami kwasów karboksylowych 5. bezwodnikami kwasów karboksylowych, 6. halogenkami acylowymi 7. aldehydami 8. ketonami 9. aminami [3]



Ryc. 6. Schemat reakcji ECH z 1) związkami Grignarda 2) wodą 3) wodnym roztworem NaOH 4) HCl 5) $NaHSO_3$ 6) merkaptanami 7) merkaptanami w środowisku zasadowym [3]

Wysoka reaktywność epichlorohydryny związana z obecnością pierścienia oksiranowego oraz stosunkowo łatwo odszczepialnego chloru w jej strukturze powoduje, iż substancja ta wykazuje silne właściwości toksyczne. Obecność atomów wodoru oraz węgla warunkuje natomiast jej palność. Niebezpieczeństwa związane z tymi aspektami zostaną omówione w następnej części artykułu.

Analiza niebezpieczeństwa pożarowego

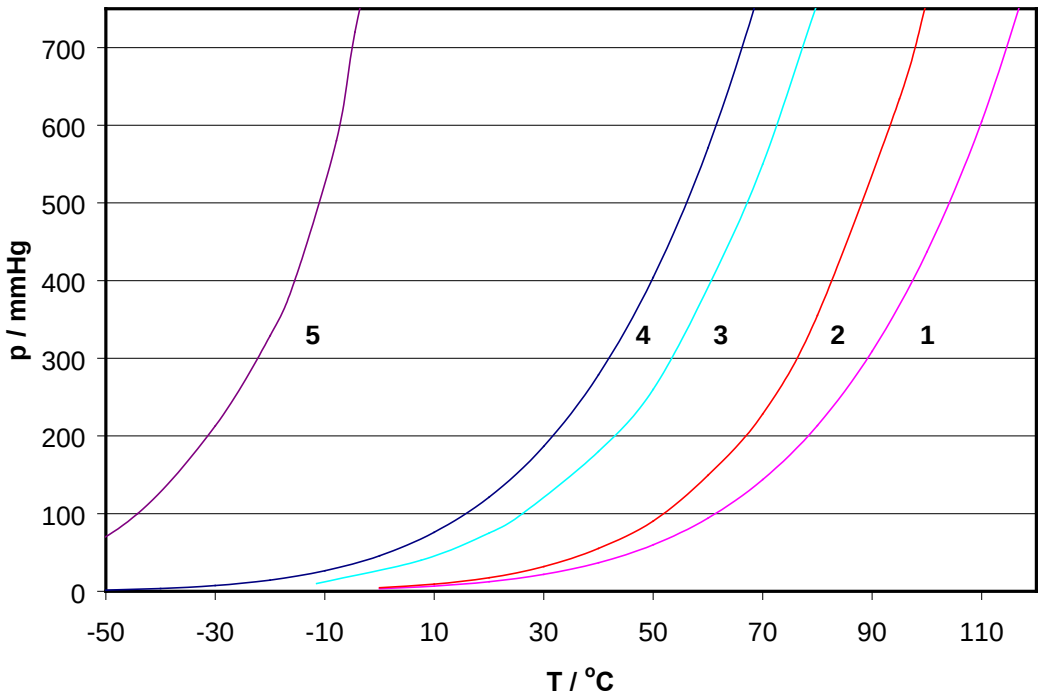
Ogólne właściwości pożarowe oksiranów

Rozpatrując daną grupę związków chemicznych można zauważyć, iż niebezpieczeństwo pożarowe wzrasta odwrotnie proporcjonalnie do masy molowej związku, natomiast zmniejsza się, jeśli w cząsteczce obecne są atomy halogenów oraz grupy powodujące powstanie wiązań wodorowych takich jak grupa hydroksylowa czy karboksylowa. Obecność wiązań wodorowych powoduje obniżenie lotności substancji, a zatem spadek prężności par. I tak rozpatrując np. grupę oksiranów największe niebezpieczeństwo stwarza sam oksiran (tlenek etylenu), który w warunkach standardowych jest gazem (t_{wrz} = 10,73°C) o granicach wybuchowości od 2,6% do około 80 % (w przypadku technicznego tlenku etylenu GGW znacząco wzrasta). Zatem tlenek etylenu (analogicznie do acetylenu), w określonych warunkach może się spalać praktycznie sam bez udziału tlenu z powietrza.

Właściwości pożarowe epichlorohydryny

Pod względem fizycznym epichlorohydryna jest bezbarwną cieczą przypominająca zapachem chloroform. ECH zaczyna wrzeć w temperaturze 116,6 °C. Charakterystyka prężności par nasyconych w funkcji temperatury p=f(T) wskazuje, iż prężność par epichlorohydryny jest niższa od prężności par niskocząsteczkowych paliw węglowodorowych o liczbie atomów węgla mniejszej niż osiem. Zależność p=f(T) dla wybranych substancji przedstawiono na wykresie 1.

Temperatura zapłonu ECH, a więc temperatura w której stężenie par substancji osiąga wartość DGW, wynosi 28°C. Tak więc jest to ciecz trudniej zapalna niż benzyna jednakże łatwiej zapalna od oleju napędowego.



Wykres 1. Zależność prężności par w funkcji temperatury dla; 1) epichlorohydryny 2) wody 3) benzenu 4) heksanu 5) butanu

Epichlorochydryna tworzy mieszaniny wybuchowe z powietrzem w zakresie objętościowym 2,3%< x < 34,4% przy czym stężenie stechiometryczne ECH wynosi 5,66 % [1]. Dane dotyczące temperatury zapłonu, DGW oraz GGW mogą się różnić, co wynika z czystości produktów otrzymywanych przez rozmaitych producentów, a także metodyki pomiarów [4,5]. W niniejszej publikacji przyjęto za właściwe dane największego producenta ECH w Polsce – firmy Zachem - Ciech. Innym powodem jest również fakt, iż parametry podane przez Zachem Ciech są bardziej niekorzystne pod względem pożarowym, a zatem skłaniające do większej ostrożności.

Pożar z udziałem epichlorohydryny powoduje powstanie tak niebezpiecznych substancji jak tlenek węgla, chlor, chlorowodór, fosgen oraz związków z grupy dioksyn. Duże ilości CO oraz fosgenu powstają zwłaszcza w przypadku niedostatecznej ilości tlenu w środowisku spalania, a więc w przypadku gdy zawartość ECH jest większa od wartości stechiometrycznej określonej dla pełnego spalania. Dolna granica stężenia tlenu, przy której obserwuje się palność ECH wynosi 11,6%. Największy europejski producent w branży chemicznej Dow Chemical Company („Dow") zaleca jednak przyjęcie bezpiecznego stężenia tlenu równego 8% [3].

Uwagi dotyczące stosowanych środków gaśniczych oraz sorbentów

Jak już wcześniej wspomniano, duże ilości ciepła mogą się również wydzielić w trakcie niekontrolowanej polimeryzacji ECH. W przypadku zamkniętych przestrzeni może to być przyczyną eksplozji. Zważywszy na szeroki wachlarz substancji mogących inicjować polimeryzację istotny jest dobór odpowiednich środków. W przypadku sorbowania resztek ECH należy pamiętać, iż nie powinno się używać sorbentów na bazie gliny oraz glinokrzemianów. Zastosowanie takiego sorbentu może doprowadzić do samozapłonu na skutek dużej ilości wydzielającego się ciepła polimeryzacji [3]. Egzotermiczny przebieg reakcji spowodowany jest istnieniem centrów kwasowych typu Lewisa na powierzchni tego typu sorbentów. Dow Chemical Company zaleca stosowanie sorbentów na bazie polipropylenu, suchego piasku lub też sorbentów specjalistycznych przeznaczonych do usuwania wycieków ECH [3].

Ze względu na właściwości fizyczne ECH jako rozpuszczalnika organicznego o dość znacznym momencie dipolowym (1,86 D) zbliżonym do etanolu (1,69 D) pokrywanie rozlewisk epichlorohydryny powinno mieć miejsce

z użyciem piany wytworzonej ze środka alkoholoodpornego.

Stosowanie do gaszenia wód kopalnianych zawierających duże ilości żelaza oraz glinu nie powinno stanowić zagrożenia niekontrolowaną polimeryzacją. Wynika to z faktu, iż w środowisku wodnym sfera koordynacyjna Fe^{3+} oraz Al^{3+} jest wypełniona przez cząsteczki wody a zatem dostateczny efekt katalityczny nie może mieć miejsca.

Gasząc pożary ECH należy stosować rozproszone prądy. Stosując prądy zwarte powodujemy rozbryzgiwanie się cieczy, a zatem zwiększenie jej powierzchni parowania, co zwiększa ryzyko zaistnienia wybuchu. Stosowanie rozproszonych prądów wody powoduje efektywne zmniejszanie stężenia par substancji w powietrzu dzięki częściowej rozpuszczalności ECH w wodzie.

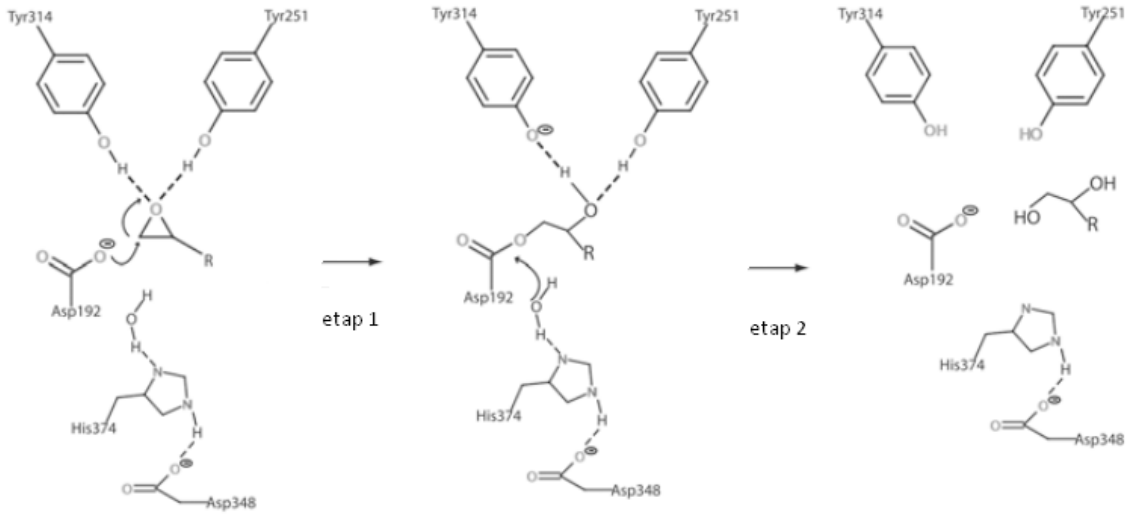
Toksyczność epichlorohydryny

Metabolizm w organizmie

Epoksydy występujące w organizmie są produktami przejściowymi lub końcowymi reakcji katalizowanych przez cytochrom P-450. Za względu na duże naprężenia wewnątrzcząsteczkowe wynikające ze znacznego odstępstwa kątów w pierścieniu oksiranowym od wartości właściwych dla hybrydyzacji sp^3, struktury te są niezwykle podatne na warunki środowiskowe. Podatność na atak nukleofilowy powoduje, że pierścienie oksiranów są bardzo wrażliwe na reakcje z makrocząsteczkami (szczególnie z DNA). Reakcje te powodują, iż związki te wykazują właściwości mutagenne. Związki epoksydowe, które są stosunkowo nietrwałe, o okresie półtrwania krótszym niż kilka minut nie przedstawiają większego niebezpieczeństwa ze względu na to, iż ulegną rozkładowi zanim zdążą przereagować z DNA. Natomiast epoksydy o względnie dużej trwałości mają możliwość takiej reakcji [6]. Pomimo faktu, iż epichlorohydryna uważana jest za substancję o charakterze genotoksycznym, uważa się, iż wykorzystanie modelu wielokrotnej linearyzacji dla oszacowania ryzyka wywołania nowotworu złośliwego jest nieodpowiednie ze względu na fakt, że kancerogeneza następuje jedynie w miejscu wprowadzenia do organizmu, gdzie ECH jest wysoce drażniące.

Generalnie istnieją dwie reakcje enzymatyczne i dwie reakcje nieenzymatyczne powodujące usuwanie powstałych epoksydów. W pierwszej z nich enzym o nazwie hydrolaza epoksydowa (zwany też hydrazą epoksydową) przekształca epoksydy w trans-diole, które to w następnej kolejności mogą ulec sprzęganiu w reakcji glukuronidyzacji. Przekształcenie epoksydów w trans-diole w wyniku reakcji z hydrolazą epoksydową przedstawiono na rys 7.

Drugi typ reakcji enzymatycznych związany z glutationem (GSH) jest katalizowany przez grupę izozymów określanych wspólną nazwą glutationo-S-transferazy. Posiadają one zróżnicowaną specyficzność do substratów elektrofilowych. Glutationo-S-transferaza katalizuje reakcje pomiędzy epoksydami a glutationem, jak również halogenkami. Produkt sprzężenia ulega następnie hydrolizie z usunięciem reszty kwasu glutaminowego oraz glicyny. Następnym eta-



Ryc. 7. Mechanizm działania hydrolazy epoksydowej [7]

pem jest N-acetylowanie. Zważywszy, iż epichlorohydryna zawiera zarówno grupę chlorometylową, jak i również epoksydową reakcja może sumarycznie obejmować dwie cząsteczki GSH.

Powstałe produkty ulegają dalej rozszczepieniu do odpowiedniej pochodnej kwasu merkaptomoczowego, który ma bardzo dobrą rozpuszczalność w wodzie i może zostać wydalony z moczem.

Reakcje nieenzymatyczne związków epoksydowych obejmują natomiast addycję wody według mechanizmu podobnego do S_N2 oraz przegrupowanie polegające na wewnątrzcząsteczkowym przeniesieniu wodoru.

Objawy zatrucia

Działanie par epichlorohydryny może spowodować takie objawy jak: zaczerwienienie spojówek, ból i łzawienie oczu, kaszl, duszności, obrzęk i ból nosogardzieli, objawy oskrzelowe, mdłości, wymioty. Wystąpienie objawów może wystąpić nawet parę godzin po narażeniu (badania dla c = 80 mg/m^3). Istnieje możliwość rozwoju toksycznego zapalenia płuc.

Skażenie skóry ciekłą ECH może wywołać ból, zaczerwienienie, powstanie wykwitów o charakterze pokrzywki lub pęcherzyków. Oblanie dużej powierzchni skory może wywołać objawy podobne jak przy zatruciu inhalacyjnym.

Wchłonięcie ECH droga pokarmową może wywołać oparzenie błony śluzowej jamy ustnej i przewodu pokarmowego, biegunkę, ból brzucha, mdłości, wymioty, krwawienie z przewodu pokarmowego. W wyniku działania może nastąpić uszkodzenie nerek.

Objawem zatrucia przewlekłego może być spastyczne zapalenie oskrzeli lub astma oskrzelowa, uszkodzenie wątroby, alergiczne zapalenie skóry w miejscu kontaktu. W dłuższej perspektywie działanie może generować powstanie nowotworu w miejscach kontaktu.

Prawdopodobieństwo zajścia śmiertelnego. Probitowa analiza danych

Popularnym narzędziem stosowanym w celu określenia prawdopodobieństwa wystąpienia urazów ponoszonych wskutek działania bodźców zewnętrznych jest wykorzystanie funkcji probitowych [8]. Modelowanie tego typu można wykorzystać do obliczenia prawdopodobieństwa nie tylko uwolnienia substancji niebezpiecznych, ale i efektów związanych z działaniem strumienia cieplnego czy też fali ciśnieniowej.

Równanie probitu ma następującą postać:

$$\mathbf{P_r = A + Bln(L)} \qquad 1)$$

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

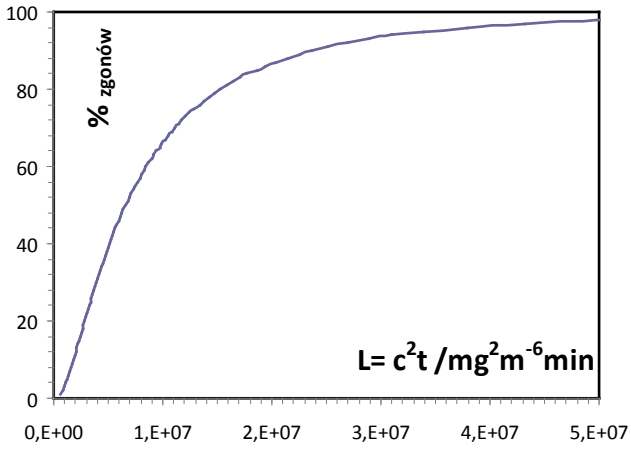
Jedyne znane opracowanie funkcji probitowej dla epichlorohydryny [9] przedstawia się następującym równaniem 2:

$$P_r = -10{,}7 + 1\ln(C^2t) \qquad 2)$$

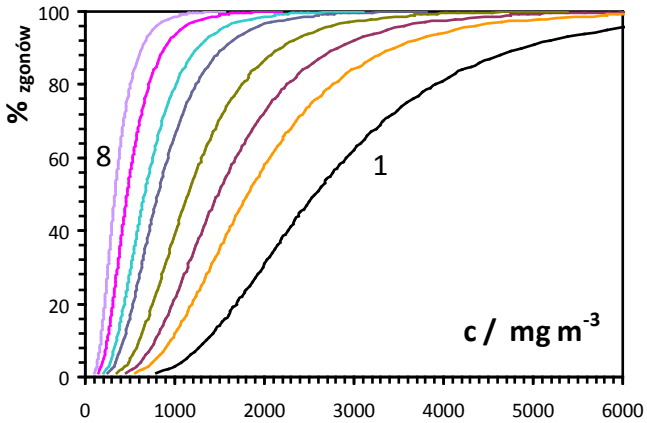
Wartość stężenia określona jest w mg/m^3, natomiast jako jednostkę czasu określono minuty. Funkcja ta określona jest dla prawdopodobieństwa zajścia zdarzenia ze skutkiem śmiertelnym na skutek działania par epichlorohydryny.

Funkcja została utworzona na podstawie dość ograniczonych badań na zwierzętach, a więc posiada jedynie charakter przybliżony. Zależność przedstawiono wykorzystując badania Kimmerle`ya i Laskina [10,11] (12 kombinacji stężeniowo-czasowych) oraz Dietza [12] (4 oraz 6 czasów ekspozycji, z rozróżnieniem na płci), gdzie zwierzęta poddano ekspozycji ECH w czasie 240 oraz 360 minut.

Wykorzystując równanie funkcji probitowej (2) dla epichlorohydryny oraz przelicznika miar procentowych na probit można przedstawić zależność procentu populacji ludzi ulegającej śmiertelnemu zatruciu gazem w funkcji ładunku toksycznego (wykres 2) oraz w funkcji stężenia dla różnych wartości czasu ekspozycji (wykres 3). Analiza taka pozwala nam na łatwy odczyt parametrów z wykresu, a zatem szybkie przewidzenie skutków uwolnienia.



Wykres 2. Zależność procentu zgonów na skutek działania epichlorohydryny w funkcji ładunku toksycznego



Wykres 3. Wykres zależności procentu zgonów (śmiertelności) w funkcji stężenia epichlorohydryny przy jej stałym stężeniu dla czasów ekspozycji równych 1.- 1 minuta, 2.- 2 minuty, 3.- 3 minuty, 4.- 5 minut, 5.- 10 minut 6.- 15 minut 7.- 30 minut 8.- 60 minut

W przypadku zmiennego stężenia substancji ładunek toksyczny epichlorohydryny należy obliczyć całkując funkcję stężenia podniesioną do kwadratu po czasie ekspozycji zgodnie ze wzorem 3:

$$L = \int_0^t c(t)^2 dt \qquad 3)$$

Środki ochrony osobistej

Ze względu na toksyczność należy stosować pełną ochrona osobistą (CUG) ratowników wchodzących do strefy. W przypadku epichlorohydryny, oprócz efektu toksycznego, kontakt par z powierzchnią skóry (ze względu na hydrolizę) powoduje powstawanie chlorowodoru.

Dla epichlorohydryny wykazano, iż pełne zabezpieczenie daje stosowanie ubrań wykonanych z butylu. Guma bazująca na neoprenie oraz nitrylu wykazywała większą zdolność do penetracji substancją [3].

Podczas akcji należy stosować aparaty nadciśnieniowe.

Trwałość środowiskowa

Generalnie hydroliza epichlorohydryny przebiega w pierwszym etapie poprzez addycję cząsteczki wody do pierścienia oksiranowego. Atom chloru nie bierze bezpośredniego udziału w tym etapie, jednakże poprzez efekt indukcyjny wywiera wpływ na szybkość tego procesu. Hydroliza ECH może odbywać się według dwóch mechanizmów: niekatalizowanego oraz katalizowanego kwasem. W mechanizmie reakcji niekatalizowanej etap określający szybkość reakcji obejmuje otwarcie pierścienia epoksydowego poprzez atak cząsteczki wody, anionu lub innego nukleofila na nieosłonięty atom węgla. W reakcji katalizowanej kwasem w pierwszej kolejności następuje protonacja atomu tlenu pierścienia. Etapem określającym szybkość reakcji jest otwarcie pierścienia, przy czym preferowany jest atak nukleofila na pozycję C2. Końcowym produktem hydrolizy jest gliceryna, która nie jest ujęta w wykazie jako substancja toksyczna.

Połowiczny czas zaniku epichlorohydryny w środowisku wodnym w temperaturze 20°C wynosi 8,25 dnia, co odpowiada stałej szybkości reakcji $9{,}75 \cdot 10^{-6}$ 1/s [13]. Zatem ECH ze względu na swoją reaktywność i wszechobecność wody nie ma tendencji do biokumulacji Potwierdzają to również badania biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT) [3].

Detekcja ECH oraz produktów spalania na miejscu zdarzenia

W przypadku zdarzeń z ECH niezwykle ważne jest określenie stężenia substancji znajdującej się w powietrzu. Związane jest to z tworzeniem mieszanin wybuchowych przez ECH oraz z zagrożeniem toksykologicznym. Na podstawie wartości odczytu określa się wielkość strefy niebezpiecznej, z której należy usunąć wszelkie

osoby postronne oraz w której obowiązuje bezwzględny nakaz stosowania środków ochrony dróg oddechowych. Maksymalna wartość stężenia ECH w warunkach standardowych, względem której powinniśmy wyznaczać strefę bezpieczną wynosi 8 mg/m^3 = 2ppm (NDSCh). Aczkolwiek całkowicie bezpieczną granicą byłoby przyjęcie wartości NDS = 1 mg/m^3 = 0,5 ppm = 500 ppb.

Bardzo dobrą metodą wykrywania epichlorohydryny jest użycie detektora fotojonizacyjnego. W zależności od poziomu detekcji możliwe jest wykrycie stężenia od 1 ppb do 10000 ppm lub od 0,1 ppm do 15000 ppm. Zważywszy, iż dostępne aparaty kalibrowane są względem izobutylenu, należy uwzględnić przelicznik korekcyjny, który w przypadku ECH wynosi 8,5. Tak więc, aby pomiar mógł obejmować NDS, NDSCH, jak i również DGW potrzebne jest wyposażenie w detektor o czułości od 1 ppb do 10000 ppm.

Innym rozwiązaniem jest użycie rurek jednogazowych. Kalibrowane dla ECH mają czułość 1,2 – 120 ppm, a więc dzięki nim możliwe jest określenie jedynie NDSCH, co jednak w zupełności wystarcza do określenia strefy niebezpiecznej.

Nie należy również zapominać, iż podczas całkowitego spalania epichlorohydryny produktem utleniania jest chlorowodór. Podczas spalania jego stężenie w powietrzu powinno być znaczące, tak więc warto pamiętać o pomiarze stężenia gazowego HCl (LC_{50}=1300 ppm/0,5 h, NDS = 5 mg/m^3).

Zdarzenia z udziałem epichlorohydryny

Stacja Twarda Góra

2 listopada 1998 roku, kilka minut po godzinie 17, pociąg towarowy relacji Jastrzębie Zdrój – Gdynia Port najechał na torze bocznym stacji Twarda Góra na trzy puste węglarki. Pociąg zawierał w swym składzie 15 cystern. W wyniku zderzenia trzy cysterny będące tuż za elektrowozem uległy wykolejeniu. Rozszczelnienie jednej z nich doprowadziło do wycieku oraz pożaru zawartości, którą była epichlorohydryna.

Na miejsce zdarzenia jako pierwsi przybyli strażacy OSP Nowe. Po przybyciu zbudowali trzy linie gaśnicze podejmując działania mające na celu schłodzenie dwóch cystern, które były ogrzewane przez pożar cieczy wydobywającej się ze środkowej cysterny. Po przybyciu na miejsce akcji OSP Warlubie podjęto działania zmierzające do podstawienia lokomotywy celem odciągnięcia reszty składu. Odłączono również napięcie w trakcji oraz wstrzymano ruch pociągów przez stację. O godzinie 17.40 na miejsce akcji przybyły pierwsze zastępy Państwowej Straży Pożarnej w Świeciu. KDR nakazał ewakuację wszystkich ludzi znajdujących się na terenie stacji oraz sąsiadującego z nią budynku. Teren akcji został podzielony na dwa odcinki bojowe. Na tym etapie, działania ograniczały się do schładzania sąsiadujących cystern oraz ustaleniu czy płonącą cieczą jest tak jak w sąsiednich cysternach epichlorohydryna. KDR nie podjął działania mającego na celu ugaszenie pożaru, uznając, iż lepszym rozwiązaniem będzie wypalenie się substancji. Upewnienie się co do rodzaju substancji biorącej udział w zdarzeniu trwało ponad godzinę. Tuż po godzinie 20 na miejsce akcji dotarł pluton kompanii obwodowej rejonu, którego dowódca wykonał pomiar stężenia chloru w chmurze produktów spalania. Okazało się, iż stężenie chloru było niewielkie. Przybyły na miejsce zdarzenia komendant wojewódzki zarządził usypanie żwirowych nasypów w pobliżu płonącej cysterny, celem ograniczenia rozlewiska. Wydał również rozkaz przygotowania dwóch stanowisk przenośnych DWP oraz przegrupowania jednostek oczekujących na wejście do akcji. Ostatnie działanie miało na celu ułatwienie przejazdu dla pojazdów dowożących wodę. Liczbę ratowników pracujących w strefie niebezpiecznej ograniczono do minimum. Około godziny 21 nastąpił silny wybuch, który zintensyfikował wyciek epichlorohydryny. W zaistniałej sytuacji podjęto decyzję o ugaszeniu pożaru. Mimo podjętych działań doszło jeszcze do dwóch mniejszych wybuchów na skutek wysokiego stężenia par ECH w powietrzu. Ugaszenie pożaru nastąpiło 30 minut po północy. W dalszym ciągu schładzano jednak cysterny oraz wykonywano niezbędne pomiary w powietrzu. O godzinie 9 rano ratownicy Stacji Ratownictwa Chemicznego „Organiki Zachem" w Bydgoszczy podjęli działania związane z przepompowywaniem epichlorohydryny do podstawionych cystern.

Pomimo niewielkich rozmiarów pożaru zdarzenie należało do niezwykle trudnych. Ugasze-

nia pożaru dokonano wykorzystując podczas działań 12 prądów gaśniczych: 10 wodno-pianowych oraz dwóch proszkowych. Akcję ratowniczo-gaśniczą zakończono o godzinie 19.20 dnia następnego, a więc po ponad 26 godzinach. Na skutek powstałego skażenia budynek sąsiadujący ze stacja kolejową nakazano wyburzyć.

Bad Münder (Niemcy)

9 września 2002 roku, w miejscowości Bad Münder (Dolna Saksonia), z powodu awarii hamulców doszło do zderzenia dwóch pociągów towarowych. W efekcie wypadku jeden z wagonów zawierających epichlorohydrynę stanął w płomieniach i eksplodował. Około 250 mieszkańców ewakuowano. Szacuje się, iż około 370 osób doznało objawów zatrucia. U 10% z nich stwierdzono powiększoną wątrobę. Po zdarzeniu dekontaminacji poddano 5000 ton ziemii.

Lozanna (Szwajcaria)

29 czerwca 1994 roku doszło do wykolejenia dwóch cystern na stacji w Lozannie. W wyniku zdarzenia doszło do uwolnienia się około 400 litrów ECH. Ewakuowano 1000 osób z powodu zagrożenia zatruciem oraz eksplozją.

Skażenie „Oostzee"

18 lipca 1989 holenderski statek towarowy „Oostzee", płynący z Rotterdamu do Leningradu, dostał się w obszar sztormowej pogody. Na pokładzie znajdowało się 975 ton ECH w 3900 pojemnikach po 250 kg każdy. Na skutek braku właściwego umocowania oraz obecności pełnych i pustych zbiorników obok siebie doszło do ich łatwego uszkodzenia podczas sztormu. Zatruciu uległa czternastoosobowa załoga statku. Zniszczeniu uległy 263 pojemniki. Utylizacji poddano 2200 litrów ECH. Szacuje się, iż w postaci par do atmosfery przedostało się 8100 litrów substancji. W czasie neutralizacji zagrożenia wyznaczono strefę niebezpieczną o promieniu 1000 metrów na lądzie oraz 2200 stóp w przestrzeni powietrznej. Wentylacje pomieszczeń statku prowadzono aż do osiągnięcia stężenia ECH mniejszego od 3 ppm.

Podsumowanie

Wysoka reaktywność epichlorohydryny jest związana z istnieniem w jej strukturze pierścienia oksiranowego oraz podstawnika halogenowego. W przypadku zdarzeń z udziałem tej substancji, oprócz wysokiego ryzyka zainicjowania zapłonu i konsekwencji z tym związanych, jednostki ratownicze muszą liczyć się z wysoce toksycznym oddziaływaniem związku. Właściwe określenie strefy ewakuacji oraz ryzyka dla ludzi i środowiska jest możliwe wtedy, gdy KDR zda sobie sprawę z rodzaju zagrożenia, z którym ma do czynienia oraz w odpowiednim momencie podejmie działania mające na celu ograniczenie ryzyka związanego z uwolnieniem substancji niebezpiecznej. W zdarzeniach z epichlorohydryną należy pamiętać o następujących sprawach:

- palność ECH jest mniejsza niż benzyny, jednakże większa niż oleju napędowego;
- rozlewisko cieczy należy pokryć pianą alkoholoodporną;
- ze względu na wysoce drażniące oddziaływanie ECH w czasie wejścia do strefy należy używać chemoodpornego ubrania gazoszczelnego (CUG);
- w przypadku zbierania resztek nie należy używać sorbentów na bazie gliny oraz glinokrzemianów. Zalecane jest stosowanie sorbentów polipropylenowych oraz suchego piasku;
- ECH ze względu na swoją toksyczność stwarza bardzo duże zagrożenie dla ludności cywilnej na skutek oddziaływania par substancji znajdujących się w powietrzu. Wartość NDSCh dla strefy działania par wynosi 8 mg/m^3 = 2 ppm. W przypadku braku innych zagrożeń maksymalnie względem tej granicy powinno ustawić się strefę ewakuacji;
- należy szczególnie uważać na zagłębienia terenu. Pary ECH są ponad trzykrotnie cięższe o powietrza;
- ECH na skutek hydrolizy do gliceryny nie ma skłonności do kumulacji w środowisku naturalnym;
- w czasie spalania epichlorohydryny spośród substancji toksycznych w największej ilości powstaje chlorowodór. Tak więc w czasie akcji również jego stężenie powinno być mierzone.

Literatura

1. *Karta charakterystyki epichlorohydryny*, Zachem Ciech, aktualizacja na dzień 22 grudnia 2008 r.
2. E. Lipińska-Łuczyn, *Najlepsze dostępne techniki BAT. Wytyczne dla branży chemicznej w Polsce*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, czerwiec 2005 r.
3. http://www.dow.com/PublishedLiterature/dh_0100/0901b80380100836.pdf?filepath=epoxy/pdfs/noreg/296-01301.pdf&fromPage=GetDoc
4. Brom, *W śmiercionośnych oparach*, Przegląd Pożarniczy, 4 (1999) 16 - 17
5. http://www.solvaychemicals.com
6. Zakrzewski S.F., *Podstawy toksykologii środowiska*, Wydawnicteo Naukowe PWN, Warszawa 2000
7. Naworyta A., *Structure – function studies of epoxide hydrolases*, Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala 2010
8. Borysiewicz M., Furtek A., Potempski S., *Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi*, Instytut Energii Atomowej Otwock – Świerk 2000
9. http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/databases/probitrelaties.jsp
10. Kimmerle G., *Toxicological studies with epichlorohydrin,* Bayer AG Report No 479, Wuppertal, Bayer AG, 1967
11. Laskin S., Sellakumar A.R., Kuschner et al. M., *Inhalation carcinogenicity of epichlorohydrin in noninbred Sprague-Dawley rats*, Journal of National cancer Institute, 65: 751-757
12. Dietz F.K., Grandjean M., Young J.T., *Epichlorohydrin: 1-hour LC_{50} Determination in Fischer-344 Rats*, Lake Jackson Research Center, Health&Environmental Sciences – Texas, Dow Chemical USA, Freeport, TX, 1985
13. Mabey W., Mill T., *Critical Reviev of Hydrolysis of Organic Compounds in Water Under Environmental Conditions*, J. Phys. Chem. Ref. Data 7, (1978) 383-415 (quoting J.N. Bronstedt, M.Kilpatrick, J. Amer. Chem. Soc., 51 (1929) 428)

Recenzenci:

mł. bryg. dr Marzena Półka

bryg. dr inż. Waldemar Jaskółowski

mł. kpt. inż. **Tomasz Kiełbasa**
Jednostka Certyfikująca CNBOP

AEROZOLE GAŚNICZE I ICH GENERATORY

Extinguishing aerosols and their generators

Streszczenie
Artykuł prezentuje tematykę aerozoli gaśniczych oraz ich klasyfikację w ramach układów dyspersyjnych. Przedstawiono budowę i zasadę działania generatorów aerozolu powstającego podczas spalania stałego materiału aerozolotwórczego. Przedstawiono mechanizm powstawania i rozprzestrzeniania się aerozoli gaśniczych, oraz zaprezentowano wyniki dostępnych prac badawczych prowadzonych na świecie w celu wyjaśnienia mechanizmu działania gaśniczego aerozoli.

Summary
The article concerns the extinguishing aerosols and their classification within dispersion systems. A construction and functioning of generators of aerosol produced while combustion of an aerosol forming compound are described. There are presented both a mechanism of generation and transport of extinguishing aerosols and also some available results of worldwide research works, carried out in order to explain mechanism of extinguishing activity of aerosols.

Słowa kluczowe: aerozol, gaszenie, generator, rozprzestrzenianie;

Key words: aerosol, extinguishment, suppression, generator, transport;

Wstęp

Z chwilą odkrycia negatywnego oddziaływania halonów na warstwę ozonową, rozpoczęto ograniczanie ich stosowania postanowieniami Protokołu Montrealskiego[1] z września 1987 roku oraz rozporządzenia Wspólnoty Europejskiej nr 2037/2000[2], Sytuacja ta stała się przyczyną rozwoju wielu alternatywnych metod i rozwiązań w zakresie gaszenia pożarów, zwłaszcza w tych obszarach, gdzie halony były jedynym dostępnym i skutecznym środkiem gaśniczym. Chociaż produkcja halonów zakończona została oficjalnie w 1994 roku, poszukiwania idealnego zamiennika halonów trwają nieprzerwanie na całym świecie.

Wśród propozycji obiecujących, a jednocześnie przyjaznych dla środowiska, środków gaśniczych, znalazły się również aerozole gaśnicze. Bezpośrednią przyczyną zainteresowania zdolnościami gaśniczymi aerozoli stały się obserwacje poczynione podczas badań w zakresie procesu spalania stałych paliw rakietowych, realizowanych w ramach rosyjskiego programu kosmicznego SOYUZ[3]. Taki stan rzeczy potwierdza dodatkowo fakt, że pierwsze propozycje praktycznego wykorzystania aerozoli gaśniczych, powstających na drodze reakcji spalania stałych mieszanin aerozolotwórczych, do ochrony pomieszczeń na wypadek powstania pożaru, opracowane zostały właśnie w Rosji. Tam też wzięła swój początek koncepcja budowy i stosowania generatorów aerozolu gaśniczego wytwarzanego w procesie spalania specjalnego materiału aerozolotwórczego.

Aerozole gaśnicze znajdują zastosowanie w odniesieniu do grup pożarów A (spalanie na powierzchni materiału stałego), B i C[4] zgodnie z PN-EN 2. Niemniej podczas planowania ochrony generatorami aerozolu gaśniczego nale-

[1] Protokół montrealski w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. U. z 1992, Nr 98, poz. 490).

[2] Rozporządzenie (WE) NR 2037/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 czerwca 2000 r. w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. Urz. WE Nr L 244 z dnia 29.09.2000 r.).

[3] G.G. De Parenti: *Aerosol overview*, w: Fire Safety Engineering, July/August 2009, s. 25.

[4] Technical report CEN/TR 15276-1 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 1: Requirements and test methods for components*, CEN, January 2009.

ży mieć na uwadze, że istnieją takie zagrożenia, do zabezpieczenia których przedmiotowe medium gaśnicze nie będzie odpowiednie[5] oraz, że w określonych okolicznościach zaistnieć mogą dodatkowe zagrożenia wynikające ze stosowania generatorów takie jak: redukcja widoczności wywołana unoszącym się aerozolem, potencjalna toksyczność produktów reakcji spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej, turbulencje powodowane gwałtownym wypływem strumienia aerozolu z generatora oraz zagrożenia termiczne związane z wytwarzaniem aerozolu na drodze reakcji spalania i jego uwalnianiem pod wysoką temperaturą z generatora[6],[7]. Sytuacje takie wymagają od producentów oraz dostawców urządzeń gaśniczych aerozolowych lub projektantów podejmowania dodatkowych zabiegów i/lub środków ostrożności w przedmiocie wyżej wymienionych zagrożeń.

Zarówno problematyka stosowania aerozoli na potrzeby ochrony przeciwpożarowej, w tym dotycząca powstawania i rozprzestrzeniania się aerozoli, mechanizmu ich działania gaśniczego, jak również zagadnienia budowy, oraz sposobu i efektów działania generatorów aerozolu gaśniczego, zostały jak dotychczas bardzo skromnie opisane w literaturze krajowej. Co więcej informacje dostępne w literaturze zagranicznej opracowane są w zróżnicowanym stopniu i zakresie, przez co utrudnione jest kompleksowe zapoznanie się z powyższymi zagadnieniami. Natomiast znajomość przywołanych zagadnień ma kluczowe znaczenie dla prawidłowego rozeznania możliwości gaśniczych tego typu urządzeń.

Powyższa sytuacja stała się inspiracją do zebrania najważniejszych informacji w zakresie aerozoli gaśniczych oraz ich generatorów, w celu zaprezentowania w przedmiotowym artykule.

Aerozole gaśnicze jako układy dyspersyjne

Przez układy dyspersyjne rozumieć należy takie układy, w których małe cząstki jednej substancji rozproszone są w innej substancji[8]. W każdym układzie dyspersyjnym występuje granica faz, warunkującą możliwość wyróżnienia fazy rozproszonej, oraz fazy rozpraszającej, która otacza i oddziela od siebie cząstki fazy rozproszonej. Ponadto w układach dyspersyjnych dwufazowych, które stanowią przedmiot niniejszych rozważań, wyróżnia się następujące rodzaje rozproszenia[9]:

- rozproszenie cząsteczkowe (mieszaniny jednorodne, roztwory właściwe),
- rozproszenie koloidalne (układy niejednorodne, koloidalne),
- rozproszenie makroskopowe (układy niejednorodne, zawiesiny).

W tym wypadku za kryterium podziału przyjmuje się wielkość cząstek substancji rozproszonej. Niestety literatura w tym zakresie podaje rozbieżne wartości służące do klasyfikacji układów dwufazowych. Przyjęcie pewnej wielkości charakterystycznej, pozwala na dokonanie zgrubnego podziału układów dyspersyjnych. Wielkością taką może być długość fali światła widzialnego, gdyż cechą charakterystyczną koloidów jest to, że nie mogą być obserwowane pod mikroskopem optycznym. Niektóre źródła podają, że cząstki koloidalne to takie, których średnica wynosi nieco poniżej $5 \cdot 10^{-7}$ m[10]. Mając na uwadze zaproponowany wcześniej podział układów dyspersyjnych ze względu na rodzaj występującego rozproszenia, przyjąć można kryteria klasyfikacyjne układów jak niżej[11]:

- układy o rozproszeniu cząsteczkowym, zwane powszechnie roztworami właściwymi – wielkości cząstek rozpraszanych $\leq 10^{-10}$ m
- układy koloidalne - wielkości cząstek rozpraszanych zawierają się w przedziale $10^{-6} \div 10^{-9}$ m
- układy o rozproszeniu makroskopowym, czyli zawiesiny niejednorodne - wielkości cząstek rozpraszanych $\geq 10^{-6}$ m

Cechą wyróżniającą powyższego podziału jest niewątpliwie fakt, że nie stoi on w sprzecz-

[5] P. Zbrożek, *Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, nr 02/03/04 2006, CNBOP, Józefów 2006, s. 234.

[6] AS/NZS 4487 *Pyrogen fire extinguishing systems,* AS/NZS, 1997.

[7] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, NFPA, 2005 edition.

[8] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002, s. 479.

[9] L. Czarnecki, T. Broniewski, O. Henning, *Chemia w budownictwie,* Wyd. Arkady, Warszawa 1995, s. 50.

[10] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002, s. 479.

[11] L. Czarnecki, T. Broniewski, O. Henning, *Chemia w budownictwie,* Wyd. Arkady, Warszawa 1995, s. 50.

ności z tezą dotyczącą cząstek rozpraszanych o średnicy odpowiadającej długości fali światła widzialnego.

Podziałowi podlegają następnie same układy koloidalne, które klasyfikuje się przede na podstawie stanu skupienia tworzących je składników. Szczegółowy podział układów dyspersyjnych, w tym układów o rozproszeniu koloidalnym prezentuje tabela nr 1.

proszonej w porównaniu z powierzchnią, jaka wyróżnia tę samą ilość substancji w fazie zwarte. Oprócz omówionych cech fizycznych układy koloidalne charakteryzuje występowanie m.in. zjawisk takich jak ruchy Browna, efekt Tyndalla, foto-, elektro–, i termoforeza[13].

Tabela 1.[14]

Podział układów dyspersyjnych

Faza		Układy jednofazowe (roztwory właściwe)	Układy wielofazowe	
rozprasza-jąca	rozpraszana	rozproszenie cząsteczkowe	rozproszenie koloidalne	rozproszenie makroskopowe
Gaz	gaz	roztwory gazów	nie występuje	nie występuje
	ciecz	roztwory gazów z udziałem par cieczy	aerozole ciekłe – mgły	zawiesiny cieczy w gazie
	ciało stałe	roztwory gazów z udziałem par ciał stałych	aerozole stałe - dymy	zawiesiny stałych cząstek w gazie
Ciecz	gaz	roztwory gazów w cieczach	piany koloidalne	zawiesiny gazu w cieczy (piana)
	ciecz	roztwory cieczy	emulsje koloidalne	zawiesiny cieczy w cieczy – emulsje
	ciało stałe	roztwory	zole – roztwory koloidalne	zawiesiny stałych cząstek w cieczy
Ciało stałe	gaz	roztwory gazów w ciałach stałych	stałe piany koloidalne	zawiesiny gazu w ciele stałym – stała piana
	ciecz	roztwory cieczy w ciałach stałych	stałe emulsje	zawiesiny cieczy w ciele stałym
	ciało stałe	kryształy mieszane	stałe zole	zawiesiny cząstek ciała stałego w ciele stałym

Otrzymywanie roztworów koloidalnych, w tym aerozoli, możliwe jest na dwa sposoby - za pomocą metod dyspersyjnych lub kondensacyjnych. Pierwsza z metod polega na zmniejszaniu cząstek większych do momentu otrzymania cząstek o wymiarach koloidalnych. Metody kondensacyjne opierają się natomiast na wzajemnym łączeniu się cząstek znajdujących się w stanie rozproszenia molekularnego, na drodze odpowiednich reakcji chemicznych[12]**.** Warto przy tym podkreślić, że powstawanie układów koloidalnych determinowane jest przede wszystkim stopniem rozdrobnienia fazy rozpraszanej, choć nie bez znaczenia pozostaje odpowiedni dobór substancji rozpraszanej jak i rozpuszczalnika.

Roztwory koloidalne posiadają pewne cechy wyróżniające je spośród pozostałych układów dyspersyjnych. Podstawową ich cechą jest bardzo silne rozwinięcie powierzchni fazy roz-

Po uwzględnieniu powyższych informacji przystąpić można do sformułowania definicji aerozolu gaśniczego. Pod pojęciem tym rozumieć należy taki układ dyspersyjny, w którym fazą rozpraszającą jest powietrze atmosferyczne lub inny gaz stanowiący wypełnienie strefy występowania aerozolu wraz z gazowymi produktami spalania materiału aerozolotwórczego, a fazę rozproszoną stanowią ciekłe i stałe produkty spalania tegoż materiału. Cechą wyróżniającą aerozole gaśnicze są ich właściwości inhibicyjne, które powodują przerwanie procesu spalania zachodzącego w fazie płomieniowej, po uprzednim dostarczeniu aerozolu do przestrzeni, w której dany płomień występuje.

Aerozole to układy polidyspersyjne, w których drobiny rozpraszanej fazy ciekłej i stałej przybierają zróżnicowaną wielkość i kształt. W przypadku aerozoli gaśniczych w powszechnym użyciu stosowane jest pojęcie średniej ma-

[12] Tamże, s. 54.

[13] Tamże, s. 55.

[14] Tamże, s. 51-52.

sowej średnicy aerodynamicznej MMAD (ang. mass median aerodynamic diameter). Przez średnicę aerodynamiczną rozmieć należy średnicę kulki o jednostkowej gęstości $\rho_p = 1$ g/cm^3, o tej samej granicznej prędkości opadania, co dana cząstka[15]. Według nomenklatury amerykańskiej[16] MMAD jest to średnica, która wraz ze standardowym odchyleniem geometrycznym, używana jest do opisu statystycznego rozkładu wielkości cząsteczek aerozolu, bazując na wadze i wielkości geometrycznej tych cząsteczek. Przyjmuje się, że 50% cząstek występujących w aerozolu jest mniejszych, a pozostałe 50% jest większych od MMAD.

Z danych literaturowych[17] wynika, że wielkość cząstek fazy rozproszonej aerozoli gaśniczych zawiera się zwykle w przedziale od 0,1 do 5 μm. Norma[18] definiując aerozol gaśniczy podaje, że średnica występujących cząsteczek fazy rozpraszanej nie przekracza 10 μm. Badania wybranych konstrukcji generatorów aerozolu gaśniczego[19] wskazują, że średnice modalne (tj. takie które mają największy udział w rozkładzie wielkości) cząstek aerozolu wytwarzanych podczas procesu spalania materiału aerozolotwórczego, wynoszą 5,54 μm (wg masy), 0,85 μm (wg liczności) oraz 2,52 μm (wg pola powierzchni cząstek).

Informacje te wskazują, że wynikiem pracy generatorów nie są wyłącznie aerozole, jak podano na etapie propozycji przyjęcia podziału dwufazowych układów dyspersyjnych, lecz dwu- lub trójfazowe układy o rozproszeniu makroskopowym, a więc zawiesiny kropelek cieczy i/lub cząstek ciał stałych w gazie (patrz tabela nr 1).

Wytłumaczeniem zaistniałej sytuacji jest fakt, że problematyką cząstek aerozolowych zainteresowanych jest wiele dziedzin wiedzy. Wpływa to na rozproszenie informacji i omawianie przedmiotowych zagadnień z różnych punktów widzenia. Próby pogłębienia wiedzy w tym zakresie, nie pozwalają wyjaśnić zaistniałych wątpliwości. Bowiem wedle nazewnictwa stosowanego w literaturze przedmiotu wybuchów pyłów[20], aerozole gaśnicze winny być raczej określane mianem np. oparów (*ang. fumes*), lub dymów (*ang. smoke*), bądź pyłów, a tu w uszczegółowieniu na pyły drobne oraz najdrobniejsze, pyły makroskopowe bardzo drobne lub pyły koloidalne grube.

Biorąc pod uwagę powyższe, oraz mając na względzie utarte i powszechnie stosowane nazewnictwo w ochronie przeciwpożarowej, jak również występowanie opisanych w niniejszym rozdziale zjawisk charakterystycznych dla układów koloidalnych, w praktyce nazwa aerozolu gaśniczego stosowana jest w odniesieniu do mieszaniny gazowych, ciekłych i stałych produktów spalania masy aerozolotwórczej używanej w generatorach aerozolu gaśniczego.

Budowa i zasada działania generatorów aerozolu gaśniczego

Generatory aerozolu gaśniczego to, w najogólniejszym ujęciu, urządzenia, w wyniku pracy których dochodzi do wytworzenia aerozolu gaśniczego i dostarczenia go do przestrzeni chronionej, bezpośrednio lub przez odpowiednio zaprojektowany i zainstalowany układ wypływowy.

Wyróżnia się dwa podstawowe sposoby wytwarzania aerozoli gaśniczych[21] [22]:

- aerozole wytwarzane podczas reakcji spalania (*ang. condensed aerosol*),
- aerozole wytwarzane pneumatycznie (*ang. dispersed aerosol*).

Oczywistym jest, że przedstawione sposoby warunkują występowanie dwóch rodzajów generatorów aerozoli gaśniczych, których zasady pracy opierają się na wymienionych sposobach

[15] J. Warych, *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 33.

[16] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, 2005 edition.

[17] N.P. Kopylov [et al.], *Toxic hazard associated with fire extinguishing aerosols: the current state of the art and a method for assessment*, Halon Option Technical Working Conference, HOTWC 2001, str. 332.

[18] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, 2005 edition.

[19] Technical report No. NAWCADPAX/TR-2004/123 *Risk assessment for acute exposure to pyrogen: a pyrotechnically-generated fire extinguishing aerosol*, NAWC, Maryland, 11 January 2005, s. 4.

[20] T. Ostrowski, *Wybuchy pyłów w przemyśle*, Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1980, s. 5.

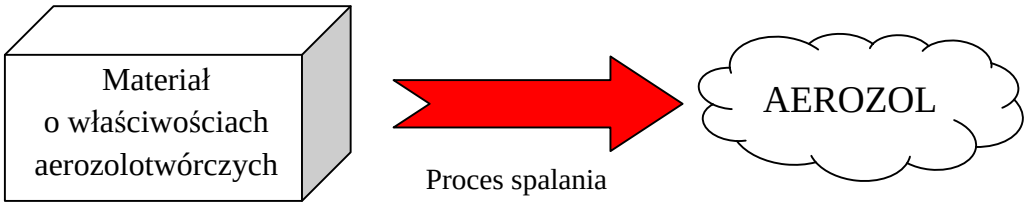
[21] NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, NFPA, 2005 edition.

[22] IMO MSC/Circ. 1007 *Guidelines for the approval of fixed aerosol fire-extinguishing systems equivalent to fixed gas fire-extinguishing systems, as referred to in SOLAS 74, for machinery spaces*, IMO, 26 June 2001, s. 1.

wytwarzania aerozoli. Otóż w pierwszym z ww. rodzajów aerozoli, sposób ich wytwarzania ogranicza się do zainicjonowania i podtrzymania reakcji spalania mieszaniny odpowiednio dobranych materiałów stałych, zamkniętych w metalowej obudowie. Materiały takie odznaczać się muszą przede wszystkim dobrymi właściwościami aerozolotwórczymi w trakcie ich spalania, jako że w wyniku tego procesu dojść musi do wytworzenia aerozolu, który uwolniony do otoczenia odznaczał się będzie właściwościami inhibicyjnymi w odniesieniu do reakcji spalania innych materiałów.

o tym, że jak dotychczas generatorów tych aerozoli nie wdrożono do produkcji na skalę przemysłową.

Generatory aerozolu gaśniczego wytwarzanego podczas reakcji spalania pozostają w stanie dozorowania pod ciśnieniem otoczenia. Występują one najczęściej pod postacią cylindrów, skrzynek bądź stanowią modyfikację tych kształtów. W zależności od przeznaczenia masa generatorów bywa różna. Wynosić może od kilkunastu gramów, np. w przypadku potrzeby miniaturyzacji urządzeń w celu zabezpieczenia miejsc trudnodostępnych, jak choćby podczas



Ryc. 1. Powstawanie aerozolu gaśniczego podczas spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej

Co się natomiast tyczy aerozoli gaśniczych wytwarzanych pneumatycznie, praca generatorów tych aerozoli przypomina pracę gaśnic proszkowych, bowiem w obydwu przypadkach proszek stosowany w urządzeniach przechowywany jest w specjalnie zaprojektowanym zbiorniku, a podawanie go do przestrzeni chronionej odbywa się przy użyciu strumienia sprężonego gazu. Niemniej jednak cechą rozróżniającą te urządzenia jest średnica stosowanych ziaren proszku, która w przypadku generatorów aerozolu wytwarzanego pneumatycznie wynosi ok. 1 μm[23], podczas gdy w gaśnicach proszkowych wacha się od 20 do 200 μm[24].

Warto tutaj zauważyć, że w powszechnym użyciu znajdują się głównie generatory aerozolu wytwarzanego na drodze reakcji spalania, natomiast w przypadku aerozoli wytwarzanych pneumatycznie niewielka średnica ziaren sprawia problemy m.in. na etapie ich wytwarzania oraz w zakresie utrzymania właściwości użytkowych w dłuższej perspektywie czasu. Wymienione powody w głównej mierze decydują

zabezpieczania podzespołów elektronicznych funkcjonujących w ramach większego urządzenia, nawet do kilkunastu i kilkudziesięciu kilogramów, gdy stosowane są do zabezpieczania przestrzeni wielkokubaturowych.

Efektem działania generatorów jest dostarczanie aerozolu do przestrzeni, w której zostały zainstalowane. Środek gaśniczy powstający w wyniku spalania mieszaniny substancji aerozolotwórczej odznacza się kilkoma ważnymi cechami. Unoszący się aerozol nie przewodzi prądu elektrycznego, wobec czego podczas stosowania nie powoduje uszkodzeń urządzeń elektrycznych, niemniej warto tu zwrócić uwagę na zjawisko osiadania aerozolu i możliwość tworzenia na powierzchniach ciał stałych warstw przewodzących. Ponadto aerozole gaśnicze nie mają negatywnego wpływu na środowisko naturalne tzn. nie niszczą warstwy ozonowej Ziemi (ODP = 0), oraz nie wpływają na globalne ocieplenie (GWP=0)[25].

Reakcjom zachodzącym podczas pracy generatorów aerozolu gaśniczego towarzyszy szereg zjawisk, charakterystycznych dla procesu spalania. Są to przede wszystkim wzrost temperatury oraz wzrost ciśnienia wewnątrz urządze-

[23] P. Zbrożek, *Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, nr 02/03/04 2006, CNBOP, Józefów 2006, s. 230.

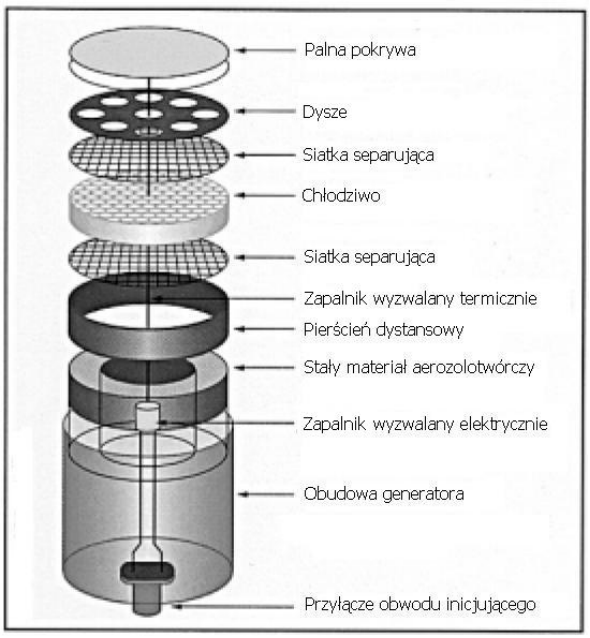
[24] A. Mizerski, M. Sobolewski, *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997, s. 191.

[25] B. Król, *Aerozole gaśnicze*, w: Przegląd Pożarniczy, nr 6/2000, KG PSP, Warszawa 2000, s. 23.

nia. Spowodowane jest to gwałtownym przebiegiem procesu spalania, podczas którego dochodzi do wydzielenia znacznej porcji energii, przy jednoczesnym generowaniu produktów spalania o dużej objętości w stosunkowo krótkim czasie. Temperatura występująca podczas spalania materiału aerozolotwórczego wewnątrz generatora dochodzić może do 1500^{0}C [26].

W konstrukcji generatorów aerozolu gaśniczego wytwarzanego podczas procesu spalania specjalnego materiału aerozolotwórczego wyróżnić można podstawowe podzespoły i materiały służące do ich budowy. Są to m.in.:

- metalowa obudowa, wraz z komorami środka aerozolotwórczego, reakcji spalania i chłodzenia,
- materiał aerozolotwórczy,
- zapalnik wyzwalany elektrycznie,
- zapalnik wyzwalany termicznie (występujący opcjonalnie),
- środek chłodzący (chłodziwo),
- układ wypływowy strumienia uwalnianego aerozolu.



Ryc. 2. Konstrukcja generatora aerozolu gaśniczego wytwarzającego aerozol w procesie spalania materiału aerozolotwórczego[27].

Na rycinie 2 zobrazowano przykładową konstrukcję generatora aerozolu gaśniczego wyzwalanego pirotechnicznie.

Głównym zadaniem obudowy generatora jest zapewnienie bezpiecznych oraz efektywnych warunków pracy urządzenia. Realizacja tych zadań możliwa jest poprzez izolowanie strefy spalania materiału aerozolotwórczego od przestrzeni, w której generator został zainstalowany. Jednocześnie obudowa zapewnienia warunki dla przebiegu procesów powstawania i transportu wydzielonego aerozolu na zewnątrz urządzenia. By było to możliwe obudowa dzieli zazwyczaj przestrzeń wewnętrzną generatora na trzy podstawowe komory:

- komorę środka aerozolotwórczego – w której umiejscowiona jest mieszanina paliwo - utleniacz,
- komorę reakcji chemicznej – w której zachodzi proces spalania środka aerozolotwórczego
- komorę chłodzenia – w której dochodzi do obniżenia temperatury wytworzonego aerozolu.

W obudowie, w bezpośrednim sąsiedztwie komory chłodzenia, znajdują się otwory, którymi bezpośrednio, bądź za pomocą dodatkowo zainstalowanych elementów wypływowych, aerozol odprowadzany jest na zewnątrz urządzenia. Obudowy generatorów wykonywane są z materiałów wytrzymałych i odpornych na wysoką temperaturę pracy urządzenia. Obecnie jako materiał obudowy stosowane są najczęściej stale nierdzewne lub stopy aluminium.

Najistotniejszym elementem składowym generatorów, z punktu widzenia realizowanych przez nie zadań, jest umiejscowiona wewnątrz obudowy urządzenia stała mieszanina aerozolotwórcza, zwana również paliwem stałym. Specjalne właściwości tej kompozycji sprawiają, że produkty jej spalania, występujące w stanie gazowym, ciekłym i stałym, oddziaływają na środowisko pożaru, prowadząc do jego ugaszenia.

Masę aerozolotwórczą stanowi mieszanina paliwa z utleniaczem. Paliwo pełni jednocześnie rolę spoiwa. Substancja aerozolotwórcza występuje zazwyczaj w postaci sprasowanego bloku materiału. Pomimo występującej różnorodności

[26] N.S. Kopylov [et al.]: *The modification of the characteristics of the condensed fire extinguishing aerosol during its distribution through the pipelines,* NIST Special Publication 984-2 Halon Options Technical Working Conference, 14th. Proceedings. HOTWC 2004, Albuquerque (NM), s. 1.

[27] P. Kangedal, T. Hertzberg, M. Arvidson, *Pyrotekniskt genererade aerosoler för brandsläckining – en litteraturstudie*, SP RAPPORT 2001:28, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Szwecja 2001, s. 12.

pomiędzy stosowanymi obecnie kompozycjami aerozolotwórczymi, z reguły w ich składzie wyróżnić można[28]:

- nieorganiczne utleniacze np. KNO_3, $KClO_4$,
- dodatkowe sole potasu (rzadziej sodu) np. KCl,
- organiczne lub nieorganiczne materiały palne np. mieszaniny żywic fenolowych, poliestrowych i epoksydowych, Mg.

W wyniku gwałtownej reakcji spalania paliwa, która zachodzi wewnątrz obudowy generatora, powstaje aerozol gaśniczy. Formowany jest on z gazowych produktów reakcji spalania paliwa z utleniaczem tj. azotu, dwutlenku węgla i pary wodnej, a towarzyszące im związki potasu (np. węglany, wodorowęglany lub chlorki) występują najczęściej w fazie stałej i ciekłej. Ok. 40 do 50% wag. stałej mieszaniny aerozolotwórczej daje fazę ciekłą i stałą (patrz tabela nr 2). Z pozostałej części mieszaniny generowane są gazowe produkty spalania, uwalniane na zewnątrz, oraz żużel i popiół, zalegające wewnątrz generatora, po zakończeniu jego pracy. W zależności od rodzaju mieszaniny aerozolotwórczej wśród gazowych produktów spalania znaleźć się mogą również tlenek węgla, tlenki azotu, metan, amoniak, cyjanowodór itp. Przeważnie substancje te identyfikowane są w ilościach śladowych, choć poziom emisji substancji toksycznych przez dany rodzaj kompozycji aerozolotwórczej winien być każdorazowo potwierdzany stosownymi wynikami badań.

Z dostępnych danych literaturowych wynika, że efektywność gaśnicza soli różnych metali, występujących w połączeniu z tym samym anionem rośnie w następującej kolejności[29]:

$$Li < Na < K < Rb$$

Ponadto stwierdzono, że łatwość pirolizy, przekładająca się na skuteczność gaśniczą, związków tego samego metalu z różnymi anionami ulegać będzie zmianie według poniższego schematu[30]:

szczawian > cyjanek > węglan > jodek > bromek > chlorek > siarczan > fosforan

Biorąc pod uwagę, zarówno właściwości toksyczne pewnych związków, bądź ich pochodnych (szczawiany, cyjanki) oraz utrudniony dostęp do wybranych metali (rubid), z przedstawionych porównań wynika, że węglany potasu stanowić będą środek gaśniczy obdarzony najlepszymi, możliwymi do uzyskania cechami gaśniczymi, z jednoczesnym brakiem zastrzeżeń, co do bezpieczeństwa w zakresie wdrożenia do powszechnego stosowania.

Dla porównania z powyższą informacją w tabeli nr 2 przedstawiono zestawienie wybranych rodzajów mieszanin aerozolotwórczych wraz z ich wybranymi parametrami, wśród których znalazły się: α – współczynnik nadmiaru tlenu, η_a – procentowy udział masy stałej mieszaniny aerozolotwórczej z której wytwarzany jest aerozol, V_{gf} – objętość gazowych produktów spalania mieszaniny aerozolotwórczej (przeliczana na jednostkę masy paliwa), F_{sf} – masa fazy stałej produktów spalania mieszaniny aerozolotwórczej (przeliczana na jednostkę masy paliwa).

Z tabeli nr 2 wynika, że w składzie każdego z aerozoli gaśniczych otrzymywanych z wymienionych środków aerozolotwórczych znajdują się węglany potasu, co stanowić będzie o ich wysokiej skuteczności gaśniczej. Z tabeli wynika również, że niezwykle ważny jest dobór składników tworzących substancję aerozolotwórczą. Wszelkie modyfikacji składu masy aerozolotwórczej w istotny sposób wpływają przede wszystkim na przebieg procesu spalania tej masy, co w dalszej kolejności przekłada się na charakter i specyficzne właściwości otrzymywanego aerozolu.

Kolejnym elementem składowym generatorów są zapalniki, których wyzwolenie możliwe jest na drodze elektrycznej, bądź termicznej. Zapalniki umieszczane są wewnątrz urządzenia, w bezpośrednim sąsiedztwie środka aerozolotwórczego, tak by możliwe było oddanie największej ilości generowanego przez nie ciepła

[28] V.V. Agafonov [et al.]: *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 1.

[29] R.E. Tapscott, J.D. Mather, *Thermodynamics of metal agent fire extinguishment*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings HOTWC 2002, April 30-May 2, 2002, Albuquerque, NM, s. 2.

[30] A. Mizerski, M. Sobolewski, *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997, s. 191.

Tabela 2.[31]

Parametry wybranych mieszanin aerozolotwórczych oraz powstałego aerozolu

Rodzaj masy aerozolotwórczej (główne subst. składowe)	α	η_a [% mas.]	V_{gf} [m^3/kg]	F_{sf} [% mas.]	Skład chemiczny aerozolu (60 s po wytworzeniu)	Wielkość cząstek fazy stałej [μm] (udział w %)
1	2	3	4	5	6	7
STK-5-1 (KNO_3, iditol, C, dodatki specjalne)	1.0	85-87	0.22-0.24	52-56	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, KOH, CO_2, N_2	<2 (42) 2-5 (38) >5 (20)
STK-5-2 (KNO_3, iditol, dodatki specjalne)	0.8	88	0.29	30	$K_2CO_3 \cdot 2H_20$, KOH, $KHCO_3$, CO_2, CO, N_2	<2 (36) 2-5 (38) >5 (26)
STK-5-3 (KNO_3, iditol, dodatki specjalne)	0.5	90	0.36	38	$K_2CO_3 \cdot 2H_20$, $KHCO_3$, C, KOH, CO_2, CO, N_2	<2 (62) 2-5 (26) >5 (12)
STK-2MD (KNO_3, iditol, DCDA, dodatki specjalne)	0.4-0.5	95-97	0.44-0.48	42-46	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, C, $KHCO_3$, KOH, NH_4HCO_3, CO_2, CO, N_2	<1 (52) 1-2 (24) 2-5 (16) >5 (8)
L (KNO_3, $KClO_4$, mieszaniny żywice epoksydowe, dodatki specjalne)	0.4-0.5	92-95	0.42-0.52	44-46	KCl, $K_2CO_3 \cdot nH_20$, C, CO_2, CO, N_2	<1 (36-40) 1-2 (20-22) 2-5 (20-24) >5 (18-20)
SBK-2 (KNO_3, $KClO_4$, diethyl-thermoplast, mieszaniny żywic epoksydowych, dodatki specjalne)	0.4-0.6	94-96	0.54-0.58	42-48	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, KOH, $KHCO_3$, K_nO_m, KCl, N_2, CO, CO_2	<1 (58) 1-2 (20) 2-5 (12) >5 (10)
TCh (KNO_3, nitroceluloza, dodatki specjalne)	0.5-0.6	95-98	0.60-0.75	38-45	$K_2CO_3 \cdot nH_20$, KOH, $KHCO_3$, CO_2, N_2, CO, N_xO_y	<1 (60) 1-2 (22) 2-5 (10) >5 (8)

do bloku materiału aerozolotwórczego. Rodzaj zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego w zakresie aktywacji urządzenia jest niezmiernie ważny, zwłaszcza z punktu widzenia niezawodności działania urządzenia, gdyż głównym zadaniem zapalników jest uruchomienie generatora poprzez zainicjowanie reakcji spalania masy aerozolotwórczej. W przypadku zapalników elektrycznych, ich konstrukcja oparta jest na zastosowaniu spłonki elektrycznej, połączonej przewodem elektrycznym z urządzeniem sterującym pracą generatora (bądź grupy generatorów). Najczęściej przedmiotowe urządzenie sterujące stanowi jednocześnie podzespół większego systemu np. systemu sygnalizacji pożarowej lub systemu sterowania gaszeniem. W chwili wymagającej zadziałania generatora, urządzenie sterujące wysyła linią sygnałową impuls elektryczny o określonym natężeniu prądu przy odpowiednim napięciu i przez minimalny okres czasu (np. 0,8 A, przy 12 V przez 3 s) powodując aktywację zapalnika, inicjującego zapłon mieszanki paliwo - utleniacz umieszczonej w obudowie generatora, wywołując tym samym aktywację generatora aerozolu gaśniczego.

Dodatkowo lub opcjonalnie generatory aerozolu gaśniczego wyposażone mogą zostać w zapalnik wyzwalany termicznie. Występuje on zazwyczaj w postaci termoczułego lontu, zaprojektowanego na określoną temperaturę zadziałania (np. 200^{0}C). Po przekroczeniu określonej temperatury otoczenia następuje samozapłon lontu, który w dalszej kolejności uruchamia zapalnik generatora powodując rozpoczęcie reakcji spalania środka aerozolotwórczego. Zapalnik termiczny posiada jeszcze jedną bardzo ważną zaletę – jego obecność w urządzeniu umożliwia autonomiczną pracę generatorów. Możliwe jest wtedy umieszczenie urządzeń bezpośrednio w strefie narażonej na wystąpienie pożaru, bez potrzeby stosowania dodatkowych urządzeń sterujących, systemów, zabezpieczeń etc., gdyż urządzenie to zadziała w sposób samodzielny, niezwłocznie po przekroczeniu temperatury samozapłonu lontu.

[31] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 2.

Jak już wcześniej wspomniano średnie temperatury reakcji spalania zachodzące wewnątrz generatorów sięgają od 800^{0}C nawet do 1500^{0}C[32]. Zatem zanim aerozol zostanie uwolniony na zewnątrz urządzenia musi zostać poddany procesowi obniżenia temperatury. Z reguły w generatorach pomiędzy komorą spalania, a otworami umożliwiającymi emisję aerozolu gaśniczego na zewnątrz urządzenia, znajduje się materiał stanowiący chłodziwo. W skład chłodziwa wchodzą substancje, których głównym zadaniem jest zapobieganie przed wydostawaniem się płomieni towarzyszących reakcji spalania masy aerozolotwórczej na zewnątrz urządzenia. Stosowane chłodziwo wpływa również na maksymalne obniżenie temperatury aerozolu przed jego emisją na zewnątrz, oraz zatrzymanie rozgrzanych cząstek stanowiących pozostałość po reakcji spalania wewnątrz urządzenia, tak by nie stwarzały one zagrożenia dla osób bądź przedmiotów znajdujących się w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Substancja chłodząca umiejscawiana w generatorach występuje najczęściej pod postacią granulatu bądź tabletek o kształcie cylindrycznym. W składzie chłodziwa z reguły wyróżnić można[33]:

- wypełniacz odpowiedzialny za pochłanianie ciepła – głównie węglan magnezu i/lub węglany metali I i II grupy układu okresowego pierwiastków,
- utleniacz – azotan, nadchloran potasu, bądź ich mieszanina,
- dodatki w procesie produkcyjnym – grafit, stearynian sodu lub wapnia, bądź ich mieszanina,
- nieorganiczne spoiwo – chlorek potasu, krzemian metalu alkalicznego (sodu lub potasu), bądź ich mieszanina,
- pozostałość stanowi sorbent – zeolit lub żel krzemionkowy bądź ich mieszanina.

Substancja pochłaniająca ciepło redukuje temperaturę strumienia aerozolu. Obecność nieorganicznego spoiwa oraz krzemianów metali alkalicznych zapewnia odpowiednie właściwości użytkowe mieszaniny. Utleniacz obniża stężenie produktów niepełnego spalania, a obecność sorbentu wpływa na obniżenie stężenia substancji toksycznych przed emisją strumienia aerozolu do otoczenia.

Po ochłodzeniu aerozol gaśniczy uwalniany jest na zewnątrz urządzenia poprzez otwory wykonane w obudowie. Kształtowanie strumienia aerozolu o bezpośrednim zasięgu od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów możliwe jest za pomocą dodatkowych dysz. Specjalne dyfuzory nakładane na dysze pozwalają na modyfikowanie zasięgu i kształtu strumienia, a jednocześnie, tak jak chłodziwo, wychwytują i zatrzymują część zanieczyszczeń z aerozolu, w taki sposób, by nie wydostały się one na zewnątrz urządzenia.

Dzięki bardzo małym rozmiarom cząstek powstających podczas spalania mieszaniny aerozolotwórczej aerozole gaśnicze mogą utrzymywać się w całej objętości chronionej przestrzeni przez dłuższy czas, stanowiąc zabezpieczenie pomieszczenia przed rozwojem pożaru bądź ponownym zapaleniem.

Powstawanie i rozprzestrzenianie się aerozoli gaśniczych

Fenomen powstawania cząsteczek o dużym stopniu rozdrobienia, formowanych w trakcie ochładzania par substancji stałej, znalazł szereg zastosowań przemysłowych. Ze względu na szeroki obszar stosowania aerozoli wytwarzanie cząstek o niewielkich rozmiarach była i wciąż pozostaje przedmiotem wielu rozważań. Literatura fachowa wskazuje jednak, że nie zawsze generacja aerozolu występuje w sposób zamierzony, jak ma to miejsce w przemyśle, wskazując, jako jeden z licznych przykładów, emisję aerozoli podczas spalania stałych paliw rakietowych[34].

Warto przy tej okazji przypomnieć, że na etapie wprowadzania do powszechnego obrotu na rynku polskim pierwszych generatorów aerozolu gaśniczego, ich dystrybutorzy informowali, że materiał o właściwościach aerozolo-

[32] N.S. Kopylov [et al.], *The modification of the characteristics of the condensed fire extinguishing aerosol during its distribution through the pipelines,* NIST Special Publication 984-2 Halon Options Technical Working Conference, 14th. Proceedings. HOTWC 2004, Albuquerque (NM), str. 1.

[33] D.L. Rusin, A.P. Denisyuk, *Composition for cooling and simultaneous filtration of the gas-aerosol fire-extinguishing mixture.* w: World Intelectual Property Organization. Opis patentowy. WO 2005/023370 A2. Opubl. 17.03.2005.

[34] R. Bandyopadhyaya, A.A. Lall, S.K. Friedlander, *Aerosol Dynamics and the synthesis of fine solid particles*, w: Powder Technology, nr 139, 2004, str. 193.

twórczych umieszczany w generatorach aerozolu gaśniczego to stałe paliwo rakietowe. Wskazuje na to przede wszystkim skład chemiczny paliwa, który w obydwu przypadkach, tj. jednorodnych paliw rakietowych i materiałów aerozolotwórczych umieszczanych w generatorach aerozolu wytwarzanego podczas procesu spalania, oparty jest na obecności azotanu potasu w mieszaninie paliwa z utleniaczem. Azotan potasu, zwany również saletrą potasową lub indyjską, służy, podobnie jak azotan sodu, jako utleniacz stałych paliw rakietowych, a na szeroką skalę wykorzystywany jest do produkcji materiałów pirotechnicznych i wybuchowych[35].

Niemniej by mieszanka paliwa z utleniaczem, stosowana w generatorach aerozolu gaśniczego, mogła zostać wprowadzona do powszechnego użycia musi zostać poddana procesowi flegmatyzacji. Proces ten w technice wojskowej służy zwiększeniu stabilności paliwa przy małych szybkościach spalania[36]. Wobec powyższego jasnym jest, że bez dodatku substancji spowalniających szybkość reakcji spalania masy aerozolotwórczej nie byłoby możliwe bezpieczne stosowanie generatorów aerozolu gaśniczego.

Przytoczone informacje mają istotne znaczenie dla omówienia zjawiska formowania się cząstek aerozoli gaśniczych podczas działania generatorów. Możliwe jest bowiem wzbogacenie posiadanej wiedzy na temat funkcjonowania generatorów aerozolu gaśniczego o dodatkowe informacje, poprzez odniesienie się do literatury wojskowej z zakresu balistyki, w szczególności do teorii dotyczącej stosowania silników rakietowych na paliwo stałe.

Szybkość spalania paliwa w silniku rakietowym zależy od warunków określających intensywność procesów przekazywania ciepła przez produkty spalania warstwie powierzchniowej ładunku oraz od zasobu energii cieplnej, zawartej w paliwie. Do czynników określających intensywność wymiany ciepła pomiędzy produktami spalania, a częścią nie spalonego ładunku należy zaliczyć przede wszystkim ciśnienie gazów otaczających ładunek i prędkość gazów wzdłuż palącej się powierzchni oraz ich temperaturę. Ze wzrostem tych wielkości rośnie intensywność wymiany ciepła, następstwem czego jest wzrost prędkości spalania. Temperatura początkowa paliwa stanowi o zasobach energii cieplnej ładunku. W niezmienionych warunkach, w fazie gazowej otaczającej ładunek, prędkość spalania rośnie ze wzrostem początkowym temperatury paliwa. Ze względu na fakt, że temperatura produktów spalania uwarunkowana jest składem paliwa, w przypadku rozpatrywania znanego paliwa można ograniczyć się do analizy prędkości spalania tego paliwa (u) w funkcji trzech zmiennych tj. ciśnienia (p), prędkości strumienia gazów (w) i temperatury początkowej ładunku (T_o):

$$u = f(p; w; T_o) \qquad (3\text{-}1)$$

Ze względu na podstawowe znaczenie powyższej zależności w teorii silników rakietowych na paliwo stałe, została ona nazywana prawem szybkości spalania stałych paliw rakietowych[37]. Mając na uwadze, iż istnieje możliwość uzyskania niezbędnych informacji na temat budowy i składu chemicznego materiału stosowanego w generatorach aerozolu gaśniczego, przeto powyższa zależność może być wykorzystana również do analizy szybkości spalania substancji aerozolotwórczych.

Kolejne opisywane zagadnienia dotyczą zjawisk zachodzących w przestrzeni zajmowanej przez uwolniony aerozol. Określenie rodzaju, charakteru i wielkości zmian w tym zakresie możliwe jest po zapoznaniu się z mechanizmami występującymi podczas rozprzestrzeniania się aerozoli. Ważnym źródłem informacji na ten temat jest wiedza dotycząca zachowania się dymu w przestrzeniach zamkniętych. Dym występujący podczas pożaru to również układ dyspersyjny w postaci aerozolu, przy czym podobnie jak aerozole gaśnicze, proces jego powstawania opiera się na reakcji spalania, co dodatkowo przemawia za możliwością skorzystania z wiedzy dostępnej w tym zakresie.

Układy koloidalne, których przedstawicielem są m.in. aerozole, charakteryzują się niewielką termodynamiczną stabilnością[38]. Znaj-

[35] *Słownik chemii praktycznej*, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1992.

[36] Z. Przęzak, *Silniki rakietowe na paliwo stałe*, Przegląd Wojsk Lotniczych i Wojskowej Ochrony Powietrznej Kraju, 1984, Nr 6, str. 2.

[37] Tamże, s. 3.

[38] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002, s. 481.

duje to swoje odzwierciedlenie w rzeczywistości, gdyż podczas rozprzestrzeniania się aerozoli cząsteczki fazy rozproszonej ulegają ciągłym przemianom, na które składają się procesy przemieszczania, wzajemnego łączenia się oraz osadzania na powierzchniach. Spowodowane jest to oddziaływanie zarówno sił wynikających z wzajemnego oddziaływania cząstek gazu i fazy rozpraszanej, jak i wskutek działania sił zewnętrznych, takich jak siły ciężkości, bezwładności, elektrostatyczne, termiczne, dyfuzyjne, magnetyczne itp. Nadmienić w tym miejscu należy, że nie bez znaczenia pozostaje istnienie różnicy w wielkości i kształcie cząsteczek tworzących aerozol.

Jedną z obserwowanych przemian w aerozolu jest łączenie się mniejszych czasteczek w większe. Proces ten zwany jest koagulacją, bądź aglomeracją. Koagulacja występuje na skutek zderzenia się cząsteczek aerozolu w czasie ich ruchu. Po zetknięciu siły pomiędzy stykającymi się cząsteczkami są dostatecznie duże, aby uniemożliwić im ponowne rozłączenie się. Podstawowym parametrem opisujacym proces koagulacji jest współczynnik koagulacji Γ. W równaniu koagulacji przyjmuje on wartość stałą[39]:

$$\frac{dN}{dt} = -\Gamma \cdot N^2 \qquad (3\text{-}8)$$

gdzie N oznacza całkowite stężenie (liczbę cząstek) aerozolu w danej chwili czasowej t.

W wyniku koagulacji dochodzi do zmniejszenia liczby cząsteczek rozpraszanych przy jednoczesnym wzroście ich masy. Wzrost masy przyśpiesza proces sedymentacji, która polega na opadaniu cząsteczek zgodnie z kierunkiem oddziaływania siły ciężkości tj. do Ziemi, gdyż zjawisko to wywołane jest siłą grawitacji.

Prędkość opadania (V_s) może być wyznaczona na podstawie poniższej zależności[40]:

$$V_S = \frac{\rho_p \cdot d^2 \cdot g \cdot C}{18 \cdot \eta} \qquad (3\text{-}9)$$

gdzie: d – średnica cząsteczki, ρ_p – gęstość cząsteczki, g – przyciąganie ziemskie, η – lepkość dynamiczna powietrza, C – poprawka Cunninghama (zwana również współczynnikiem poślizgu Cunninghama).

Jeżeli rozmiary rozpraszanych cząstek są zbliżone do średniej drogi swobodnej cząsteczek gazu, to gaz ten przestaje stanowić ośrodek ciągły dla cząstek aerozolowych[41]. Aby zatem oddać warunki rzeczywiste równanie (3-9) wymaga zastosowania poprawki Cunninghama (C(d)), której wartość wyznacza się przy użyciu następującej zależności[42]:

$$C(d) = 1 + K_n \left[1{,}142 + 0{,}558 \cdot \exp\left(\frac{-0{,}999}{K_n} \right) \right] \qquad (3\text{-}10)$$

Liczba Knudsena (K_n) występująca we wzorze (3-10), reprezentuje stosunek średniej drogi swobodnej cząsteczek powietrza (λ) do promienia cząstki rozpraszanej (d/2):

$$K_n = \frac{2 \cdot \lambda}{d} \qquad (3\text{-}11)$$

W przypadku aerozolu gaśniczego, ruch cząsteczek wywołujący zmniejszenie stężenia wskutek koagulacji i osiadania drobin na dostępnych powierzchniach powodowany jest również dwoma innymi zjwiskami tj. termoforezą oraz dyfuzją. Termoforeza polega na przemieszczaniu się drobin aerozolu wskutek istnienia gradientu temperatury. Ruch ten odbywa się od strefy o temperaturze wyższej do strefy o temperaturze niższej[43]. W warunkach pożarowych, jak również w procesie powstawania aerozolu gaśniczego zjawisko termoforezy nabiera szczególnego znaczenia, ponieważ w obydwu przypadkach występują znaczące różnice temperatur. Dla drobin aerozolu mniejszych od drogi swobodnej cząsteczek powietrza w którym są rozpraszane predkość termoforetyczna (V_t) nie

[39] B. Mizieliński, *Systemy oddymiania budynków. Wentylacja*, WNT, Warszawa 1999.

[40] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, s. 158.

[41] J. Warych: *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 49.

[42] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, 158.

[43] J. Warych, *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 54.

zależy od wielkości tych drobin i obliczana jest z następujacego wzoru[44]:

$$V_t = \frac{-0{,}55 \cdot \eta}{\rho_g \cdot T} \cdot \frac{dT}{dx} \qquad (3\text{-}12)$$

gdzie: T – temperatura powierzchni cząstek, dT/dx – gradient temperatury, η – lepkość dynamiczna powietrza, a ρ_a – gęstość powietrza. W przypadku drobin aerozolu większych od drogi swobodnej cząsteczek powietrza prędkość termoforetyczna ulega wzrostowi o 3 do 10 razy, zależnie od przewodności cieplnej drobin.

Cząstki gazu pozostają w nieustannym bezładnym ruchu. Jeśli drobiny aerozolu rozpraszane przez dany gaz, posiadać będą dostatecznie małe rozmiary, wówczas zderzenia z cząsteczkami gazu stać się mogą przyczyną ich nieuporządkowanego ruchu. Wzajemne zderzenia cząsteczek gazu i rozpraszanych drobin wywołują zjawisko zwane powszechnie ruchami Browna. Dyfuzyjny ruch cząsteczek określany jest za pomocą współczynnika dyfuzji D. Na wartość współczynnika wpływ ma rodzaj i temperatura gazu oraz rozmiar cząstek rozpraszanych. Współczynnik D obliczany jest za pomocą równania Stokesa-Einsteina[45]:

$$D = \frac{k \cdot T \cdot C}{3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d} \qquad (3\text{-}13)$$

gdzie: k – stała Boltzmana, pozostałe wielkości jak w równaniu 3-9.

Jeżeli w mieszaninie dwóch gazów wystąpi różnica stężeń pomiędzy dwoma dowolnymi punktami, to wystąpi zjawisko dyfuzji gazowej. Ruch masy gazu zachodzić będzie w kierunku spadku stężenia zgodnie z prawem Ficka. W przypadku, gdy w układzie takim znajdzie się aerozol, jego cząstki ulegać będą zderzeniom z cząsteczkami gazu, przy czym obserwowane zderzenia będą występować częściej w kierunku przepływu gazu dążącego do wyrównania gradientu stężenia. Zjawisko przemieszczania się cząstek aerozolowych w kierunku spadku gradientu stężenia zwane jest dyfuzjoforezą[46]. W warunkach pożarowych występowanie również tego zjawiska będzie miało miejsce, niemniej bez znaczącego wpływu na przemieszczanie się aerozolu.

Zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia stosowania aerozoli gaśniczych jest zmniejszenie jego stężenia w przestrzeni chronionej w miarę upływu czasu. Szacowanie wpływu poszczególnych zjawisk na zmniejszenie stężenia, możliwe jest poprzez porównanie prędkości przemieszczania się cząstek aerozolu spowodowanych występowaniem omówionych zjawisk. W tabeli nr 3 przedstawiono wyniki analizy porównawczej skutków oddziaływania zjawisk: sedymentacji, dyfuzji i termoforezy, na redukcję stężenia aerozolu w powietrzu.

Porównanie wykonano na drodze obliczeń dla czterech układów monodyspersyjnych o średnicy drobin z zakresu 0,01 do 10 μm. W rozpatrywanym układzie przyjęto gradient temperatury rzędu 100 K/cm. Rozważania przeprowadzono dla powierzchni 1 cm^2 w czasie 100 s, przyjmując stężenie aerozolu równe 10^6 cząsteczek/cm^3. We wszystkich przypadkach założono, że cząsteczka po zetknięciu się z powierzchnią (kontrolną) już na niej pozostaje.

Tabela 3.[47]

Wpływ zjawisk wywołujących rozprzestrzenianie się aerozolu na zmiany jego stężenia w zajmowanej przestrzeni

Średnica drobin, μm	Termoforeza	Dyfuzja	Sedymentacja
0,01	$2{,}8 \cdot 10^6$	$2{,}6 \cdot 10^5$	$6{,}7 \cdot 10^2$
0,1	$2{,}0 \cdot 10^6$	$2{,}9 \cdot 10^4$	$8{,}6 \cdot 10^3$
1,0	$1{,}3 \cdot 10^6$	$5{,}9 \cdot 10^3$	$3{,}5 \cdot 10^5$
10,0	$7{,}8 \cdot 10^5$	$1{,}7 \cdot 10^3$	$3{,}1 \cdot 10^7$

Wyniki analizy ukazują, że za wyjątkiem przypadku dotyczacego drobin o największej średnicy, termoforeza odgrywać będzie najważniejszą rolę w obniżaniu stężenia aerozolu. Niemniej wartość gradientu temperatury 100 K/cm odbiega od spodziewanych warunków rzeczywistych podcz aspożaru przez co domniemywać należy, że wpływ tego mechanizmu na prze-

[44] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, s. 157.
[45] Tamże, s. 158.
[46] J. Warych: *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998, s. 56.
[47] K.M. Butler, G.W. Mulholland, *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 2004, s. 159.

mieszczanie się drobin aerozolu gaśniczego będzie znacznie mniejszy. Ważne informacje wynikają natomiast z porównania charakteru zmian wywołanych dyfuzją i sedymentacją. Otóż w zakresie średnic od 1 do 10 µm to siły grawitacji będą decydować o przemieszczaniu się drobin aerozolu, podczas gdy dla średnic 0,01÷0,1 µm ruch aerozolu gaśniczego determinowany będzie głównie ruchami Browna.

Niestety istotnym ograniczeniem tych rozważań jest fakt, że rozpatrywano układ statyczny, podczas gdy w warunkach rzeczywistych aerozol będzie przemieszczał się ruchem burzliwym, turbulentnym wskutek m.in. wyrzucenia strumienia aerozolu z generatora pod dużym ciśnieniem, przepływu gazów pożarowych podczas pożaru w pomieszczeniu do którego uwalniany jest aerozol itp. Rozważania powyższe nie uwzględniaja również zjawiska aglomeracji cząstek, choć wiadomym jest że wpływa ono na przyśpieszenie procesu sedymentacji.

Skłania to do przyjęcia założenia, iż głównym zjawiskiem odpowiedzialnym za zachodzenie zmian w aerozolu w warunkach rzeczywistych będzie sedymentacja. W związku z tym na potrzeby analizy zmian stężenia aerozolu w przestrzeni nim wypełnionej pomocna okazać się może informacja zawarta w tabeli nr 4. Tabela ta określa bowiem prędkość opadania cząsteczek aerozolu w powietrzu. Autor dokonał obliczeń na podstawie równania (3-9).

W tabeli nr 4 zawarto obliczenia związane z obniżaniem się warstwy cząsteczek o danej długości średnicy w czasie. Do obliczeń przyjęto czas 10 minut, w którym raport techniczny Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego dotyczący projektowania ochrony za pomocą urządzeń gaśniczych aerozolowych[48] zakłada utrzymanie stężenia gaśniczego aerozolu. Z tabeli wynika, że po czasie 10 min od uwolnienia aerozolu gaśniczego jego cząsteczki o średnicy 1 µm obniżą się względem wysokości pomieszczenia niewiele ponad 2 cm, natomiast warstwa cząsteczek o średnicy 10 µm ulegnie obniżeniu o 2 m, wywołując zmianę stężenia aerozolu w przestrzeni chronionej. Fakt ten sygnalizuje jednoznacznie, jak ważne, na etapie projektowania stałych urządzeń gaśniczych aerozolowych, jest zastosowanie rozwiazań, które zapewnią utrzymanie stężenia aerozolu w całej objętości pomieszczenia na poziomie gwarantującym utrzymanie efektu gaśniczego.

Ponieważ zarówno temat powstawania jak i rozprzestrzeniania się aerozoli gaśniczych powstających na drodze reakcji spalania jest rozległy i wielowątkowy, oraz nie został jeszcze w pełni wyjaśniony i opisany, nie jest możliwe wyczerpujące przedstawienie wiadomości w tym zakresie. Niemniej powyższe informacje mogą okazać się pomocne w zrozumieniu podstawowych zjawisk, z którymi zetkną się projektanci bądź potencjali nabywcy i użytkownicy generatorów aerozoli gaśniczych.

Tabela 4.[49]

Opadanie cząsteczek aerozolu w powietrzu pod wpływem działania sił grawitacyjnych

Średnia masowa średnica aerodynamiczna MMAD, µm	Prędkość opadania cząsteczek, cm/s	Obniżenie warstwy cząsteczek danej średnicy po czasie 10 min, cm
0,1	0,000086	0,0516
0,2	0,00023	0,138
0,5	0,0010	0,6
1,0	0,0035	2,1
2,0	0,013	7,8
5,0	0,078	46,8
10	0,31	186
20	1,2	720
50	7,6	4560

[48] Technical report CEN/TR 15276-2 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 2: Design, installation and maintenance*, CEN, January 2009.

[49] Opr. własne na podstawie NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, 2005 edition.

Mechanizm działania gaśniczego

Skutkiem pracy generatorów jest dostarczenie do przestrzeni chronionej aerozolu o określonym składzie i wymaganym stężeniu. W składzie produktów spalania masy aerozolotwórczej wyróżnia się fazę stalą, ciekłą oraz gazową. Obecność każdej z faz determinuje odmienne zjawiska i procesy fizykochemiczne. Zatem całościowy efekt oddziaływań aerozoli gaśniczych jest sumą oddziaływań wynikających z obecności poszczególnych składników, stanowiących produkty spalania masy aerozolotwórczej.

Powszechnie wiadomo, że skuteczność gaszenia płomieni przy użyciu zdyspergowanego medium gaśniczego np. proszku, aerozolu lub mgły wodnej, zależna jest od wielkości powierzchni oddziaływania pomiędzy medium a płomieniem. Zatem wraz ze wzrostem powierzchni oddziaływania medium gaśniczego rośnie jego skuteczność gaśnicza. W celu zwiększenia powierzchni wzajemnych oddziaływań zwiększa się najczęściej ilość podawanego medium o określonej wielkości ziaren, cząstek, drobin, kropel etc., bądź zmniejsza się powierzchnię fazy rozpraszanej przy zachowaniu stałego wydatku masowego danego medium. Wobec powyższego duży stopień rozproszenia oraz stosunkowo niewielka średnia wielkość drobin fazy rozproszonej aerozoli, wpływa istotnie na ich skuteczność gaśniczą. W dostępnej literaturze przedmiotu znaleźć można wiele danych eksperymentalnych na temat stężenia gaśniczego aerozoli. Zazwyczaj wartości te mieszczą się w zakresie od 30 do 60 g/m^3 [50]. Dokonując porównania ze stosowanymi powszechnie innymi środkami gaśniczymi, tj. proszkami gaśniczymi (stężenie gaśnicze 150 ÷ 500 g/m^3), halonami (halon 2402 – stężenie gaśnicze 160 ÷ 340 g/m^3)[51], lub zamiennikami halonów (HFC 227ea – stężenie gaśnicze 465 ÷ 1285 g/m^3 przy temp. 20°C)[52], okazuje się, że stężenia gaśnicze wymagane podczas stosowaniu aerozoli gaśniczych są nieporównywalnie mniejsze, przez co korzystniejsze z punktu widzenia zarówno efektywności jak i ekonomii stosowania. Oczywistym staje się fakt dużego zainteresowania wokół zagadnień związanych z rozwojem technologii gaszenia przy użyciu aerozoli. Niestety do dnia dzisiejszego temat mechanizmu działania gaśniczego aerozoli nie został opisany w dostępnej literaturze w sposób jednoznaczny i wyczerpujący.

By zaistniał proces spalania płomieniowego muszą zostać spełnione ściśle określone warunki, które przedstawiane są zwyczajowo w formie czworościanu spalania. Czworościan stanowi przestrzenny obraz zależności składowych elementów niezbędnych do zapoczątkowania spalania i warunkujących ciągłość tej reakcji[53]. Elementami tymi są:

- obecność paliwa (w odpowiedniej ilości),
- obecność utleniacza (o odpowiednim stężeniu),
- obecność źródła ciepła (o odpowiedniej mocy lub temperaturze),
- obecność w płomieniu rodników warunkujących ciągłość spalania.

Efekt gaśniczy w postaci likwidacji płomienia uzyskiwany jest poprzez usunięcie lub ograniczenie do minimum jednego z wyżej wymienionych czynników. Może się to odbywać zarówno na drodze fizycznej poprzez efekty energetyczne (chłodzenie paliwa, chłodzenie strefy spalania) bądź przestrzenne (rozcieńczanie reagentów, izolowanie paliwa od utleniacza, odłączenie strefy reakcji) jak i na drodze chemicznej (inhibitowanie reakcji płomieniowych, wychwyt wolnych rodników, efekt trzeciej cząstki etc.).

Spośród elementów niezbędnych do podtrzymywania reakcji spalania, aerozole z pewnością nie będą wpływały na ilość i rodzaj paliwa ulegającego spalaniu. Co się zaś tyczy pozostałych obszarów działania gaśniczego wymagana jest identyfikacja możliwych mechanizmów gaśniczych wraz z określeniem ich znaczenia i wpływu na ostateczny, zauważalny efekt gaśniczy.

[50] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, str. 1.

[51] Tamże, s. 1.

[52] Polska Norma PN-EN 15004-5 Stałe urządzenia gaśnicze – Urządzenia gaśnicze gazowe – Część 5: Właściwości fizyczne i system projektowania urządzenia gaśniczego gazowego na środek gaśniczy HFC 227ea, PKN, wrzesień 2008.

[53] M. Pofit-Szczepańska, *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożaru*, SA PSP, Kraków 1994, s. 23.

Podczas stosowania aerozoli gaśniczych wyróżnia się cztery podstawowe etapy ich działania[54]:

- ogrzewanie się aerozolu,
- rozkład i/lub parowanie cząsteczek aerozolu,
- generacja inhibitora rodników w fazie gazowej,
- inhibicja procesu spalania w fazie płomieniowej.

Dowiedziono również, że krytyczne znaczenie dla powodzenia procesu gaszenia przy użyciu aerozoli ma przedział czasowy, w którym dochodzi do rozkładu i parowania drobin fazy rozproszonej[55].

Pierwsza faza działania aerozoli dotyczy absorpcji ciepła i chłodzenia płomienia przez jego cząsteczki stałe. Zjawiska te spowodowane są występowaniem endotermicznych reakcji rozkładu cząstek fazy rozpraszanej aerozolu z jednoczesnym uwalnianiem dwutlenku węgla oraz pary wodnej. Poniżej przedstawiono główne grupy oddziaływań endotermicznych wraz z przykładem charakterystycznych w tym zakresie reakcji[56]:

- absorpcja ciepła wskutek endotermicznych przemian chemicznych

$$2KHCO_{3\ (ciało\ stałe)} \rightarrow K_2CO_{3\ (ciało\ stałe)} + CO_{2\ (gaz)} + H_2O_{\ (gaz)} \quad (4.R\text{-}12)$$

- absorpcja ciepła wskutek endotermicznych zmian fazy substancji

$$K_2CO_{3\ (ciało\ stałe)} \rightarrow K_2CO_{3\ (ciecz)} \rightarrow K_2CO_{3\ (gaz)} \quad (4.R\text{-}13)$$

W wyniku powyższych przemian dochodzi do stopniowego obniżania temperatury płomienia towarzyszącego reakcji spalania, do poziomu, poniżej którego proces spalania nie może być dłużej podtrzymywany.

Równocześnie z odbiorem ciepła występuje proces izolowania materiału ulegającego spaleniu od dostępu tlenu poprzez obniżenie jego stężenia, wskutek dostarczania do otoczenia dwutlenku węgla i pary wodnej, powstających na drodze wyparowania cząsteczek aerozolu gaśniczego (patrz równanie 4.R-12). W ostatniej i być może najbardziej znaczącej fazie dochodzi do usuwania wolnych rodników z reakcji łańcuchowych spalania występujących w płomieniu. Możliwe jest to na skutek występowania reakcji inhibicji heterofazowej na powierzchni drobin aerozolu, które opierają się na zjawiskach rekombinacji wolnych rodników występujących w płomieniu, oraz reakcji inhibicji homofazowej determinowanych obecnością metali alkalicznych[57].

Zarówno odbieranie ciepła jak i inhibicja heterofazowa, o których mowa powyżej, są procesami powierzchniowymi. Jednocześnie jak już zaznaczono w rozdziale dotyczącym układów koloidalnych aerozole charakteryzują się silnym rozwinięciem powierzchni drobin, co wpływa na zwiększenie oddziaływania między medium gaśniczym, a płomieniem. Taka właściwość aerozolu gaśniczego wpływa bezsprzecznie na przyspieszanie przebiegu procesu gaszenia. Wobec tego aerozole, których średnia wielkość cząsteczek fazy rozproszonej jest znacznie mniejsza od średnicy ziaren proszków gaśniczych, rozwijają dla takiego samego stężenia gaśniczego proszku i aerozolu znacznie większą powierzchnię oddziaływań medium gaśnicze – płomień, przez co charakteryzują się większą, aniżeli proszki gaśnicze, skutecznością gaśniczą w zakresie odbioru ciepła jak i inhibicji heterofazowej.

Aerozole gaśnicze posiadają równocześnie kilka cech, które wyróżniają je spośród pozostałych znanych środków stosowanych do gaszenia pożarów. Przede wszystkim istotną rolę odgrywa jakość powierzchni drobin tworzących fazę rozproszoną. Ponieważ do wytwarzania aerozolu dochodzi w tym samym czasie co do rozwoju pożaru, w takim razie powierzchnia drobin odznacza się swego rodzaju „świeżością", która w efekcie wpływać będzie korzystnie na efektywność reakcji rekombinacji powierzchniowej[58]. Co więcej, bazując na danych zawar-

[54] J.W. Fleming [et al.]: *Suppression effectiveness of aerosols: the effect of size and flame type*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002. Albuquerque, NM, str. 9.

[55] Tamże, s. 9.

[56] J. Brooks, J. Berezovsky, M. O'Dwyer, *Aerosol fire suppression for high rise structural applications via aircraft distribution using Metalstorm technologies*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002, Albuquerque, NM, s. 2-3.

[57] A. Mizerski, M. Sobolewski *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997, s. 189-190.

[58] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Op-

tych w tabeli 2, z łatwością zauważyć można, że faza gazowa aerozoli stanowi od 40 do 70% masy środka aerozolotwórczego, a współczynnik określający zawartość tlenu w mieszaninie paliwo-utleniacz w większości środków aerozolotwórczych jest mniejszy od jedności. Wynika stąd, że po pierwsze rola rozcieńczania powinna mieć dużo większe znaczenie, aniżeli w przypadku stosowania proszków gaśniczych. Po drugie aerozole tworzone z mieszanin ubogich w tlen będą posiadały zdolność do obniżania redukowania jego stężenia w przestrzeni chronionej przez generator, ze względu na zachodzenie procesów dalszego utleniania produktów niecałkowitego spalania środka aerozolotwórczego, po ich emisji na zewnątrz urządzenia.

Oszacowanie znaczenia przedstawionych mechanizmów gaśniczych można dokonać m.in. poprzez analizę wpływu procesu formowania się aerozolu gaśniczego na zmiany (obniżanie) stężenie tlenu w przestrzeni chronionej, rodzaju procesów inhibicji reakcji spalania wywołujących rekombinację wolnych rodników, oraz roli absorpcji ciepła w procesie gaszenia aerozolami gaśniczymi.

Dostępne wyniki prac[59], obejmujące zarówno badania eksperymentalne w specjalnie skonstruowanych do tego celu stanowiskach badawczych bądź przy użyciu metody elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), jak również na drodze rozważań i obliczeń teoretycznych, wykonane dla wybranych mieszanin aerozolotwórczych wymienionych w tabeli 2, wskazują, że:

- utlenianie produktów niepełnego spalania, jak również rozcieńczanie tlenu przez gazową fazę powstającego aerozolu, wywoływać może znaczące obniżenie stężenia tlenu (w niektórych przypadkach nawet do 20% względem jego wartości początkowej),
- aerozole zawierające w swej budowie tlenki, wodorotlenki i chlorki mają pokaźniejszy wpływ na efektywność gaśniczą płomieni, aniżeli te formowane z siarczanów oraz węglanów tych samych metali alkalicznych,
- wodorotlenki, tlenki i węglany metali alkalicznych wykazują większą efektywność w procesie rekombinacji rodników wodorowych i wodorotlenowych, podczas gdy chlorki tych metali w sposób wydajniejszy obniżają stężenie rodników tlenowych,
- obniżenie stężenia aerozoli gaśniczych o 20 do 30% względem wartości ich stężenia gaśniczego powoduje osiągnięcie najbardziej efektywnych rezultatów w zakresie rekombinacji wolnych rodników w płomieniu,
- cząsteczki aerozolu o średnicy mniejszej niż 2 μm obniżają stężenie rodników wodorowych głównie na drodze inhibicji homofazowej, a cząsteczki o średnicy powyżej 5 μm determinują występowanie inhibicji heterofazowej. Co zaś się tyczy cząsteczek z zakresu od 2 do 5 μm, obydwa mechanizmy inhibicji prowadzą w sposób równomierny do rekombinacji rodników wodorowych
- absorpcja ciepła nie jest zjawiskiem znaczącym przy niskich stężeniach aerozolu tj. przy stężeniach dochodzących do 50% wartości stężenia gaśniczego aerozoli. W tym wypadku temperatura płomienia ulega obniżeniu o 10 do 15% względem jej wartości początkowej. Niemniej już przy stężeniach aerozolu wyższych niż 50 g/m^3 zjawisko odbioru ciepła nabiera istotnego znaczenia, gdyż efekt ten ma w 50 do 80% wpływ na likwidację płomienia.

Podsumowanie i wnioski końcowe

Generatory aerozolu gaśniczego to urządzenia służące do gaszenia pożarów. W porównaniu z innymi urządzeniami tego typu, jest to rozwiązanie nowatorskie, gdyż na rynku ochrony przeciwpożarowej obecne jest dopiero od początku lat dziewięćdziesiątych zeszłego stulecia. W związku z tym podlega ono kolejnym udoskonaleniom, w celu uzyskania maksymalnych korzyści związanych z efektywnością i bezpieczeństwem stosowania. Zarówno niewielkie rozmiary, prosta budowa oraz niewielki nakład sił niezbędny do montażu i konserwacji generatorów aerozolu gaśniczego poszerzają w sposób znaczący zakres możliwych zastosowań tych urządzeń, wzbudzając tym samym coraz większe zainteresowanie na rynku czynnych zabez-

tions Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 1.

[59] V.V. Agafonov [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, s. 3-10.

pieczeń przeciwpożarowych. W świetle powyższego, generatory aerozolu gaśniczego stanowią uzupełnienie oferty rynkowej urządzeń gaśniczych, wpisując się w lukę występującą pomiędzy stałymi urządzeniami gaśniczymi wodnymi, gazowymi i proszkowymi, a podręcznym sprzętem gaśniczym, w tym szczególnie gaśnicami proszkowymi.

Podjęta próba zdefiniowania aerozolu gaśniczego, na podstawie dostępnych informacji na temat układów dyspersyjnych, doprowadziła do sformułowanie ogólnej definicji, informującej, iż jest to mieszanina gazowych, ciekłych i stałych produktów spalania specjalnego materiału aerozolotwórczego, stosowanego w generatorach aerozolu gaśniczego. Taki zapis nie odnosi się do wielkości cząstek fazy rozpraszanej, bowiem z przedstawionych w artykule informacji wynika brak możliwości jednoznacznego wyróżnienia układu koloidalnego, jaki stanowią aerozole według przedmiotowego kryterium. Jednocześnie zdaniem autora przedstawiona definicja uwzględnia specyficzne właściwości aerozolu, związane z występowaniem efektu gaśniczego, poprzez wskazanie urządzenia, w którym aerozole są generowane.

W przypadku generatorów aerozolu gaśniczego opisywanych w niniejszym artykule sposób wytwarzania aerozolu dotyczy zainicjonowania i podtrzymania reakcji spalania mieszaniny odpowiednio dobranych materiałów stałych, zamkniętych w metalowej obudowie urządzenia. Zaprezentowany w artykule schemat budowy generatorów aerozolu gaśniczego odzwierciedla ideę obecnie najczęściej spotykanych konstrukcji tych urządzeń. Wśród przewidywanych kierunków rozwoju i zmian w budowie urządzeń z pewnością wymienić można prace nad ciągłym doskonaleniem składu chemicznego mieszaniny, z której wytwarzany jest aerozol, celem uzyskiwania optymalnych efektów działania gaśniczego. Co więcej działanie gaśnicze aerozoli musi uwzględniać pierwszy krytyczny krok, jakim jest dotarcie aerozolu do strefy spalania. Z tego punktu widzenia należy przewidywać prowadzenia prac nad sposobami doskonalenia dystrybucji strumieni aerozolu gaśniczego na zewnątrz urządzeń. Można również przypuszczać, że wysiłek producentów generatorów aerozolu skoncentrowany zostanie również na poszukiwaniu takiego składu chemicznego substancji odpowiedzialnej za chłodzenie powstającego aerozolu, która oprócz podstawowych właściwości dotyczących obniżania temperatury strumienia uwalnianego aerozolu, posiadać będzie możliwość redukcji stężenia substancji toksycznych wydzielanych podczas spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej, a przy tym wciąż zapewni kompozycji wymaganą wytrzymałość mechaniczną i odporność na wysoką temperaturę pracy urządzenia.

Bez wątpienia cechą wyróżniającą aerozoli gaśniczych, niezależnie od sposobu ich generowania, jest ich zdolność do unoszenia się w przestrzeni chronionej. W przypadku generatorów aerozolu gaśniczego jest to jedna z podstawowych różnic względem urządzeń gaśniczych wykorzystujących do gaszenia proszek gaśniczy, takich jak stałe urządzenia gaśnicze lub gaśnice proszkowe. Utrzymywanie się aerozolu w powietrzu determinuje obszar, zakres i sposób stosowania aerozoli gaśniczych oraz ich generatorów w ochronie przeciwpożarowej. Informacje zaprezentowane w niniejszym artykule służą upowszechnieniu informacji na temat dostępnych sposobów i metod opisu oraz przewidywania (szacowania) przebiegu procesów powstawania i rozprzestrzeniania się aerozoli gaśniczych. Przedstawiona w artykule zależność szybkości spalania stałych paliw rakietowych może być punktem wyjścia do podjęcia prac badawczych dotyczących wyznaczenia zależności szybkości spalania substancji aerozolotwórczych umiejscawianych w generatorach aerozolu gaśniczego, w celu umożliwienia przewidywania czasu działania generatorów zależnie od rodzaju wykorzystywanego w nich materiału aerozolotwórczego. Opis zjawisk takich jak: dyfuzja, termoforeza i sedymentacja, warunkujących rozprzestrzenianie się aerozolu sygnalizują jednoznacznie, jak ważne, na etapie projektowania stałych urządzeń gaśniczych aerozolowych, jest zastosowanie rozwiazań, które zapewnią utrzymanie stężenia aerozolu w całej objętości pomieszczenia na poziomie uniemożliwiającym nawrót palenia.

Przedstawione w ostatniej części artykułu informacje na temat mechanizmu działania gaśniczego, w tym również wyniki wybranych prac badawczych prowadzonych na świecie, których celem jest wyjaśnienia szczegółów tego mechanizmu, służą upowszechnieniu tego typu infor-

macji szerszemu gronu czytelników w Polsce. Z przedstawionych informacji wynika bowiem istnienie szeregu zależności występujących pomiędzy warunkami procesu spalania, a właściwościami fizyko-chemicznymi aerozoli gaśniczych. Tłumaczy to występowanie intrygujących rezultatów dostępnych obecnie wyników badań, jak choćby: wpływu składu chemicznego aerozoli na efektywność gaśniczą płomieni, oraz zależności składu chemicznego i wielkości cząstek aerozolu na redukowanie poszczególnych grup rodników występujących w płomieniu. Co więcej, stwierdzenie znaczącego odbioru ciepła od pożaru podczas ogrzewania i parowania cząsteczek aerozolu, jak również obniżania stężenia tlenu przez gazy wydzielające się podczas spalania stałej mieszaniny aerozolotwórczej w generatorach, rzucają nowe światło na dotychczasowe rozważania dotyczące wyłącznie antykatalitycznego oddziaływania aerozoli gaśniczych na środowisko pożaru.

Warto w tym miejscu zauważyć, że powyższe informacje nie stanowią stwierdzenia faktu, gdyż dostępne wyniki prac dotyczą wybranych mieszanin aerozolotwórczych. Celowe w tym wypadku byłoby podjęcie próby potwierdzenia zidentyfikowanych zależności na drodze kolejnych prac badawczych, np. w celu porównania z rezultatami badań dla aerozoli powstałych z innych, dostępnych na rynku mieszanin aerozolotwórczych, jak również na potrzeby weryfikacji stopnia udziału mechanizmów działania gaśniczego dotyczących odbioru ciepła oraz obniżania stężenia tlenu podczas zastosowania generatorów aerozolu gaśniczego względem pożarów w pełnej skali.

Literatura

1. Protokół montrealski w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. U. z 1992, Nr 98, poz. 490).
2. Rozporządzenie (WE) NR 2037/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 czerwca 2000 r. w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (Dz. Urz. WE Nr L 244 z dnia 29.09.2000 r.).
3. De Parenti G.G.: *Aerosol overview*, w: Fire Safety Engineering, July/August 2009, s. 25.
4. Technical report CEN/TR 15276-1 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 1: Requirements and test methods for components*, CEN, January 2009.
5. Zbrożek P., *Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, nr 02/03/04 2006, CNBOP, Józefów 2006, s. 227-237.
6. AS/NZS 4487 *Pyrogen fire extinguishing systems,* Australian/New Zealand Standard, 1997.
7. NFPA 2010 *Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing Systems*, NFPA, 2005 edition.
8. Atkins P.W., *Podstawy chemii fizycznej,* PWN, Warszawa 2002.
9. Czarnecki L., Broniewski T., Henning O., *Chemia w budownictwie,* Wyd. Arkady, Warszawa 1995.
10. Warych J.: *Oczyszczanie gazów: procesy i aparatura*, WNT, Warszawa 1998.
11. Kopylov N.P., [et al.]: *Toxic hazard associated with fire extinguishing aerosols: the current state of the art and a method for assessment*, Halon Option Technical Working Conference, HOTWC 2001, str. 332-336.
12. Technical report No. NAWCADPAX/TR-2004/123 *Risk assessment for acute exposure to pyrogen: a pyrotechnically-generated fire extinguishing aerosol*, NAWC, Maryland, 11 January 2005.
13. Ostrowski T., *Wybuchy pyłów w przemyśle*, Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1980.
14. IMO MSC/Circ. 1007 *Guidelines for the approval of fixed aerosol fire-extinguishing systems equivalent to fixed gas fire-extinguishing systems, as referred to in SOLAS 74, for machinery spaces*, IMO, 26 June 2001.
15. Mizerski A., Sobolewski M., *Środki gaśnicze*, SGSP, Warszawa 1997.
16. Król B., *Aerozole gaśnicze*, w: Przegląd pożarniczy, nr 6/2000, KG PSP, Warszawa 2000, str. 23.
17. Kopylov N.S. [et al.], *The modification of the characteristics of the condensed fire extinguishing aerosol during its distribution through the pipelines,* NIST Special Publication 984-2 Halon Options Technical Working Conference, 14th. Proceedings. HOTWC 2004, Albuquerque (NM), ,str. 1-14.
18. Kangedal P., Hertzberg T., Arvidson M., *Pyrotekniskt genererade aerosoler för brandsläckining – en litteraturstudie*, SP RAPPORT 2001:28, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Szwecja 2001.
19. Agafonov V.V. [et al.], *The mechanism of fire suppression by condensed aerosols* NIST SP 984-3, Halon Options Technical Working Conference, 15th Proceedings. HOTWC 2005, Albuquerque, NM, str. 1-10.
20. Tapscott R.E., Mather J.D., *Thermodynamics of metal agent fire extinguishment*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings HOTWC 2002, April 30-May 2, 2002, Albuquerque, NM, str. 1-7, 2002.
21. Rusin D.L., Denisyuk A.P., *Composition for cooling and simultaneous filtration of the gas-aerosol fire-extinguishing mixture*., w: World Intelectual Property Organization. Opis patentowy. WO 2005/023370 A2. Opubl. 17.03.2005.
22. Bandyopadhyaya R., Lall A.A., Friedlander S.K., *Aerosol Dynamics and the synthesis of fine solid particles*, w: *Powder Technology,* nr 139, str. 193-199, 2004.

23. *Słownik chemii praktycznej*, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1992.
24. Przęzak Z., *Silniki rakietowe na paliwo stałe*, w: Przegląd Wojsk Lotniczych i Wojskowej Ochrony Powietrznej Kraju, 1984, Nr 6.
25. Mizieliński B., *Systemy oddymiania budynków. Wentylacja*, WNT, Warszawa 1999.
26. Butler K.M., Mulholland G.W., *Generation and Transport of Smoke Components*, w: Fire Technology, 40, 149-176, 2004.
27. Technical report CEN/TR 15276-2 *Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 2: Design, installation and maintenance*, CEN, January 2009.
28. Polska Norma PN-EN 15004-5 Stałe urządzenia gaśnicze – Urządzenia gaśnicze gazowe – Część 5: Właściwości fizyczne i system projektowania urządzenia gaśniczego gazowego na środek gaśniczy HFC 227ea, PKN, wrzesień 2008.
29. Pofit-Szczepańska M., *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożaru*, SA PSP, Kraków 1994.
30. Fleming J.W. [et al.], *Suppression effectiveness of aerosols: the effect of size and flame type*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002. Albuquerque, NM, str. 1-12.
31. Brooks J., Berezovsky J., O'Dwyer M., *Aerosol fire suppression for high rise structural applications via aircraft distribution using Metalstorm technologies*, NIST Special Publication 984, Halon Options Technical Working Conference, 12th Proceedings. HOTWC 2002, Albuquerque, NM, str. 1-8.

Recenzenci:

bryg. dr inż. Waldemar Wnęk

bryg. mgr inż. Mirosław Sobolewski

dr n. med. **Robert GAŁĄZKOWSKI**
Dyrektor SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe,
Adiunkt w Katedrze Zdrowia Publicznego
Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Siedlcach.

PROGRAM SZKOLENIA WSTĘPNEGO I DOSKONALĄCEGO DLA PILOTÓW ŚMIGŁOWCÓW RATUNKOWYCH, JAKO MODELOWA PROPOZYCJA WŁAŚCIWEGO PRZYGOTOWANIA DO OPERACJI RATOWNICZYCH

Initial training and advanced program helicopter rescue pilots, the proposal of a model for proper preparation in rescue operations

Streszczenie
Zakup nowych śmigłowców dla Lotniczego Pogotowia Ratunkowego jest krokiem w dobrym kierunku. Otwiera nowe możliwości i perspektywy rozwoju lotniczego ratownictwa medycznego w Polsce. Podstawowym zadaniem w procesie wdrażania nowych maszyn do operacji lotniczych, a także rozszerzaniem katalogu zadań, które będą realizować jest właściwe przygotowanie pilotów. Pierwszym krokiem jest szkolenie pilotów Lotniczego Pogotowia Ratunkowego na typ EC135 TR (Type Rating), którego skutkiem jest uzyskanie przez nich uprawnień do pilotowania nowego typu statku powietrznego. Po pierwszych dwóch turach szkolenia w ośrodku EC ujawniły się pewne trudności, które są wynikiem wieloletniego korzystania w operacjach ze śmigłowców technologicznie i awionicznie znacznie odmiennych i przestarzałych od tych zakupionych dla Lotniczego Pogotowia Ratunkowego (LPR). Te zaobserwowane trudności poddano gruntownej analizie przyczynowo – skutkowej i w efekcie przyjęto plan działań polegający na dodatkowym przygotowaniu pilotów do szkolenia TR. Powstał i został wdrożony do realizacji program szkolenia wstępnego, którego celem jest optymalne przygotowanie pilotów do szkolenia na nowy typ. Jednocześnie mając świadomość, jaki jest cel i jak przebiega szkolenie pilotów na typ przygotowano i wdrożono do realizacji program szkolenia doskonalącego dla pilotów, którzy zdali egzamin i uzyskali uprawnienia na typ EC 135. Celem tego szkolenia jest z kolei właściwe przygotowanie pilotów do obsługi urządzeń awionicznych, a także do operacji, które po jego zakończeniu wykonywać będą w ramach Śmigłowcowej Służby Ratownictwa Medycznego. Całość tych zadań organizacyjno-szkoleniowych ma służyć i służy optymalnemu przygotowaniu pilotów do bezpiecznego wykonywania operacji lotniczych na śmigłowcach ratunkowych.

Summary
The purchase of new helicopters for the Polish Medical Air Rescue is a step in the right direction. This opens up new possibilities and prospects for the development of air medical rescue in Poland. The primary task in the process of deploying new rotorcraft for flight operations, and expansion of operations, undertaken after appropriate pilot training is completed is the proper preparation of pilots for rescue operations. The first step is to train pilots of the Polish Medical Air Rescue on the EC135 type TR (Type Rating), whose effect is to obtain their qualification to pilot the rotorcraft. After the first two rounds of training in the Eurocopter center some difficulties were revealed, which are the result of many years of operations with the utilization of technology archaic helicopters as compared with those now purchased by the Polish Medical Air Rescue. These difficulties were analyzed extensively and consequently a plan of action was adopted based on the need for increased training of pilots preparing for the TR. The initial training program was created and has been implemented in preparing the pilots to train for the new type. At the same time knowing the purpose and goal of how to train the pilots on the type an advanced training program for pilots, was also developed, for those who passed the exam and obtained the EC 135 Type. The purpose of this training is, in turn, proper preparation of pilots to operate avionics equipment, for operations under the helicopter emergency medical service. All of these tasks and organizational training are designed to optimize the preparation and use of pilots for the safe operation of air rescue helicopters.

Słowa kluczowe: Śmigłowce, Ratownictwo Medyczne, Lotnicze Pogotowie Ratunkowe;
Key words: Helicopter, Emergency Medical System, The Polish Medical Air Rescue;

Cel pracy

Celem pracy było ukazanie problemów, które uwidoczniły się w procesie szkolenia pilotów zawodowych (z dużym nalotem) na nowy typ statku powietrznego oraz opisanie przyjętych działań naprawczych mających przeciwdziałać zdiagnozowanemu zjawisku.

Wstęp

Zakup 23 nowych śmigłowców i symulatora lotów dla Lotniczego Pogotowia Ratunkowego otworzył nowy rozdział w funkcjonowaniu jednostki, dając jej nowe możliwości, ale i nowe wyzwania.

Jednym z nich jest przygotowanie pilotów do pracy na helikopterze typu EC135. Kadra pilotów zatrudnionych w LPR ma bardzo różne korzenie swojej kariery lotniczej. W zakładzie pracują piloci, którzy swoją przygodę z lotnictwem śmigłowcowym zaczynali w: lotnictwie sanitarnym, lotnictwie „agro", siłach powietrznych, policji czy straży granicznej. W służbach tych, w bardzo wielu przypadkach, zdobyli nalot sięgający nawet 5 tys. godzin. Wykonywali oni loty na różnych typach śmigłowców pochodzących konstrukcyjnie i produkowanych w dawnym bloku wschodnim, między innymi na śmigłowcach: Mi-2, Mi-8, Mi-17, Sokół, Anakonda, Kania, rzadziej na śmigłowcach konstrukcji zachodnich, np. Bell czy EC.

Wydawać by się mogło, że zdobyte doświadczenie, duży nalot, spowodują płynne przeszkolenie i przejście na nowy typ śmigłowca. Życie pokazało jednak, że jest to zbyt odważna teza. Otóż nowoczesna konfiguracja awioniczna śmigłowca EC135, kokpit wyposażony w wyświetlacze ciekłokrystaliczne, a nie we wskaźniki analogowe, kilka naraz pojawiających się na ekranach komunikatów w języku angielskim, brak przyzwyczajania do ciągłego wizualnego monitorowania kokpitu czy w końcu różny stopień znajomości języka angielskiego spowodowały utrudnienia w procesie szkolenia. Stało się jasne, że niezbędne będzie pozbycie się przez lata nabytych nawyków, które mogą stanowić poważną przeszkodę w płynnym pilotażu nowego typu maszyn. Gruntowna analiza sytuacji pokazała również charakter szczegółowy problemów, które zaobserwowano podczas szkolenia na typ oraz wygenerowała potrzebę szczegółowego zbadania przyczyn takiego stanu rzeczy. Zdiagnozowane trudności nie należy traktować jako przeszkodę w procesie dydaktycznym, ale raczej wyzwanie i potrzebę wzmożonego zaangażowania w proces szkolenia. Należało zatem po pierwszych obserwacjach postawić pytania: jakie działania organizacyjne należy podjąć, aby przełamać problemy, które zostały zdiagnozowane, jak ukierunkować pilotów w procesie przygotowującym do szkolenia na typ, aby osiągnąć pozytywny efekt końcowy. Odpowiedzią na te pytania stało się przygotowanie założeń programu szkolenia wstępnego, a po szkoleniu na typ, również szkolenia doskonalącego. Oba programy szkoleń oprócz szkolenia na typ realizuje Ośrodek Szkolenia Lotniczego LPR.

Szkolenie wstępne

Stosunkowo szybko zdiagnozowane problemy w szkoleniu pilotów posiadających licencję zawodową do uzyskania uprawnień na typ EC135, zaowocowały podjęciem decyzji o potrzebie wstępnego przygotowania pilotów do przedmiotowego szkolenia. Etiologia takiego podejścia wynika z obserwacji przebiegu szkolenia na typ kilku pierwszych pilotów szkolonych w Niemczech, w ramach kontraktu na dostawę śmigłowców dla LPR. Problemy, które zostały zaobserwowane poddano w gronie pilotów instruktorów gruntownej analizie pod kątem przyczyn takich, a nie innych zachowań, co pozwoliło na podjęcie działań korygujących obserwowane zjawisko. W tym celu został opracowany i wprowadzony do realizacji program szkolenia wstępnego. Celem tego szkolenia jest wyposażenie pilota w podstawową wiedzę niezbędną do odbycia płynnego przejścia na nowy typ. Szkolenie to obejmuje następujące obszary tematyczne:

1. Wiadomości ogóle o śmigłowcu EC135;
2. Wymiary śmigłowca;
3. Budowa śmigłowca;
4. Wyposażenie śmigłowca w konfiguracji śmigłowców zakupionych;
5. Kokpit śmigłowca EC135 z uwzględnieniem:
   - ogólnego układu kokpitu, dźwigni sterowania, włączników i przełączników na drążku i dźwigni skoku-mocy, konsoli sufitowej (Overhead Panel), centralnej

(środkowej) tablicy przyrządów (Center Instrument Panel), strony prawej (RH Pilot's Extension), strony lewej – ratownika (LH CoPilot's Extension), konsoli skośnej (Slant Console), konsoli centralnej (Center Console), tablicy przyrządów CPDS:
  - CAD, VEMD, Zasilanie, Testowanie, ostrzeżenia po teście, Ostrzeżenia dotyczące CPDS, CPDS, Flight status, CPDS, Ground status, Strona CAUTION/FUEL, Strona FLI, Strona SYSTEM STATUS, Strona CAUTION/FUEL FAIL, Strona CAUTION/BACKUP, Strona FLIGHT REPORT, Awarie poszczególnych ekranów, Warning Unit, Switch Unit, Konsola sufitowa (bezpieczniki, przełączniki, elementy sterujące);

6. System Pilot-Static:
   - elementy składowe, Schemat podłączenia, Awaryjne zasilanie Static;
7. Przekładnia główna:
   - wiadomości ogólne, Przeniesienie napędu z silników do przekładni, Zespoły sprzęgieł jednokierunkowych, Napęd śmigła ogonowego (Fenestronu), Przekładnia główna,
   - układ olejowy przekładni głównej, Skrzynka napędów – napęd wentylatorów i pomp hydraulicznych, System chłodzenia oleju, Wał główny, Układ pomiaru momentu na wale głównym (Mast Moment), Hamulec wirnika nośnego, Mocowanie przekładni głównej, system ARIS, Tłumiki drgań w osi „Y";
8. Wirnik nośny:
   - wiadomości ogólne, Budowa łopaty wirnika nośnego, Budowa i funkcje Flexbeam, Tłumienie ruchu Lead and Lag;
9. Układ sterowania (cześć przed wzmacniaczami hydraulicznymi):
   - dźwignia skoku ogólnego, Popychacze sterowania skokiem ogólnym, Dźwignia skoku okresowego, Popychacze sterowania skokiem okresowym, Mixing Lever Assembly, Tarcza sterująca, System trymowania, Sterowanie śmigłem ogonowym;
10. System hydrauliczny:
    - budowa instalacji hydraulicznej, Test instalacji, Układ monitorowania instalacji, Pompy hydrauliczne, Zbiornik oleju hydraulicznego, Wzmacniacze hydrauliczne EHA, MHA;
11. SAS:
    - SAS odchylenia, FOG, SAS pochylenia, przechylenia, Tłumik pochylenia;
12. Układ napędowy:
    - system paliwowy, Silnik PW206B, budowa, Układ olejowy silnika, Układ paliwowy silnika, Układ pomiaru TOT, Układ pomiaru TQ, Sterowanie silnikami FADEC, Przełączniki sterujące, Topping, High NR, Training Mode, Ogranicznik obrotów N2, Ręczne sterowanie silnikami, System chłodzenia oleju silnikowego, Mocowanie silników, Ściany ogniowe, System wykrywania i gaszenia pożaru;
13. Instalacja elektryczna:
    - elementy składowe instalacji, Instalacja prądu stałego, Przełączniki SHED BUS, BUS TIE, EPU, Instalacja prądu przemiennego;
14. Wyświetlacze kontroli lotu i nawigacyjne (PFD i ND):
    - tryby pracy, system wyświetlania danych, podstawowa obsługa, symbolika oznaczeń i wskaźników;
15. Automatyczny pilot:
    - tryby pracy, sygnalizacja pracy, podstawowa obsługa, wskazania podczas standardowych elementów lotu, ograniczenia użytkowania;
16. Parametry użytkowe śmigłowca (limitacje EC135):
    - osiągi, ograniczenia, procedury normalne (w tym CAT A), procedury awaryjne (w tym CAT A);
17. Listy kontrolne śmigłowca EC135:
    - normalne, awaryjne, Memory Items.[1]

Przedstawiony powyżej zakres szkolenia teoretycznego trwającego 4 dni kończy egzamin (należy podkreślić, że piloci z kilkumiesięcznym wyprzedzeniem otrzymują niezbędne materiały szkoleniowe, które w ramach procesu samokształcenia mają ich przygotować do procesu szkolenia na typ TR). Kolejnym trwającym

dwa dni etapem szkolenia wstępnego jest szkolenie praktyczne odbywające się już w kabinie śmigłowca, a docelowo w symulatorze lotów. Część praktyczna szkolenia obejmuje trening z zakresu wykorzystania wyposażenia awionicznego, ale co jest również niezwykle istotne stanowi element obycia się z kabiną śmigłowca, która w zasadniczy sposób różni się od kabiny śmigłowca Mi–2, który w Lotniczym Pogotowiu Ratunkowym przez 30 lat stanowił podstawowy typ statku powietrznego używanego do misji ratowniczych.

Po szkoleniu wstępnym piloci szkoleni są w ośrodku producenta maszyn na typ EC135 i przystępują do egzaminu. Pozytywnie zaliczony egzamin jest podstawą do otrzymania wpisu do licencji uprawniającego do pilotowania jako dowódca śmigłowca typu EC135.

Szkolenie doskonalące

Po powrocie do kraju i uzyskaniu stosownego wpisu do licencji piloci przechodzą kolejne szkolenie zwane doskonalącym, którego głównym założeniem jest już operacyjne obycie się z maszyną ze szczególnym uwzględnieniem charakteru operacji, jakie realizuje Śmigłowcowa Służba Ratownictwa Medycznego. Szkolenie to w ujęciu ogólnym ma przede wszystkim charakter praktyczny, jednak jego początkowa faza oparta jest o wymiar teoretyczny mający bardziej na celu ugruntowanie wiedzy zdobytej podczas szkolenia na typ niż przekazywania zupełnie nowych treści. Takie podejście wynika z charakteru i wysokiego stopnia ogólności w szkoleniu na typ.

Zasadniczymi celami szkolenia doskonalącego pilotów, którzy ukończyli szkolenie TR i uzyskali w tym zakresie uprawnienia są:

- nabycie doświadczenia w planowaniu misji z wykorzystaniem awioniki śmigłowca EC135;
- nabycie doświadczenia w obsłudze awioniki śmigłowca EC135 w locie;
- nabycie doświadczenia w pilotowaniu śmigłowca EC135;
- nabycie doświadczenia w wykonywaniu operacji HEMS z wykorzystaniem śmigłowca EC135 (gabaryty, stateczność i sterowność śmigłowca, operowanie w bezpośredniej bliskości ziemi, możliwość obserwacji obiektów zewnętrznych, zakryte pola widzenia);
- nabycie doświadczenia w wykonywaniu operacji HEMS z wykorzystaniem śmigłowca EC135 w porze nocnej.[2]

Dodatkowo zgodnie z przyjętymi założeniami szkolenia doskonalącego pilot po jego odbyciu nabędzie umiejętności w następującym zakresie:

- stosowania procedury szybkiego uruchamiania silników śmigłowca zgodnie z FLM (Flight Manual);
- wykonania podejścia do lądowania wg ILS (w warunkach VMC) oraz procedury po nieudanym podejściu, z wykorzystaniem wyższych trybów pracy autopilota.

Niezwykle istotnym elementem szkolenia doskonalącego jest osiągnięcie wymaganego/bezpiecznego poziomu umiejętności w zakresie posługiwania się bogatym wyposażeniem awionicznym śmigłowca. W realizacji tego założenia pilot przechodzi szkolenie z następujących obszarów: umiejętność interpretacji wskazań na wyświetlaczach PFD i ND, umiejętność wprowadzania i wykorzystywania częstotliwości radiowych i nawigacyjnych za pomocą CMA9000, umiejętność wprowadzania i wykorzystywania częstotliwości radiowych i nawigacyjnych za pomocą pulpitu CNN955, znajomość zależności wskazań częstotliwości radiowych CMA9000 i CNN955, umiejętność programowania i wykorzystywania trasy lotu za pomocą CMA9000 (RTE, LEGS), umiejętność wprowadzania do bazy danych CMA9000 punktów użytkownika (USER WPT) oraz ich praktyczne wykorzystywanie, umiejętność w każdym etapie trasy lotu, określenia za pomocą CMA9000 informacji o ETA i EFA, umiejętność w każdym etapie lotu, określenia za pomocą CMA9000 aktualnej masy statku powietrznego (GROSS MASS), umiejętność posługiwania się panelem TCAS (TRAFFIC ALERT AND AVOIDANCE COLISSION SYSTEM) oraz właściwa interpretacja jego wskazań, umiejętność posługiwania się panelem sterowania APMS (AUTOPILOT MODE SELECTOR), umiejętność posługiwania się panelem ICP (INSTRUMENT CONTROL PANEL), umiejętność posługiwania się panelem ACP53 (INTERCOM PANEL), umiejętność posługiwania się panelem sterowania EURONAV oraz odczytywanie wskazań

MOVING MAP, umiejętność posługiwania się panelem sterowania radaru pogodowego WXR (WEATHER RADAR SYSTEM) oraz właściwa interpretacja jego wskazań, umiejętność posługiwania się panelem radia taktycznego (NPX FM TRANSCEIVER), znajomość zasad posługiwania się panelem łączności bezprzewodowej, znajomość zasad posługiwania się panelem sterowania EVS.[3]

Kolejnym elementem szkolenia doskonalącego jest praktyka z wykorzystaniem śmigłowca w locie. Piloci w tej części szkolenia wykonują loty w różnych konfiguracjach. Szkolenie to jest podzielone na dwa etapy:

Etap I – realizowany jest w oparciu o infrastrukturę Centrali SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, Ośrodka Szkolenia Lotniczego, SOT Warszawa oraz lotniska EPBC. Elementy szkoleniowe tego etapu obejmują:

- loty po kręgu nadlotniskowym w dzień;
- loty na manewrowanie przy ziemi w dzień;
- loty wg przyrządów w dzień;
- loty nawigacyjne po trasach w dzień, z wykorzystaniem lotnisk kontrolowanych, lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań;
- loty po kręgu nadlotniskowym w nocy;
- loty nawigacyjne po trasach w nocy, z wykorzystaniem lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań.

Planowany do osiągnięcia w ramach Etapu I nalot (dla pilota) wynosi 8 godzin szkolenia w porze dziennej i 8 godzin w porze nocnej.

Ze względu na możliwość wystąpienia utrudnień w sytuacji ruchowej, nawigacyjnej, meteorologicznej, planistycznej (innej) dopuszcza się możliwość odstępstwa od zaplanowanych wartości nalotowych, ale nie stanowi to założenia podstawowego. Założeniem podstawowym jest pełna realizacja przyjętego planu.

Etap II – realizowany jest w oparciu o infrastrukturę baz HEMS SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, stanowiących dla uczestników szkolenia bazy macierzyste. Elementy szkoleniowe tego etapu obejmują:

- loty po kręgu nadlotniskowym w dzień;
- loty nawigacyjne po trasach w dzień, z wykorzystaniem lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań;
- loty po kręgu nadlotniskowym w nocy;
- loty nawigacyjne po trasach w nocy, z wykorzystaniem lądowisk przyszpitalnych oraz innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań.[4]

Planowany do osiągnięcia w ramach Etapu II nalot (dla pilota) wynosi 4 godziny szkolenia w porze dziennej i 6 godziny w porze nocnej.

Ze względu na możliwość wystąpienia utrudnień w sytuacji ruchowej, nawigacyjnej, meteorologicznej, planistycznej (innej) dopuszcza się możliwość odstępstwa od zaplanowanych wartości nalotowych, ale tak samo jak i w etapie pierwszym należy dążyć do pełnej realizacji przyjętych założeń.

Program szkolenia precyzyjnie opisuje również skład załogi statku powietrznego z podziałem na etapy szkolenia praktycznego.

W **Etapie I** załogę statku powietrznego stanowią:

- Pilot lecący – pilot wykonujący zadanie z prawego fotela, dowódca statku powietrznego;
- Pilot monitorujący (pilot bezpieczeństwa) – pilot wykonujący zadanie z lewego fotela. Do czasu uzyskania kwalifikacji do wykonywania lotów z obu stanowisk pilota - pilot o statusie obserwatora. Nalot uzyskany w charakterze pilota monitorującego (pilota bezpieczeństwa) nie jest wpisywany do Książki Lotów Pilota Śmigłowcowego;
- Członek Załogi HEMS (CzaH) – członek załogi statku powietrznego wykonujący zadanie w kabinie medycznej śmigłowca i/lub za pomocą komend wzrokowych naprowadzający z ziemi statek powietrzny do lądowania.

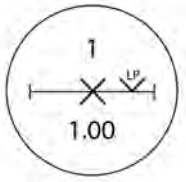
W **Etapie II** załogę statku powietrznego stanowią:

- Pilot lecący – pilot wykonujący zadanie z prawego fotela, dowódca statku powietrznego;
- Członek Załogi HEMS (CZaH) - wykonujący zadanie z lewego fotela załogi lotniczej, „fotela CZaH".

Dla zobrazowania przebiegu części praktycznej szkolenia doskonalącego, poniżej przedstawiam rozpisane szczegółowo kilka ćwiczeń, które są realizowane przez pilotów, a stanowią

praktyczne przygotowanie przed rozpoczęciem lotów w operacjach ratowniczych:

Ćwiczenie 1
Lot nawigacyjny po trasie z lądowaniem na lądowiskach przyszpitalnych



Ryc.1 Lot nawigacyjny po trasie z lądowaniem na lądowiskach przyszpitalnych
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

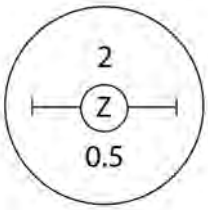
Czas lotu: 60 minut
Ilość lotów: 1

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania:
- Podstawa chmur: 600 ft AGL
- Widzialność: 3000 m

Wskazówki wykonawcze:
- Załoga wykonuje lot po trasie na H≥450 ft AGL z lądowaniem (bez wyłączania silników) na lądowisku przyszpitalnym oraz w innych miejscach przystosowanych do startów i lądowań dyslokowanych w administracyjnej odpowiedzialności szpitali/zespołów opieki zdrowotnej.

Trasa lotu:
- Ćw.1 EPBC – WAR VOR – SOCHACZEW SZPITAL (punkt zwrotny) – PŁOŃSK SZPITAL (lądowanie/start) – CIECHANÓW SZPITAL (lądowanie/start) – CZD (lądowanie/start) – SZASERÓW SZPITAL (lądowanie/start) – EPBC

Ćwiczenie 2
Manewry przyziemne



Ryc.2 Manewry przyziemne
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

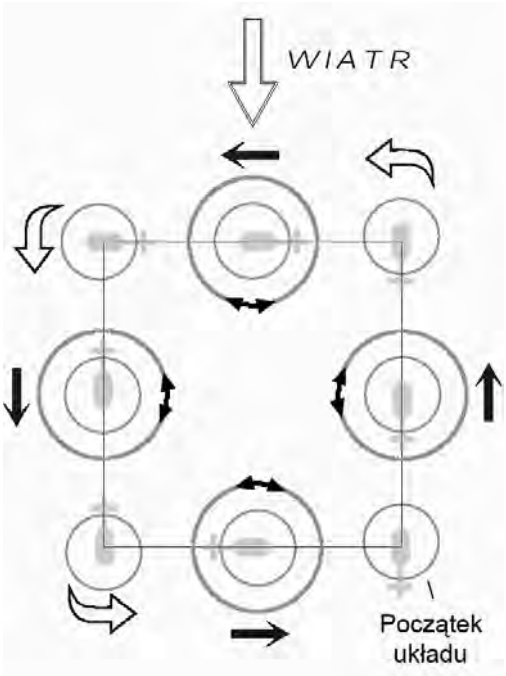
Czas lotu: 30 minut
Ilość lotów: 1

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania:
- Podstawa chmur: 500 ft AGL
- Widzialność: 2000 m

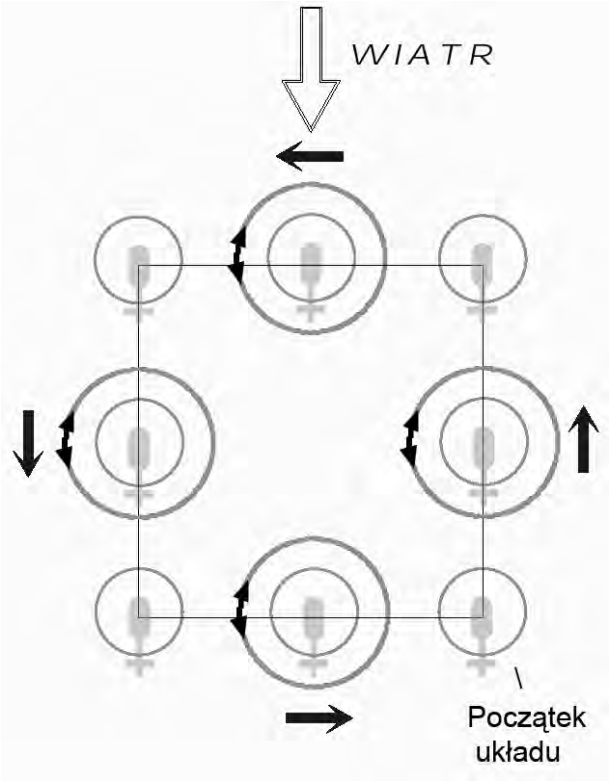
Wskazówki wykonawcze:
- Załoga, na wysokości 4 ft, wykonuje manewry związane z przemieszczaniem się po czworokącie. W każdym boku czworokąta, na stałej wysokości, wykonuje manewr obrotu o 360^0 w lewo oraz w prawo. W pierwszym układzie przemieszczanie śmigłowca w locie po czworokącie odbywa się przodem do kierunku ruchu (Ryc.3), w drugim układzie, z nosem śmigłowca skierowanym pod wiatr (Ryc.4).

Po serii manewrów (minimum 2 przemieszczenia przodem do kierunku ruchu i 2 przemieszczenia z nosem śmigłowca pod wiatr) załoga wykonuje zawis na wysokości 100 ft i ćwiczy szybkie rozpędzanie i hamowanie śmigłowca.

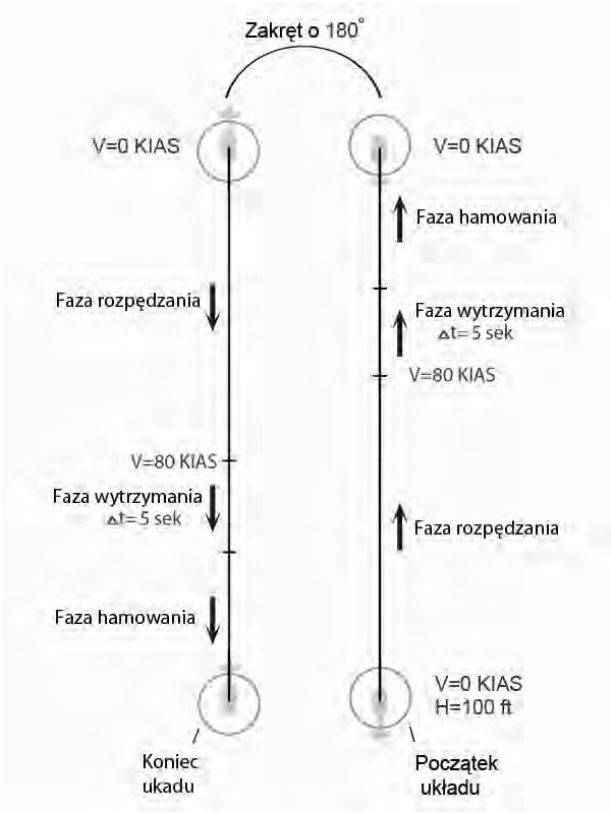
Ta część zadania polega na szybkim rozpędzeniu śmigłowca z prędkości V = 0 KIAS do V = 80 KIAS, a następnie, po 5 sekundowym wytrzymaniu w locie z V = 80 KIAS, szybkim wyhamowaniu prędkości, ponownie do wartości V = 0 KIAS (Ryc.5).



Ryc. 3. Wizualny przebieg ćwiczenia
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

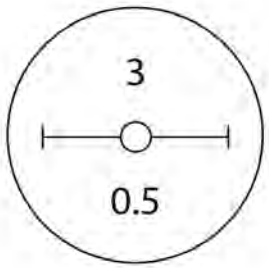


Ryc. 4. Wizualny przebieg ćwiczenia
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135



Ryc. 5. Wizualny przebieg ćwiczenia
Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Ćwiczenie 3
Lot po kręgu dwuzakrętowym (lub zgodnie z opublikowaną procedurą dla lotniska EPBC) z lądowaniem w wyznaczonym miejscu.



Ryc.6. Lot po kręgu dwuzakrętowym (lub zgodnie z opublikowaną procedurą dla lotniska EPBC) z lądowaniem w wyznaczonym miejscu

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Czas lotu: 30 minut
Ilość lotów: 3

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania w locie po kręgu dwuzakrętowym:

- Podstawa chmur: 500 ft AGL;
- Widzialność: 2000 m.

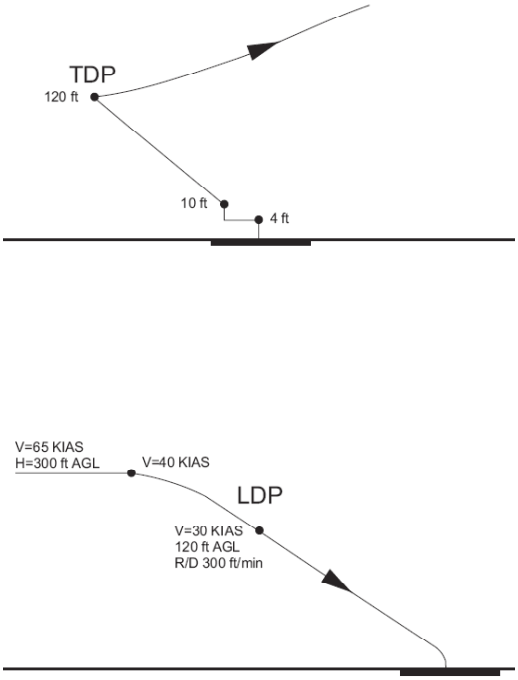
Wskazówki wykonawcze:

- Załoga wykonuje start zgodnie z procedurą w Cat. A.
  - o VTOL;
  - o VTOL Short Field;
  - o VTOL Confined Heliport.

Po wykonaniu startu zgodnie z procedurą w Cat. A załoga rozpędza śmigłowiec do prędkości 65 KIAS z naborem wysokości do 300 ft AGL, a następnie wykonuje zakręt o 180^0 (lub wykonuje lot po kręgu zgodnie z przyjętą/opublikowaną procedurą dla lotniska EPBC).

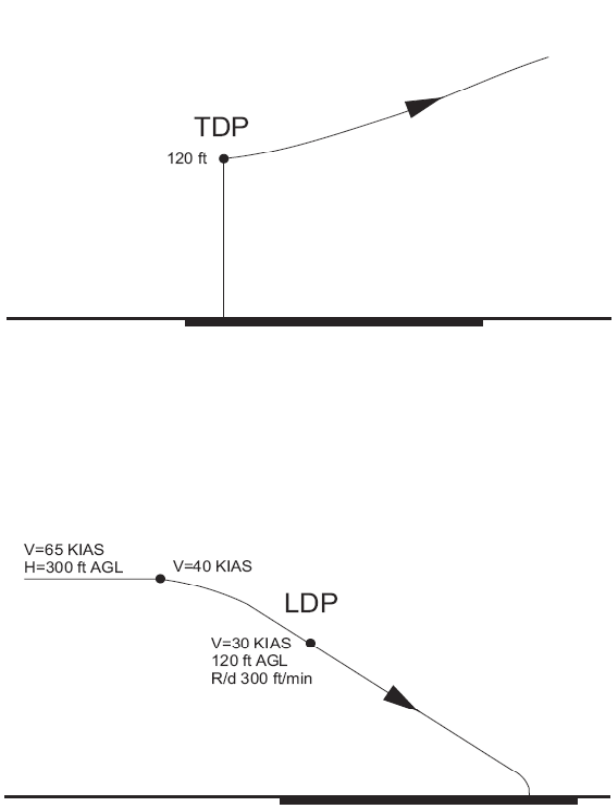
Po wyjściu na prostą planuje lądowanie w miejscu startu. Podejście i lądowanie wykonuje zgodnie z procedurą w Cat. A. Po przejściu do zawisu na wysokości 4 ft AGL, korzystając ze wskazówek osoby naprowadzającej lub samodzielnie, przemieszcza się do wyznaczonego miejsca, w którym przyziemia śmigłowiec.

Procedura startu i lądowania VTOL



Ryc.7. Procedura startu i lądowania VTOL

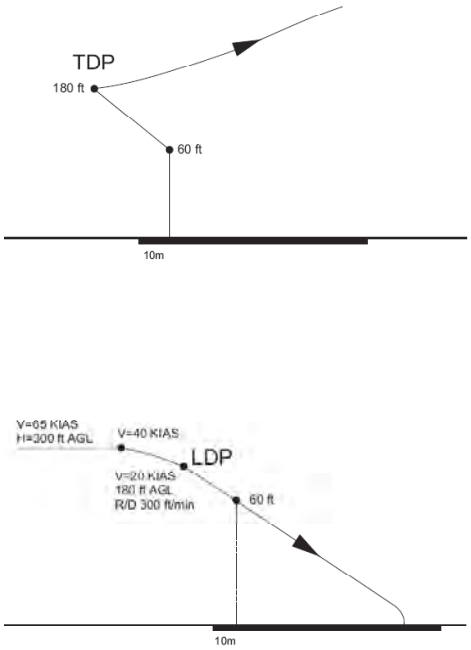
Procedura startu i lądowania VTOL SHORT FIELD



Ryc.8. Procedura startu i lądowania VTOL SHORT FIELD

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

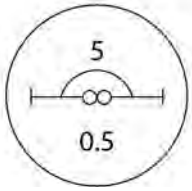
Procedura startu i lądowania VTOL CONFINED HELIPORT



Ryc.9. Procedura startu i lądowania VTOL CONFINED HELIPORT

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Ćwiczenie 5
Strefa - lot wg wskazań przyrządów



Ryc.10. Strefa - lot wg wskazań przyrządów

Źródło : Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Czas lotu: 30 minut
Ilość lotów: 2

Minimalne warunki atmosferyczne do wykonania zadania:

- Podstawa chmur: 600 ft przy zachmurzeniu mniejszym/równym 4/8, 2000 ft przy zachmurzeniu większym niż 4/8
- Widzialność: 3000 m
  Wskazówki organizacyjne:
- Śmigłowiec wyznaczony do lotu musi być wyposażony w zdwojone sterownice, a na fotelu obok pilota lecącego musi siedzieć pi-

lot bezpieczeństwa (pilot monitorujący - obserwator). Zadaniem pilota bezpieczeństwa (pilota monitorującego - obserwatora) jest zapewnienie separacji pomiędzy śmigłowcem a innymi statkami powietrznymi oraz pomiędzy śmigłowcem a przeszkodami naziemnymi. Jeśli w trakcie wykonywanego zadania naruszony zostanie warunek utrzymania przewyższenia nad przeszkodami lub zaistnieje niebezpieczeństwo kolizji z innym statkiem powietrznym pilot bezpieczeństwa przejmuje pilotowanie śmigłowcem i daje sygnał pilotowi lecącemu do odsłonięcia się.

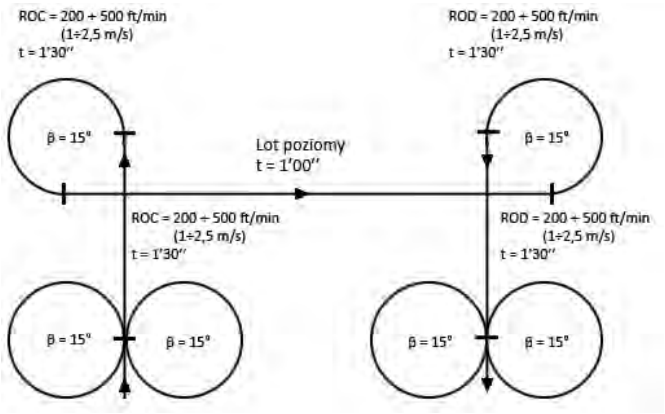
Czas lotu według wskazań przyrządów liczony jest od momentu rozpoczęcia pilotowania statku powietrznego według wskazań przyrządów. Do zaliczenia lotu według wskazań przyrządów koniecznym jest wykonanie lotu według wskazań przyrządów w czasie nie krótszym niż 15 minut.

Wskazówki wykonawcze:

- Lot wykonać w warunkach VMC, z widzialnością terenu, z dala od chmur i przy widzialności nie mniejszej niż 3000 m, w wyznaczonej do tego celu strefie pilotażu. Po starcie pilot realizujący program szkolenia doskonalącego (pilot lecący) kieruje się do wyznaczonej strefy. Po wyjściu z kręgu w locie ustalonym pilot bezpieczeństwa przejmuje sterowanie a pilot lecący zasłania się i przechodzi do pilotowania śmigłowca wyłącznie z wykorzystaniem przyrządów. Jeżeli sytuacja ruchowa na to pozwala zasłonięcie powinno nastąpić jak najwcześniej, tuż po ustaleniu wznoszenia. Dalszy lot wykonuje pilot lecący, na podstawie wskazówek pilota bezpieczeństwa, jeżeli są konieczne. Po dotarciu do wyznaczonej strefy pilot lecący ustala kurs zgodny z kierunkiem DS lub innymi lokalnymi uwarunkowaniami. Jeśli nie ma innych zasad przyjmuje kurs pod wiatr. Następnie wykonuje lot zgodnie z opisem i schematem (Ryc.7) umieszczonym poniżej:
- Po zajęciu miejsca w strefie:
  a. na wysokości 1500 ft wykonać lot poziomy z ustalonym kursem;
  b. wyhamować do prędkości 65 KIAS;
  c. wykonać zakręt 360° w lewo z przechyleniem 15°;
  d. wyprowadzić na ustalony kurs;
  e. wykonać zakręt 360° w prawo z przechyleniem 15°;
  f. wyprowadzić na ustalony kurs;
  g. włączyć stoper;
  h. wykonać lot po prostej ze wznoszeniem z prędkością pionową 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s);
  i. po upływie 1 min 30 sek. wykonać zakręt 270° w lewo utrzymując wznoszenie z prędkością pionową 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s); wznoszenie wykonać do końca zakrętu lub do osiągnięcia górnej granicy strefy (w zależności co wystąpi wcześniej);
  j. po wyprowadzeniu z zakrętu włączyć stoper;
  k. wykonać lot po prostej na stałej wysokości z rozpędzaniem do prędkości 100 KIAS;
  l. po upływie 1 min 00 sek. wykonać zakręt 270° w lewo z przechyleniem 15° ze zniżaniem z prędkością pionową 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s);
  m. po wyprowadzeniu z zakrętu włączyć stoper;
  n. wykonać lot ze zniżaniem 200 ÷ 500 ft/min (1 ÷ 2,5 m/s) przez 1 min 30 sek.;
  o. po osiągnięciu wysokości 1000 ft (300 m) AGL przejść do lotu poziomego;
  p. ustalić prędkość 100 KIAS;
  q. wykonać zakręt 360° w prawo z przechyleniem 15°;
  r. wyprowadzić na ustalony kurs;
  s. wykonać zakręt 360° w lewo z przechyleniem 15°;
  t. wykonać zakręt na kurs powrotny do lotniska;
  u. odsłonić się;
  v. dolot do lotniska wykonać na wysokości 1000 ft (300 m) lub zgodnie z wytycznymi ATC.
- Lot i podejście odbywa się w warunkach lotu z widocznością.

Przedstawione powyżej przykładowe ćwiczenia realizowane przez pilotów w ramach szkolenia doskonalącego, poprzedzone są zawsze omówieniem przedlotowym ćwiczenia, a po wykonaniu lotu omawiane są powtórnie ze szczególnym zwróceniem uwagi na jakość wykonania poszczególnych elementów ćwiczenia. Takie podejście ma na celu eliminowanie

ewentualnych błędów, które pilot popełnia wykonując poszczególne manewry. Celem analizy polotowej wykonywanych operacji nie jest tylko wytykanie błędów, celem jest raczej przeanalizowanie przyczyn takich, a nie innych zachowań oraz przeciwdziałanie ich powtarzaniu się. Dobór wszystkich elementów szkolenia jest nieprzypadkowy stanowi katalog stałych operacji lotniczych realizowanych przez pilotów w rutynowych misjach, a w szkoleniu doskonalącym elementy te planowane są do wykonywania w hierarchii od najprostszych po najtrudniejsze. Szkolenie doskonalące realizowane w etapie praktycznym ma za zadanie przygotowanie pilotów w jak najszerszym zakresie do wykonywania przez nich misji ratowniczych, ma wykształcić u nich nawyki i właściwe zachowania na wypadek awarii zespołu napędowego lub innych mogących potencjalnie wystąpić sytuacji awaryjnych.



Ryc.11. Układ figur pilotażu w strefie, w locie wg ćwiczenia 5 [5]

Źródło: Program szkolenia doskonalącego pilotów śmigłowca Eurocopter EC 135

Takie systemowe podejście do szkolenia pilotów realizuje jeden z najistotniejszych elementów bezpieczeństwa wykonywanych operacji lotniczych. Zadanie to jest realizowane systemowo przez co nie ma charakteru przypadkowego, a wręcz odwrotnie przedsięwzięcia zaplanowanego, którego oczekiwanym skutkiem będzie optymalne przygotowanie pilotów do wykonywanych operacji lotniczych.

Wnioski:

Zakupione dla polskiego Lotniczego Pogotowia Ratunkowego śmigłowce EC135 stanowią doskonałe wyposażenie, które umożliwi rozszerzenie zakresu wykonywanych operacji ratowniczych w stosunku do dotychczas używanych śmigłowców Mi-2. Podkreślenia wymaga fakt dużej różnicy w wyposażeniu awionicznym i rozwiązaniach technicznych i eksploatacyjnych na nowych śmigłowcach, które stanowią utrudnienie w prostym przejściu pilota z typu na typ. Te różnice i nabyte przez wiele lat nawyki w pilotażu dostępnych w Polsce śmigłowców wymagają dużego zaangażowania się pilotów w proces samokształcenia, który poprzedza szkolenie TR. Poczynione obserwacje w tym zakresie doprowadziły do przygotowania i wprowadzenia do realizacji dwóch szkoleń. Szkolenia wstępnego poprzedzającego szkolenie TR oraz szkolenia doskonalącego już po pozytywnym zakończeniu szkolenia TR. Całość podjętych działań służy optymalnemu przygotowaniu pilotów do szkolenia TR oraz bezpiecznemu przygotowaniu do wykonywania przez pilotów operacji HEMS na nowym typie statku powietrznego. W toku realizacji przyjętych działań przede wszystkim po wprowadzeniu szkolenia wstępnego dla pilotów zaobserwowano pozytywną zmianę nastawienia do szkolenia na typ. Z przeprowadzonych z pilotami rozmów wynika, że przedstawienie im podczas szkoleń potencjalnych problemów, które w szkoleniu na typ mogą wystąpić, a także teoretyczne omówienie problemu ugruntowane ćwiczeniami praktycznymi w kabinie śmigłowca, zdefiniowanie „problemu niepokoju", „że mogę sobie nie poradzić", sprowadzają ich postrzeganie sytuacji bardziej do poziomu: „już wiem co może stanowić największy problem, więc muszę na to szczególnie zwrócić uwagę podczas szkolenia". I można śmiało stwierdzić, że jest to osiągnięcie celu, który przed szkoleniami został postawiony.

Literatura

1. Gałązkowski R., Tomaszewski M., *Demanding Take Off,* The International AIR RESCUE & AIR AMBULANCE Magazine 4RESCUE, 1/2010, s: 22 -23.
2. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
3. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
4. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
5. Program szkolenia doskonalącego PSD/EC135/LPR/2009,
6. Nowa Technika Wojskowa nr 1/2010 str. 101 -103,
7. Waypoint AirMed&Rescue Magazine ISSUE 12, s: 39-43,

Recenzenci:
dr hab. inż. Józef Żurek, prof. ITWL
dr n. techn. Władysław Wołkowski

mł. bryg. mgr inż. **Jacek ZBOINA**
Zastępca Dyrektora CNBOP ds. certyfikacji i dopuszczeń
kpt. mgr inż. **Grzegorz MROCZKO**
Kierownik Jednostki Certyfikującej CNBOP

ISTOTNE ZMIANY W SYSTEMIE DOPUSZCZANIA WYROBÓW WPROWADZANYCH DO UŻYTKOWANIA I WYKORZYSTYWANYCH PRZEZ JEDNOSTKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ – NOWELIZACJA ROZPORZĄDZENIA MSWiA DOTYCZĄCEGO ŚWIADECTW DOPUSZCZENIA

Significant modification in the admittance system of products introduced to use and used by fire protection units – revision of Decree of Ministry of the Interior and Administration concerning certificates of admittance

Streszczenie
W niniejszym artykule przedstawiono istotne informacje dotyczące nowelizacji rozporządzenia MSWiA dotyczącego *świadectw dopuszczenia*. Zidentyfikowano ogólnie zmiany treści rozporządzenia oraz zmiany wymagań techniczno-użytkowych. Ponieważ zmiana rozporządzenia niesie ze sobą pewne konsekwencje dla wyrobów i właścicieli *świadectw dopuszczenia*, autorzy omawiają te konsekwencje w dwóch płaszczyznach – od strony właściciela *świadectwa dopuszczenia* oraz z punktu widzenia osób wprowadzających wyroby do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej m.in. kupujących, odbierających wyroby, obiekty budowlane. Autorzy przedstawiają sposób postępowania CNBOP w zakresie aktualizacji *świadectw dopuszczenia* wydanych na podstawie pierwotnego brzmienia przedmiotowego rozporządzenia, wskazując na istotne zadania po stronie CNBOP oraz właścicieli *świadectw dopuszczenia*.

Summary
This article describes significant information concerning revision of Decree of Ministry of the Interior and Administration concerning *certificates of admittance*. General changes of the content of decree and modification of technical and user requirements are identified. As modification of the decree results in certain consequences for products and *certificate of admittance* holders, authors describe these consequences on two planes – from the *certificate of admittance* holders side and from the point of view of people who introduce products to use in the fire protection among others purchasers, commissioners of products or buildings. Authors present manner of CNBOP proceeding in the scope updating of *certificate of admittance* issued on the basis of primary read of the decree, identifying important tasks for CNBOP and *certificate of admittance* holders.

Słowa kluczowe: nowelizacja, rozporządzenie MSWiA, wymagania techniczno-użytkowe, świadectwo dopuszczenia, aktualizacja świadectw dopuszczenia.
Key words: revision, decree of MSWiA, technical and user requirements, certificate of admittance, *certificate of admittance* update

Wstęp

Po niespełna 3 latach funkcjonowania rozporządzenia MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002) faktem stała się jego nowelizacja. W 2007 i 2008 roku na łamach naszego kwartalnika szczegółowo przedstawialiśmy istotę ówczesnych zmian i systemu dopuszczeń wprowadzonego rozporządzeniem MSWiA jw. Również w naszym kwartalniku Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza nr 3/2008 w artykule pt. „Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej" pana nadbryg. Marka Kowalskiego, Zastępcy

Komendanta Głównego PSP[1] przedstawiono zadania i cele pracy zespołów ds. nowelizacji rozporządzenia z dnia 20 czerwca 2007 r. Dzisiaj poniżej przedstawiamy Państwu najważniejsze informacje w zakresie kierunków zamian, efektów nowelizacji i samych nowych lub zmienionych wymagań dla wyrobów.

Główne kierunki zmian

Główne kierunki zmian jakie przyświecały nowelizacji rozporządzenia to przede wszystkim:

- przepis sformułowano tak aby wymagania techniczno-użytkowe dla wyrobów były dostosowane do wciąż zmieniających się potrzeb jednostek ochrony przeciwpożarowej, przy jednoczesnym zdefiniowaniu wymagań przez samych użytkowników, tj. strażaków-ratowników;
- nowelizacja wymagań nie powoduje obniżenia poziomu ochrony strażaków-ratowników, ratowanych, a także nie powoduje obniżenia poziomu ochrony przeciwpożarowej w obiektach budowlanych;
- takie sformułowanie wymagań, które nie narzuca konkretnych rozwiązań a jedynie precyzuje oczekiwanie – potrzebę użytkownika, pozostawiając producentowi wyrobu całkowitą swobodę projektowania i rozwiązań konstrukcyjnych;
- ograniczenie wymagań do tych najważniejszych, usunięcie wymagań nieprecyzyjnych, usuniecie wymagań aktualnie już nieistotnych dla straży pożarnej. [2]

Efekt nowelizacji rozporządzenia

W wyniku nowelizacji w samej treści rozporządzenia MSWIA[3] wprowadzono następujące istotne zmiany:

- w zakresie uznawania wyników badań historycznych - wykreślenie wymagania dotyczącego możliwości uznawania wyników badań nie starszych niż 3 lata;
- w zakresie czasu na dostosowanie wyrobów do zmienionych wymagań - wydłużenie okresu przewidzianego na dostosowanie wyrobu z 6 do 12 miesięcy w przypadku zmiany wymagań.

Dokonano również istotnych zmian w zakresie wymagań techniczno – użytkowych dla wyrobów:

- uproszczenie procesu uzyskiwania świadectw dopuszczenia dla wyrobów, przez ich producentów, dostawców i importerów poprzez ograniczenie wymagań techniczno-użytkowych tylko do tych najważniejszych wskazanych przez użytkowników;
- ograniczenie zawartości załącznika 2 do rozporządzenia MSWiA, zawierającego wymagania techniczno – użytkowe dla wyrobów z ponad 250 stron do 85 (po połączeniu załącznika nr 1 i 2 po nowelizacji w jeden załącznik).

Odnosząc się do poszczególnych powyżej wymienionych zmian należy stwierdzić:

Ad. uznawanie wyników badań historycznych

W przypadku wyników badań wyrobu, które mogą zostać uznane przez jednostkę dopuszczającą w procesie dopuszczenia – wykreślono z ***§ 5*** rozporządzenia z dnia 20 czerwca 2007 zapis „*...uzyskane w okresie nie dłuższym niż w czasie ostatnich trzech lat...*" . Oznacza to, że w procesach dopuszczenia uznawane będą po nowelizacji wszystkie wyniki badań wykonane w przeszłości, o ile od ich wykonania w wyrobie nie wprowadzono istotnych zmian, oczywiście pod warunkiem wykonania badań zgodnie z określonymi metodykami.

Zgodnie ze zmienionym brzmieniem *§ 5*:

1. „...Jednostka dopuszczająca, wydając dopuszczenie, uznaje wyniki badań uzyskane w:

a. laboratoriach akredytowanych zgodnie z przepisami o systemie oceny zgodności;

b. laboratoriach zagranicznych, jeżeli wynika to z umów międzynarodowych;

c. laboratoriach notyfikowanych.

2. W przypadku braku możliwości wykonania badań w laboratoriach wymienionych w ust. 1 jednostka dopuszczająca uznaje na wniosek pro-

[1] Kowalski M., *Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008, s.7.

[2] Kowalski M., *Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008, s.7.

[3] Rozporządzenie MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002).

ducenta lub jego upoważnionego przedstawiciela, ubiegającego się o wydanie lub zmianę dopuszczenia, wyniki badań innych laboratoriów niż wymienione w ust. 1, jeśli są one wykonane metodami akceptowanymi przez tę jednostkę."

Jest to zmiana istotna i korzystna z punktu widzenia producentów i dostawców wyrobów. Podkreślenia wymaga jednak fakt, iż uznawanie wyników badań historycznych jest nierozłącznie związane z faktem braku zmian w wyrobie. Wyroby, które są zmienione wymagają ponownych badań w określonym zakresie na potrzeby dopuszczenia. Przy aktualnym postępie technicznym i technologicznym wyroby są dość często modyfikowane lub zastępowane przez nowe, a wówczas zazwyczaj wymagana jest ponowna weryfikacja wyrobu poprzez badania nowego wyrobu.

Ad. okres 12 – miesięcy na dostosowanie wyrobu do zmienionych wymagań

W odniesieniu do czasu w jakim należy przedłożyć do badań wyrób dostosowany w przypadku zmiany wymagań techniczno - użytkowych w ***§ 10 ust. 2*** rozporządzenia MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 roku zmieniono zapis z brzmienia *„...w uzgodnionym terminie, nieprzekraczającym 6 miesięcy..."* na brzmienie *„...w uzgodnionym terminie, nieprzekraczającym **12 miesięcy…**".*

Oznacza, to że producenci lub dostawcy wyrobu (właściciele świadectw dopuszczenia) mają obowiązek zgłosić do badań dostosowany wyrób (jeżeli wymaga takiego dostosowania) w terminie 12 miesięcy od wejścia w życie nowelizacji rozporządzenia. Zakres niezbędnych badań zostanie przedstawiony przez jednostkę dopuszczającą – CNBOP. Podkreślenia wymaga, iż przedmiotowy paragraf ma zastosowanie do około 1/3 wszystkich wyrobów, które dotychczas uzyskały świadectwa dopuszczenia, ponieważ w odniesieniu do wszystkich pozostałych wymagania zostały niezmienione i/lub zrezygnowano z niektórych wymagań dla nich. Zwrócić należy jednocześnie szczególną uwagę na fakt, iż zgodnie z postanowieniami znowelizowanego rozporządzenia MSWiA wyroby (wskazane powyżej około 1/3, dla których zmianie uległy wymagania), które nie zostaną dostosowane i nie przejdą w tym zakresie z wynikiem pozytywnym, we wskazanym okresie, badań - stracą świadectwa dopuszczenia.

Ad. zmiana wymagań techniczno-użytkowych (WTU)

Dla zdecydowanej większości wyrobów WTU zostały skrócone i uproszczone. Wymagania zdecydowanie ograniczono do tych najistotniejszych wskazanych bezpośrednio przez ich użytkowników. Ponadto w ramach nowelizacji uwzględniono zmianę wymagań zasadniczych dla wyrobów, a także wymagania wynikające ze zmian w normach europejskich. Przywołane dokumenty normatywne w nowelizacji rozporządzenia są „niedatowane" co oznacza, iż w procesie dopuszczenia stosuje się aktualne (ostatnie) wydanie tej normy. Jednocześnie znowelizowane rozporządzenie zostało uzupełnione o WTU dla wyrobów, których w pierwotnej wersji rozporządzenia MSWiA (Dz. U. Nr 143 poz. 1002) nie ujęto, a są to wyroby, które mają istotne znaczenie dla bezpieczeństwa lub ochrony zdrowia i życia oraz mienia, takie jak:

1. Szelki ratownicze;
2. Gaśnice dla straży pożarnej;
3. Urządzenia gaśnicze;
4. Oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego;
5. Telekomunikacyjne kable stacyjne do urządzeń przeciwpożarowych;
6. Przewody i kable elektryczne oraz światłowodowe stosowane do zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej;
7. Zamocowanie przewodów i kabli elektrycznych oraz światłowodowych stosowanych do zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej;
8. Dźwigi dla straży pożarnej.

Natomiast całkowicie zrezygnowano z WTU, a tym samym obowiązku uzyskania świadectw dopuszczenia dla następujących wyrobów:

1. Klucze do łączników;
2. Klucze do zasuw i hydrantów;
3. Agregaty prądotwórcze;
4. Siekierołomy;
5. Hydronetki;
6. Zwilżacze;
7. Moduły kontroli linii nie wchodzące w skład centrali (dot. systemów DSO).

W tym miejscu podkreślenia wymaga fakt, iż liczba wymagań dla poszczególnych wyro-

bów została zdecydowanie ograniczona do tych najistotniejszych z punktu widzenia bezpieczeństwa użytkowania, ergonomii i/lub wpływu na bezpieczeństwo pożarowe w obiektach budowlanych, a także możliwość prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych. Ograniczenie wymagań do najważniejszych jw. pozostawi znacznie większą swobodę zarówno zamawiającemu jak i producentom w zakresie odpowiednio stawiania własnych wymagań, stosowania różnorodnych rozwiązań konstrukcyjnych.

Nowelizacja rozporządzenia MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002)

Z dniem wejścia w życie rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji[4] zmieniającego rozporządzenie z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002) pojawi się kilka ważnych pytań, na które poniżej staramy się odpowiedzieć:

Co nowelizacja oznacza dla właścicieli świadectw dopuszczenia wydanych na podstawie pierwotnego brzmienia rozporządzenia MSWiA z 2007 roku?

Z punktu widzenia producentów i dostawców posiadających świadectwa dopuszczenia wydane na zgodność z pierwotnym brzmieniem WTU rozporządzenia MSWiA (Dz. U. Nr 143 poz. 1002) można je podzielić na trzy zasadnicze grupy wyrobów:

A. Wyroby dla których zmiana wymagań nie powoduje konieczności dostosowania wyrobu i przedłożenia do badań, jak również nie jest konieczne uzupełnienie dokumentacji procesu dopuszczenia;
B. Wyroby dla których zmiana wymagań powoduje konieczność:
   - dostosowania wyrobu i/lub przedłożenia do badań i uzyskania pozytywnych wyników badań, oraz
   - uzupełnienia dokumentacji procesu dopuszczenia,
C. Wyroby dla których zmiana wymagań powoduje konieczność:
   - uzupełnienia dokumentacji procesu dopuszczenia.

Aktualizacja świadectw dopuszczenia – czyli jak CNBOP to zrobi?

W przypadku wyrobów kwalifikowanych do **grupy A** jw. w ramach działań związanych z kontrolą dopuszczenia, zgodnie z ustalonym harmonogramem, przesłane zostaną przez CNBOP właścicielom świadectwa dopuszczenia w brzmieniu zgodnym z nowelizacją, które zastąpią obecnie posiadane. Zasadą będzie zmiana świadectw dopuszczenia dla danego typu wyrobów (np. gaśnic) z jednakową datą dla wszystkich właścicieli świadectw. Koszt aktualizacji będzie symboliczny i równy będzie częściowym kosztom przygotowania i wydruku zastąpienia dopuszczenia (tak zwanym kosztom administracyjnym).

W przypadku wyrobów kwalifikowanych do **grupy B** w ramach działań związanych z kontrolą dopuszczenia, zgodnie z ustalonym harmonogramem, przesłane zostaną właścicielom pisma informujące o konieczności dostosowania wyrobu z prośbą o złożenie wniosku o rozszerzenie dopuszczenia wraz z odpowiednimi załącznikami. Po analizie złożonego wniosku, CNBOP prześle program badań uzupełniających/dostosowawczych dla wyrobu. Po wykonaniu badań z wynikiem pozytywnym i przesłaniu przez właściciela dopuszczenia odpowiednich uzupełnień do dokumentacji procesu dopuszczenia, CNBOP zakończy proces rozszerzenia dopuszczenia i wyda świadectwo dopuszczenia w brzmieniu zgodnym z nowelizacją, które zastąpi obecnie posiadane. W przypadku tych wyrobów zastąpienia wydawane będą z różną datą uzależnioną od momentu finalizacji całego procesu. Koszt aktualizacji wynikać będzie z zakresu badań dostosowawczych oraz kosztów związanych z procesem rozszerzenia dopuszczenia zgodnie z aktualnym cennikiem CNBOP. Może

[4] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania **dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania** (Dz. U. Nr 85 poz. 553).

się okazać w praktyce, iż część wnioskodawców będzie zainteresowana wydaniem nowego świadectwa, a nie zmianą istniejącego. Wnioskowanie o nowe świadectwo odbywa się wg nie zmienionej procedury.

W przypadku wyrobów kwalifikowanych do **grupy C** w ramach działań związanych z kontrolą dopuszczenia, zgodnie z ustalonym harmonogramem, przesłane zostaną właścicielom pisma z prośbą o przesłanie odpowiednich uzupełnień do dokumentacji procesu dopuszczenia. W szczególności mowa w tym przypadku o instrukcjach dokonywania sprawdzeń i kontroli pracy urządzeń. Po akceptacji przesłanej dokumentacji przesłane zostaną właścicielom świadectwa dopuszczenia w brzmieniu zgodnym z nowelizacją, które zastąpią obecnie posiadane. W przypadku tych wyrobów zastąpienia wydawane będą z różną datą uzależnioną od momentu finalizacji całego procesu. Koszt aktualizacji wynikać będzie z czasu niezbędnego na analizę dokumentacji uzupełniającej oraz kosztów administracyjnych przygotowania i wydruku zastąpienia dopuszczenia.

Jaka będzie kolejność aktualizacji świadectw dopuszczenia?

W pierwszej kolejności informacje przesyłane będą do właścicieli świadectw dopuszczenia dla wyrobów, dla których zachodzi konieczność dostosowania do zmienionych wymagań i badań wyrobów. **(grupa B).** Następnie do właścicieli świadectw dopuszczenia dla wyrobów ze **grupy C**, a na końcu sukcesywnie w miarę przygotowywania zastąpień do właścicieli świadectw dla wyrobów z **grupy A.** Proces aktualizacji dla **grupy A** powinien zakończyć się, według wstępnych prognoz, **nie później niż 6 miesięcy** od wejścia w życie nowelizacji.

Proces aktualizacji dla **grup B i C** jest uzależniony przede wszystkim od działań po stronie właściciela świadectwa dopuszczenia, które w wielu przypadkach mogą być rozłożone w czasie. Dlatego nie jest możliwe oszacowanie daty końcowej procesu aktualizacji, aczkolwiek obligatoryjnym okresem wskazanym w przepisach rozporządzenia jest okres do 12 miesięcy. Szczególnego podkreślenia wymaga, iż jeżeli do tego czasu:

- właściciel świadectwa dopuszczenia dla wyrobu grupy C nie uzupełni dokumentacji dopuszczenia o wskazane dokumenty;
- właściciel świadectwa dopuszczenia dla wyrobu grupy B nie przedłoży wyrobu do badań, jak również w przypadku negatywnych wyników badań kontrolnych dostosowanego wyrobu świadectwa dopuszczenia **zostaną cofnięte.**

Jakie dokumenty upoważniają do wprowadzenia do obrotu i użytkowania wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej po nowelizacji?

Ponieważ czas przewidziany dla właścicieli świadectw dopuszczenia na dostosowanie wyrobu do zmienionych wymagań, który zgodnie z aktualnym brzmieniem **§ 10 ust. 2** rozporządzenia MSWiA **wynosi 12 miesięcy** od daty wejścia w życie zmienionych wymagań, wydawane przez CNBOP świadectwa podzielić można na:

- grupa 1. - świadectwa dopuszczenia wydane na podstawie pierwotnego brzmienia rozporządzenia MSWiA [1] z określonym w świadectwie okresem ważności;
- grupa 2 - nowe świadectwa dopuszczenia wydane na podstawie znowelizowanego brzmienia rozporządzenia MSWiA [2] z 5-cio letnim okresem ważności, w nowej formie graficznej.
- grupa 3 - aktualizacje świadectw dopuszczenia grupy 1, z datą końcową okresu ważności spójną z końcem okresu ważności dokumentu pierwotnego, w nowej formie graficznej.

Tym samym należy podkreślić, iż okres 12 miesięcy po wejściu w życie nowelizacji rozporządzenia MSWiA będzie okresem kiedy na rynku będą współistniały świadectwa dopuszczenia wg opisanych powyżej grup 1, 2 i 3. Natomiast po 12 miesiącach dokumentami, które pozostaną na rynku będą tylko te wskazane w grupach 2 i 3. Świadectwa dopuszczenia wydane na podstawie rozporządzenia MSWiA z 2007 roku zostaną zastąpione – w sposób opisany jw. lub cofnięte. W poniżej tabeli dokonano pełnej identyfikacji dokumentów – świadectw dopuszczenia we wskazanych grupach:

Tabela 1.

Grupy świadectw dopuszczenia funkcjonujące na rynku po nowelizacji rozporządzenia MSWiA

Umowny typ świadectwa dopuszczenia	Dokument odniesienia w świadectwie dopuszczenia	Okres ważności	Wzór
grupa 1 ***stare świadectwo***	pierwotne brzmienie rozporządzenia MSWiA z 2007 roku punkt zgodnie z kolumną 3 tabeli 2	zgodny z zapisem na danym świadectwie	kolor biały, pierwotna szata graficzna,
grupa 2 ***nowe świadectwo***	znowelizowane brzmienie rozporządzenia MSWiA z 2007 roku punkt zgodnie z kolumną 4 tabeli 2	5 lat od daty wydania	nowa szata graficzna
grupa 3 ***świadectwo zaktualizowane***	znowelizowane brzmienie rozporządzenia MSWiA punkt zgodnie z kolumną 4 tabeli 2	zgodny z datą końcową okresu ważności spójną z końcem okresu ważności dokumentu pierwotnego	nowa szata graficzna, w stopce zapis świadectwo *„zastępuje……”*

Źródło: Opracowanie własne autorów

Zdefiniowany powyżej okres czasu **to tzw. (potocznie) okres przejściowy.** W trakcie jego trwania świadectwa dopuszczenia grupy 1 będą sukcesywnie aktualizowane do grupy 3. Po jego zakończeniu na rynku funkcjonować będą tylko świadectwa grupy 2 i grupy 3 w **nowej formie graficznej**, a **stare świadectwa (grupa 1)** zostaną zastąpione – w sposób opisany jw. lub cofnięte.

Zatem podkreślić należy, iż okres przejściowy będzie czasem współistnienia świadectw dopuszczenia wydanych wg rozporządzenia MSWiA z 2007 roku i na podstawie jego nowelizacji 2010.

Podsumowanie

Reasumując podkreślenia wymagają następujące fakty:

- Z uwagi na istotne ograniczenie liczby wymagań dla poszczególnych wyrobów uzyskanie świadectwa dopuszczenia będzie łatwiejsze i tańsze (mniejsza liczba wymaganych badań wyrobu);
- Z uwagi na istotne ograniczenie liczby wymagań i pozostawienie „dużej swobody” zamawiającemu w definiowaniu pozostałych istotnych dla niego wymagań, będzie możliwe łatwiejsze, samodzielne określanie np. wymaganego wyposażenia pojazdów w tym elementów zabudowy;
- Wspomniana jw. większa swoboda w definiowaniu przez zamawiającego dodatkowych wymagań nakładać będzie również na niego pewne obowiązki jak np. w przypadku ubrań specjalnych określenie koloru, wzoru i kroju, (określone niezależnie zarządzeniem Komendanta Głównego PSP dla strażaków PSP), ponieważ po nowelizacji samo rozporządzenie tych wymagań nie stawia.

W konkluzji należy dodać, iż prawdopodobnie nowelizacja przysporzy parę praktycznych, czy też technicznych problemów, ale jednocześnie stwierdzić należy, że bez wątpienia ogromną dotychczasową ich ilość również rozwiązuje, jeszcze bardziej upowszechniając standard w ochronie przeciwpożarowej jakim jest świadectwo dopuszczenia CNBOP dla wyrobów wprowadzanych do użytkowania lub wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej.

Informacje w zakresie nowelizacji rozporządzenia MSWiA oraz aktualnie wymaganych dokumentów, które potwierdzają zgodność wyrobów w sposób syntetyczny i przystępny dla czytelnika przedstawione zostały w dokumentach - standardach CNBOP: ocena zgodności, które są dostępne **bezpłatnie** na stronie internetowej CNBOP w zakładce http://www.cnbop.pl/działy/ts/standardy_cnbop.

Literatura

1. Kowalski M., *Rozporządzenie dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 3/2008;
2. Zboina J., *Istotne zmiany w ocenie zgodności wyrobów*, w: Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Wyd. CNBOP, nr 03/2007;
3. *CNBOP-0001:2010 Standardy CNBOP - Ochrona Przeciwpożarowa - Ocena zgodności wyrobów budowlanych służących do ochrony przeciwpożarowej*, wyd. CNBOP, Józefów 2010
4. *CNBOP-0002:2010 Standardy CNBOP - Ochrona Przeciwpożarowa - Ocena zgodności wyrobów wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej,* wyd. CNBOP, Józefów 2010
5. *Wdrażanie Dyrektyw opartych na koncepcji nowego i globalnego podejścia*, Przewodnik opracowany przez Komisję Europejską, 2000 r.;
6. Ustawa z dnia 30.08.2002 roku o systemie oceny zgodności (Dz. U. Nr 166 poz.1360);
7. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U.04.92.881);
8. Projekt rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 2009 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (w wersji po konferencji uzgodnieniowej), wersja z dn. 26 czerwca 2009, bip.mswia.gov.pl [Dostęp: 11.10.2009, godz. 18:15];
9. Norma EN ISO/IEC 17000:2004 Ocena zgodności Terminologia i zasady ogólne;
10. PN-EN 13172 Wyroby do izolacji cieplnej. Ocena zgodności;
11. Norma EN ISO/IEC 17030:2005 Ocena zgodności Wymagania ogólne dotyczące znaków zgodności strony trzeciej;
12. www.mg.gov.pl
13. www.mswia.gov.pl

Recenzenci:
st. bryg. mgr inż. Andrzej Nasiorowski
dr inż. Stefan Wilczkowski

CNBOP od 30.03.2010 do 11.06.2010 wydało wnioskodawcom:

1. **Świadectwa dopuszczenia- 25 - załącznik nr 1**
2. **Certyfikaty dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów znakiem budowlanym „B" –6- załącznik nr 2**
3. **Certyfikaty dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów oznakowaniem „CE" –5- załącznik nr 3**
4. **Certyfikaty dobrowolne–1- załącznik nr 4**

Załącznik nr 1

Świadectwa dopuszczenia

Nr dopuszczenia	Nr sprawozdania	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Dopuszczenie wydane dnia	Dopuszczenie ważne do dnia
0710/2010	Nr 4289/ BA/08 z dnia 02.11.2009	Głosniki do dźwiekowych systemów ostrzegawczych serii LC1 w odmianach: LC1-WM06E8, LC1-UM06E8, LC1-UM12E8, LC1-UM24E8	Bosch Security Systems B.V. Business Unit Comunication System Kapittelweg 10 4827 HG Breda, Holandia	Robert Bosch Sp. z o.o. ul. Jutrzenki 105 02-231 WARSZAWA	16.02.2010	15.02.2015
0717/2010	Nr 4630/ BA/09 z dnia 29.01.2010	Urządzenie systemu transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych typu NOMA 2000	NOMA 2 Sp. z o.o. ul. Plebiscytowa 36 40-041 KATOWICE	NOMA 2 Sp. z o.o. ul. Plebiscytowa 36 40-041 KATOWICE	16.03.2010	15.03.2015
0719/2010	Nr 4579/ BA/09 z dnia 12.02.2010	Zasilacz do urządzeń przeciwpożarowych typu KBZB-36	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	12.03.2010	11.03.2015
0721/2010	Nr 4394/ BS/09 z dnia 24.03.2010	Ciężki samochód ratowniczo - gaśniczy (8x4) PN-EN 1846-1: S-1-3-5000-8/5000-1 (GCBA 5/50) (oznaczenie producenta typ SLF 5000/8000) na podwoziu MAN TGA-4	Rosenbauer International A.G. Paschinger Straße 90, P.O. Box 176 A-4060 Leonding, Austria	STEO Sp. z o.o. ul. Wybrański 6/8 m. 31 03-206 WARSZAWA	24.03.2010	23.03.2015
0722/2010	Nr 4430/ BS/09 z dnia 26.06.2009	Hydrant nadziemny DN100 PN16 Oznaczenie producenta 27/00 typ C wg PN-EN 14384:2009	SAUDI VALVES MANUFACTURING Co. Ltd. Jeddah Industrial City Phase 4, Street no. LO404 KSA-21443 Jeddah Kingdom of Saudi Arabia	AVK Armadan Sp.z.o.o ul. Jakubowska 1 62-045 PNIEWY	29.03.2010	28.03.2015
0723/2010	Nr 4551/ BS/09 z dnia 15.02.2010	Pożarniczy wąż tłoczny z powłoką zewnętrzną do pomp pożarniczych typ W-52-20-ŁA, W-52-20-B	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	30.03.2010	29.03.2015
0724/2010	Nr 4552/ BS/09 z dnia 15.02.2010	Pożarniczy wąż tłoczny z powłoką zewnętrzną do pomp pożarniczych typ W-75-20-ŁA, W-75-20-B	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	Zakład Sprzętu i Urządzeń Przeciwpożarowych PHU Leszek Korus ul. Raciborska 279 44-280 RYDUŁTOWY	30.03.2010	29.03.2015
0725/2010	Nr 4613/ BC/09 z dnia 15.03.2010	Gaśnica proszkowa typ GP-2X- ABC	KZWM Ogniochron S.A. ul. Krakowska 83c 34-120 Andrychów	KZWM Ogniochron S.A. ul. Krakowska 83c 34-120 Andrychów	02.04.2010	01.04.2015

0726/2010	Nr 4685/ BS/10 z dnia 18.03.2010	Hełm strażacki typ CALISIA AK/10 *[Świadectwo zastąpiono z dn. 27.04.2010 r.]*	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	27.04.2010	29.03.2015
0727/2010	Nr 4684/ BS/10 z dnia 18.03.2010	Hełm strażacki typ ZS-09 *[Świadectwo zastąpiono z dn. 27.04.2010 r.]*	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego ul. Przybrzeżna 37 62-800 KALISZ	27.04.2010	29.03.2015
0728/2010	Nr 4555/ BS/2009 z dnia 26.02.2010	Prądownica wodna PWT 52/1, 3-2, 3-3-4 typ SELECT FLOW RB 101 EN	Rosenbauer International Aktiengesellschaft A-4060 Leonding, Paschinger Str. 90, Austria	STEO Sp. y o.o. ul. Wybrański 6/8 m. 31 03-206 WARSZAWA	09.04.2010	08.04.2015
0729/2010	Nr 4526/ BA/09 z dnia 26.02.2010	Głosnik do dźwiękowych systemów ostrzegawczych typu PC-1867FC	TOA Corporation 7-2-1 Minatojima-Nakamachi,-Chuo-ku Kobe 650-0046 Japonia	TOA Electonics Europe GMBH Sp. z o.o. Oddział w Polsce ul. Migdałowa 4 02-796 WARSZAWA	06.04.2010	05.04.2015
0730/2010	Nr 4623/ BS/09 z dnia 23.02.2010	Rękawice specjalne oznaczenie producenta Rękawice strażackie Super Mars 18020 i Super Mars 18023	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 23 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 23 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	15.04.2010	14.04.2015
0731/2010	Nr 4637/ BA/09 z dnia 26.02.2010	Centrala sygnalizacji pożarowej typu IRIS	Teletek Electronics JSC 14A Srebarna Str. 1407 Sofia, Bułgaria	Ultrak Security Systems Sp. z o.o. Lubiszyn 8 72-002 DOŁUJE	08.04.2010	07.04.2015
0732/2010	Nr 4670/ BS/10 z dnia 23.02.2010	Motopompa pływająca M-4/2 typ POSEJDON	KADIMEX Biuro Handlowe ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	KADIMEX Biuro Handlowe ul. Wólczyńska 290 01-919 WARSZAWA	14.04.2010	13.04.2015
0734/2010	Nr 4606/ BS/09 z dnia 23.02.2010	Rękawice specjalne oznaczenie producenta: Rękawice strażackie Fire Shock 18090 i Fire Shock C 18080	LBK Gloves Kft. Hegyalija u.31 H-8640 Fonyod, Węgry	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 2 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	22.04.2010	21.04.2015
0735/2010	Nr 4607/ BS/09 z dnia 22.02.2010	Rękawice specjalne oznaczenie producenta: Rękawice strażackie Fire Scout 18092 i Fire Scout C 18082	LBK Gloves Kft. Hegyalija u.31 H-8640 Fonyod, Węgry	ESKA Leder-handschuhfabrik Ges.m.b.H & Co. KG Am Thalbach 2 A-4600 Wels/ Thalheim, Austria	22.04.2010	21.04.2015
0736/2010	Nr 4746/ BS/10 z dnia 23.04.2010	Przyczepa specjalna do transportu specjalistycznego wyposażenia pożarniczego oznaczenie producenta: W293	Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul .Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO BIAŁA	Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul .Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO BIAŁA	28.04.2010	27.04.2015

0737/2010	Nr 4664/ BA/10 z dnia 01.04.2010	Ręczny Ostrzegacz Pozarowy typu OR-PZ A011N-I	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	05.05.2010	04.05.2015
0738/2010	Nr 4654/ BS/09 z dnia 27.04.2010	Lekki samochód ratowniczo-gaśniczy (4x2) PN-EN 1846-1: L-1-5-100-40/75-1 na podwoziu FORD TRANSIT FND6	FRANK-CARS Sp. z o.o. ul. Rydza Śmigłego 36/38 42-200 CZĘSTOCHOWA	FRANK-CARS Sp. z o.o. ul. Rydza Śmigłego 36/38 42-200 CZĘSTOCHOWA	30.04.2010	29.04.2015
0739/2010	Nr 4690/ BA/10 z dnia 02.03.2010	Ręczny ostrzegacz pożarowy typu MCP 545A w odmianach MCP 545A-1R, MCP 545A-2R, MCP 545A-3R	KAC Alarm Company Limited, Thornhill Road, North Moos Moat, Redditch, Worcestershire B98 9ND, Wielka Brytania	Schrack Seconet Polska Sp. z o.o. ul. Wołoska 9 02-583 WARSZAWA	10.05.2010	09.05.2015
0740/2010	Nr 4632/ BS/09 z dnia 08.12.2009	Rękawice specjalne Oznaczenie producenta: rękawice strażackie specjalne typ GSP PLUS i GSP/BC PLUS	LEBON–Polska Sp. z o.o. ul. Rewolucji 1905r 45a 90-215 ŁÓDŹ	LEBON–Polska Sp. z o.o. ul. Rewolucji 1905r 45a 90-215 ŁÓDŹ	14.05.2010	13.05.2015
0741/2010	Nr 4748/ BS/10 z dnia 11.05.2010	Przyczepa specjalna z agregatem proszkowym Ap-1000 na podwoziu WIOLA typ W4	Pojazdy Specjalistyczne Zbigniew Szczęśniak Sp. z o.o. ul. Wapienicka 36 43-382 BIELSKO-BIAŁA	Pojazdy Specjalistyczne Zbigniew Szczęśniak Sp. z o.o. ul. Wapienicka 36 43-382 BIELSKO-BIAŁA	14.05.2010	13.05.2015
0742/2010	Nr 4760/ BS/10 z dnia 20.05.2010	Średni samochód sprzętowy ratownictwa chemicznego (4x2) PN-EN 1846-1: M-1-3-1-1-1 na podwoziu RENAULT 44A (MIDLUM 270.16)	Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul .Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO BIAŁA	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 MCP5A 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

Załącznik nr 2
Certyfikaty dla wyrobów budowlanych upoważniające do znakowania wyrobów znakiem budowlanym „B”

Nr certyfikatu	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Certyfikat wydany dnia	Certyfikat ważny do dnia
2712/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – złącze rowkowe sztywne, typ: 01	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2713/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – złącze rowkowe elastyczne, typ: 02	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2714/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – króciec nakładkowy rowkowy, typ: 03	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2715/2009	Łącznik przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – króciec nakładkowy rowkowy, typ: 03s	WEIFANG 100TONG CASTING CO. LTD. No. 1919 Jichang South Road, Weicheng district, Weifang Shandong 261052 Chiny	TASTA Armatura Sp. z o.o. ul. Władysława Grabskiego 38 37-450 STALOWA WOLA	23.03.2010	06.08.2014
2728/2010	Głośniki pożarowe serii LC1 w odmianach LC1-WM06E8, LC1-UM06E8, LC1-UM12E8, LC1-UM24E8	Bosch Security Systems B.V, Business Unit Communication Systems Kapittelweg 10 4827 HG Breda Holandia	Robert Bosch Sp. z o.o. ul. Jutrzenki 105 02-231 WARSZAWA	16.02.2010	09.12.2014
2731/2010	Wskaźnik zadziałania typu OR-WZ A031N	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 NOWA SARZYNA	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 NOWA SARZYNA	14.04.2010	29.09.2014

Załącznik nr 3
Certyfikat dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów oznakowaniem „CE”

Nr certyfikatu	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Certyfikat wydany dnia	Certyfikat ważny do dnia
1438/CPD/0173	Ręczny Ostrzegacz Pożarowy typu OR-PZ A011N-I	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	05.05.2010	bezterminowo
1438/CPD/0181	Zasilacz do urządzeń sygnalizacji pożarowej typu KBZB-36	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	KABE Sp. z o.o. ul. Waryńskiego 63 43-190 MIKOŁÓW	16.03.2010	bezterminowo

1438/CPD/0182	Hydrant nadziemny DN100 typ C wg EN 14384:2005 oznaczenie producenta 27/00	SAUDI VALVES MANUFACTURING Co. Ltd. Jeddah Industrial City Phase 4, Street no. LO404 KSA-21443 Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia	AVK Armadan Sp. z o.o. ul. Jakubowska 1 62-045 PNIEWY	29.03.2010	bezterminowo
1438/CPD/0183	Głośnik do dźwiękowych systemów ostrzegawczych typu PC-1867FC	TOA Electronics Europe GMBH Sp. z o.o. Oddział w Polsce ul. Migdałowa 4 02-796 WARSZAWA	TOA Electronics Europe GMBH Sp. z o.o. Oddział w Polsce ul. Migdałowa 4 02-796 WARSZAWA	06.04.2010	bezterminowo
1438/CPD/0184	Optyczna czujka dymu typu OR-OR A061N-I	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	ORW-ELS Sp. z o.o. ul. Leśna 2 37-310 Nowa Sarzyna	12.05.2010	

Załącznik nr 4
Certyfikaty dobrowolne

Nr certyfikatu	Wyrób	Producent	Wnioskujący	Certyfikat wydany dnia	Certyfikat ważny do dnia
2733/2010	System redukcji stężenia tlenu, typ OxyReduct®	WAGNER Group GmbH Schleswigstrasse 1-5 D-30853 Langenhagen, Niemcy	WAGNER Group GmbH Schleswigstrasse 1-5 D-30853 Langenhagen, Niemcy	17.05.2010	16.05.2015

Wykaz Aprobat Technicznych za II kwartał 2010

Data wydania Aprobaty	Data ważności Aprobaty	Numer Aprobaty	Nazwa, typ, odmiany wyrobu	Wnioskodawca / Index /	Adres Wnioskodawcy	Producent / Index/	Adres Producenta
2010.06.02	2015.06.01	AT-1103-0274/2010	Tryskacze ELO, ampułkowe, stojące i wiszące, o współczynniku K=160, temperaturze zadziałania 57°C, 68°C, 79°C, 93°C i 141°C, normalnego, specjalnego i szybkiego reagowania, typu EBSU, ECSU, EBSP oraz ECSP	MINIMAX POLSKA	Minimax Polska Sp. z o.o. ul. Ogrodowa 27/29 05-092 Łomianki, Polska	MINIMAX	JOMOS EuroSprinkler AG, Sagmattstrasse 5, 4710 Balsthal, Schweiz (Szwajcaria)

st. kpt. mgr inż. **Paweł ZBROŻEK**
bryg. mgr inż. **Jerzy PRASUŁA**
Zespół Laboratoriów Technicznego wyposażenia Straży Pożarnej
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych

ZAGROŻENIA DLA LUDZI ZWIĄZANE Z DZIAŁANIEM STAŁYCH URZĄDZEŃ GAŚNICZYCH (SUG)

Threats to people connected with working of fixed extinguishing systems (SUG)

Streszczenie
W artykule przedstawiono skrótowo technologie gaśnicze wykorzystywane powszechnie w stałych urządzeniach gaśniczych. Omówiono wpływ prezentowanych technologii gaśniczych na zachowanie się ludzi i oddziaływanie na organizm człowieka. Podano sposoby minimalizowania zagrożeń płynących z technologii gaśniczych wykorzystywanych w stałych urządzeniach gaśniczych.

Summary
The article outlines briefly the extinguishing technologies universally applied in fixed extinguishing systems. The influence of these technologies on human behaviour and human body were described. The ways of minimizing the hazards connected with extinguishing technologies applied in fixed extinguishing systems were given.

Słowa kluczowe: stałe urządzenia gaśnicze, SUG, zagrożenia, bezpieczeństwo, technologie gaśnicze, środki gaśnicze
Key words: fixed extinguishing systems, hazards, safety, extinguishing technologies, extinguishing agents

Wstęp

Stałe urządzenia gaśnicze, pełniąc swoją zasadniczą funkcję zwalczania pożarów, wykorzystywane są w dwóch celach: do ochrony życia i/lub do ochrony mienia. Można tu dodatkowo wspomnieć o urządzeniach zabezpieczających przed pożarem i urządzeniach oddymiających - są one również stosowane do ochrony mienia i do ochrony życia. Przy stosowaniu tych wszystkich urządzeń przeciwpożarowych bezpieczeństwo ludzi ma zawsze bezwzględnie najwyższy priorytet – wyższy niż cel, do jakiego dane urządzenie przeciwpożarowe zostało zastosowane. W przypadku urządzeń, których celem jest ochrona ludzi priorytet ten wydaje się być oczywisty. W przypadku urządzeń, których celem jest ochrona mienia priorytet ten czasem może się wydawać dyskusyjny – szczególnie, jeśli dotyczy konieczności zapewnienia dodatkowych środków bezpieczeństwa przy relatywnie wysokich nakładach finansowych.

Podczas gaszenia uwalniany jest środek gaśniczy, który oddziałuje nie tylko na pożar, ale również na środowisko, w którym środek ten jest uwalniany. Czasem ten wpływ może być bardzo destruktywny. Uszczerbku może doznać środowisko bezpośrednie - np. zalanie wodą gaśniczą urządzeń wrażliwych na działanie wody w strefie gaszenia. Uszczerbku może doznać również środowisko naturalne – np. przedostanie się roztworów pianotwórczych do akwenów wodnych.

Projektując, wykonując a później eksploatując urządzenia gaśnicze wszystkie te „skutki uboczne" specyficzne dla danego rodzaju urządzenia muszą być uwzględniane a ryzyka niekorzystnego oddziaływania – w szczególności zagrożenia dla ludzi – ograniczane do minimum.

Zapewnienie bezpieczeństwa ludzi powinno być najważniejszym aspektem warunkującym dopuszczenie do eksploatacji urządzenia gaśnicze. Zagrożenia dla ludzi związane z działaniem stałych urządzeń gaśniczych opisano tu w od-

niesieniu do następujących, powszechnie stosowanych stałych urządzeniach gaśniczych zwanych dalej SUG:

- SUG wodnych – środkiem gaśniczym jest tu rozproszona woda,
- SUG pianowych – środkiem gaśniczym jest tu piana powstała z wodnych roztworów środków pianotwórczych,
- SUG mgłowych – środkiem gaśniczym jest tu rozpylona woda,
- SUG gazowych na gazy obojętne – środkiem gaśniczym jest tu gaz obojętny lub mieszanina gazów obojętnych,
- SUG gazowych na chlorowcopochodne węglowodorów – środkiem gaśniczym są tu rozpylane i gwałtownie odparowywane skroplone chlorowcopochodne węglowodorów,
- SUG gazowych na dwutlenek węgla – środkiem gaśniczym jest tu rozpylany i gwałtownie odparowywany dwutlenek węgla,
- SUG aerozolowych (tzw. aerozolowe generatory gaśnicze) – środkiem gaśniczym jest tu aerozol otrzymany w wyniku spalenia odpowiednio przygotowanej mieszanki.

Omawiając wpływ technologii gaśniczych na bezpieczeństwo rozważony zostanie wpływ na zachowanie się ludzi (efekt psychologiczny) i wpływ na zdrowie (zagrożenia zdrowotne) włącznie z zagrożeniem życia.

Bardzo istotnym zagrożeniem bezpieczeństwa w odniesieniu do każdego rodzaju urządzeń gaśniczych – czy to prostych hydrantów czy innych automatycznie sterowanych urządzeń, może być niesprawność tych urządzeń. W takim przypadku zagrożenie jest dwojakie – po pierwsze urządzenie niesprawne samo w sobie może stanowić zagrożenie dla ludzi np. niekontrolowany wypływ środka gaśniczego na niespodziewające się tego osoby, a po drugie w przypadku wystąpienia pożaru oczekujemy, że urządzenie skutecznie ugasi pożar umożliwiając, np. ewakuację z wyższych pięter budynku – zawód może okazać się tragiczny. Lepiej żeby urządzenie gaśnicze nie było w ogóle zainstalowane aniżeli miałoby być niesprawne i stwarzać fałszywe pozory bezpieczeństwa. Ewentualne niesprawności powinny być szybko wykrywane i usuwane, a na czas ich niesprawności podejmowane odpowiednie działania organizacyjne uwzględniające zawieszenie funkcjonowania urządzenia gaśniczego.

Technologie gaśnicze w aspekcie bezpieczeństwa ludzi

SUG wodne

SUG tryskaczowe w uproszczeniu działa w ten sposób, że pod wpływem ciepła emitowanego z pożaru pęka ampułka lub topi się spoiwo zamka w tryskaczu otwierając wypływ wody z przewodu ciśnieniowego. Na ogół otwiera się jeden, dwa a sporadycznie trzy lub więcej tryskaczy, zraszając i gasząc powierzchnie kilkunastu, rzadziej kilkudziesięciu metrów kwadratowych.

Wypływająca woda z tryskaczy, woda względnie czysta, nie stanowi zagrożenia dla ludzi chyba, że w przestrzeni zraszania znajdzie się urządzenie elektryczne pod napięciem. Grozi to oczywiście porażeniem prądem.

Dźwięki alarmowe mogą wpłynąć czasem niekorzystnie na zachowanie się ludzi. Dzwon alarmowy uruchamiany razem z urządzeniem gaśniczym może osoby postronne nieco wystraszyć, nie powinien jednak być przyczyną bardziej ostrych reakcji np. reakcji panicznych. Generalnie SUG tryskaczowe nie stanowią prawie żadnego zagrożenia zdrowotnego ani psychologicznego dla ludzi.

SUG zraszaczowe działa w ten sposób, że w wyniku bodźca pożarowego zostaje uruchomiony zawór wzbudzający, który z kolei otwiera przepływ wody do zespołu dysz wodnych zwanych zraszaczami. Powierzchnia działania zespołu zraszaczy liczących kilkanaście czy kilkadziesiąt sztuk jest znacznie większa niż w przypadku zadziałania tryskaczy w SUG tryskaczowym. SUG zraszaczowe nie stanowią na ogół zagrożenia zdrowotnego ani psychologicznego. Rodzaj i poziom zagrożeń jest bardzo podobny do działania SUG tryskaczowego. Dużym dyskomfortem może być zmoczenie zimną wodą, co w przypadku SUG zraszaczowego, z uwagi na znacznie większą powierzchnię działania i szybszą detekcję pożarową, jest dużo bardziej prawdopodobne niż w przypadku SUG tryskaczowego.

Niebezpiecznym zjawiskiem może być „zbicie" dymu do podłogi powodując tym zmniejszenie widoczności na niższych poziomach, co z kolei może pogorszyć warunki ewakuacji. Obniżenie warstw dymu wskutek mechanicznego działania kropel wody oraz wskutek jej działania chłodzącego może utrudniać oddychanie, co

również pogarsza warunki ewakuacji. Jednocześnie jednak korzystnym zjawiskiem tego samego działania sekcji zraszaczowych jest „przepłukiwanie" zanieczyszczonego dymem powietrza, czyli wychwytywanie przez krople wody zawieszonych w powietrzu cząstek dymu i rozpuszczenie w niej gazowych produktów spalania. Bez wątpienia „przepłukiwanie" zanieczyszczonego dymem powietrza poprawia komfort oddychania i polepsza warunki ewakuacji. Opisane wyżej przeciwstawne wpływy działania zraszaczy na ewakuację – „zbicie" dymu do podłogi oraz „przepłukiwanie" dymu – nie są ostatecznie rozstrzygnięte w zakresie stopnia tych wpływów. Dotychczasowa praktyka potwierdza pozytywny wpływ działania zraszaczy na warunki ewakuacji. W ogólnym przypadku przyjmuje się, że przemyślane rozmieszczenie sekcji zraszaczowych na drodze ewakuacyjnej mogą i powinny poprawić bezpieczeństwo ewakuacji, mimo że niektóre warunki związane z komfortem poruszania mogą ulec pogorszeniu np. pogorszenie widoczności, spryskiwanie ewakuujących się osób wodą, mokra podłoga.

Urządzenia gaśnicze hydrantowe, czyli hydranty wewnętrzne zainstalowane na nawodnionym przewodzie rurowym są bez wątpienia powszechnie stosowanym urządzeniem przeciwpożarowym. Nie wyczerpują definicji stałego urządzenia gaśniczego, gdyż hydranty wewnętrzne wymagają manualnej obsługi – nie uruchamiają się automatycznie. Jednak z uwagi na powszechność stosowania do zwalczania pożarów warto również je omówić. Widok hydrantów wewnętrznych w obiekcie bardzo podnosi poczucie bezpieczeństwa, co jest pozytywnym wpływem psychologicznym. Jedynym poważnym zagrożeniem ze strony tej technologii gaśniczej jest możliwość porażenia prądem osoby obsługującej hydrant w przypadku gaszenia urządzeń pod napięciem. Dlatego stosowanie hydrantów wewnętrznych w pomieszczeniach, w których występują urządzenia elektryczne wymaga rozwagi. Jeśli istnieje ryzyko, że gaszony obiekt jest pod napięciem i nie ma możliwości wcześniejszego wyłączenia zasilania to wodny strumień gaśniczy kierowany na ten obiekt powinien być możliwie intensywnie rozpylony – w żadnym wypadku nie może to być strumień zwarty. Należy również pamiętać, aby zająć takie stanowisko gaśnicze, aby odległość do gaszonego obiektu była stosunkowo duża – co najmniej kilka metrów. Nie wolno dopuścić, aby osoba obsługująca hydrant stała w wodzie lub miała bezpośredni kontakt z elementami przewodzącymi prąd elektryczny (np. metalową barierką). Mimo podjęcia tych środków nie eliminuje to w zupełności ryzyka porażenia prądem.

SUG pianowe

Generatory i wytwornice w instalacji pianowej wytwarzają pianę lekką lub średnią. Są to na ogół urządzenia automatyczne – bezobsługowe. Strefa gaszenia, w przypadku aktywacji takiego urządzenia gaśniczego jest wypełniana pianą bardzo szybko – szczególnie w przypadku stosowania zespołu generatorów pianowych. Człowiek przebywający w strefie gaszenia podczas pracy generatorów może ulec uduszeniu na skutek całkowitego zakrycia pianą. Wolne od takiego zagrożenia są instalacje pianowe obsługowe – są to instalacje zwykle na pianę ciężką wytwarzaną za pomocą obsługiwanych przez personel prądownic i działek wodno-pianowych. W obiektach, w których zainstalowane są urządzenia do automatycznego wypełniania pianą gaśniczą (szczególnie lekką) – np. w hangarach lotniczych – są wdrożone specjalne środki bezpieczeństwa, w tym sygnalizacja ostrzegawcza, minimalizujące to zagrożenie.

Fot. 1. Wyładowanie generatorów pianowych w hangarze
Źródło: www.firemain.com/images/113.jpg z dnia 15.06.2010

Wodne roztwory środków pianotwórczych nie stanowią istotnego zagrożenia dla ludzi – po kontakcie ze skórą może czasem nastąpić po-

drażnienie. Bardziej niebezpieczne są koncentraty środków pianotwórczych – ciecze te jak i ich opary mogą być silnie drażniące.

SUG mgłowe

Środkiem gaśniczym jest rozpylona woda – często do kropli o średniej średnicy poniżej 200 μm. Rozpylona woda nie stanowi żadnego zagrożenia dla osób wystawionych na jej oddziaływanie pod warunkiem, że woda ta nie jest zanieczyszczona biologicznie ani chemicznie. Wdychanie powietrza z rozpyloną mgłą wodną nie stanowi dla zdrowych osób żadnego zagrożenia. Z uwagi na działanie psychologiczne uruchomione SUG mgłowe może wystraszyć osobę postronną i spowodować dyskomfort zmoczenia zimną wodą przy dłuższym przebywaniu w strefie gaśniczej.

Fot. 2. Mgła wodna powstała na skutek zderzenia 2 strumieni wodnych

Źródło: archiwum CNBOP

W przypadku gaszenia pożaru SUG mgłowym rozpylona woda „zbija" dym do podłogi powodując tym samym zmniejszenie widoczności na niższym poziomie w pomieszczeniu – podobnie jak urządzenia zraszaczowe. Jednocześnie następuje „wypłukiwanie" dymu z powietrza poprzez wychwytywanie cząstek dymu przez kropelki mgły wodnej. Obniża się również temperatura w strefie gaszenia. SUG mgłowe podczas działania nieco ograniczają widoczność, ale w ogólnej ocenie poprawiają warunki ewakuacji poprzez obniżenie temperatury i wychwytywanie cząstek dymu w strefie gaszenia.

SUG gazowe na gazy obojętne

Działanie gaśnicze SUG gazowego polega ma podaniu do strefy gaszenia w czasie – na ogół do 1 min – odpowiedniej ilości gazów obojętnych lub ich mieszanin: argonu, azotu i występującego tylko w mieszaninie gazów dwutlenku węgla. Największym zagrożeniem dla ludzi ze strony tej technologii gaśniczej jest możliwość uduszenia na skutek zbyt dużego spadku stężenia tlenu. Osiągnięcie stężenia gazów obojętnych na poziomie 43% powoduje obniżenie stężenia tlenu do wartości 12%. Wartość stężenia 43% w odniesieniu do gazów obojętnych jest *najwyższym stężeniem, przy którym nie stwierdza się ujemnego wpływu na organizm zdrowego człowieka* i nosi nazwę w literaturze branżowej NOAEL[5] *(No Observable Adverse Effects Level*). Dalsze podniesienie stężenia gazów obojętnych do wartości 52% powoduje obniżenie stężenia tlenu do niebezpiecznej granicy 10%. Wartość stężenia 52% w odniesieniu do gazów obojętnych jest *najniższym stężeniem, przy którym został stwierdzony ujemny wpływ na organizm człowieka* i nosi nazwę LOAEL[5] (*Lowest Observed Adverse Effects Level*). Jeśli przewidywane stężenie gazu obojętnego przekracza NOAEL powinna istnieć możliwość zmiany trybu uruchamiania urządzenia gaśniczego z automatycznego na ręczny. Bardziej rygorystyczne obostrzenia są wymagane w przypadku przekroczenia wartości LOAEL – w tym przypadku wymaga się, aby istniała możliwość całkowitego zablokowania urządzenia gaśniczego. Z tych środków bezpieczeństwa korzysta się w przypadku konieczności wejścia osób do strefy gaszenia.

Niewielka domieszka dwutlenku węgla do gazów obojętnych powodująca po rozładowaniu mieszaniny stężenie dwutlenku węgla w pomieszczeniu na poziomie ok. 2-3% ma bardzo korzystny fizjologicznie wpływ.

Dwutlenek węgla w takim stężeniu pobudza fizjologicznie organizm człowieka do intensywniejszej wentylacji płuc. Jest to na ogół korzystny i bardzo pożądany efekt, gdyż umożliwia dobre funkcjonowanie organizmu człowieka przy niskim stężeniu tlenu. Można wywnioskować, że efekt ten w ogólnym przypadku bardzo po-

Tabela 1.

Efekty fizjologiczne CO, w zakresie stężeń do 8%. [11]

Oddziaływanie na ludzi różnych stężeń CO_2 w powietrzu wdychanym[1)]		
% obj. CO_2 w powietrzu wdychanym	Wartość graniczna czasu przebywania w podwyższonym stężeniu CO_2 przy pracy fizycznej	
	Czas przebywania	Cechy reakcji przy osiągnięciu wartości granicznej
0,03	całe życie	Normalne powietrze
0,5	całe życie	Brak potwierdzonego oddziaływania
1,0	całe życie	
1,5	ponad 1 miesiąc	Początki oddychania pogłębionego
2,0	ponad 1 miesiąc	
2,5	ponad 1 miesiąc	
3,0	ponad 1 miesiąc	Znacznie wzmożone oddychanie
3,5	ponad 1 tydzień	
4,0	ponad 1 tydzień	Przy powolnym wzroście stężenia możliwa adaptacja
4,5	ponad 8 godzin	
5,0	ponad 4 godziny	Duszność, ból głowy i kołatanie serca, przy adaptacji jednakże do zniesienia
5,5	ponad 1 godzinę	
6,0 6,5	ponad 30 minut ponad 15 minut	Duszność, przy adaptacji do zniesienia, ograniczona sprawność początek zawrotów głowy, zataczanie się, ból głowy i kołatanie serca
7,0	ponad 6 minut	Stan strachu w następstwie duszności, ograniczona sprawność, silne zawroty, ból głowy i kołatanie serca
8,0	ponad 6 minut	Znaczne przyspieszenie oddychania i pulsu, duszność, pocieranie skóry, spadek wymioty

[1)] Po wyzwoleniu instalacji gaśniczej INERGEN®, stężenie CO_2 w powietrzu może wynieść **maksymalnie 5%.**

Źródło: http://www.tycoeurope.com

zytywny może mieć czasem niekorzystne oblicze w przypadku, gdy atmosfera zanieczyszczona jest dymem – wówczas bardziej intensywna wentylacja płuc może przyczynić się do szybszego zatrucia produktami spalania.

Duży hałas towarzyszący wyładowaniu może wystraszyć i zdezorientować osobę postronną. Poza tym silne turbulencje powietrza podczas wyładowania powodują porywanie lekkich przedmiotów – np. nie umocowane płyty w sufitach podwieszanych – co może grozić obrażeniami osób przebywających w strefie gaszenia. Turbulencje spowodowane wyładowaniem gazu powodują wzbicie się kurzu i pyłu, jeśli zalegał w strefie gaszenia, co również może mieć niebezpieczne następstwa.

Wskutek wzrostu ciśnienia w pomieszczeniu w chwili wyładowania mogą wystąpić trudności z otwarciem drzwi w przypadku niewłaściwego ich doboru tj. otwieranych się do wewnątrz. Efekt ten może spowodować duży dyskomfort psychiczny dla osoby ewakuującej się ze strefy gaszenia. Strona: 1

Drzwi w pomieszczeniach zabezpieczonych SUG gazowym powinny otwierać się na zewnątrz, jak również powinny spełniać warunek otwarcia od wewnątrz mimo ich zamknięcia na klucz od zewnątrz co wynika z norm projektowych np. PN EN 15004.

Wymaganie dotyczące możliwości otwarcia drzwi od wewnątrz mimo ich zamknięcia na klucz od zewnątrz bywa w konflikcie z procedurami dotyczącymi kontroli dostępu w obiekcie i dlatego narzuca konieczność przemyślanej integracji.

Z nadciśnieniem w pomieszczeniu powodowanym wyładowaniem gazów gaśniczych przy czym nie dotyczy to tylko gazów obojętnych, wiążą się wymagania dotyczące środków ograniczających nadmierny wzrost ciśnienia czyli klap odciążających. Barak takich klap odciążających lub niewłaściwe ich działanie może doprowadzić w chwili wyładowania gazu do uszkodzenia konstrukcji pomieszczenia - np. wyrwania drzwi. Tak gwałtowne uszkodzenia konstrukcji niosą ryzyko obrażeń ludzi będących w pomieszczeniu gaszonym lub w bezpośrednim sąsiedztwie tego pomieszczenia. Uszkodzenie konstrukcji pomieszczenia i w związku z tym naruszenie jego integralności może skutkować uniemożliwieniem skutecznego gaszenia pożaru.

SUG gazowe na chlorowcopochodne węglowodorów

Działanie gaśnicze SUG gazowego na chlorowcopochodne węglowodorów polega ma podaniu do strefy gaszenia i rozpyleniu w czasie nieprzekraczającym 10 s syntetycznych gazów będących następcami halonów. Wymóg bardzo krótkiego czasu podawania tego rodzaju środków gaśniczych podyktowany jest tym, że pod wpływem działania wysokiej temperatury przy przedłużonym wyładowaniu ulegają one rozkładowi, w trakcie którego wydziela się fluorowodór (HF) – bardzo toksyczny gaz. Szybkie wyładowanie chlorowcopochodnych węglowodorów powoduje gwałtowne chłodzenie przestrzeni spalania co minimalizuje efekt rozkładu termicznego. Gasząc za pomocą chlorowcopochodnych węglowodorów pożary rozwinięte należy pamiętać o możliwości wydzielenia silnie toksycznego i korozyjnego produktu termicznego rozpadu, jakim jest fluorowodór.

Przekroczenie bezpiecznych stężeń chlorowcopochodnych węglowodorów (LOAEL) powoduje najczęściej zaburzenia pracy serca. Nasilenie tych objawów, zależy oczywiście od rodzaju zamiennika halonu, wartości stężenia i czasowej długości oddziaływania na organizm człowieka jak również indywidualnej odporności organizmu na działanie tych środków. Niektóre chlorowcopochodne węglowodorów charakteryzują się stosunkowo bezpiecznymi relacjami stężeń gaśniczych czy projektowych w odniesieniu do LOAEL. Najczęściej jednak projektowane stężenia chlorowcopochodnych węglowodorów w SUG są bliskie bezpiecznym granicom szkodliwości i czasem je przekraczają. W odniesieniu do SUG na chlorowcopochodne węglowodorów wymagania dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa są analogiczne jak dla SUG na gazy obojętne. Dodatkowym zagrożeniem jest zamglenie towarzyszące wyładowaniu chlorowcopochodne węglowodorów które może utrudnić ewakuację [9].

SUG gazowe na dwutlenek węgla

Działanie gaśnicze SUG gazowego na dwutlenek węgla polega ma podaniu do strefy gaszenia gwałtownie odparowującego dwutlenku węgla. Dwutlenek węgla może być podawany:

- do całej objętości pomieszczenia – jest to tzw. gaszenie przez całkowite wypełnienie;
- na chroniony obiekt w pomieszczeniu – jest to tzw. gaszenie miejscowe (powierzchniowe i objętościowe).

Największym zagrożeniem ze strony CO_2 dla człowieka jest jego toksyczne działanie. Skuteczne pod względem gaśniczym stężenia projektowe dla CO_2 zaczynają się od wartości 34%, natomiast z uwagi na bezpieczeństwo parametr stężenia granicznego określany jako *najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe* wynosi 27000 mg/m^3 (około 1,5% obj.).[10] NDSCH jest wartością średnią dla 15-minutowej próbki czyli opartą o nieco zawyżone kryteria. Bardziej adekwatne byłoby tu *najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe* (NDSP) czyli takie które w żadnym momencie nie może być przekroczone.

Szkodliwe efekty przy krótkotrwałym oddziaływaniu CO_2 na organizm człowieka są widoczne po przekroczeniu 6%, po przekroczeniu 10% większość osób traci przytomność w krótkim okresie czasu, a przekroczenie 17% grozi śmiercią w ciągu 1 minuty [8].

Zatrucie dwutlenkiem węgla może nastąpić: w związku z wyładowaniem tego środka do pomieszczenia, w którym mogą znajdować się ludzie lub wskutek wejścia do pomieszczenia, do którego wcześniej wyładowano CO_2, lub wskutek rozszczelnienia zbiornika, w którym przechowywany jest CO_2. Dwutlenek węgla jest to gaz 1,5 razy cięższy od powietrza i bezwonny, w przypadku rozszczelnienia instalacji gaz ten ma tendencje do wypełniania zagłębień w podłożu. Wejście człowieka do wypełnionego przez CO_2 zagłębienia może być bardzo niebezpieczne. Aby móc szybko i bezpiecznie wykryć ten gaz należy stosować nawaniacze czyli odpowiednie substancje zapachowe dodawane do składowanego w zbiornikach dwutlenku węgla. Zastosowanie się do tego wymogu zależy od przyjętej normy projektowej i wymagań klienta.

Kolejnym zagrożeniem ze strony tej technologii gaśniczej jest szok termiczny prowadzący nawet do odmrożeń. Na takie niebezpieczeństwo jest narażona osoba będąca w chwili wyładowania CO_2 pod dyszą, w szczególności dyszą kierunkową. Dysze rozproszeniowe, czyli takie, które stosuje się do gaszenia przez całkowite wypełnienie powodują mniej dotkli-

we efekty niż dysze kierunkowe stosowane do gaszenia miejscowego. Jest to uzasadnione tym, że strumień ukierunkowany, jaki jest wymagany przy gaszeniu miejscowym, ma dużo większą energię kinetyczną i powoduje znacznie silniejszy szok termiczny. Najbardziej wrażliwe na działanie CO_2 są oczy, gdyż oprócz kriogenicznego działania na odkrytych częściach ciała, tworzy się podczas wyładowania intensywny nadmuch z dyszy mogący powodować uszkodzenia fizycznie.

Dodatkowymi negatywnymi efektami towarzyszącymi tej technologii gaśniczej są: chwilowy wzrost ciśnienia, hałas towarzyszący wyładowaniu (podobnie jak w przypadku SUG na gazy obojętne i chlorowcopochodne węglowodorów) oraz chwilowe zamglenie [9] – szczególnie widoczne w pomieszczeniach wilgotnych. W przypadku objęcia pożarem strefy, w której znajdują się butle wypełnione dowolnym gazem gaśniczym – skroplonym lub sprężonym – może dojść do rozerwania butli. Aby temu zapobiec wymaga się obligatoryjnie, aby butle były składowane w miejscach, w których oddziaływanie pożaru jest zminimalizowane. Drugim obligatoryjnym wymaganiem jest konieczność stosowania zaworów bezpieczeństwa. Ponadto zbiorniki ciśnieniowe w Polsce podlegają dość rygorystycznym regulacjom prawnym, w tym muszą spełniać wymóg zgodności z dyrektywami ciśnieniowymi PED[5] (97/23/EC) i/lub TPED[6] (99/36/EC). Wymaganie to dotyczy wszystkich SUG, w których wykorzystywane są zbiorniki ciśnieniowe, czyli SUG gazowych i niektórych SUG mgłowych. Z uwagi na niebezpieczeństwo wzrostu ciśnienia wraz ze wzrostem temperatury, nie wolno przekraczać temperatur składowania poza zakres deklarowany przez producenta SUG gazowego. Jest to szczególnie istotne w przypadku gazów skroplonych gdyż do temperatury określanej jako bezpieczna występuje w zbiorniku poduszka gazowa, dzięki czemu przyrost ciśnienia jest stosunkowo łagodny. Po przekroczeniu temperatury bezpiecznej poduszka gazowa zanika, a cała objętość butli wypełniana jest cieczą i dalszy wzrost temperatury prowadzi do gwałtownego wzrostu ciśnienia grożącego rozerwaniem.

W odniesieniu do SUG gazowych na dwutlenek węgla powinny być rygorystycznie wymagane środki techniczne zapobiegające wyładowaniu do strefy, w której mogą znajdować się ludzie.

SUG aerozolowe (tzw. pirotechniczne aerozolowe generatory gaśnicze)

Działanie gaśnicze aerozolowych generatorów gaśniczych polega na spalaniu odpowiednio dobranej mieszanki, w wyniku czego powstają lotne produkty spalania o właściwościach gaśniczych. Produkty te wyrzucane są z generatora aerozolu w strumieniu w postaci białego gęstego „dymu". „Dym" ten nazwano aerozolem gaśniczym. W skład mieszanki wykorzystywanej do spalania w generatorach gaśniczych wchodzą sole metali alkalicznych – najczęściej są to węglany i azotany potasu w udziale około 80% oraz lepiszcza, żywice (polimerowe, epoksydowe, fenolowo-formaldehydowe) i włókno szklane stanowiące w sumie pozostałe 20%. Składniki są tak dobierane, aby powstały aerozol był skutecznym środkiem gaśniczym a jednocześnie lotne produkty spalania mieszanki aerozolotwórczej były jak najmniej toksyczne.

Fot. 3. Generator aerozolu podczas wyładowania

Źródło: archiwum CNBOP

Z uwagi na toksyczne właściwości aerozolów, należy unikać ich wdychania, a do usuwania pyłów osiadłych po wyładowanym generatorze stosować odpowiedni sprzęt zabezpieczający drogi oddechowe i skórę. Producenci aerozolowych generatorów gaśniczych deklarują, podpierając się stosownymi wynikami badań, że aerozole są nieszkodliwe. I jest to na ogół prawda o ile kontakt z aerozolem jest rzeczy-

wiści krótki, to jest taki, jaki może zajść podczas wyładowania generatora i ewakuacji – rzędu kilku minut. Stopień faktycznego zagrożenia toksycznymi właściwościami aerozoli zależy z jednej strony od składu mieszanki aerozolotwórczej, a z drugiej strony zależy od czasu i dróg oddziaływania aerozolu na człowieka.

Aerozolowe generatory gaśnicze podczas działania wytwarzają strumień aerozolu o gradiencie temperatury malejącym w kierunku wyrzutu aerozolu – podobnie jak płomień w palniku. Na podstawie przeprowadzonych w CNBOP badań generatorów aerozolu kilku producentów stwierdzono, że w odległości 3 cm od generatora temperatura może dochodzić do 800°C, a w odległości 100 cm temperatura niejednokrotnie przekraczała 200°C. Znalezienie się w bliskiej odległości od generatora w jego strumieniu grozi poparzeniem. Szczególnie niebezpieczne jest bezpośrednie oddziaływanie gorącego strumienia aerozolu na oczy. Kolejnym niebezpieczeństwem związanym z tą technologią gaśniczą jest utrata widoczności i w konsekwencji utrata orientacji przestrzennej oraz wystraszenie się efektami „dymienia" generatorów z możliwością wybuchu paniki włącznie.

W odniesieniu do SUG aerozolowych zaleca się, aby były wymagane środki techniczne zapobiegające wyładowaniu do strefy, w której mogą znajdować się ludzie – szczególnie jest to istotne, jeśli strefa gaszenia jest stosunkowo duża.

Wnioski

Największym niebezpieczeństwem, jakie stwarzają technologie gaśnicze stosowane w stałych urządzeniach gaśniczych jest ich nieznajomość. Brak podstawowych wiadomości z zakresu działania stałych urządzeń gaśniczych i wykorzystywanych tam technologii może mieć tragiczne konsekwencje. Wiedząc, jak urządzenie działa i co grozi osobom przebywającym w ich zasięgu możemy podejmować racjonalne decyzje minimalizując ewentualne zagrożenia.

Innym równie dużym niebezpieczeństwem jest nieznajomość ogólnej procedury organizacji akcji gaśniczej przez osoby przebywające w obiekcie, na którym funkcjonuje stałe urządzenie gaśnicze. Zaznajamiając się z rozmieszczeniem dróg ewakuacyjnych, sygnałami alarmowymi i innymi tego typu zaleceniami oraz stosując się do tych zaleceń możemy znacznie podnieść swoje bezpieczeństwo. Podstawowe informacje dotyczące postępowania w sytuacjach krytycznych powinny być umieszczone na tablicach rozmieszczonych w pomieszczeniach i wejściach do pomieszczeń chronionych przez SUG. Zaleceniem dla producentów[1] SUG jest zastosowanie odpowiednich środków technicznych zapobiegających uruchomieniu urządzenia gaśniczego z niebezpiecznym środkiem gaśniczym w przypadku, gdy wewnątrz strefy gaśniczej mogą znaleźć się ludzie. Ważnym zadaniem producenta urządzenia gaśniczego jest prowadzanie odpowiednich szkoleń dla personelu. Wspólnym zadaniem dla producenta urządzenia gaśniczego i administratora obiektu, na którym to urządzenie funkcjonuje jest zastosowanie odpowiednich środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających wejściu do strefy gaszenia osób postronnych. Realizowane jest to m.in. przez rozmieszczenie odpowiednich tabliczek informacyjnych, ostrzegawczych, instrukcji obsługi, sygnalizacji świetlnej i akustycznej. Zaleceniem dla administratorów obiektów jest pomoc w skutecznej realizacji zadań stawianych w tym zakresie producentom SUG oraz nadzór nad ich realizacją.

W dalszej kolejności zaleceniem dla personelu jest przyswojenie i przećwiczenie procedur postępowania na wypadek pożaru i związanego z pożarem zadziałania SUG. Ideałem byłyby okresowe ćwiczenia na obiekcie z udziałem jednostki straży pożarnej.

Literatura

1. Fire Protection Handbook - NFPA 2008 – Twentieth Edition;
2. Cortina, T. A., – *Water Mist Fire Suppression System Health Hazard Evaluation: Response to Questions Posed by the US Environmental Protection Agency*- Halon Alternatives Research Corporation, Washington, DC, August 1995;
3. *Halon Alternatives* – A report on fire extinguishing performance characteristics of some gaseous alternatives to Halon 1301 – LPR6: July 1996 – Loss Prevention Council
4. Wilczkowski S.– *Środki gaśnicze* – Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie – Kraków 1999;
5. PN-EN 15004-1:2008 Stałe urządzenia gaśnicze.

[1] Producent rozumiany jako podmiot odpowiedzialny za jakość urządzenia gaśniczego/ instalacji gaśniczej na etapie projektowania, montażu i włączenia do eksploatacji.

Urządzenia gaśnicze gazowe. Część 1: Ogólne wymagania dotyczące projektowania i instalowania;
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 maja 1997 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich dotyczących urządzeń ciśnieniowych (Dz. Urz. WE L 181 z 09.07.1997);
7. Dyrektywa Rady z dnia 29 kwietnia 1999 r. w sprawie transportowych urządzeń ciśnieniowych (Dz. Urz. WE L 138 z 1.06.1999).
8. *Carbon Dioxide as a Fire Suppressant: Examining the Risks U.S. Environmental Protection Agency* - Agency Office of Air and Radiation Stratospheric Protection Division - February 2000 http://www.epa.gov/ozone/snap/fire/co2/co2report.pdf z 15.06.2010.
9. Wnęk W., Kubica P., *Czy dwutlenek węgla jako środek gaśniczy powinien odejść do lamusa?* http://www.sgsp.edu.pl/uczelnia/kbb/tsz/materialy/zalaczniki/co2.pdf z 15.06.2010
10. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1989 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (Dz. U. z 1995 r. nr 69 poz. 351)
11. INERGEN® SYSTEM GAŚNICZY tyco / Fire and Security/ Tyco Integrated Systems http://www.tycoeurope.com/fileadmin/user_upload/Poland/PDF/Exting/Inergen_folder.pdf z 15.06.2010

Recenzenci:
bryg. dr inż. Waldemar Wnęk
st. kpt. mgr inż. Przemysław Kubica

bryg. mgr inż. **Tomasz KRASOWSKI**
Dowódca JRG2 Siedlce

TECHNIKI EWAKUACJI POSZKODOWANYCH NIEPRZYTOMNYCH W ZDARZENIACH CHEMICZNYCH

Techniques of evacuation of the unconscious injured people in chemical events

Streszczenie
Autor opisuje zasady i potencjalne problemy, które można spotkać w przypadku ewakuacji poszkodowanego ze strefy zagrożenia w zdarzeniach chemicznych.
Rozważania autora dotyczą zastosowania przez ratowników odpowiednich technik umożliwiających ewakuację poszkodowanego w pozycji bocznej, na noszach typu „deska", a ponadto radzenie sobie w sytuacji kiedy strażacy są wyposażeni w sprzęt specjalistyczny utrudniający poruszanie się z noszami. Fotografia i ich opisy pomagają zrozumienie tego istotnego, a często niedocenianego problemu.

Summary
The author describes the principles and problems with proper evacuation of unconscious casualties from danger zone in case of chemical emergencies. The basic consideration is to maintain open airways that requires evacuation in lateral decubitus position of casualty. Moreover firefigthers are usually equipped with protective gear that restricts their ability to carry the stretcher. The descriptions and pictures are provided to help to solve some technical problems associated with this very important, but usually underesitmated issue.

Słowa kluczowe: zdarzenia chemiczne, ratownictwo, ewakuacja, nosze typu "deska".
Key words: chemical events, rescue, evacuation, stretcher.

Trochę o taktyce, ale inaczej

Zdarzenia tzw. chemiczne to akcje, w których może wystąpić znaczna liczba poszkodowanych w trudnym do wytyczenia obszarze. Prawdopodobnie głównymi problemami będą zatrucia wziewne lub oparzenia górnych dróg oddechowych mogące skutkować stanem nieprzytomności poszkodowanych. Działania ratownicze w tego typu zdarzeniach są skomplikowane, a mogą też być jeszcze znacznie utrudnione ze względu na możliwość szybkiego rozprzestrzeniania się niebezpiecznego medium, jeżeli będzie nim gaz lub aerozol. Efektem tego będzie niewątpliwy problemem w określeniu strefy zagrożenia przy braku możliwości ograniczenia zagrożenia do przestrzeni zamkniętej.

Obserwacje i analizy ćwiczeń oraz zdarzeń rzeczywistych wykazały, że w przypadku dużej liczby poszkodowanych z powodu oddziaływania substancji chemicznych (Moskwa 2002r. 130 ofiar śmiertelnych, Tokio 1995r. 12 ofiar śmiertelnych 3 tys. rannych) wielkie znaczenie ma sprawna i właściwa pod względem jakościowym przyjęta technika ewakuacji poszkodowanych ze strefy zagrożenia. Można postawić nietrudną do udowodnienia tezę, że nie tylko szybkość, ale i jakość zastosowanych technik ewakuacji, a także właściwe postępowanie medyczne jeszcze w strefie zagrożenia może mieć decydujące znaczenie dla stanu poszkodowanych w zdarzeniach chemicznych spowodowanych katastrofą naturalną czy awarią techniczną (w tym działalnością terrorystyczną).

Podkreślić także należy fakt, że zawsze priorytetowe działania strażaków przybywających na miejsce zdarzenia skupiają się przede wszystkim wokół ratowania i ewakuacji ludzi ze strefy zagrożenia, a dopiero w następnej kolejności podejmowane są działania związane z zatrzymaniem emisji czy neutralizacją substancji i odkażaniem sprzętu.

Zdarzenie chemiczne, jak każde inne, gdzie jest więcej niż jeden poszkodowany, jest zdarzeniem mnogim, aż do momentu, w którym w wy-

niku segregacji medycznej, rozumianej jako proces określania priorytetów leczniczo-transportowych, nie okaże się, że liczba poszkodowanych w grupie „czerwonej" (na przykład poszkodowani nieprzytomni, z niedrożnością dróg oddechowych, czy oparzeniami chemicznymi dróg oddechowych) czyli potrzebujących natychmiastowych działań ratowniczych (w tym ewakuacji ze strefy zagrożenia), przekracza możliwości obecnych w danym momencie na miejscu zdarzenia czy strefie podmiotów ratowniczych. Wtedy to zdarzenie staje się zdarzeniem masowym.

W chemicznym zdarzeniu masowym już w strefie zagrożenia pojawia się konieczność segregacji poszkodowanych dla właściwego wykorzystania przeważnie niewystarczających sił i środków. W zdarzeniu chemicznym będzie to polegało na rozpoznaniu osób bez czynności życiowych, aby nie absorbować sil fizycznych ratowników na ich ewakuację. Działający w strefie zagrożenia wyszkoleni ratownicy PSP (nieupoważnieni do stwierdzenia zgonu), mogą odstąpić od resuscytacji i w warunkach zdarzenia masowego oznaczają osoby bez oddechu (pomimo udrożnienia dróg oddechowych) kolorem „żółtym" nadając im wtórny priorytet ewakuacyjny. Pragnę tylko przypomnieć, że zgodnie z wytycznymi rat - med. KSRG ratownicy nie przystępują do resuscytacji w następujących okolicznościach:

1. **Poszkodowany przebywał pod powierzchnią wody powyżej 120 minut;**
2. **Zdarzenie zostało uznane za masowe;**
3. **Nie ma możliwości technicznych prowadzenia resuscytacji** (np. widoczne obrażenia poszkodowanego wykluczają techniczne możliwości prowadzenia resuscytacji).

Osoby nieprzytomne z oznakami życia są oznaczane jako „czerwone" i ewakuowane z najwyższym priorytetem przy pomocy standardowych noszy typu deska lub technik alternatywnych (np. nosze płachtowe ze stelażem) do punktu/obszaru dekontaminacji. Osoby poruszające się o własnych siłach są również oznaczane kolorem „czerwonym", (gdyż wymagają natychmiastowej ewakuacji) i wyprowadzane oraz grupowane na granicy strefy, przed punktem dekontaminacji. Kolejność ewakuacji często jest problemem natury moralnej ratowników.

W razie braku możliwości prowadzenia segregacji w strefie, segregacja osób ewakuowanych odbywa się na granicy strefy przy obszarze dekontaminacji. Nieprzytomne, ewakuowane osoby powinny być układane na noszach typu deska (w przypadku braku noszy - na podłożu, w miarę możliwości na folii termoizolacyjnej) w sposób umożliwiający swobodny dostęp w celu udzielenia kwalifikowanej pierwszej pomocy (np. tlenoterapia bierna) i po dekontaminacji realizowania medycznych czynności ratunkowych, a więc w odległości ok. 1,5 m od siebie.

Decyzję o uznaniu zdarzenia za masowe podejmuje, na podstawie wyników rozpoznania i segregacji pierwotnej, pierwszy kierownik działań ratowniczych (KDR). Moment podjęcia tej niezwykle ważnej decyzji musi być właściwie udokumentowany i zarejestrowany na nośnikach elektronicznych, szczególnie w Stanowisku Kierowania PSP. Tak długo, jak zdarzenie ma charakter masowy, sytuacja prawna ratowników jest szczególna i są oni upoważnieni do realizacji określonych kompromisów medycznych i ratunkowych, podporządkowanych zasadzie ratowania tylu osób, ile jest możliwe.

Najważniejszym elementem procesu likwidacji skutków skażeń chemicznych jest **dekontaminacja wstępna**, realizowana w początkowej fazie działań po ewakuacji poszkodowanych ze strefy. Zgodnie z wiedzą medyczną, dobrą praktyką ratowniczą i zaleceniami Unii Europejskiej, zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa poszkodowanych ma dekontaminacja wstępna polegająca na usunięciu odzieży osoby poszkodowanej, spłukaniu twarzy i włosów oraz zastosowaniu ubrania zastępczego. Umożliwia to usunięcie 85-95% skażenia.

Zdarzenia chemiczne zawsze wymagają dekontaminacji. Dekontaminacja zaś dużej liczby poszkodowanych stwarza poważne problemy organizacyjne i aktualnie w polskim ratownictwie nie funkcjonuje jednolita doktryna dotycząca tego typu problemów. W razie zapotrzebowania na działania z zakresu dekontaminacji wykorzystuje się doraźnie ograniczone możliwości techniczne Państwowej Straży Pożarnej, wojska i cywilnych jednostek zakładowych ratownictwa chemicznego.

Technika ewakuacji ze strefy

W nowoczesnym ratownictwie, w aspekcie przemieszczania poszkodowanych obowiązuje zasada, że zmiana położenia poszkodowanego dopuszczalna jest jedynie wówczas, gdy udzielenie mu pomocy w miejscu zastania przez ratowników jest niemożliwe lub poszkodowany przebywa w strefie zagrożenia i konieczna jest jego ewakuacja. Przy emisji środków chemicznych szybka ewakuacja jest prawie zawsze koniecznością, gdyż szybkie odizolowanie dróg oddechowych poszkodowanego od atmosfery toksycznej jest przeważnie niemożliwe. Szybka, to nie znaczy jednak, że chaotyczna, z pominięciem pryncypiów i pewnych obowiązujących już w ratownictwie zasad technicznych. Nie jest to łatwe, bo dodatkowych bagażem ratownika, nie ułatwiającym mu zadania, jest przecież sprzęt ochrony dróg oddechowych (ODO) i chemiczne ubranie gazoszczelne (CUG).

Warunkiem uniknięcia dodatkowych urazów i związanych z nimi obrażeń lub powikłań (w szczególności niedrożności dróg oddechowych) u poszkodowanego podczas jego ewakuacji ze strefy do punktu dekontaminacji jest przestrzeganie kilku podstawowych zasad:

a) przemieszczanie poszkodowanego - ewakuacja w chemicznych ubraniach gazoszczelnych powinno być realizowane minimalnie **siłami trzech ratowników;**

Fot. 1 Przemieszczanie poszkodowanego metodą trzech ratowników
Źródło: Fotografie własne autora

b) poszkodowany nieprzytomny powinien być przemieszczany (ewakuowany) na noszach **w pozycji na boku** (w zbliżonej do pozycji bocznej ustalonej, bez zestawu do unieruchomienia głowy). Pozycja taka uniemożliwia zapadanie się podstawy języka i jej kontakt z tylną ścianą gardła, co u nieprzytomnego poszkodowanego może spowodować niedrożność dróg oddechowych i w wyniku tego śmierć. Dzięki jej zastosowaniu zmniejsza się też ryzyko zachłyśnięcia się osoby poszkodowanej treścią wymiocin – takie zagrożenie jest wysoce prawdopodobne w zdarzeniu chemicznym. Jeżeli jest możliwość i czas aby odizolować poszkodowanemu drogi oddechowe od atmosfery chemicznej, należy to wykorzystać. Dobrym rozwiązaniem będzie tu **zastosowanie standardowego zestawu do tlenoterapii z R1;**

Fot. 2. Pozycja poszkodowanego „**w pozycji na boku”** na noszach typu deska
Źródło: Fotografie własne autora

c) przed rozpoczęciem jakiegokolwiek przemieszczania, ratownicy powinni wykonać próbę mocowania poszkodowanego i sposobu uchwytu noszy;
d) poszkodowany powinien być zapięty równolegle, **ułożonymi** w kierunku prostopadłym do osi noszy minimum **dwoma pasami** (rozsądny kompromis pomiędzy jakością a czasem) w sposób uniemożliwiający obrócenie się poszkodowanego na plecy;
e) w trakcie przemieszczania poszkodowanego wolne pasy i ich końce nie mogą luźno zwisać poza obręb noszy;

Fot. 3 Próba stabilności układu i pochwytu noszy

Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 4 Zapięcie poszkodowanego dwoma pasami

Źródło: Fotografie własne autora

f) przemieszczanie w strefie jak i poza nią należy realizować wg zasady „nogami w kierunku marszu", możliwie z zachowaniem pozycji horyzontalnej poszkodowanego. Dotyczy to również jego ewentualnego przemieszczania po schodach lub po nierównościach terenu;

Fot. 5 Prawidłowe zapięcie pasami przed rozpoczęciem przemieszczania
Źródło: Fotografie własne autora

Fot.6 Przemieszczanie wg zasady „nogami w kierunku marszu"
Źródło: Fotografie własne autora

g) przemieszczanie po znacznych nierównościach terenu - np.: z nasypu kolejowego, schodami z metra czy dworca kolejowego powinno być również realizowane przy zachowaniu poziomej pozycji noszy. Można to osiągnąć idąc bokiem do nierówności, zachowując poziomą pozycję noszy równoległą do nachylenia terenu. Nie będzie to również problemem na schodach pod warunkiem, że będą one wystarczająco szerokie. Trzeci ratownik w tego typu przypadku pełni rolę „strażnika" stabilizacji układu i poziomuje nosze z poszkodowanym;

Fot. 7 Przemieszczanie po nierównościach terenu (nasyp)
Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 8 Przemieszczanie po nierównościach terenu (schody z dworca kolejowego)
Źródło: Fotografie własne autora

h) wyznaczając roty do ewakuacji zawsze trzeba się upewnić czy wszyscy współpracujący w rocie przy noszach ratownicy wiedzą jaka jest przyjęta technika ewakuacji, bo ich współdziałanie musi być harmonijne i sprawne;

Fot. 9 Niewłaściwe ułożenie poszkodowanego na plecach
Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 10 Niewłaściwa pozycja noszy z poszkodowanym
Źródło: Fotografie własne autora

Fot. 11 Niedopuszczalne przemieszczanie się ratownika tyłem
Źródło: Fotografie własne autora

i) gdy rota przenosi poszkodowanego, wówczas tylko jeden ratownik wydaje polecenia – powinien nim być ratownik trzymający nosze przy głowie poszkodowanego;
j) w szczególnych przypadkach możliwe, a czasem konieczne jest przemieszczanie poszkodowanego na noszach siłami dwóch ratowników w ubraniach gazoszczelnych – w takich przypadkach trzymają oni nosze z boku; sytuacja taka nastręcza szczególne trudności z zachowaniem poziomego położenia noszy w czasie pokonywania dużych nierówności terenu, np. schodów, ponieważ przemieszczanie się ratownika tyłem jest niedopuszczalne.

Podsumowanie

Należy bezwzględnie pamiętać, że zawsze optymalną pozycją dla poszkodowanego nieprzytomnego podczas ewakuacji ze strefy zagrożenia w zdarzeniach chemicznych jest pozycja pozioma na boku. Można to uzyskać stosując standardowe nosze typu deska. Stosując tę technikę należy zwrócić szczególną uwagę na perfekcyjne opanowanie manewrów z poszkodowanym szczególnie w czasie poruszania się na pochyłościach terenu lub schodach. Nie jest to łatwe, bo dodatkowym utrudnieniem jest bagaż własnych i koniecznych ochron osobistych (CUG i ODO) ratownika. Bez wcześniejszego treningu i perfekcyjnego opanowania technik mocowania poszkodowanego do noszy, twórczej improwizacji opartej zawsze na zrozumieniu priorytetów i zagrożeń związanych z urazami wtórnymi, nie jest to możliwe. Jednakże wyszkolenie i „kulturę ratowniczą formacji" ocenia się też przez pryzmat stosowanych przez nią technik. Szczególnie zaś technik ratowniczych związanych w sposób bezpośredni z poszkodowanym.

Recenzenci:
dr n. med. Robert Gałązkowski,
lek. med. Ignacy Baumberg.

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 przesyłać w wersji drukowanej oraz w postaci elektronicznej w formacie Word.
Autor: Przy nazwisku autora/ów należy podać pełną nazwę i adres instytucji, a w przypadku autora wiodącego także adres korespondencyjny (tel., fax oraz e-mail) - do wiadomości redakcji.
Tytuł: Tytuł powinien być krótki i zwięzły. (Times New Roman 16 pkt).
Abstrakt: Abstrakt w języku angielskim i polskim (lub języku ojczystym i angielskim), długości do 250 słów, powinien odzwierciedlać strukturę i treść pracy. (Times New Roman 10 pkt)
Słowa kluczowe: Należy podać słowa kluczowe, zarówno w języku polskim, jak i angielskim, zawierające łącznie do 10 wyrazów. Słowa kluczowe nie powinny być powtórzeniem tytułu.
Tekst: Struktura artykułu musi odpowiadać ogólnym zasadom przygotowywania publikacji naukowych. Wstęp powinien zawierać syntetyczną prezentację stanu wiedzy na dany temat oraz określenie celu i zakresu pracy. Informacje na temat materiałów i metod badań powinny umożliwiać powtórzenie procedur i otrzymanie porównywalnych wyników. Wyniki powinny być przedstawione wyczerpująco i jasno, a ich interpretacja porównana z wynikami innych autorów. Zakończenie powinno przedstawiać jasno sformułowane wnioski wynikające z uzyskanych wyników i ich interpretacji.
Literatura: Odwołania do literatury w tekście artykułu powinny zawierać nazwisko autora i rok publikacji. W dołączonym spisie „Literatura" należy zamieścić wszystkie cytowane pozycje w porządku alfabetycznym wg nazwisk (pierwszego z autorów w przypadku prac zespołowych), wymieniając wszystkich autorów. Nazwiska pisane cyrylicą powinny być podane w transkrypcji zgodnie z normą PN-83/N-01201. Zalecane jest odwoływanie się głównie do publikacji recenzowanych. Tytuły czasopism należy podawać w pełnym brzmieniu.
Tabele, ryciny, ilustracje: Tabele należy dodatkowo przygotować w oddzielnym załączniku. Rysunki, zasadniczo czarno-białe, należy nadsyłać w formie gotowej do druku. Wszystkie tytuły, opisy i podpisy tabel i rysunków muszą być maksymalnie krótkie ze względu na konieczność dublowania ich w wersji angielskiej.
Copyright: Razem z korektą autor 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 przesyłać na adres:
Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej 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 mentioned 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 Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego
ul. Nadwiślańska 213
05-420 Józefów k/Otwocka
CNBOP's Quarterly
e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl