

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique



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

<http://czytelnia.cnbop.pl>

Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

Safety & Fire Technique

Kwartalnik CNBOP-PIB



Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowego Instytutu Badawczego
<http://czytelnia.cnbop.pl>
Józefów 2011

Redaktor Naczelny - mł. bryg. dr inż. Dariusz WRÓBLEWSKI

KOMITET REDAKCYJNY

dr inż. Eugeniusz W. ROGUSKI - Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego

/Redaktor Działu: Organizacja i Zarządzanie Strategiczne/

dr hab. inż. Ewa RUDNIK, prof. nadzw.

/Redaktor Działu: Badania i Rozwój/

dr inż. Stefan WILCZKOWSKI

/Redaktor Działu: Technika i Technologia/

dr Tomasz WĘSIERSKI

/Redaktor Statystyczny/

mł. bryg. mgr inż. Jacek ZBOINA

/Redaktor Działu: Certyfikaty, Aprobaty i Rekomendacje/

bryg. mgr inż. Krzysztof BISKUP

/Redaktor Działu: Rozdział Autorski – Współpraca Zagraniczna/

nadbryg. Janusz SKULICH

/Redaktor Działu: Studium Przypadku – Analiza Akcji/

nadbryg. w st. spocz. Maciej SCHROEDER

/Redaktor Działu: Z Praktyki dla Praktyki/

mgr Joanna CYBULSKA - Sekretarz Redakcji

/Redaktor Działu: Nauki Humanistyczne i Społeczne na Rzecz Bezpieczeństwa/

Przygotowanie do wydania

mgr Joanna Cybulska

Projekt okładki:

Barbara Dominowska

Zamówienia na kolejne wydania oraz prenumeratę przyjmuje

Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa

tel. 22 850 11 12, fax 22 433 50 09

e-mail: edura@edura.pl

ISSN 1895-8443

© Copyright by Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowarowej

im. Józefa Tuliszkowskiego

Państwowego Instytutu Badawczego

Wydawca:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej

im. Józefa Tuliszkowskiego

Państwowego Instytutu Badawczego

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

centrala: +48 22 769 33 00

internet: www.cnbop.pl, e-mail: cnbop@cnbop.pl

Nakład 500 egzemplarzy

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

Wydawnictwo dofinansowywane ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

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

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

SPIS TREŚCI

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

I. ROZDZIAŁ AUTORSKI

1. P.M. Sandman	Dwa typy zarządzania reputacją cz. II	9
2. M. Komorowski	Zobowiązania sojusznicze w ramach NATO, minimalizacja skutków ataków terrorystycznych lub sabotażowych jako elementy systemu zarządzania kryzysowego w Polsce	17

II. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE

1. R. Gałązkowski A. Pawlak	Analiza procesu szkolenia strażaków Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego do współpracy z Lotniczym Pogotowiem Ratunkowym w zakresie realizacji operacji nocnych .	21
2. K. Stańczyk	Od kontroli wewnętrznej do zarządczej. Analiza organizacyjno-prawnych aspektów kontroli w jednostkach sektora finansów publicznych	31
3. M. Smolarkiewicz	Gra decyzyjna „Woda” – symulacja powodzi na potrzeby szkoleniowe Centrum Zarządzania Kryzysowego.	45

III. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

1. J. Cybulska	W świecie komunikacji. Komunikacja wewnętrzna w organizacji .	53
----------------	---	----

IV. BADANIA I ROZWÓJ

1. E.A Granovski V.A Lyfar A.P Vorona I.M Barbuca W. Jarosz	Modelowanie ewakuacji podczas pożarów budynków – analiza ryzyka	59
2. P. Kubica W. Wnęk	Analiza rozkładu stężeń tlenu podczas gaszenia pomieszczeń azotem, przy wymuszonych ruchach powietrza	65
3. I. Cłapa R. Porowski M. Dziubiński	Wybrane modele obliczeniowe czasów ewakuacji	71
4. A. Szajewska	Applying the mathematical model of forest fire in the software created for supporting the decision In extinguishing action	81

V. CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

1. G. Mroczo	Znaczenie aprobat technicznych dla bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych	87
--------------	---	----

VI. TECHNIKA I TECHNOLOGIA

1. K. Kreński A. Krasuski S. Łazowy	Ontologies and their potential for knowledge representation layer for CBR system in fire service.	93
2. T. Czerpak T. Maciak	Modelowanie pożaru lasu. Cz. II. Modelowanie pożaru lasu wybranego kompleksu leśnego	99
3. J. Rakowska Z. Ślosorz	Korozja instalacji gaśniczych i armatury pożarniczej	113

VII. Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI

1. P. Wysoczyński A. Adamski	Metody wyznaczania wydatku gaśniczego	121
---------------------------------	---	-----

VIII. STUDIUM PRZYPADKU – ANALIZA ZDARZEŃ RZECZYWISTYCH

1. R. Włodarczyk	Analiza oparzeń ciała oraz dojścia do zgonu mężczyzny na podstawie podjętych w sprawie ustaleń i zdjęć.	127
Wymagania dla autorów		135
Recruitments for authors		136
Wykaz recenzentów		137

Szanowni Czytelnicy,

Wielokrotnie sygnalizowaliśmy Państwu, iż nasze czasopismo i jego Komitet Redakcyjny są otwarte na wszelkie sugestie naszych Czytelników. Przecież dla Państwa już od pięciu lat tworzymy nasze czasopismo. Otrzymywaliśmy wiele sygnałów, iż istnieje potrzeba zamieszczania artykułów analizujących akcje ratownicze podczas rzeczywistych zdarzeń, bądź też analizujące dochodzenia popożarowe lub mające związek z pożarem czy ogniem. Spełniamy prośby naszych Czytelników i wprowadzamy do naszego Kwartalnika nowy rozdział „Studium Przypadku – Analiza Zdarzeń Rzeczywistych”. Jesteśmy bardzo dumni, ponieważ ten właśnie rozdział obejmie opieką redakcyjną Pan nadbrygadier Janusz Skulich, Zastępca Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej. Natomiast rozdział „Z Praktyki dla Praktyki” obejmie opieką Pan nadbrygadier w st. spocz. Maciej Schroeder, Zastępca Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej w latach 1992-1995.

Decyzją Komitetu Redakcyjnego, najlepszym artykułem bieżącego numeru wybrany został tekst Pani Doktor Renaty Włodarczyk z Wyższej Szkoły Policyjnej w Szczytnie pod tytułem „Analiza oparzeń ciała oraz dojścia do zgonu mężczyzny na podstawie podjętych w sprawie ustaleń i zdjęć”. Ten bardzo interesujący artykuł inauguruje nowopowstały rozdział Kwartalnika.

Szanowni Państwo, z radością możemy powiedzieć, że to był dobry rok dla naszego Instytutu. Wiele naszych projektów zostało dostrzeżonych i nagrodzonych na konkursach i wystawach krajowych i międzynarodowych.

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej – Państwowy Instytut Badawczy wyróżniony został kryształową statuetką oraz dyplomem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za transfer wiedzy i innowacyjne rozwiązania w dziedzinie technologii i myśli technicznej.

Projekt „Multimedialne i Teleinformatyczne Narzędzia Wspomagające Edukację Lokalnych Społeczności w Zakresie Zwiększania ich Odporności na Zagrożenia Związane z Klęskami Żywiłowymi i Katastrofami” nagrodzony został brązowym medalem na 110 Międzynarodowych Targach Wynalazczości w Paryżu „Concours Lépine”, nominowany do godła Teraz Polska oraz narodzony nagrodą „Edura 2011”.

Projekt „Regionalne Zarządzanie Bezpieczeństwem Narzędzie Wspomagające Zarządzanie „PomRisc” otrzymał brązowy medal na 110 Międzynarodowych Targach Wynalazczości w Paryżu „Concours Lépine”.

Złoty medal z wyróżnieniem IWIS 2011 oraz Medal im. Marii Skłodowskiej Curie w I Światowym Konkursie Wynalazków Chemicznych przyznany przez Międzynarodową Federację Stowarzyszeń Wynalazców otrzymał środek zwilżający do gaszenia pożarów lasów i torfowisk, natomiast srebrny medal na tym samym Konkursie otrzymało dwufunkcyjne urządzenie gaśnicze GAM (Gaśnica Automatyczna Mgłowa). To samo urządzenie nagrodzone zostało srebrnym medalem na 60 Jubileuszowych Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik BRUSSELS INNOVA 2011.

To był również dobry rok dla naszego Czasopisma. Ukazało się w nim wiele interesujących artykułów, które wzbudziły żywy odzew u naszych Czytelników. Jak wspomnieliśmy powyżej pozyskaliśmy wybitnych specjalistów, którzy zasilą nasz Komitet Redakcyjny i z pewnością wniosą wiele dobrego w rozwój naszego Kwartalnika.

Szanowni Państwo, czego możemy sobie jeszcze życzyć pod koniec tak dobrego roku? Chyba tylko jednego. Wielu jeszcze spotkań z Czytelnikami, a Państwu wszystkiego najlepszego w nadchodzącym Nowym Roku.

Komitet Redakcyjny:

dr inż. Eugeniusz W. Roguski – Przewodniczący

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

dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw. – członek Komitetu Redakcyjnego

dr Tomasz Węsierski – członek Komitetu Redakcyjnego

dr inż. Stefan Wilczkowski – członek Komitetu Redakcyjnego

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

bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup – członek Komitetu Redakcyjnego

mgr Joanna Cybulska – Sekretarz Redakcji



Szanowne Państwo

Poczucie bezpieczeństwa jest jedną z podstawowych potrzeb człowieka. Jednak w dzisiejszym zurbanizowanym, zautomatyzowanym i zinformatyzowanym świecie jest coraz więcej zagrożeń, które wpływają na funkcjonowanie całych społeczeństw, instytucji czy pojedynczych osób. Często nie w pełni zdajemy sobie sprawę z tego, jak bardzo nasze codzienne życie zależy od sprawnego działania systemów energetycznych, bankowych czy informatycznych oraz z tego, jak bardzo są one ze sobą wzajemnie powiązane. Systemy, które miały zapewniać komfort życia czasami bywają zagrożeniem. W tym kontekście przed Centrum Naukowo - Badawczym Ochrony Przeciwpowodzi stoi ogromne wyzwanie. Identyfikacja zagrożeń, których wcześniej nie było. Wymaga to stosowania nowych metod badawczych i poszerzania wiedzy z zakresu relacji pomiędzy infrastrukturą, bezpieczeństwem a społeczeństwem. Dostarczanie tej wiedzy i rozwiązań sprawdzonych w toku prowadzonych badań jest bardzo ważne zarówno dla obywatela jak i państwa.

Ważne także, aby taką wiedzę posiadali nie tylko eksperci czy naukowcy. Dlatego upowszechnianie informacji jest równie istotne jak prowadzone badania. Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” ma więc ogromną rolę do spełnienia. Życzę całej Redakcji wielu sukcesów na tym polu. Jak twierdził Platon – „Wiedza jest drugim słońcem”.

Z wyrazami szacunku

Marek Komorowski
Komorowski

p.o. Dyrektora
Rządowego Centrum Bezpieczeństwa

Peter M. SANDMAN

Konsultant w dziedzinie komunikacji ryzykalnej

DWA TYPY ZARZĄDZANIA REPUTACJĄ CZ. II¹

Two Kinds of Reputation Management part II

Wprowadzenie zamiast streszczenia

Czy w każdym przypadku sprawdza się twierdzenie Benjamina Franklina, że „potrzeba wielu dobrych uczynków, aby stworzyć dobrą reputację, ale wystarczy jeden zły, żeby ją stracić”? Zdecydowana większość zapytanych odpowie „tak”, bo na pierwszy rzut oka wydaje się, iż jest to wręcz aksjomat, prawda oczywista. Jednak nie biorą oni pod uwagę faktu, że socjologia to nie jest przecież nauka ścisła i należy uwzględniać w swoich rozważaniach bardzo istotny czynnik, czyli kontekstowość: w różnych sytuacjach będziemy mieli do czynienia z różnym typem zachowań. Ilu zdeklarowanych zwolenników stwierdzenia B. Franklina pozostanie przy swoim zdaniu po przeczytaniu artykułu Petera M. Sandmana o zarządzaniu reputacją? Z pewnością wzrośnie znacząco liczba sceptyków. I nie będzie to tylko zasługą sugestywnego stylu argumentacji tego wybitnego specjalisty od komunikacji ryzykalnej. Swoje wywody poparł P. M. Sandman gruntowną wiedzą teoretyka, ale też i doświadczeniem praktyka, który doradzał wielu światowym korporacjom; na konkretnych przykładach udowadnia, że wynalazca piorunochronu nie jest twórcą prawdy uniwersalnej i nie w każdym przypadku reputację traci się od jednego złego uczynku.

Pisanie o zaletach tego bardzo mądrego, a jednocześnie bardzo ciekawego artykułu łatwiej rozpocząć niż zakończyć, a że jest on dość długi, dlatego na zachętę tylko jedna (z wielu bardzo cennych) konstatacja P.M. Sandmana: **jeżeli masz dobrą reputację, zostaniesz w sytuacji kryzysowej obdarzony domniemaniem niewinności, jeśli masz złą reputację, czeka cię domniemanie winy.**

Jak zbudować własny kapitał reputacyjny i umiejętnie nim zarządzać, od Petera M. Sandmana powinni się uczyć nie tylko menedżerowie, urzędnicy państwowi czy politycy. Jest to lektura dla wszystkich, bo przecież dobra reputacja - świadcząca o zaletach umysłu i serca - w oczywisty sposób pomoże każdemu z nas, zarówno w pracy, jak i, na przykład, w wychowywaniu własnych dzieci - co także P. M. Sandman udowadnia.

**W imieniu Komitetu Redakcyjnego
dr inż. Eugeniusz W. Roguski**

Introduction instead of abstract

Is the hypothesis by Benjamin Franklin saying that „you need to do many good deeds to create a good reputation, but just one bad is enough to lose it” always true? Vast majority of those surveyed will respond “yes”, because it seems almost axiomatic at first glance, self-evident truth. However, they do not consider the fact that sociology is not after all, a science and a very important factor should be taken into consideration, namely contextual agent: in different situations we will have to deal with different types of behavior. How many pledged supporters of B. Franklin’s statement will persist with their opinion after reading the article on reputation management by Peter M. Sandman? Certainly the number of skeptics will significantly increase, owing it not only the suggestive style of argumentation of this outstanding specialist in risk communication. P.M. Sandman supported his arguments by thorough knowledge of the theorist, but also by experience of practitioner who has advised many global corporations; using particular examples he proves that the inventor of the lightning protector is not the creator of the universal truth and not in each case the reputation is lost from one bad deed.

It is easier to start than to finish writing about the merits of this very wise, yet at the same time exceptionally intriguing article. Since the article may seem quite long, I will quote only one (out of many very valuable) assertions by P.M. Sandman to encourage you to read it: **if you have a good reputation, you will be endowed in a crisis situation with the presumption of innocence, if you have a bad reputation, you will face a presumption of guilt.**

Not only managers, government officials or politicians should learn from Peter M. Sandman how to build their own reputation capital and manage it skillfully. It is a reading for all, because a good reputation – testifying the virtues of mind and heart - in an obvious way will help each of us, both at work and, for example, in upbringing of our own children – which P. M. Sandman also proves.

**On behalf of the Redaction Board
Eugeniusz W. Roguski, DSc**

Słowa kluczowe: reputacja, zarządzanie, kryzys, public relation:

Keywords: reputation, management, crisis, public relations;

¹ Oryginalna, angielska wersja artykułu znajduje się na oficjalnej stronie Petera M. Sandmana: <http://www.psandman.com/col/reputation.htm>

Czy dobra reputacja chroni przed szkodami wyrządzonymi przez złą reputację?

Staralem się przygotować stanowisko prima facie, iż tworzenie dobrej reputacji jest mniej ważne niż unikanie lub zmniejszanie skutków złej reputacji – zwłaszcza, jeżeli dotyczy to spraw takich jak społeczna odpowiedzialność biznesowa. Ale co, jeżeli dobre reputacje chronią przed złymi reputacjami? Co, jeżeli bycie uwielbianym zmniejsza poziom nienawidzenia w przypadku kryzysu?

Ostatecznie większość ekspertów od zarządzania reputacją będzie cytować Benjamina Franklina: „Potrzeba wielu dobrych uczynków, aby stworzyć dobrą reputację, ale wystarczy jeden zły, żeby ją stracić”.

Ale i tak na ogół utrzymują, iż Franklin nie do końca miał rację. Weźmy, na przykład, ten fragment artykułu z 2007 r. dotyczącego zarządzania reputacją opublikowanego przez Szkołę Wharton Uniwersytetu Pensylwanii (University of Pennsylvania's Wharton School):

Eksperci z Wharton twierdzą, iż sukces projektu odzyskiwania reputacji korporacyjnej zależy od wizerunku firmy w momencie nadejścia kryzysu. „Punkt wyjścia ma ogromne znaczenie,” mówi Donaldson [Thomas Donaldson, profesor studiów prawnych i etyki biznesowej Szkoły Wharton]. „Ludzie w podeszłym wieku widzieli, iż tworzenie się reputacji trwa latami, ale może być zniszczona przez noc – jest to w połowie prawdą. Jeżeli masz dobrą reputację, zostajesz obdarzony domniemaniem wątpliwości. Jeżeli firma ma złą reputację, otrzymuje domniemanie winy.”

W dalszej części artykułu Donaldson podaje Berkshire Hathaway Warrena Buffeta, jako przykład firmy, która dobrze przetrwała kryzys reputacyjny, ze względu na swoją wcześniejszą dobrą reputację. Firma ubezpieczeniowa General Re, należąca do Berkshire Hathaway, była mocno zaangażowana w relacje biznesowe z firmą ubezpieczeniową American International Group (AIG). W 2005 r. dyrektor generalny AIG został zmuszony do podania się do dymisji ze względu na budzące wątpliwości transakcje. Buffett nie był bezpośrednio zaangażowany, ale Donaldson uważa, iż jego reputacja oraz reputacja Berkshire Hathaway na pewno zostałyby splamione, gdyby nie dobre imię Buffetta. „Reputacja Berkshire Hathaway naprawdę miała znaczenie wtedy, gdy atakowana była General Re. Media obdarzyły Berkshire Hathaway domniemaniem wątpliwości ze względu na Buffetta.” W czasie krachu finansowego w latach 2008-2009 (po opublikowaniu artykułu Wharton), Buffett oraz Berkshire Hathaway ponownie byli na granicy skandalu i ponownie cała sprawa im nie zaszkodziła - zapewne ze względu na teflonową reputację Buffetta.

Ale myślą przewodnią artykułu Wharton School jest znaczenie przeprosin, kiedy coś idzie nie tak, niż opieranie się wyłącznie na dobrej reputacji, która ma sprawy załatwić. Inny profesor z Wharton jest zdecydowanie mniej przeświadczony o istocie wcześniejszej dobrej reputacji niż Donaldson:

Dunfee bada społeczną odpowiedzialność biznesową (CSR) i czy ma ona wpływ na wyniki w biznesie. „Istnieje argument, iż firmy powinny dodatkowo zainwestować w niesienie dobra i angażowanie się w filantropię,” mówi Dunfee. „Chodzi o to, że firma może gromadzić uznanie na wypadek, gdy i coś się nie powiedzie.”

Sprawą do poruszenia przy tym toku myślenia jest fakt, iż trudno określić ilościowo, które działania społeczne przynoszą największą ochronę. „Elementarnym twierdzeniem jest to, iż działania CSR mogą zapewnić pewną ochronę [przed przyszłym kryzysem], ale nie udało się nic ustalić empirycznie.” Większość firm, dodaje Dunfee, inwestuje w swoje lokalne społeczności, ale nie jest jasne, czy to w jakiś sposób łagodzi skutki kryzysu. Inne czynności – takie jak wspieranie finansowo sztuki – może mieć minimalny lub żaden wpływ.

Istnieją trzy sposoby, w jaki dobra reputacja może pomóc w momencie, gdy dzieje się coś złego:

- 1. Hipoteza kapitału reputacyjnego.** Dla tych, którzy postrzegają reputację jako pojedynczą zmienną, dobra reputacja jest jak duża ilość pieniędzy w banku. Cokolwiek pójdzie nie tak, nadal może zaszkodzić reputacji w tak samo dużym stopniu, ale z wyższego punktu wyjścia. Masz wystarczający kapitał reputacyjny, aby zapłacić rachunki i pozostać wypłacalny reputacyjnie.
- 2. Hipoteza tarczy.** Niektórzy eksperci od zarządzania reputacją twierdzą, iż dobra reputacja chroni organizacje przed wpływem negatywnych wydarzeń. Ponieważ negatywne wydarzenie nie zgadza się z tym, co ludzie do tej pory wiedzieli o firmie, nie zwracają na nie uwagi, błędnie je postrzegają lub błędnie pamiętają.
- 3. Hipoteza domniemania wątpliwości.** Ewentualnie, ludzie mogą przyjąć do wiadomości negatywne informacje, ale świadomie nie umożliwiają im wpływania na ocenę firmy. W końcu nikt nie jest doskonały. Tak, to był błąd, ale jesteśmy skłonni wam wybaczyć, ze względu na całe dobro, jakie zrobiliście. I jeżeli nadal nie wiemy dokładnie co się stało, (to jest właśnie wątpliwość), jesteśmy skłonni założyć, że zrobiliście wszystko najlepiej niż najgorzej (to jest właśnie domniemanie).

Już argumentowałem, iż „dobra reputacja” i „zła reputacja” powinna być postrzegana jako dwie osobne zmienne. Założmy, iż coś kłopotliwego wydarzy się firmie XYZ, co podwyższy negatywy XYZ (złą reputację). Nie istnieją konkretne powody, aby sądzić, że wysokie pozytywy w jakiś sposób zamorty-

zują ten wpływ. Ale w przypadku posiadania niskich negatywów tak właśnie będzie. Innymi słowy, dobra reputacja XYZ (jak bardzo jest uwielbiana) jest jedną zmienną liniową; jej zła reputacja (jak bardzo jest zniechęcona) jest inną zmienną liniową. Nie ważne, na którą zmienną wpływ będzie miało dane wydarzenie; liczy się punkt wyjściowy *tej zmiennej*. Nie ważny jest też punkt wyjściowy *tej drugiej zmiennej*.

Więc jeżeli martwisz się, że złe wiadomości otrzymane w przyszłości zwiększą twoje negatywy – na przykład, że zyskasz przez nie miano złego obrońcy środowiska – warto poświęcić swój czas i teraz obniżyć negatywy jak najbardziej się da. Podwyższenie teraz pozytywów, na przykład oznajmianiem wszystkim o swoich szeroko zakrojonych działaniach filantropijnych, nie pomoże ci aż tak bardzo, gdy rozpęta się awantura związana z zanieczyszczeniem.

Czasami drugą i trzecią teorię razem nazywa się „efektem aureoli” (Niekoniecznie odnosi się to do świętości. W psychologii, efekt aureoli to po prostu wpływ postrzegania przez ludzi jednej rzeczy na postrzeganie czegoś innego.) Ale warto rozróżnić hipotezę tarczy i hipotezę domniemania wątpliwości. Istnieje prawdziwa różnica pomiędzy możliwością, że ludzie nie spostrzegą twoich złych poczynań, ze względu na twoją dobrą reputację i możliwością, że spostrzegą twoje złe poczynania, ale chętniej je wybaczą i zinterpretują wszelkie niewiadome na twoją korzyść.

Słabe dowody reputacyjnego efektu aureoli

Jakie istnieją dowody, że dobra reputacja łagodzi wpływ złych wieści na reputację? Jest ich niewiele. Eksperci od reputacji utrzymują, że tak jest, ale bardzo ciężko przychodzi im to udowodnić.

W rzeczywistości istnieje o wiele więcej dowodów, iż zła reputacja nasila wpływ złych wieści na reputację. Na przykład w badaniu przeprowadzonym w 2002 r. W. Timothy Coombs i Sherry J. Holladay prosili respondentów, aby ocenili wypadek mający miejsce w hipotetycznym zakładzie produkującym ciężarówkę. Niektórych poinformowano, że fabryka cieszyła się mianem dobrego pracodawcy i była głównym ofiarodawcą dla lokalnych sieci fundacji charytatywnych United Way; z kolei innym nie powiedziano o wcześniejszej działalności. Pozytywne informacje dotyczące reputacji w żaden sposób nie wpłynęły na ocenę otrzymaną od respondentów odnośnie odpowiedzialności firmy za wypadek. Natomiast negatywne informacje dotyczące reputacji wyrządziły znaczącą szkodę.

Coombs i Holladay nazwali te wyniki „efektem rzepu”. Twierdzili, iż jak tylko firmy mają złą reputację, dodatkowe negatywne informacje przykleja się do nich jak rzep. Ale dobra reputacja nie zapewnia żadnej ochrony.

Badanie przeprowadzone w 2004 r. przez Jill Klein i Niraj Dawar również znalazło potwierdzenie efektu rzepu w przypadku złej reputacji, ale nie dla efektu aureoli w przypadku dobrej reputacji. Korzystne informacje o wcześniejszej społecznej odpowiedzialności biznesowej hipotetycznej firmy nie wpłynęły łagodząco na respondentów oceniających odpowiedzialność firmy zajmującej się sprzedażą szkodliwych produktów. Ale niekorzystne informacje o wcześniejszym nieodpowiedzialnym działaniu doprowadziły do sytuacji, że respondenci bardziej obwiniali firmę za wadę w produkcie. Klein i Dawar stwierdzili, że „neutralny obraz firmy może zapewnić tak samo dużą ochronę w sytuacji kryzysowej dotyczącej produktu, jak pozytywny obraz firmy, ale negatywny obraz będzie ciężarem dla firmy, która stanie w obliczu takiego kryzysu.”

W 2006 r. Coombs i Holladay spróbowali ponownie w artykule zatytułowanym „Rozpakowując efekt aureoli: zarządzanie reputacją i kryzysem”. Przegląd literatury dokonany przez autorów pokazuje:

Eksperci twierdzą, iż wcześniejsza dobra reputacja jest ważnym źródłem podczas kryzysu (Alsop, 2004; Davies et al., 2003; Dowling, 2002; Fombrun and van Riel, 2003). Na poziomie podstawowym, wcześniejsza dobra reputacja działa jak konto bankowe zawierające kapitał reputacyjny. Organizacja posiadająca obfity kapitał reputacyjny może sobie pozwolić na wydanie lub stracenie części z tego kapitału i nadal zachować silną i dobrą reputację po ustąpieniu kryzysu (Alsop, 2004; Dowling, 2002; Fombrun and van Riel, 2003). Na innym poziomie, dobra reputacja (zasobne konto bankowe) może działać jak aureola, która chroni reputację organizacji podczas trwania kryzysu (Ulmer, 2001). Chociaż koncepcja efektu aureoli intuicyjnie wygląda interesująco, badacze starali się, ale nadal jeszcze muszą potwierdzić istnienie efektu aureoli (Klein i Dawar, 2004).

Artykuł z 2006 r. przytacza dwa badania, oba wiązały się z hipotetycznymi wypadkami, ale prawdziwymi firmami: Disney i Wal-Mart. Opiszę badanie dotyczące Wal-Mart, zaprojektowane tak, aby naprawić metodologiczne problemy, które pojawiły się w badaniu dotyczącym firmy Disney (które uzyskało podobne wyniki).

Autorzy twierdzili, iż wybrali Wal-Mart „ponieważ budzi u ludzi silne reakcje, zarówno korzystne jak i niekorzystne” – ale tylko osoby, u których budziły się reakcje korzystne zostały poproszone o udział w badaniu. Respondenci, którzy podziwiali Wal-Mart zostali poinformowani, że jakiś produkt spadł z półki, w którymś ze sklepów Wal-Mart i ranił kilku klientów. Inni respondenci uzyskali inne wytłumaczenie wypadku. Niektórym powiedziano, że pracownik w alejce obok stracił produkt z półki (przewidywalny błąd człowieka); niektórym powie-

dziano, że producent półek wykonał wadliwy spaw, co doprowadziło do załamania się półki (nieprzewidywalny błąd techniczny); a niektórym powiedziano, że przyczyna wypadku była nadal badana.

Dobrze wiadomo, że błąd człowieka prowadzi do większego obwiniania niż błąd techniczny – efekt, który to badanie zagwarantowało poprzez ułożenie błędu technicznego w zupełnie innej firmie, u producenta regałów. Pytanie, które zadawali sobie badacze odnosiło się raczej do tego, czy efekt aureoli z dobrej reputacji Wal-Mart wśród respondentów zmniejszy tę różnicę. Wykorzystano dwie miary rezultatu: ocena reputacji Wal-Mart przez respondentów przed wypadkiem oraz ocena odpowiedzialności Wal-Mart za wypadek. Miara reputacji została uznana za test hipotezy tarczy: czy respondenci powstrzymają się przed zmianą w dół swojej oceny Wal-Mart, gdy dowiedzą się, że nieostrożny pracownik zranił kilku klientów? Miara odpowiedzialności była testem dla hipotezy domniemania wątpliwości: czy respondenci będą uważali Wal-Mart nie mniej odpowiedzialnym za wypadek w sytuacji nieznanej przyczyny, niż kiedy przyczyną będą wadliwe spawy półek regałowych?

Reputacja Wal-Mart znacząco straciła w wypadku błędu człowieka, niż w przypadku błędu technicznego. (Osoby, które nie знаły przyczyny wypadku znalazły się pośrodku, nieznacznie inaczej niż w przypadku którejkolwiek z dwóch innych grup). Tak więc hipoteza tarczy nie została potwierdzona. Respondenci nie zignorowali wypadku i nie zlekceważyli rozróżnienia pomiędzy błędem człowieka (wina Wal-Mart) i błędem technicznym (wina producenta regałów).

Jeżeli chodzi o odpowiedzialność, respondenci poinformowani o błędzie technicznym, winą za wypadek najmniej obarczali Wal-Mart. Ale dwie pozostałe grupy nie różniły się znacząco od siebie. Innymi słowy, jeżeli wypadek rzeczywiście nie był winą Wal-Mart (słaby spaw wykonany przez producenta), respondenci nie obarczali odpowiedzialnością Wal-Mart, ale obarczali go odpowiedzialnością tak samo, gdy przyczyna była nieznana oraz gdy przyczyną był nieostrożny pracownik. Tak więc hipoteza domniemania wątpliwości również nie została potwierdzona.

Coombs i Holladay ponownie przeprowadzili swoje badanie, wybierając jedynie respondentów, których pierwotna ocena Wal-Mart była *mocno* pozytywna (6 lub 7 w skali do siedmiu). Tym razem zaistniał efekt tarczy. Nie pojawiły się znaczące różnice pomiędzy trzema warunkami, jeżeli chodzi o reputacji Wal-Mart po wypadku – co oznaczało, iż ludzie, którzy na początku dobrze postrzegali Wal-Mart, zlekceważyli rozróżnienie pomiędzy nieostrożnym pracownikiem a wadliwą półką.

Ale nawet w przypadku niezmiernie pozytywnej reputacji, nadal nie istniał dowód na efekt domnie-

mania wątpliwości. Respondenci poinformowani o błędzie technicznym uważali, iż Wal-Mart ponosi zdecydowanie mniejszą odpowiedzialność, niż respondenci w dwóch pozostałych grupach, które szczególnie się od siebie nie różniły. Innymi słowy, nawet ci zatwardziali miłośnicy Wal-Mart potrzebowali prawdziwego dowodu, zanim zdecydowali się „odpuścić” firmie. Byli dalecy od obdarzenia Wal-Mart domniemaniem wątpliwości; uważali, iż Wal-Mart jest równie odpowiedzialny, gdy przyczyną była nieznana oraz gdy wiadomo było, iż przyczyną był nieostrożny pracownik.

W części dyskusyjnej, Coombs i Holladay zastanawiają się, czy efekt tarczy bardzo dobrej reputacji może stać w cieniu oczekiwań, jakie wywołuje bardzo dobra reputacja. Pytają: „Czy korzystna wcześniejsza reputacja tworzy oczekiwania w stosunku do tego, jak organizacja powinna zareagować? Czy od „dobrych” organizacji oczekuje się, iż przewyższą normalną reakcję?” Jak podkreślają, nie istnieją jeszcze dowody na to, że ludzie oczekują od organizacji, którą podziwiają, wyższego standardu, jeżeli chodzi o reakcję na kryzys, niż od organizacji mniej podziwianej. Ale brzmi to sensownie. A jeżeli to prawda, oznacza to, że dobra reputacja może w rzeczywistości doprowadzić do tego, że wielbiciele będą zawiedzeni, jeżeli zarządzanie w sytuacji kryzysowej będzie tylko na dobrym poziomie. Jest to kolejny minus dobrej reputacji oraz kolejny przykład na moje stwierdzenie, że zła reputacja szkodzi firmom bardziej, niż dobra reputacja im pomaga.

Jeżeli okaże się, że istnieje reputacyjny efekt aureoli, kwestia oczekiwań może płynnie zamienić go z korzyści na obciążenie. Hipoteza tarczy stwierdza, że ludzie będą ignorować negatywne informacje o firmie, która ma dobrą reputację, ponieważ już mają o niej wysokie mniemanie. Jest również przekonujące to, że ludzie będą się czuli oszukani przez negatywne informacje o firmie, która ma dobrą reputację i będą zbyt mocno na te informacje reagować, podczas gdy te same informacje dotyczące firmy o bardziej neutralnej reputacji mogą zlekceważyć.

A może ludzie lekceważą złe informacje o firmie przez jakiś czas, aż do momentu osiągnięcia jakiegoś punktu zwrotnego i nagle reputacja firmy zawala się. Jak zareagowali ludzie, którzy do tej pory podziwiali BP, na wyciek ropy z platformy Deepwater Horizon? Byłem jednym z nich. Współpracowałem z BP przez lata; uważałem ją za lidera w przemyśle naftowym jeżeli chodzi o kwestie, na których mi najbardziej zależało, jak na przykład przejrzystość oraz chęć współpracy z udziałowcami. Nie podobała mi się kampania BP o nazwie „Więcej niż benzyna”, ale ogólnie rzecz biorąc trzymałem się pozytywnej oceny firmy. Widziałem eksplozję rafinerii w Texas City przez te same różowe okulary, jako złą rzecz, która wydarzyła się właściwie dobrej firmie. Nawet kilka dni po wybuchu, do którego doszło na platfor-

mie Deepwater Horizon, folgowałem BP. (Zobacz na przykład pół-obrona z 3 maja 2010 r.) Ale jak BP zaczęło się pograżać, w końcu jej tarcza się przetrwała – i stałem się raczej wrogo nastawiony, tak jak to pokazuje artykuł z 13 września 2010 r.

BP pogorszyła i tak już nieciekawą sytuację przez złe podejście. Inne firmy zmniejszyły szkody reputacyjne wyrządzone przez sytuację kryzysową za pomocą dobrego podejścia do sprawy:

- Johnson & Johnson dobrze podeszło do znanych zatruć Tylenolem.
- Maple Leaf Foods dobrze poradziło sobie z zatruciami pokarmowymi w 2009 r.
- Samo BP świetnie sobie poradziło przy wcześniejszym wycieku naftowym, wyciek American Trader w Huntington Beach w Kalifornii. (Zobacz również mój opis chęci BP wzięcia na siebie moralnej odpowiedzialności za ten wcześniejszy wyciek.)

Nie twierdzą, że umiejętne radzenie sobie z sytuacjami kryzysowymi i ze sporami nie jest ważne. A już podkreślałem, że reputacja za umiejętne radzenie sobie z kryzysem jest reputacją, którą dobrze mieć. (To była moja zasada czwartego kciuka.) Mówię jedynie, że gdy pojawia się sytuacja kryzysowa, wcześniejsza dobra reputacja (oprócz umiejętnego radzenia sobie w trudnych sytuacjach) dużo nie pomoże. I nawet wcześniejsza dobra reputacja w kwestii umiejętnego radzenia sobie w trudnych sytuacjach może przynieść odwrotny skutek, jeżeli obudzi oczekiwania, których firma później nie spełni.

Oczekiwania mogą również osłabić znaczenie wartości efektu domniemanie wątpliwości dobrej reputacji – jeżeli efekt ten w ogóle istnieje. Może ludzie rzeczywiście obdarzają firmę przez jakiś czas domniemanie wątpliwości. Ale jeżeli złe rzeczy się zdarzają, zaczynamy odczuwać, że firma nadużywa naszego zaufania i czujemy się wykorzystywani. A na pewno nie chcemy, aby firma, którą podziwiamy, obdarzała *samą siebie* domniemanie wątpliwości. Chcemy, aby brała na siebie odpowiedzialność.

Fombrun należy do ekspertów od reputacji, którzy nadal uważają, że efekt domniemanie wątpliwości jest realny. Nie przedstawił żadnych dowodów na to, że efekt ten działa, ale ma pewne dowody wykazujące, iż ludzie uważają, że efekt ten działa. W badaniu U.S. Reputation Pulse przeprowadzonym w 2010 r., zapytano respondentów, jak bardzo się zgadzają lub nie zgadzają (w skali do siedmiu) z następującym stwierdzeniem: „Obdarzyłbym ‘Firmę’ domniemanie wątpliwości, gdyby ta stanęła w obliczu kryzysu”. Dla dziesięciu firm o najgorszej reputacji tylko 18,3% wybrało 6 lub 7, dwie najbardziej pozytywne opcje. Dla dziesięciu firm o najlepszej reputacji 59,3% wybrało 6 lub 7. Innymi słowy: Jeżeli masz naprawdę dobrą reputację, o wiele wię-

cej ludzi mówi, że dałoby ci domniemanie wątpliwości w sytuacji kryzysowej, niż gdy masz bardzo złą reputację. (Czy tak by się rzeczywiście stało tylko czas pokaże).

Po przeczytaniu badania Reputation Pulse, zastanawiałem się nad firmami znajdującym się pośrodku. IR Leny Ponzi łaskawie odpowiedziało na moje pytanie. Dla dziesięciu firm znajdujących się w połowie rankingu dotyczącego reputacji (w rankingu 71-80 na 150 firm), 38,3% wybrało 6 lub 7. To prawie dokładnie w połowie drogi pomiędzy 18,3% i 59,3%. Więc to nie tylko firmy o fatalnej reputacji, które tracą domniemanie wątpliwości i to nie tylko firmy o fantastycznej reputacji, które zyskują to domniemanie. Przez cały rozkład, im wyższa reputacja firmy, tym bardziej ludzie są skłonni obdarzyć ich domniemanie wątpliwości w sytuacji kryzysowej.

A co z respondentami IR, którzy wybrali 1 i 2 – niezmiernie mało prawdopodobne, aby obdarzyli firmę domniemanie wątpliwości w sytuacji kryzysowej? Tutaj wyniki (dostarczone przez Ponzi) wcale nie były liniowe. Dla dziesięciu najwyższych znajdujących się firm, jedynie 3,1% respondentów powiedziało, że zdecydowanie by nie odpuściło firmie. Dla dziesięciu środkowych firm, było to 5,7% respondentów – niewielka różnica. Ale dla dziesięciu dolnych firm dokładnie 37,3% wybrało 1 lub 2 w siedmiopunktowej skali. Innymi słowy, wiele osób mówi, że jest gotowych wrzucić firmę o naprawdę złej reputacji w bagno oskarżeń, jeżeli coś jeszcze się wydarzy, aby potwierdzić ich negatywne wrażenie. Ale dzięki naprawdę dobrej reputacji też nie uniknie się postawy gotowego do karania. Średnia reputacja wystarczy. Dowody IR sugerują, iż dobra reputacja oferuje firmom odrobinę efektu aureoli, a zła reputacja tworzy raczej znaczny efekt rzepu.

Konkluzja:

- Istnieją dosyć przekonujące dowody na to, że wcześniejsza zła reputacja pogarsza szkody wyrządzone przez kolejny niegodziwy czyn.
- Istnieją słabe dowody na to, że wcześniejsza dobra reputacja może ochronić bardzo zagorzałych zwolenników przed spostrzeżeniem konsekwencji reputacyjnych w kolejnym niegodziwym czynie.
- Istnieje mało dowodów na to, że wcześniejsza dobra reputacja może doprowadzić ludzi do obdarzania firm domniemanie wątpliwości, gdy wyznacza się stopień odpowiedzialności za nowy niegodziwy czyn.

Pomimo braku dowodów podejrzewam, że dobra reputacja naprawdę tworzy aureolę, która może zapewnić odrobinę wsparcia reputacyjnego, gdy wiadomości będą na naszą niekorzyść. Ale za aureolę trzeba zapłacić pewną cenę. Jak mówiłem wcześniej, dobre reputacje przyciągają obrazoburców. A kiedy korporacyjna aureola matowieje, wtedy czu-

jemy się oszukani – i dokładamy, obracamy się przeciwko komuś.

Dlatego właśnie czasem namawiam klientów, aby nie nadawali firmom rozgłosu, lecz żeby dążyli do tego, aby firma zyskała pozytywny profil. I właśnie dlatego dostrzeganie zasług innych oraz bycie wrażliwym są bardziej skuteczne, niż branie wszystkich zasług dla siebie oraz branie odpowiedzialności (patrz: „Giving Away the Credit: Managing Risk Controversies by Claiming You’re Responsive (though maybe not responsible).”).

Szałeństwo kładzenia nacisku na dobrą reputację w trudnych czasach

Oprócz badania efektów rzepu i aureoli, W. Timothy Coombs starał się zaklasyfikować poszczególne strategie dostępne dla firm stojących w obliczu kryzysu reputacyjnego. W artykule z 1995 r. zatytułowanym „Wybierając właściwe słowa” zaproponował następującą typologię (nazwy w nawiasach pochodzą od autora):

Strategie nieistnienia (“Nie ma kryzysu.”)

1. Zaprzeczenie.
2. Wyjaśnienie.
3. Atak.
4. Zastraszenie.

Strategie dystansowania się (“To nie nasza wina.”)

1. Wymówka:
 - Zaprzeczenie zamiaru.
 - Zaprzeczenie woli.
2. Uzasadnienie:
 - Zminimalizowanie szkody.
 - Podanie tego, na co zasługuje ofiara.
 - Fałszywe przedstawienie wydarzenia kryzysowego.

Strategie ingracjacji (“Ale popatrz na większy obraz.”)

1. Wzmocnienie.
2. Transcendencja.
3. Chwalenie innych.

Strategie zawstydzenia (“Nawaliliśmy, jest nam przykro, naprawimy to.”)

1. Naprawa.
2. Skrucha.
3. Sprostowanie.

Strategia cierpienia (“Już zapłaciliśmy wysoką cenę.”)

(Należy zauważyć, iż Coombs znacząco „majstrował” przy tej typologii od wydanego w 1995 r. artykułu, i stworzył Teorię Komunikacji w Kryzysie Sytuacyjnym, aby być w stanie przewidzieć, jakie strategie najprawdopodobniej można zastosować przy danych sytuacjach kryzysowych. Wydaje mi się, że jest oczywiste, iż strategie zawstydzenia są najlepszym rozwiązaniem, gdy kryzys jest au-

tentyczny, a wina leży po twojej stronie. Sposób myślenia Coombsa jest najbardziej pomocny w „sytuacjach kryzysowych”, gdy w rzeczywistości nic złego nie zrobiłeś, ale i tak jesteś obarczany za to winą).

Wskazywanie na swoje wcześniejsze dobre uczynki nazywane jest przez Coombsa „wzmocnieniem” – i jest to podstawową strategią ingracjacji dostępną dla firm. Jak wskazuje Coombs, poprawianie nie może w żadnym razie działać, chyba że firma już cieszy się dobrą reputacją. Pytanie pozostaje, czy będzie działać nawet wtedy.

Przynajmniej tyle jest jasne: nawet jeżeli posiadanie dobrej reputacji może pomóc, gdy coś się właśnie wydarzyło, co zagraża naszej reputacji, wskazywanie na dobrą reputację na pewno nie uspokoi ludzi, którzy są zdenerwowani tym, co się wydarzyło.

Widzimy to w naszym własnym życiu. Załóżmy, że twoja dziesięcioletnia córka nie odrabia pracy domowej z matematyki i wszystko wskazuje na to, że otrzyma bardzo niską ocenę z tego właśnie przedmiotu. Kochasz swoją córkę i jesteś świadom jej uroczych cech – ale jesteś zdenerwowany jej zachowaniem w tej kwestii. Gdy ganisz ją za zawalenie matematyki, czy pomoże jej w uniknięciu twojego gniewu fakt, iż co rano ściele swoje łóżko i przyzwolicie traktuje swoje młodsze rodzeństwo? Nie wydaje mi się. Chcesz porozmawiać o jej niskich ocenach z matematyki. Musi zareagować na twoje obawy, a nie starać się zwrócić twoją uwagę na jej zalety.

Tak przy okazji, jest to symetryczne. Jeżeli twój nastoletni syn irytuje się tym, co uważa za nadmierne rodzicielskie suszenie głowy, przypominanie mu, że zmienialiście mu pieluchy, uczyliście jak się rzuca piłką i nadal go utrzymujecie raczej zdecydowanie nie zmniejszy jego irytacji.

Założmy, że twoja współmałżonka zdecydowanie mniej martwi się wynikami córki z matematyki niż ty. Małżonka jest nie w pełni świadoma powagi sytuacji i naturalnie ma nadzieję, że córka problem ten jakoś rozwiąże – ale małżonka wychodzi z założenia, że jest to sprawa córki i nauczyciela, i nie ma zamiaru się wtrącać. Podczas gdy ty ostro reagujesz na wyniki córki z matematyki, twoja małżonka głównie się przygląda. Według mojego rozróżnienia fanatycy/troszczący się/przyglądający się/nie troszczący się, należysz do troszczących się lub nawet do fanatyków, jeżeli chodzi o ocenę córki z matematyki, ale twoja małżonka należy jedynie do przyglądających się.

Gdy twoja córka zmienia temat ze słabości matematycznych na swoje różnorodne mocne strony (ściele łóżko; jest miła dla młodszego rodzeństwa), strategiczne rozproszenie uwagi irytuje cię. Może nawet doprowadzić cię do szału. Ale twoja małżonka, która nie jest tak pochłonięta kwestią matematyki, może się na to godzić.

Krótko mówiąc, gdy fanatycy i przejmujący się chcą skarcić firmę za aktualny problem lub nie-

właściwe zachowanie, próby odwrócenia ich uwagi za pomocą dobrej reputacji skazane są na niepowodzenie. Ale może dobrze działać na przyglądających się.

Przynajmniej trzy inne czynniki są tutaj istotne:

Pierwszym jest to, czy firma uzmysławia sobie aktualny problem. Czasami firmy starają się zasugerować, że ich dobra reputacja oznacza, iż w żaden sposób nie mogą być odpowiedzialne za aktualny problem, lub oznacza to, że ludzie powinni po prostu zlekceważyć problem. Jest to w dużej mierze skazane na niepowodzenie. Jeżeli firma weźmie na siebie odpowiedzialność za aktualny problem, z drugiej strony może zasugerować – delikatnie – że jej dobra reputacja świadczy, iż rozpatruje problem we właściwym kontekście. „Czujemy się okropnie, jeżeli chodzi o epidemię *E. coli*, która została wywołana przez nasze przedsiębiorstwo. Jest to pierwsza epidemia zatrucia pokarmowego, od kiedy otworzyło nasze przedsiębiorstwo w 1951 r.”

Drugim jest to, czy firma wskazuje na aspekt swojej dobrej reputacji, który jest istotny lub nieistotny dla aktualnego problemu. Twojej córce raczej nie uda się złagodzić twojego gniewu wywołanego niską oceną z matematyki poprzez wskazanie, że co rano ściele łóżko. Ale może zrobić krok do przodu podkreślając, iż inne oceny na świadectwie ma dobre i dotychczas dobrze sobie radziła z matematyką – pogorszenie nastąpiło ostatnio.

Trzecim jest to, jak agresywnie (w przeciwieństwie do „subtelnie”) firma wykorzysta kartę reputacyjną. Na ogół radzę firmom, aby upewniły się, że bardziej kładą nacisk na przeprosiny za aktualny problem, niż na apel o uwzględnienie łagodzących okoliczności (a tym w gruncie rzeczy jest wcześniejsza dobra reputacja). Jednym ze sposobów, aby to osiągnąć, to umiejscowić prośbę o zachowanie reputacji w zdaniu podrzędnym. „Pomimo tego, iż jest to pierwsza epidemia zatrucia pokarmowego odkąd przedsiębiorstwo zostało otwarte w 1951 r., nawet jedna taka epidemia to o jedną za dużo. Czujemy się okropnie, jeżeli chodzi o epidemię *E. coli*, która została wywołana przez nasze przedsiębiorstwo”.

Wydaje mi się, że zdecydowanie najważniejszym czynnikiem jest to, z kim rozmawiamy. Przyglądający się – to znaczy obserwatorzy, którzy z trudem poświęcają uwagę aktualnej sytuacji – mogą dobrze reagować, gdy się im przypomni twoje wcześniejsze dobre uczynki, mocne strony twojej reputacji. Ale fanatycy i troszczący się – ludzie, którzy czują się jak udziałowcy lub nawet ofiary aktualnej sytuacji, ludzie, którzy na tyle się przejmują, aby przyjść na spotkanie – będą niezawodnie rozwścieczeni, nie mniej, gdy będziesz się starał zmienić temat. W ich przypadku, rzeczą niezbędną jest pozostanie skupionym na tym, co poszło nie tak. Możliwe, że twoja dobra reputacja troszkę pomoże. Ale rozmawianie o twojej znakomitej działalności filantropijnej pod-

czas gniewnego spotkania, które ma na celu przedyskutowanie skażenia przez ciebie studni twoich sąsiadów, na pewno przyniesie więcej szkody niż korzyści.

Podsumowanie

Główne punkty tego skomplikowanego artykułu można łatwo podsumować czterema krótkimi twierdzeniami:

1. Reputacja to dwie zmienne, a nie jedna. Jak bardzo jesteś uwielbiany, jest praktycznie niezwiązane z tym, jak bardzo jesteś znienawidzony; wiele firm (oraz osób) jest zarówno bardzo uwielbianych i bardzo znienawidzonych.
2. Zwiększanie pozytywnej reputacji na pewno przynosi jakieś korzyści. Gdy ludzie mają wiele możliwości wyboru, często dokonują wyboru na podstawie pozytywnej reputacji. I jest możliwe, że pozytywna reputacja otacza firmy pewną „aureolą”, która do pewnego stopnia chroni ich przed kryzysem reputacyjnym. Ale pozytywna reputacja również niesie za sobą pewne minusy. Ustawodawcy, aktywiści i dziennikarze z reguły zajmują się firmami najbardziej uwielbianymi i najbardziej znienawidzonymi, niż tymi pośrodku. A ludzie czują się o wiele bardziej zdradzeni, gdy orientują się, iż zawiodła ich firma o dobrej reputacji.
3. Zmniejszanie negatywnej reputacji przynosi o wiele więcej korzyści i nie ma minusów. Na przykład społecznie odpowiedzialne inwestowanie, w rzeczywistości o wiele bardziej dotyczy niestwarzania sytuacji zagrożenia, niż sytuacji niosących korzyści (sytuacji dobrych). A klienci zdecydowanie bardziej unikają firm, których nie lubią, niż wyszukują firmy, które podziwiają. Ponadto, gdy pojawiają się problemy związane z reputacją „efekt rzepu”, w związku ze wcześniejszą złą reputacją jest o wiele bardziej niezawodny, niż „efekt aureoli”, w związku z wcześniejszą dobrą reputacją.
4. Zdecydowanie niemądrym posunięciem, w przypadku sporów lub kryzysu reputacji, jest przypominanie rozzłoszczonym udziałowcom o nieistotnych dobrych uczynkach. Rozwścieczeni ludzie chcą, abyś zajął się ich obawami, a nie natarczywie zachwalał swoje zalety.

Copyright © 2010 by Peter M. Sandman

Copyright © 2011 for Polish Edition by

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego

Ochrony Przeciwpowodziowej – Państwowy Instytut Badawczy

Marek KOMOROWSKI

p.o. Dyrektora
Rządowego Centrum
Bezpieczeństwa

ZOBOWIĄZANIA SOJUSZNICZE W RAMACH NATO, MINIMALIZACJA SKUTKÓW ATAKÓW TERRORYSTYCZNYCH LUB SABOTAŻOWYCH JAKO ELEMENTY SYSTEMU ZARZĄDZANIA KRYZYSOWEGO W POLSCE

Allied commitments within NATO, mitigation of the impacts of terrorist attacks and acts of sabotage as elements of crisis management in Poland

Wstęp

Ustawa o zarządzaniu kryzysowym z dnia 27 kwietnia 2007 r.¹ wprowadziła do polskiego porządku prawnego podstawowe zasady organizacji administracji w sytuacjach zdefiniowanych jako kryzysowe. Jednakże dopiero jej nowelizacja w 2009 r. wprowadziła istotne zmiany w postrzeganiu, przez administrację państwową, systemu zarządzania kryzysowego. W noweli zawarto zapisy zobowiązujące organy administracji do realizowania zarządzania kryzysowego przez pryzmat czterech jego faz² m.in. poprzez wprowadzenia obowiązku opracowania dla całej administracji planów zarządzania kryzysowego w miejsce dotychczas obowiązujących planów reagowania kryzysowego. Takie podejście do zarządzania kryzysowego zobowiązało organy administracji do dokonania analiz procesów którymi zarządzają i zidentyfikowania punktów krytycznych w których procesy te mogą ulec zakłóceniom, a w konsekwencji doprowadzić do powstania sytuacji kryzysowej. Logicznym następstwem tych analiz było stworzenie procedur obejmujących swym zasięgiem nie tylko działania administracji po zaistnieniu sytuacji kryzysowej, ale również działania mające nie dopuścić do jej powstania, umożliwiające zaplanowane przejęcie kontroli nad sytuacją kryzysową oraz planową, kontrolowaną niwelację skutków jej zaistnienia.

Uzupełnieniem takiego kompleksowego podejścia do organizacji administracji na wypadek powstania sytuacji kryzysowej było dodatkowo uwzględnienie wpływu zapisów „Traktatu Waszyngtońskiego” i zobowiązań sojuszniczych z niego wynikają-

cych. Art.7 ust. 4 ustawy zobowiązał Prezesa Rady Ministrów do wydania, z zastosowaniem przepisów o dostępie do informacji niejawnych, zarządzenia w sprawie wykazu przedsięwzięć i procedur systemu zarządzania kryzysowego. Wykaz ten ponadto miał uwzględniać przedsięwzięcia w ramach Systemu Reagowania Kryzysowego NATO³ oraz określać organy odpowiedzialne za ich uruchamianie. Dodatkowo art. 23, ust. 2 ustawy rozszerzył zakres zarządzenia, wprowadzając obowiązek umieszczenia w wykazie definicji stopni alarmowych⁴, warunków ich wprowadzenia oraz zadań wykonywanych przez organy administracji w ramach poszczególnych stopni alarmowych.

Przedsięwzięcia systemu zarządzania kryzysowego

Przedsięwzięcia i procedury systemu zarządzania kryzysowego docelowo mają obejmować wszystkie zdarzenia opisane siatką zagrożeń umieszczoną w krajowym planie zarządzania kryzysowego, który to zgodnie z nowelizacją ustawy o zarządzaniu kryzysowym z 2009 r. zastąpi obecnie obowiązujący krajowy plan reagowania kryzysowego. W momencie jego przyjęcia przez Radę Ministrów Dyrektor Rządowego Centrum Bezpieczeństwa w ramach dokonywania przeglądu procedur i przedsięwzięć⁵

³ NCRS – Nato Crisis Response System.

⁴ art. 23 ust. 1 ustawy „W zależności od skali zagrożenia atakiem o charakterze terrorystycznym lub sabotażowym, Prezes Rady Ministrów, ministrowie i kierownicy urzędów centralnych oraz wojewodowie, w drodze zarządzenia, mogą wprowadzić odpowiedni stopień alarmowy.”

⁵ § 6 ust. 2 zarządzenia „Dyrektor Rządowego Centrum Bezpieczeństwa nie rzadziej niż raz na dwa lata dokonuje przeglądu wykazu przedsięwzięć i procedur SZK.”

¹ Dz. U. Nr 89, poz. 590 z późn. zm.

² Zabezpieczanie, Przygotowanie, Reagowanie, Odbudowa.

przystąpi do uzupełniania obecnie obowiązującego wykazu o stosowne procedury. Z uwagi na fakt zapewnienia możliwości wykonywania zobowiązań sojuszniczych, w pierwszej wersji wykazu umieszczono już dostępne, wynikające z systemu reagowania kryzysowego NATO przedsięwzięcia i procedury:

1. Opcje zapobiegania, określone w załączniku nr 1 do zarządzenia.
2. Środki reagowania kryzysowego, określone w załączniku nr 2 do zarządzenia.
3. Przedsięwzięcia przeciw zaskoczeniu, określone w załączniku nr 3 do zarządzenia.
4. Przedsięwzięcia przeciw agresji, określone w załączniku nr 4 do zarządzenia.

Niejawny charakter wyżej wymienionych załączników uniemożliwia przytoczenie ich treści, niemniej jednak można stwierdzić, że działania nimi opisane dotyczą organów administracji szczebla lokalnego, wojewódzkiego i centralnego oraz są usystematyzowaną formą zapisów powszechnie obowiązującego prawa. Uruchamianie tych środków może nastąpić w przypadku:

- a. wystąpienia sytuacji kryzysowej⁶ lub zagrożenia wystąpienia takiej sytuacji;
- b. podjęcia przez Radę Północnoatlantycką Organizacji Traktatu Północnoatlantyckiego decyzji o wdrożeniu przedsięwzięć w ramach Systemu Reagowania Kryzysowego NATO;
- c. podjęcia przez Naczelnego Dowódcę Sojuszniczych Sił Zbrojnych NATO w Europie (SACEUR) decyzji o wdrożeniu środków reagowania kryzysowego wcześniej uzgodnionych z właściwymi organami NATO.

Rolę koordynatora obiegu informacji pomiędzy organami krajowymi a NATO pełni Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, natomiast decyzję o uruchomieniu środków podejmuje Rada Ministrów.

Stopnie alarmowe

Niezwykle istotnym elementem polskiego systemu bezpieczeństwa jest mechanizm stopni alarmowych, wprowadzanych przez organy administracji w drodze zarządzenia w przypadku zagrożenia aktem terrorystycznym bądź sabotażowym. Mechanizm ten jest nowatorskim podejściem do zorganizowania działań administracji w sytuacji zagrożenia. To nowe, kompleksowe podejście do sprawy bezpieczeństwa we wszystkich czterech fazach zarządzania kryzysowego, niezależnie od rodzaju zagrożenia, wynika ze znowelizowanej w 2009 r. ustawy o zarządzaniu kryzysowym.

Upoważnionymi do wprowadzania, zamiany lub odwoływania stopni alarmowych na terytorium Polski są:

- Prezes Rady Ministrów, na obszarze kilku województw lub na całym terytorium Rzeczypospolitej Polskiej;
- minister lub kierownik urzędu centralnego w odniesieniu do wszystkich lub wybranych kierowników podległych, podporządkowanych i nadzorowanych jednostek organizacyjnych, formacji i urzędów z jednoczesnym powiadomieniem Dyrektora Rządowego Centrum Bezpieczeństwa;
- wojewoda w stosunku do obszarów, obiektów i urzędów według właściwości miejscowej, na obszarze całego lub części województwa z jednoczesnym powiadomieniem Dyrektora Rządowego Centrum Bezpieczeństwa jak również właściwych organów samorządu terytorialnego i kierowników służb i instytucji zaangażowanych w realizację planowanych zadań.

Wyżej wymienione organy administracji kierując się posiadanymi informacjami dotyczącymi zaistniałych lub możliwych zagrożeń, podejmują decyzje o wprowadzeniu właściwego, dowolnego w hierarchii i zależnego od okoliczności, stopnia alarmowego i tym samym podejmują decyzję o uruchomieniu działań o charakterze porządkowo-ochronnym z nim związanych. Przypisanie zadań do właściwych stopni alarmowych powoduje skoordynowanie działań instytucji i organów krajowych, które mają na celu przeciwdziałanie i minimalizację skutków ataków terrorystycznych lub sabotażowych. W szczególnym przypadku, jeżeli zachodzi taka potrzeba, koordynacja ta dotyczy także państw członkowskich Organizacji Traktatu Północnoatlantyckiego.

Wprowadzenie pierwszego⁷ stopnia alarmowego ma charakter ogólnego ostrzeżenia i stosuje się go w przypadku uzyskania informacji o możliwości wystąpienia zdarzenia o charakterze terrorystycznym lub sabotażowym, którego rodzaj i zakres jest trudny do przewidzenia. Wszystkie organy administracji publicznej i służby odpowiedzialne za bezpieczeństwo powinny być w stanie wprowadzić i utrzymywać przedsięwzięcia z nim związane w nieograniczonym czasie.

Drugi stopień alarmowy jest wprowadzany w przypadku zaistnienia zwiększonego i przewidywalnego zagrożenia działalnością terrorystyczną lub aktem sabotażu, przy jednoczesnym braku możliwości określenia konkretnego celu ataku. W tym przypadku wszystkie organy administracji publicznej i służby odpowiedzialne za bezpieczeństwo powinny posiadać możliwość utrzymania tego stopnia do

⁶ art. 3 pkt 1 ustawy z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. Nr 89, poz. 590, z późn. zm.).

⁷ według terminologii NATO stopnie oznaczone są odpowiednio: ALFA, BRAVO, CHARLIE, DELTA.

chwili ustąpienia zagrożenia, nie naruszając swoich zdolności do bieżącego działania.

Charakter przedsięwzięć trzeciego stopnia alarmowego może na dłuższy czas spowodować utrudnienia w funkcjonowaniu administracji i będzie miał wpływ na funkcjonowanie służb odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa. Wprowadza się go w przypadku uzyskania informacji o celu potencjalnego ataku terrorystycznego lub o osobach (grupach) przygotowujących działania terrorystyczne lub sabotażowe, albo też gdy wystąpiły zdarzenia o charakterze terrorystycznym lub sabotażowym godzące w bezpieczeństwo innych państw i stwarzające potencjalne zagrożenie dla Polski.

Czwarty stopień alarmowy ma zastosowanie w przypadku wystąpienia zdarzenia o charakterze terrorystycznym lub sabotażowym, powodującego zagrożenie bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej lub bezpieczeństwa innych państw i stwarzającego zagrożenie dla Polski, albo też wysokiego prawdopodobieństwa wystąpienia takich działań na terytorium RP.

Powyższe podejście do sposobu określania stopnia zagrożenia pozwala organom administracji szeroko interpretować zdarzenia i zagrożenia z nimi związane, umożliwiając wdrożenie stosownych, określonych działań pozwalających lepiej reagować w danej sytuacji. Podczas realizacji tych zadań, organy administracji publicznej oraz kierownicy służb i instytucji, właściwi w sprawach bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego, wykonują przedsięwzięcia wynikające z ich kompetencji ustawowych, w szczególności w zakresie możliwości:

- wdrożenia dodatkowych planów ochrony, w celu wzmocnienia bezpieczeństwa obiektów, obszarów i urządzeń⁸;
- wprowadzenia zakazu przeprowadzania imprez masowych⁹;
- wprowadzenia zakazu organizacji zgromadzeń publicznych¹⁰;
- wprowadzenia ograniczeń w przewozie materiałów niebezpiecznych:
 - w transporcie drogowym¹¹;

– w transporcie kolejowym¹²;

- wprowadzenia ograniczeń w korzystaniu z przestrzeni powietrznej¹³;
- wprowadzenia zakazu noszenia broni¹⁴;
- wprowadzenia ograniczeń w spożyciu niebezpiecznej żywności¹⁵;
- wprowadzenia ograniczeń w obrocie niebezpiecznymi produktami leczniczymi lub wyrobami medycznymi¹⁶.

W obszarze działań administracji podejmowanych po wprowadzeniu poszczególnych stopni alarmowych można wyróżnić dwie kategorie:

- a. działania na rzecz ochrony infrastruktury¹⁷;
- b. działania na rzecz ochrony ludności.

Działania w każdej z tych kategorii, w zależności o wprowadzonego stopnia alarmowego, mają charakter progresywny, umożliwiający przygotowanie obszarów podległych administracji do przewidywanego zagrożenia oraz zabezpieczenie ciągłości jej działania. I tak, w przypadku działań związanych z ochroną infrastruktury, wprowadzenie pierwszego stopnia alarmowego oznacza w dużej mierze działania prewencyjne związane z utrudnieniem dostępu osobom postronnym do obiektów chronionych. Wprowadzenie drugiego stopnia alarmowego, gdy wystąpienie zdarzenia jest wysoce prawdopodobne ale nie znany jest jeszcze cel ataku terrorystycznego lub działań sabotażowych, zobowiązuje organy administracji i instytucje do podjęcia działań zabezpieczających obiekty infrastruktury przed zagrożeniem oraz działań prewencyjnych zmierzających do zapewnienia ciągłości jej funkcjonowania. Trzeci stopień alarmowy w obszarze ochrony infrastruktury skutkuje wzmożoną kontrolą osób i mie-

⁸ art. 7 ustawy z dnia 22 sierpnia 1997 r. o ochronie osób i mienia (Dz.U. z 2005 r., Nr 145, poz. 1221, z późn. zm.).

⁹ art. 34 ust. 1 ustawy z dnia 20 marca 2009 r. o bezpieczeństwie imprez masowych (Dz. U. z 2009 r., Nr 62, poz. 504).

¹⁰ art. 8 pkt 2 ustawy z dnia 5 lipca 1990 r. Prawo o zgromadzeniach (Dz. U. z 1990 r., Nr 51, poz. 297, z późn. zm.).

¹¹ art. 20 ustawy z dnia 28 października 2002 r. o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych (Dz. U. z 2002 r. Nr 199, poz. 1671, z późn. zm.) oraz art. 60 ustawy z dnia 23 stycznia 2009 r. o wojewodzie i administracji rządowej w województwie (Dz. U. z 2009 r. Nr 31, poz. 206).

¹² art. 7 ustawy z dnia 31 marca 2004 r. o przewozie kolejną towarów niebezpiecznych (Dz.U. z 2004 r. nr 97, poz. 962, z późn. zm.).

¹³ art. 119 ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze (Dz. U. z 2006 r., Nr 100, poz. 696, z późn. zm.).

¹⁴ art. 33 ustawy z dnia 21 maja 1999 r. o broni i amunicji (Dz. U. z 2004r., Nr 52, poz. 525, z późn. zm.).

¹⁵ art. 27 ustawy z dnia 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (Dz.U. z 2006 r., Nr 122, poz. 851, z późn. zm.).

¹⁶ art. 121 ustawy z dnia 6 września 2001 r. Prawo farmaceutyczne (Dz. U. z 2008 r., Nr 45, poz. 271, z późn. zm.).

¹⁷ Przez pojęcie „infrastruktura” należy rozumieć obiekty i systemy niezbędne dla zapewnienia bezpiecznego i ciągłego funkcjonowania organów administracji publicznej i zaspokojenia niezbędnych potrzeb życiowych ludności, zidentyfikowane przez organy wprowadzające stany alarmowe, w tym również infrastruktura ujęta w jednolitym wykazie obiektów, instalacji, urządzeń i usług wchodzących w skład infrastruktury krytycznej, o którym mowa w art. 5b ust. 7 pkt 1 ustawy z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. Nr 89, poz. 590, z późn. zm.).

nia na terenie obiektów infrastruktury i może wiązać się z utrudnieniami w dostępie do niej. Natomiast działania podejmowane po wprowadzeniu czwartego stopnia wiążą się z wprowadzeniem ograniczeń w dostępie do obiektów infrastruktury do niezbędnego minimum, tak aby zapewnić ciągłość działania najbardziej newralgicznych jej elementów.

Jeżeli chodzi o obszar ochrony ludności to wprowadzenie pierwszego stopnia alarmowego, gdy istnieje podejrzenie zaistnienia zagrożenia, sprowadza się do wzmożonego monitoringu, przez służby, instytucje lub firmy do tego powołane lub zatrudnione, miejsc użyteczności publicznej oraz miejsc w których przebywają lub mogą przebywać duże grupy ludzi. Drugi stopień alarmowy wiąże się z koniecznością wprowadzenia dodatkowych środków ochrony oraz przygotowania społeczeństwa na możliwe formy ataku. Natomiast gdy cel ataku jest znany lub gdy zidentyfikowany został podmiot mający dokonać ataku, bądź też w przypadku wystąpienie zdarzeń, które stworzyły zagrożenie dla Polski tj. gdy zaistniały przesłanki do wprowadzenia trzeciego stopnia alarmowego organy administracji powinny zapewnić zwiększone bezpieczeństwo w miejscach tworzenia się dużych skupisk ludzi. W szczególnych przypadkach gdy jest to niemożliwe zobowiązane są do odwoływania już zaplanowanych imprez masowych. Do obowiązków administracji po wprowadzeniu tego stopnia alarmowego należy również przygotowanie, zweryfikowanie stanu posiadania sił i środków niezbędnych do usuwania skutków prawdopodobnego zdarzenia, w tym sił i środków medycznych niezbędnych do zaopatrywania zdarzeń masowych. Czwarty stopień alarmowy w obszarze ochrony ludności oznacza kontrolę przemieszczania się ludności, wprowadzenie zakazu przeprowadzania imprez masowych i zapewnienie odpowiedniej ilości personelu i środków, w tym medycznych, w instytucjach i służbach interweniujących w przypadku ataku terrorystycznego lub aktu sabotażu.

Z powyższej charakterystyki działań organów administracji w kontekście wprowadzania kolejnych stopni alarmowych, wynika nowe podejście do two-

rzenia systemu zapewniającego bezpieczeństwo obywateli jak również zagrożonej infrastruktury. Stopniowanie podejmowanych działań np. w przypadku ochrony fizycznej obiektów (stan normalny – obiekt dostępny; I stopień – kontrola dostępu do obiektu; II stopień – obiekt chroniony fizycznie; III stopień – obiekt niedostępny dla osób postronnych; IV stopień – obiekt dostępny dla wybranej grupy osób uprawnionych), zapewni niezbędną, skuteczną i efektywną ochronę. To stopniowe wprowadzanie coraz wyższych poziomów ochrony musi zostać zaimplementowane do planów ochrony poszczególnych obiektów. W efekcie, od zaangażowania komendantów wojewódzkich Policji nadzorujących powstawanie i funkcjonowanie tych planów, w znacznym stopniu zależy jak szybko zapisy zarządzenia zostaną wdrożone do praktyki administracji publicznej.

Omawiając obowiązujące już zarządzenie należy koniecznie wspomnieć, że jego treść jedynie częściowo wypełnia zakres upoważnienia ustawowego. Przedsięwzięcia i procedury systemu zarządzania kryzysowego to nie tylko problemy realizacji zobowiązań sojuszniczych i ochrona obiektów ważnych dla funkcjonowania państwa. Równie ważnym jest przygotowanie administracji publicznej do działania w warunkach sytuacji kryzysowej, a w szczególnym przypadku do funkcjonowania po wprowadzeniu jednego ze stanów nadzwyczajnych ze stanem wojennym łącznie. Można więc oczekiwać, że w kolejnej edycji zarządzenia pojawią się przedsięwzięcia i procedury wynikające z czterech faz zarządzania opisywanych w Krajowym Planie Zarządzania Kryzysowego oraz czynności jakie mają wykonać poszczególne szczeble administracji by poprawnie wdrożyć postanowienia poszczególnych ustaw o stanach nadzwyczajnych.

W efekcie skatalogowane, a więc jednolite procedury działania z czasem doprowadzą do ustalenia standardów zachowań administracji i służb porządkowo – ochronnych w sytuacjach zagrożeń we wszystkich rejonach kraju i niezależnie od charakteru i skali zjawiska.

dr n. med. **Robert GAŁĄZKOWSKI**
mgr **Agata PAWLAK**
Lotnicze Pogotowie Ratunkowe

ANALIZA PROCESU SZKOLENIA STRAŻAKÓW KRAJOWEGO SYSTEMU RATOWNICZO-GAŚNICZEGO DO WSPÓŁPRACY Z LOTNICZYM POGOTOWIEM RATUNKOWYM W ZAKRESIE REALIZACJI OPERACJI NOCNYCH

Analysis of the training process of the National Firefighters Rescue System to work with the Polish Medical Air Rescue in the realization of night operations

Streszczenie: Szkolenie strażaków KSRG do współpracy z Lotniczym Pogotowiem Ratunkowym (SP ZOZ LPR) w zakresie realizacji lotów nocnych stanowi jedno z najważniejszych założeń strategii wprowadzania do operacji nowych śmigłowców ratunkowych. Między innymi od poziomu wyszkolenia załóg lotniczych jak i ratowników PSP zależy poziom bezpieczeństwa wykonywanych operacji. Z analiz prowadzonych przez międzynarodowe władze lotnicze wynika, że zaawansowane szkolenia i wprowadzane bezpieczne modele wykonywania operacji lotniczych znacząco minimalizują liczbę wypadków z udziałem śmigłowców ratunkowych. Zwrócenie uwagi szczególnie na śmigłowce ratunkowe wynika z charakterystyki operacji Śmigłowcowej Służby Ratownictwa Medycznego. Wspólne szkolenia PSP i SP ZOZ LPR, które są wynikiem podpisanego w 2008 roku porozumienia mają na celu przygotowanie strażaków ratowników do umiejętnego zabezpieczenia miejsca lądowania szczególnie w nocy oraz wypracowania wzajemnego zaufania pomiędzy załogami śmigłowców ratunkowych i strażakami. Po przeszkoleniu ponad 10 tys. strażaków ratowników przyszedł czas na dokonanie bardziej szczegółowej analizy realizowanego projektu. W celu weryfikacji skuteczności procesu prowadzonych szkoleń została opracowana specjalna ankieta z pytaniami, skierowana do 949 strażaków ratowników z różnych jednostek ratowniczo-gaśniczych. W wyniku przeprowadzonej analizy ankiet dokonano oceny procesu szkolenia i wyciągnięto wnioski, które mają posłużyć poprawie skuteczności prowadzonych szkoleń.

Summary: Training firefighters from the National Firefighters Rescue System to work with the Polish Medical Air Rescue in the realization of flights in night operations is a major input to the strategy of implementing new helicopters to rescue operations.

Among other things, from the level of training of both flight crews and lifeguards from the State Fire Service, depends the level of operations security. The analysis carried out by international aviation authorities introduced that advanced training and implemented safe flight operations models significantly minimize the number of accidents involving rescue helicopters. Drawing the attention especially to the rescue helicopters is due to the characteristics of operations of helicopter emergency medical services. Joint trainings of State Fire Service and Polish Medical Air Rescue, which are the result of the agreement signed in 2008, are designed to prepare firefighters to properly secure the landing site, especially at night, and to develop mutual trust between the helicopter rescue crews and firefighters. After training of more than 10 thousands rescue firefighters, came time to make a more detailed analysis of the project. In order to verify the effectiveness of the training carried out, a special questionnaire was designed, addressed to 949 firefighters from various firefighting rescue units. As a result of the analysis of survey, the training process was assessed and conclusions will be used to improve the effectiveness of training.

Słowa kluczowe: ratownictwo medyczne, śmigłowiec ratunkowy, bezpieczeństwo;

Keywords: medical rescue, rescue helicopter, safety;

Cel pracy: celem pracy było dokonanie analizy poziomu skuteczności i poziomu satysfakcji z procesu szkolenia strażaków KSRG w zakresie współpracy z załogami śmigłowców ratunkowych w operacjach wykonywanych w porze nocnej oraz próba odpowiedzi na pytanie czy przedmiotowe szkolenie przynosi oczekiwane rezultaty, a jeśli pojawiają się w tym obszarze niedociągnięcia, to jakie działania należy podjąć, aby je wyeliminować. Badanie procesu jakości szkolenia odbyło się na podstawie analizy ankiet, które zawierały 17 pytań i zostały wypełnione anonimowo przez 949 strażaków ratowników.

Wstęp

Szkolenie strażaków Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego w zakresie współdziałania z Lotniczym Pogotowiem Ratunkowym w operacjach nocnych, a dokładniej w zakresie wyznaczania miejsc lądowania oraz przyjmowania śmigłowca na miejscu działań ratowniczych, jest konsekwencją podpisanego w 2008 roku porozumienia o współpracy pomiędzy jednostkami. Porozumienie było jednym z elementów strategii opracowanej w związku z realizacją programu wieloletniego „Wymiana śmigłowców Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej Lotnicze Pogotowie Ratunkowe w latach 2005 – 2010”. Zakup nowych maszyn umożliwił rozszerzenie zakresu udzielanej przez SP ZOZ LPR pomocy medycznej również o porę nocną. Jednak wykonywanie operacji ratunkowych w warunkach nocy niesie za sobą podwyższony poziom ryzyka, tym samym należało podjąć szereg działań organizacyjnych i szkoleniowych mających to ryzyko minimalizować.

Szkolenia dla strażaków KSRG były i nadal są realizowane według programu podzielonego na dwa moduły:

1. szkolenie teoretyczno-praktyczne prowadzone przez instruktora PSP – **MODUŁ A**;
2. szkolenie praktyczne prowadzone przez instruktora SP ZOZ LPR – **MODUŁ B**;

W celu dokonania analizy procesu szkolenia przygotowano 17 pytań w ankiecie ewaluacyjnej:

1. Jak ocenia Pan/i organizację szkolenia – MODUŁ A? (w skali od 1-niezadowolające do 6 – bardzo dobre):

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

Uwagi:

2. Jak ocenia Pan/i organizację szkolenia – MODUŁ B? (w skali od 1-niezadowolające do 6 – bardzo dobre):

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

Uwagi:

3. Czy uczestnictwo w szkoleniu spełniło Pana/i oczekiwania merytoryczne?

- a. ☐ TAK, jestem zadowolony/a z jego przebiegu,
- b. ☐ TAK, jestem zadowolony/a, ale można było poprawić pewne elementy.

Prosimy napisać jakie

- c. ☐ NIE, całkowicie mi się nie podobało.
- d. ☐ NIE, ale pewne rzeczy wzbudziły moje uznanie.

Prosimy napisać jakie

4. Jak ocenia Pan/i instruktorów realizujących program szkolenia - MODUŁ A?

a) Jasność i komunikatywność przekazywanych informacji

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

b) Przygotowanie merytoryczne

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

Uwagi:

5. Jak ocenia Pan/i instruktorów realizujących program szkolenia - MODUŁ B?

a) Jasność i komunikatywność przekazywanych informacji

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

b) Przygotowanie merytoryczne

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

Uwagi:

6. Czy szkolenie w Pana/i opinii wyczerpuje temat współpracy SP ZOZ LPR/PSP w ramach porozumienia ?

a. ☐ TAK, wyczerpuje temat

b. ☐ NIE, całkowicie lub częściowo nie wyczerpuje tematu

Prosimy napisać czego zabrakło na szkoleniu w zakresie współpracy SP ZOZ LPR/PSP

.....

7. Czy prowadzone szkolenia dla strażaków KSRG w zakresie współpracy z SP ZOZ LPR uważa Pan/Pani za celowe?

a. ☐ TAK

b. ☐ NIE

8. Czy uważa Pan/Pani, że zabezpieczenie przez strażaków KSRG operacji wykonywanych przez śmigłowce SP ZOZ LPR w nocy podnosi poziom bezpieczeństwa operacji lotniczych?

a. ☐ TAK

b. ☐ NIE

9. Czy po odbytych szkoleniach i po pierwszych wspólnych akcjach ratowniczych polegających na zabezpieczeniu miejsca lądowania obserwuje Pan/Pani rosnące zaufanie do strażaków KSRG ze strony załóg śmigłowców?

a. ☐ TAK

b. ☐ NIE

10. Czy opracowany model współdziałania w zakresie wyznaczania miejsca lądowania dla śmigłowców SP ZOZ LPR oraz przyjmowania śmigłowca na miejscu działań ratowniczych przez strażaków KSRG, ocenia Pan/Pani jako właściwy kierunek współpracy?

a. ☐ TAK

b. ☐ NIE

W PYTANIACH o numerach 11-17
PRAWIDŁOWA JEST JEDNA ODPOWIEDŹ

11. Do zdarzenia HEMS (w ramach medycznych czynności ratunkowych) zadysponować śmigłowiec może:

- Oficer dyżurny
- Dyspozytor medyczny
- KDR

12. Podstawowym kanałem łączności do współdziałania Straż Pożarna/SP ZOZ LPR jest:

- Obojętne
- KSWL UO2
- Kanał ogólnopolski ratowniczy

13. W śmigłowcu EC 135 znajdują się:

- 2 wyjścia ewakuacyjne
- 3 wyjścia ewakuacyjne
- 4 wyjścia ewakuacyjne

14. Materiałem niebezpiecznym na pokładzie śmigłowca EC 135 jest:

- Butla z azotem o pojemności wodnej ok. 5 litrów
- Butla z tlenem o pojemności wodnej ok. 5 litrów
- Butla z tlenem o pojemności wodnej ok. 10 litrów

15. Do zabezpieczenia nocnego miejsca lądowania śmigłowca SP ZOZ LPR (EC 135) minimalnie wymagana jest liczba:

- 4 strażaków
- 3 strażaków i 1 wóz bojowy
- 2 strażaków i 2 wozy bojowe

16. Minimalne wymiary miejsca lądowania dla śmigłowca SP ZOZ LPR (EC 135) w nocy wynoszą:

- 25x25
- 35x25
- 50x25

17. W nocy, przyjęcie śmigłowca SP ZOZ LPR (EC 135) odbywa się za pomocą:

- Gestów strażaka stojącego w środku wyznaczonego do lądowania prostokąta
- Gestów strażaka stojącego poza obszarem wyznaczonego do lądowania prostokąta
- W nocy nie stosuje się sygnalizacji gestowej do przyjęcia śmigłowca

W wyniku analizy wypełnionych przez strażaków ratowników ankiet wyłania się ocena procesu szkolenia strażaków Krajowego Systemu Ratowniczego-Gaśniczego do współpracy z Lotniczym Pogotowiem Ratunkowym w zakresie realizacji operacji nocnych:

1. Jak ocenia Pan/i organizację szkolenia - MODUŁ A?

skala 1-6

1 – niezadowolający

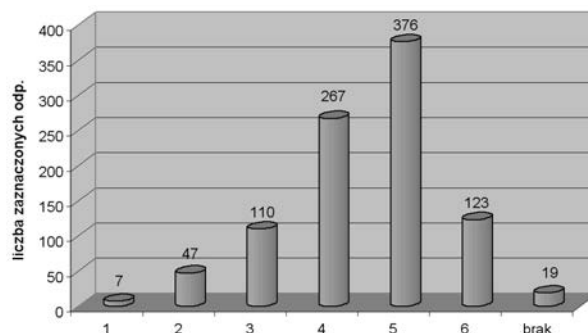
6 – bardzo dobre

skala

1	2	3	4	5	6	brak
7	47	110	267	376	123	19

średnia ocena

4,43



Uwagi:

- Za duża liczba słuchaczy biorących udział w szkoleniu;
- Szkolenie mogło odbyć się w poszczególnych jednostkach;
- Niepotrzebne ściąganie ludzi do ośrodka szkolenia;
- Zbyt mało zajęć praktycznych;
- Nie uczestniczyłem;
- Mało godzin teoretycznych.

2. Jak ocenia Pan/i organizację szkolenia - MODUŁ B?

skala 1-6

1 – niezadowolający

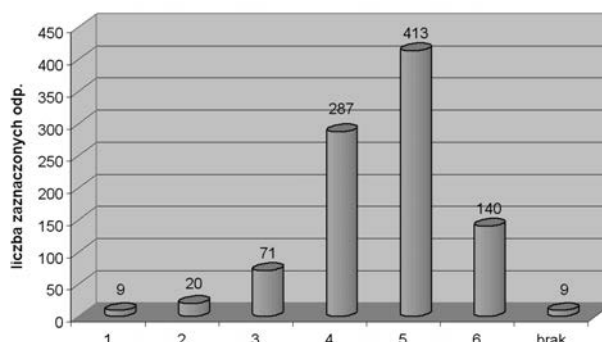
6 – bardzo dobre

skala

1	2	3	4	5	6	brak
9	20	71	287	413	140	9

średnia ocena

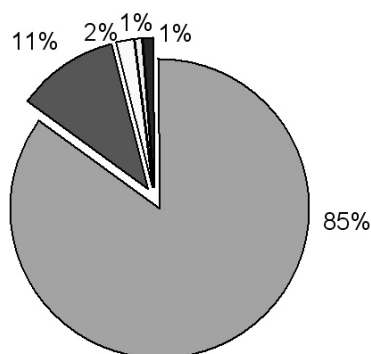
4,59



Uwagi:

1. Zajęcia nie były przeprowadzone;
2. Niepotrzebnie powtarzano wiadomości teoretyczne z modułu A;
3. Zbyt mało czasu poświęcono na szkolenie praktyczne - nie wszyscy mieli okazję przećwiczyć umiejętności praktyczne;
4. Za duża liczba słuchaczy biorących udział w szkoleniu;
5. Szkolenie mogło odbyć się w poszczególnych jednostkach;
6. Długi okres oczekiwania na ćwiczenia nocne;
7. Za długi czas oczekiwania na zapadnięcie zmroku;
8. Mało godzin praktycznych;
9. Mało czasu na przygotowanie praktyczne;
10. Zbyt duża grupa szkolonych.

3. Czy uczestnictwo w szkoleniu spełniło Pana/i oczekiwania merytoryczne?



- ☒ TAK, jestem zadowolony/a z jego przebiegu
- ☒ TAK, jestem zadowolony/a, ale można było poprawić pewne elementy
- ☐ NIE, całkowicie mi się nie podobało
- ☐ NIE, ale pewne rzeczy wzbudziły moje uznanie
- ☐ BRAK odpowiedzi

TAK, jestem zadowolony/a, ale można było poprawić pewne elementy. Prosimy napisać jakie

1. Brak możliwości zabrania ze sobą dodatkowych materiałów;
2. Zajęcia praktyczne z użyciem śmigłowca - więcej godzin;
3. Należy zwrócić uwagę na punktualność i niezawodność śmigłowców;
4. Niepotrzebnie powtarzano wiadomości teoretyczne z modułu A;
5. Zbyt mało czasu poświęcono na szkolenie praktyczne - nie wszyscy mieli okazję przećwiczyć umiejętności praktyczne;
6. Pokazało sens szkoleń;
7. Ciekawy wykład, duże kompetencje wykładowcy
8. Kompetentni wykładowcy;
9. Za dużo teorii (przepisy itp.) za mało aspektów praktycznych w części MODUŁ A;
10. Zbyt długa przerwa między modułami;
11. Zbyt mało praktyki;

12. Więcej praktyki;
13. Więcej osób powinno uczestniczyć w praktycznym sprawdzaniu śmigłowca;
14. Część teoretyczna;
15. Więcej ćwiczeń praktycznych;
16. Za mało szkolenia praktycznego np. brak przyziemienia na drodze;
17. Nie każdy mógł odbyć ćwiczenie praktyczne;
18. Nie mogłem odbyć zajęć praktycznych;
19. Wykładowcy mogli przyjechać do jednostek PSP;
20. Większa ilość szkoleń;
21. Szkolenia powinny być przeprowadzone w Komendach Powiatowych, możliwość udziału większej liczby strażaków, mniejsze koszty dojazdu i utrzymania stanu osobowego;
22. Zajęcia praktyczne nie odbyły się przy udziale śmigłowca;
23. Brakowało zajęć praktycznych;
24. Mniej osób i bardziej szczegółowe wytłumaczenie pewnych zagadnień;
25. Skrócić czas oczekiwania na szkolenie praktyczne;
26. Szkolenie za krótkie, zajęcia praktyczne ok. 1h na poznanie pracy śmigłowca, duże grupy szkoleniowe;
27. Wykorzystanie filmów i slajdów;
28. Skrócić czas szkolenia;
29. Więcej czasu na praktykę;
30. Więcej czasu na praktykę;
31. Więcej czasu na praktykę.

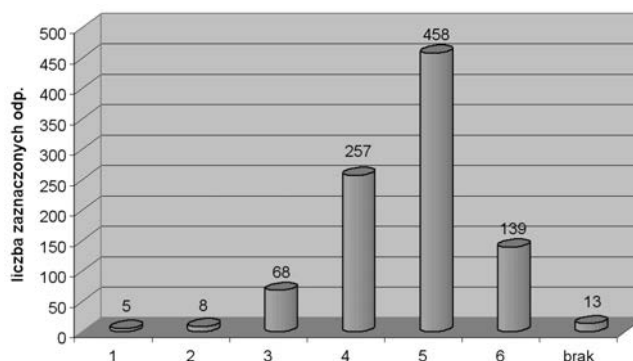
NIE, ale pewne rzeczy wzbudziły moje uznanie. Prosimy napisać jakie

1. Więcej ćwiczeń;
2. Wiadomości prowadzącego.

4. Jak ocenia Pan/i instruktorów realizujących program szkolenia - MODUŁ A?

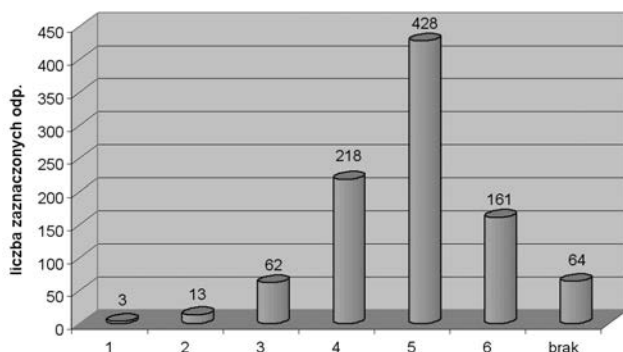
średnia ocena
4,68

Jasność i komunikatywność przekazywanych informacji



średnia ocena
4,74

Przygotowanie merytoryczne



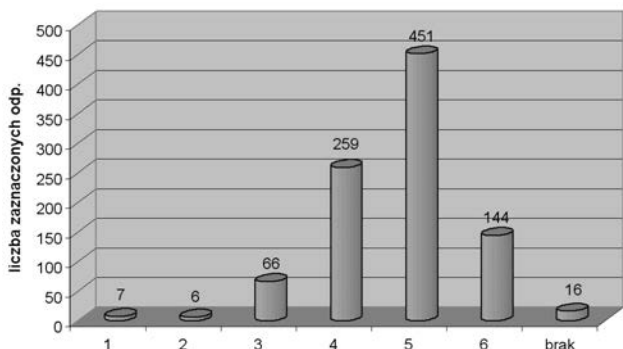
Uwagi:

1. Szkolenie prowadzili strażacy a nie piloci czy z obsługi Hemsaj;
2. Nie uczestniczyłem.

5. Jak ocenia Pan/i instruktorów realizujących program szkolenia - MODUŁ B?

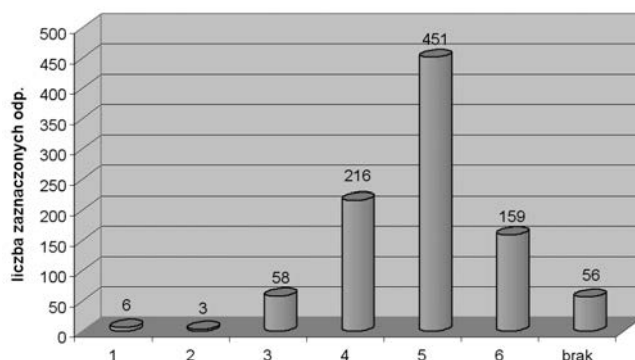
średnia ocena
4,69

Jasność i komunikatywność przekazywanych informacji



średnia ocena
4,77

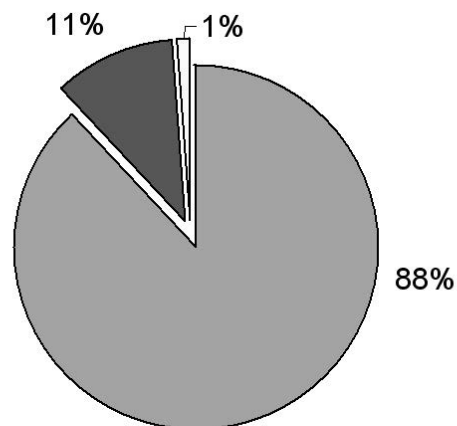
Przygotowanie merytoryczne



Uwagi:

1. Moduł B nie został zrealizowany, gdyż zdaniem pilota pogoda była nieodpowiednia do przeprowadzenia tego szkolenia;
2. Zbyt zadufani w sobie.

6. Czy szkolenie w Pana/i opinii wyczerpuje temat współpracy SP ZOZ LPR/PSP w ramach porozumienia?



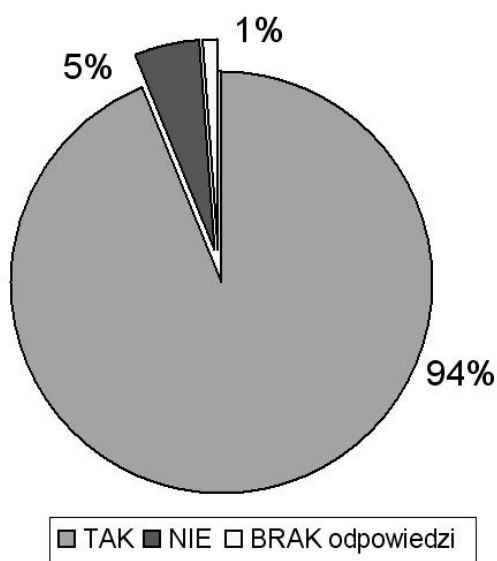
- ☒ TAK, wyczerpuje temat
- ☐ NIE, całkowicie lub częściowo nie wyczerpuje tematu
- ☐ BRAK odpowiedzi

NIE, całkowicie lub częściowo nie wyczerpuje tematu. Prosimy napisać czego zabrakło na szkoleniu w zakresie współpracy SP ZOZ LPR/PSP

1. Rozmowy z pilotem LPR-u odnośnie lądowań śmigłowca (doświadczeń pilotów ze współpracy ze strażakami);
2. W szkoleniach powinny brać udział również strażacy OSP z jednostek nie włączonych do KSRG, szczególnie tych, których jednostki planują się do włączenia lub tych, gdzie gmina nie ma OSP w KSRG;
3. Ćwiczeń;
4. Mało ćwiczeń praktycznych;
5. Mało zajęć praktycznych np. przekazywanie osoby poszkodowanej;
6. Praktyki dla każdego ćwiczącego;
7. Więcej zajęć praktycznych powinno się odbyć;
8. Za mało szkoleń praktycznych;
9. Praktyczne ćwiczenia począwszy od przyjazdu zastępu do momentu wylotu śmigłowca;
10. Brak rozwinięcia na temat łączności radiowej pomiędzy PSP a LPR;
11. Powinno częściej ćwiczyć się w terenie;
12. Więcej ćwiczeń w terenie;
13. Lepszego zapoznania ze śmigłowcem;
14. Mała ilość ćwiczeń;
15. Niedostateczna wiedza instruktorów;
16. Brak właściwego zapoznania ze śmigłowcem;
17. Większa ilość ćwiczeń;
18. Na zajęciach powinna być ćwiczona łączność radiowa;

19. Mało praktyki;
20. Brak możliwości rozmowy z pilotem;
21. Za mało ćwiczeń praktycznych;
22. Mało praktycznych i teoretycznych zadań do rozwiązania, obrazujących realne problemy we współpracy;
23. Ćwiczenie z pozoracją działań w zakresie ewakuacji osób do śmigłowca;
24. Jakże mamy prawo do wzywania – dysponowania LPR.

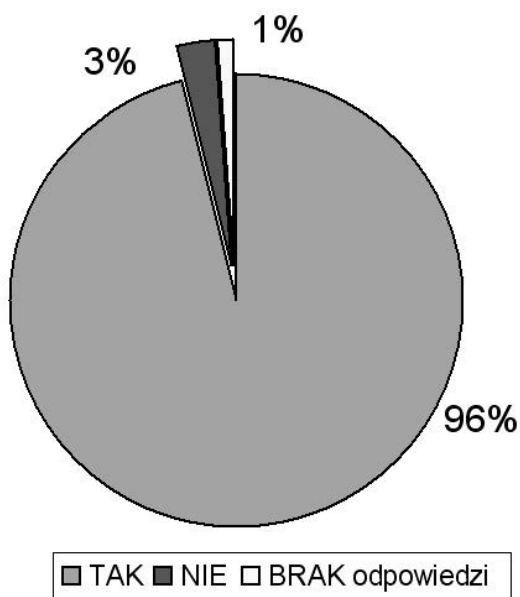
7. Czy prowadzone szkolenia dla strażaków KSRG w zakresie współpracy z SP ZOZ LPR uważasz za celowe?



Uwagi

1. W praktyce współpraca pilotów ze strażakami nie układa się najlepiej.

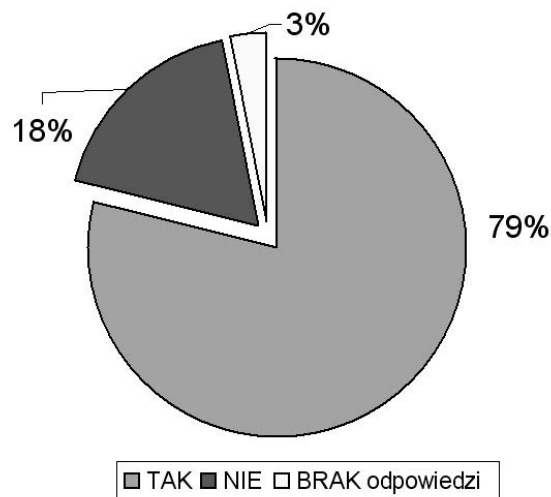
8. Czy uważasz, że zabezpieczenie przez strażaków KSRG operacji wykonywanych przez śmigłowce SP ZOZ LPR w nocy podnosi poziom bezpieczeństwa operacji lotniczych?



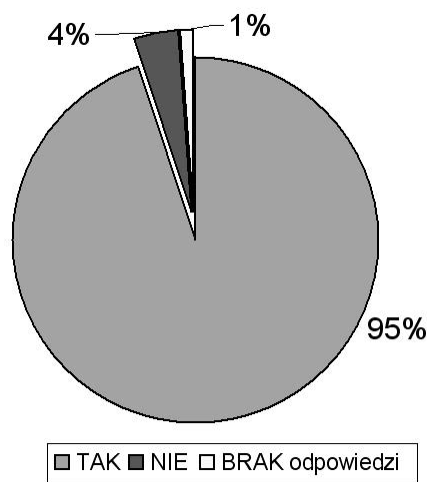
Uwagi:

1. Pytania do pilotów.

9. Czy po odbytych szkoleniach i po pierwszych wspólnych akcjach ratowniczych polegających na zabezpieczeniu miejsca lądowania obserwujesz ze strony załóg śmigłowców rosnące zaufanie do strażaków KSRG?



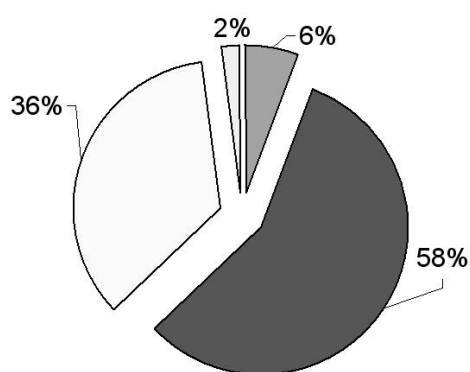
10. Czy opracowany model współdziałania w zakresie wyznaczania miejsca lądowania dla śmigłowców SP ZOZ LPR oraz przyjmowania śmigłowca na miejscu działań ratowniczych przez strażaków KSRG, oceniasz jako właściwy kierunek współpracy?



Uwagi:

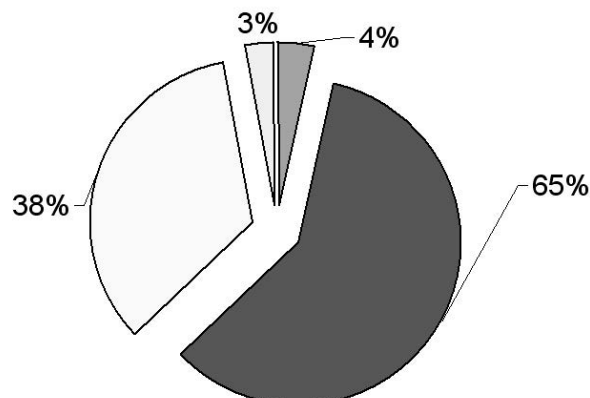
1. Praca nad komunikacją jest konieczna.

11. Do zdarzenia HEMS (w ramach medycznych czynności ratunkowych) zadysponować śmigłowiec może:



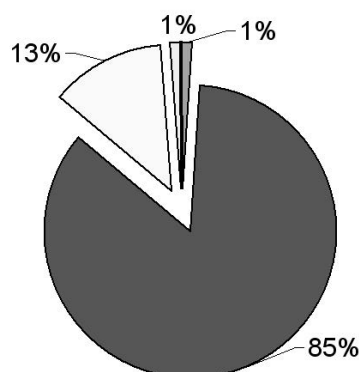
■ Oficer dyżurny ■ Dyspozytor medyczny □ KDR □ BRAK odpowiedzi

14. Materiałem niebezpiecznym na pokładzie śmigłowca EC 135 jest:



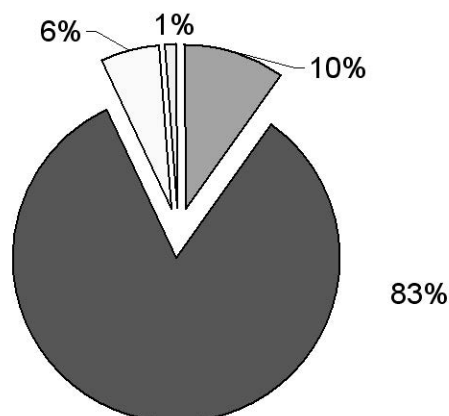
■ Butla z azotem o pojemności wodnej ok. 5 litrów
■ Butla z tlenem o pojemności wodnej ok. 5 litrów
□ Butla z tlenem o pojemności wodnej ok. 10 litrów
□ BRAK odpowiedzi

12. Podstawowym kanałem łączności do współdziałania Straż Pożarna/SP ZOZ LPR jest:



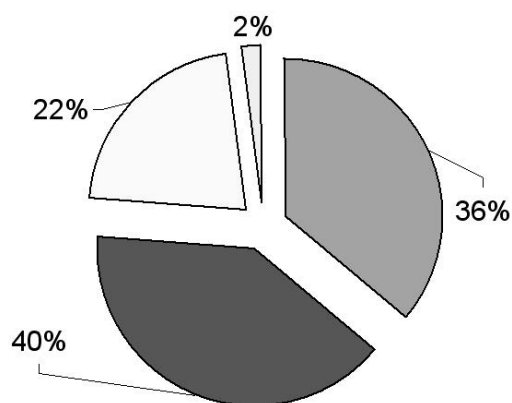
■ Obojętne ■ KSWL UO2
□ Kanał ogólnopolski ratowniczy □ BRAK odpowiedzi

15. Do zabezpieczenia nocnego miejsca lądowania śmigłowca SP ZOZ LPR (EC 135) minimalnie wymagana jest liczba:



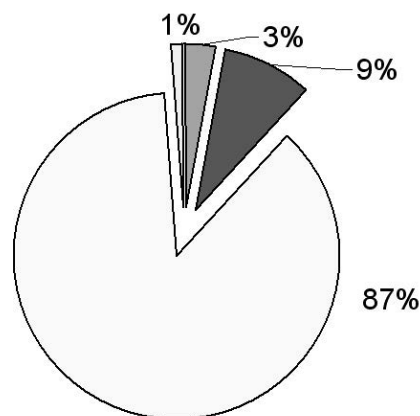
■ 4 strażaków ■ 3 strażaków i 1 wóz bojowy
□ 2 strażaków i 2 wozy bojowe □ BRAK odpowiedzi

13. W śmigłowcu EC 135 znajdują się:



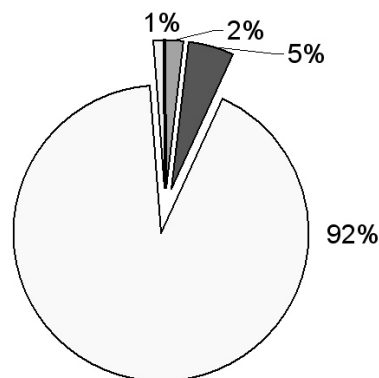
■ 2 wyjścia ewakuacyjne ■ 3 wyjścia ewakuacyjne
□ 4 wyjścia ewakuacyjne □ BRAK odpowiedzi

16. Minimalne wymiary miejsca lądowania dla śmigłowca SP ZOZ LPR (EC 135) w nocy wynoszą:



■ 25x25 ■ 35x25 □ 50x25 □ BRAK odpowiedzi

17. W nocy, przyjęcie śmigłowca SP ZOZ LPR (EC 135) odbywa się za pomocą:



- ☒ Gestów strażaka stojącego w środku wyznaczonego do lądowania prostokąta
- ☒ Gestów strażaka stojącego poza obszarem wyznaczonego do lądowania prostokąta
- ☐ W nocy nie stosuje się sygnalizacji gestowej do przyjęcia śmigłowca
- ☐ BRAK odpowiedzi

Opis:

Celem przeprowadzenia badania ankietowego było zbadanie poziomu satysfakcji z realizowanego programu szkolenia oraz poziomu przygotowania do realizacji współdziałania określonego w programie nauczania. Analizie poddano ankiety wypełnione przez 949 funkcjonariuszy straży pożarnej z terenu województwa mazowieckiego.

Organizacja szkolenia – moduł A, czyli część szkolenia realizowana przez instruktorów PSP, została oceniona w skali sześciostopniowej na średnią 4,43. Natomiast część B, przeprowadzana przez instruktorów SP ZOZ LPR wypadła na średnią 4,59. W skali oceny, 1 oznaczało ocenę niezadowalającą zaś 6 – bardzo dobrą.

W przypadku 85% ankietowanych uczestnictwo w szkoleniu spełniło ich oczekiwania bez zastrzeżeń, zaś następne 11% zaznaczyło odpowiedź: „TAK, jestem zadowolony/a, ale można było poprawić pewne elementy”. Zaledwie 2% osób wskazało, iż całkowicie szkolenie im się nie podobało.

Ocena instruktorów wypadła lepiej niż ocena samej organizacji szkolenia. W przypadku instruktorów PSP jasność i komunikatywność przekazywanych informacji oceniono średnio na 4,68, a przygotowanie merytoryczne na średnią 4,74. Natomiast instruktorzy SP ZOZ LPR wypadli odpowiednio na średnią ocenę 4,69 oraz 4,77. Szkolenia były poprzedzone przygotowaniem merytorycznym wszystkich instruktorów.

Na pytanie, „czy szkolenie w Pana/i opinii wyczerpuje temat współpracy SP ZOZ LPR/PSP w ramach porozumienia?”, 88% funkcjonariuszy stwierdziło, że wyczerpuje temat. 11% ankietowanych wskazało natomiast, że odbyte zajęcia nie wyczerpały tematu (częściowo lub całkowicie).

Zdecydowana większość, bo 94% osób, uznała, iż prowadzone szkolenia dla strażaków KSRG w zakresie współpracy z SP ZOZ LPR uważa za celowe. Niemal wszyscy ankietowani (96%) uważają, że zabezpieczenie przez strażaków KSRG operacji wykonywanych przez śmigłowce SP ZOZ LPR

w nocy podnosi poziom bezpieczeństwa operacji lotniczych.

Tylko 79% strażaków obserwuje rosnące do nich zaufanie ze strony załóg śmigłowców po odbytych szkoleniu i po pierwszych wspólnych akcjach ratowniczych polegających na zabezpieczeniu miejsca lądowania.

Na pytanie, czy opracowany model współdziałania w zakresie wyznaczania miejsca lądowania dla śmigłowców SP ZOZ LPR oraz przyjmowania śmigłowca na miejscu działań ratowniczych przez strażaków KSRG oceniasz jako właściwy kierunek współpracy, 95% ankietowanych udzieliło odpowiedzi twierdzącej.

W części merytorycznej ankiety, zadano ankietowanym siedem podstawowych pytań wynikających z programu nauczania. Na pierwsze pytanie poprawnie odpowiedziało 56% ankietowanych. Na drugie pytanie prawidłowo odpowiedzi zaznaczyło 85% osób. W przypadku trzeciego pytania już tylko 36% udzieliło właściwej odpowiedzi. W kolejnym pytaniu, poprawnie odpowiedziało nieco ponad połowa ankietowanych (55%), a w następnym tylko 10%.

W przedostatnim pytaniu poprawną odpowiedź zaznaczyło 87% osób. Na ostatnie pytanie poprawnie odpowiedziało 92% ankietowanych.

Najwięcej uwag badani uczestnicy szkolenia mieli do części dotyczącej organizacji szkoleń zarówno modułu A jak i B. Najczęściej powtarzające się stwierdzenia dotyczą celowości wyboru miejsca realizacji zajęć czy zbyt krótkiego czasu na ćwiczenia praktyczne.

Wnioski

Ogólna ocena realizacji samego szkolenia wypadła dobrze. Jednakże ocena poziomu zdobytej wiedzy merytorycznej wypada niedostatecznie; cele szkoleniowe nie zostały osiągnięte na poziomie w pełni satysfakcjonującym – na siedem pytań wynikających z programu nauczania, odnotowano 39,71% odpowiedzi zaznaczonych prawidłowo. Trudno stwierdzić z czego wynika tak duża liczba błędnych odpowiedzi, ale niestety świadczy to o słabym przygotowaniu teoretycznym. Możliwe, że pytania nie zostały przeczytane ze zrozumieniem, a odpowiedzi zaznaczano schematycznie i w pośpiechu, na podstawie kilku zapamiętanych ze szkolenia haseł. Nie wykluczone również, że zajęcia teoretyczne nie zostały przeprowadzone zgodnie z programem nauczania, a w części praktycznej nie zostało to zweryfikowane.

Od momentu powstania strategii zakładającej zabezpieczanie lądowań śmigłowców ratunkowych w nocy przez ratowników straży pożarnej podjęto działania zmierzające do opracowania szczegółowego programu szkoleń. Pomocniczo przyjęto następujące tezy:

1. Nowe śmigłowce mogą być wykorzystywane do lotów nocnych.
2. Aby móc latać w nocy, należy przygotować do tego kadre SP ZOZ LPR.

3. Do czasu osuwania się z nowym środowiskiem – nowy śmigłowiec i noc (ciemność) – można lądować tylko w znanych miejscach – „miejsca gminne”.
4. Znane miejsca – „miejsca gminne” – muszą być zabezpieczone przez straż pożarną.
5. Straż pożarna musi zadbać o bezpieczeństwo załogi przy lądowaniu poprzez sprawdzenie miejsca do lądowania oraz jego oświetlenie.
6. Po oswojeniu „maszyny” i nocy można zacząć latać w miejsca przygodne – pod warunkiem, że straż pożarna będzie tam przed przylotem śmigłowca.
7. Straż pożarna musi wiedzieć, jak zadbać o bezpieczeństwo załóg HEMS.

Kwestia dysponowania do zdarzeń lotniczych zespołów ratownictwa medycznego wydawała się dla organizatorów szkolenia oczywista, tymczasem okazało się, że odpowiedź na pytanie „do zdarzenia HEMS (w ramach medycznych czynności ratunkowych) zadysponować śmigłowiec może: Oficer dyżurny, Dyspozytor medyczny czy KDR” sprawiła problem. Tylko 56% ankietowanych prawidłowo zaznaczyło, że jest to Dyspozytor medyczny.

Należy pamiętać o najważniejszej części szkolenia – procedura związana z realizacją misji nocnych. W miarę wydłużania dyżurów baz SP ZOZ LPR o porę nocną na przestrzeni kolejnych 2 lat, strażacy z coraz większego obszaru kraju będą mieli do czynienia z lotniczymi zespołami ratownictwa medycznego właśnie w nocy. Operacje lotnicze w nocy dla załóg SP ZOZ LPR są bardzo trudnym zadaniem w zakresie bezpieczeństwa - 13% ankietowanych nie zna minimalnych dla tej pory wymiarów lądowiska, które mają zabezpieczać, a w przyszłości sami wyznaczać! 7% ankietowanych byłoby skłonnych stosować sygnalizację gestową do przyjmowania śmigłowca na miejscu lądowania w nocy. Należy tu wskazać, że nie ma to racji bytu między innymi z powodu ograniczonej widoczności – załoga z powietrza nie jest w stanie zobaczyć w porę ratownika stojącego na ziemi. Ponadto ankietowani strażacy nie widzą problemu, by ratownik w momencie stosowania sygnalizacji gestowej znajdował się w sferze lądowania śmigłowca, czyli w obszarze niebezpiecznym w nocy ze względu na brak widzialności ziemi.

Nie wszyscy ankietowani potrafili udzielić odpowiedzi na pytanie o liczbę sił i środków niezbędnych do zabezpieczenia nocnych lądowań śmigłowców ratunkowych. 83% badanych właściwie wskazało, iż minimalnie potrzeba jest trzech strażaków i jednego wozu. Podczas szkoleń padały pytania jak się zachować, jeśli wjazd samochodem na wyznaczone miejsce nie będzie możliwy? Oczywiście jest, że należy wówczas wprowadzić do zabezpieczenia miejsca lądowania kolejnego strażaka. Warto zaznaczyć, iż ideą zabezpieczenia miejsca lądowania w nocy jest oznaczenie światłem czterech punktów prostokąta wolnego od przeszkód i o bezpiecznej wielkości. Oświetlenie miejsca przyziemienia realizowane jest z pokładu śmigłowca.

Ankiety wykazały również braki w wiedzy z zakresu kwestii technicznych – znajomość liczby wyjść ewakuacyjnych i rodzajów materiałów niebezpiecznych w postaci butli z gazem na pokładzie śmigłowca. Tylko 36% ankietowanych wiedziało, że są 2 wyjścia ewakuacyjne, a 55% osób znało odpowiedź na pytanie dotyczące pojemności zbiornika z tlenem.

Jak przygotowanie w wyniku przeprowadzonych szkoleń wpływa na rzeczywiste działania, można już obserwować na co dzień. Załogi śmigłowców ratunkowych są po wielu misjach nocnych przeprowadzonych we współpracy z PSP. Nie odnotowuje się większych uwag do zabezpieczeń lądowania śmigłowca po zapadnięciu zmroku.

Przed PSP i SP ZOZ LPR są kolejne szkolenia do przeprowadzenia w następnych województwach. Organizacja, zakres i metodyka musi ulec jednak zmianie, gdyż analizowane ankiety wykazały nie do końca zadowalający poziom wiedzy merytorycznej uczestników.

W wyniku przeprowadzonego badania ankietowego wypracowano następujące zalecenia:

1. Wprowadzić dodatkowe informacje do schematu zabezpieczenia miejsca lądowania w nocy oraz usunąć te dotyczące operacji w ciągu dnia.
2. Wprowadzić testy sprawdzające na szkoleniach w module B.
3. Wzmocnić u strażaków świadomość potrzeb SP ZOZ LPR.

dr n. med. Robert Gałązkowski

Jest absolwentem Uniwersytetu Zielonogórskiego. W 2005 r. uzyskał tytuł doktora nauk medycznych na Wydziale Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. W 2006 r. ukończył podyplomowe studia Zarządzania Organizacjami Ochrony Zdrowia w Szkole Głównej Handlowej.

Jest adiunktem w Zakładzie Ratownictwa Medycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego i Dyrektorem SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe.

mgr Agata Pawlak

Z wykształcenia jest ratownikiem medycznym. Studia magisterskie ukończyła na kierunku Ekonomia i Organizacja Ratownictwa. W 2007 roku ukończyła studia podyplomowe na kierunku Zarządzanie w Stanie Zagrożeń. Od czterech lat pełni funkcję Kierownika Działu Ratownictwa Medycznego w SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe. Jest strażakiem Ochotniczej Straży Pożarnej w gminie Kampinos.

Zainteresowania zawodowe: system Państwowego Ratownictwa Medycznego oraz kształcenie kadr medycznych w zakresie zarządzania i organizacji w ochronie zdrowia. Z zamiłowania podróżnik i fotograf.

Recenzenci

dr hab inż. Bernard Wiśniewski

dr n. techn. Władysław Wolkowski

ppłk dr **Konrad STAŃCZYK**

Instytut Logistyki Wydziału Zarządzania i Dowodzenia
Akademii Obrony Narodowej

OD KONTROLI WEWNĘTRZNEJ DO ZARZĄDCZEJ. ANALIZA ORGANIZACYJNO-PRAWNYCH ASPEKTÓW KONTROLI W JEDNOSTKACH SEKTORA FINANSÓW PUBLICZNYCH

**From the internal control to the control of management activities.
Analysis of organizational and legal aspects in public financial sector.**

Streszczenie

Kontrola jest niezbędnym elementem procesu zarządzania. Występuje zatem zarówno w zarządzaniu całą gospodarką narodową, jej poszczególnymi dziedzinami oraz jednostkami organizacyjnymi, a wśród nich jednostkami sektora finansów publicznych.

W sektorze publicznym celem kontroli jest badanie zgodności postępowania z obowiązującymi aktami prawa, a także badanie efektywności i ocena faktycznych realizacji procesów zachodzących w jednostkach tego sektora, stąd obowiązkiem prowadzenia kontroli zostały objęte wszystkie jednostki sektora finansów publicznych.

Zadaniem kontroli w tym obszarze jest wykrywanie zjawisk negatywnych w działalności przede wszystkim jednostek budżetowych, ustalanie ich przyczyn, rozmiarów i skutków, wskazanie osób odpowiedzialnych za wystąpienie odchyleń. Ważnym zadaniem jest również określenie możliwości, trybów i sposobów usunięcia negatywnych zjawisk oraz stworzenie procedur zapobiegających ich powstawaniu w przyszłości.

Współcześnie, miejsce dotychczasowej kontroli finansowej zajęła kontrola zarządcza. Ma ona charakter kontroli wewnętrznej, chociaż należy nie tylko do kierownika jednostki sektora finansów publicznych, lecz także do ministra kierującego danym działem administracji rządowej oraz do wójta, burmistrza, prezydenta miasta, przewodniczącego zarządu jednostki samorządu terytorialnego.

Wzrost znaczenia kontroli zarządczej łączy się z menadżerskim podejściem do finansów publicznych, zwłaszcza pod względem zachowania dostatecznej efektywności wydatkowania środków publicznych. Tym samym, kontrola zarządcza jest związana bezpośrednio z zarządzaniem i stanowi jedną z jego funkcji (obok planowania, organizowania i kierowania). Działania te w sferze jednostek sektora finansów publicznych przyjęto określać jako zarządzanie operacyjne lub administrowanie.

Summary

The threat of crisis in public finances enforces regulations aiming at their rehabilitation especially for effective spending and controlling of both the state and European finances.

For these purposes the place of the previous financial control has been taken over by the control of management activities. It performs the role of internal control; however it is not subjected only to the manager in charge of the given sector of public finances but also to the minister responsible for the particular department of state administration and local governments.

These days the importance and significance of the control of management activities is associated with the managerial attitude to the sector of public finances with especial stress on their effective spending.

Słowa kluczowe: finanse publiczne, jednostki sektora finansów publicznych, kontrola wewnętrzna, kontrola zarządcza;
Keywords: public finances, units of the sector of public finances, internal control, Control of management activities.

Kontrola jest niezbędnym elementem procesu kierowania (zarządzania) każdym zorganizowanym działaniem ludzkim bez względu na dziedzinę, szczebel i rozmiar, na jakim jest realizowane to działanie. Występuje zatem zarówno w zarządzaniu całą

gospodarką narodową, jej poszczególnymi dziedzinami oraz jednostkami organizacyjnymi, a wśród nich jednostkami sektora finansów publicznych¹.

² Por. M. Klimas, *Podręczna encyklopedia rachunkowości*, Poltext, Warszawa 2000, s. 314.

Kontrola to porównanie stanu faktycznego ze stanem wymaganym, rozpatrywanie czegoś; dochodzenie czegoś, wnikanie, wgląd w coś; nadzór nad czymś².

W literaturze przedmiotu kontrola jest traktowana jako jeden z elementów cyklu sprawnego, zorganizowanego działania, obejmującego:

1. Uświadomienie sobie (i – w przypadku działania zbiorowego – przez kierownictwo członkom zespołu) rzeczywistych celów działania oraz ich wzajemnego stosunku;
2. Planowanie działania, czyli obmyślanie środków i sposobów działania dostosowanych zarówno do celów, jak i do warunków, albo inaczej, organizowanie toku działań;
3. Pozyskanie i rozmieszczenie zasobów potrzebnych do wykonywania działań, a gdyby ich pozyskanie okazało się niemożliwe, działanie uboczne zmierzające do takiego przekształcenia wewnętrznych i zewnętrznych warunków działania głównego, aby główny cel mógł być osiągnięty za pomocą zasobów będących do dyspozycji (pozyskanie zasobów można scharakteryzować również jako organizowanie w znaczeniu statycznym);
4. Realizowanie zadań: im bardziej udoskonalona struktura organizacyjna, tym bardziej powodzenie całego procesu zależy od dokładności realizacji wszystkich, chociażby pozornie drobnych, szczegółów planu działania;
5. Kontrolę realizacji, polegającą na porównaniu realizacji z odpowiednimi wzorcami i wyciągnięciu z tego porównania wniosków na przyszłość³.

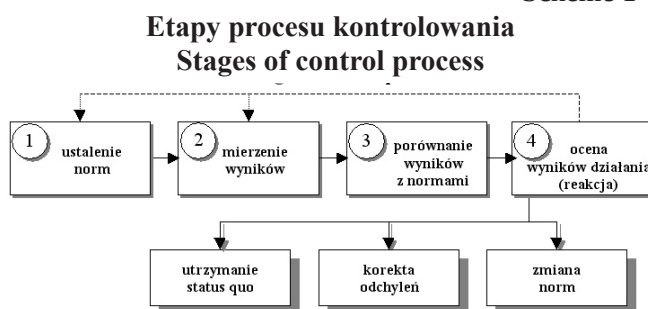
Tak rozumiana kontrola, w sensie działalności, czyli w aspekcie czynnościowym posiada złożony charakter, składa się z wielu elementów. Rozumie się ją w wąskim, bądź szerokim znaczeniu.

W wąskim rozumieniu kontrolą nazywamy ogół czynności polegających na sprawdzeniu stanu faktycznego⁴.

W szerokim rozumieniu kontrola jest swoistą działalnością, na którą składają się następujące zasadnicze rodzaje czynności: ustalanie stanu obowiązującego (wyznaczeń), ustalanie stanu rzeczywistego (wykonań), porównanie wykonań z obowiązującymi wyznaczeniami w celu ustalenia ich zgodności lub niezgodności, wyjaśnienie przyczyn stwierdzonej zgodności lub niezgodności między wykonaniami i wyznaczeniami⁵, a jak podkreślają niektórzy autorzy również - w razie potrzeby – zainicjowanie odpowiednich decyzji korekcyjnych i dostosowa-

nych⁶, czy też występowanie przeciwko zjawiskom niekorzystnym i sygnalizowanie kompetentnym jednostkom o dokonanych spostrzeżeniach⁷ (zob. schemat 1).

Schemat 1
Scheme 1



Źródło: R. W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 2004, s. 585.

Poszczególne etapy kontroli tworzą proces kontroli, w czasie którego dokonuje się nie tylko porównania stanu rzeczywistego danej rzeczy lub sprawy z wzorcem, ale jeśli stan rzeczywisty jest gorszy od wzorca, to należy szukać tego przyczyn, ustalić osoby odpowiedzialne i doprowadzić do tego, aby stan rzeczywisty dorównywał wzorcowi lub go przewyższał (zob. schemat 2).

Skoro zatem kontrola jest to proces porównywania rzeczywistych rezultatów z tym, co zostało zaplanowane, oraz ocena powstałych odchylen, to za pomocą kontroli można określić postęp w realizacji celów i zadań organizacji, odpowiednio wcześniej podjąć działania korygujące, porównać wyniki działalności menedżerów, utrzymać dyscyplinę ekonomiczną w organizacji⁸.

Zatem kontrola to regulacja działań, prowadzona w taki sposób, by ułatwić osiągnięcie przyjętych celów⁹.

W sektorze publicznym celem kontroli jest badanie zgodności postępowania z obowiązującymi aktami prawa, a także badanie efektywności i ocena faktycznych realizacji procesów zachodzących w jednostkach sektora publicznego¹⁰. Tak określony cel wskazuje na legalność działania i efektywność opisaną przez osiągnięte korzyści w stosunku do poniesionych nakładów.

⁶ B. R. Kuc, *Niektóre problemy autonomizacji kontroli*, „Prakseologia” 1973, nr 3-4, s. 19.

⁷ J. Starościak, *Elementy nauki w administracji*, PWN, Warszawa 1957, s. 137.

⁸ Por. H. Buk, *Wykorzystanie budżetowania w planowaniu i kontroli finansowej*, „Serwis Finansowo Księgowy” 1998, nr 4, s. 14.

⁹ R. W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 2004, s. 585.

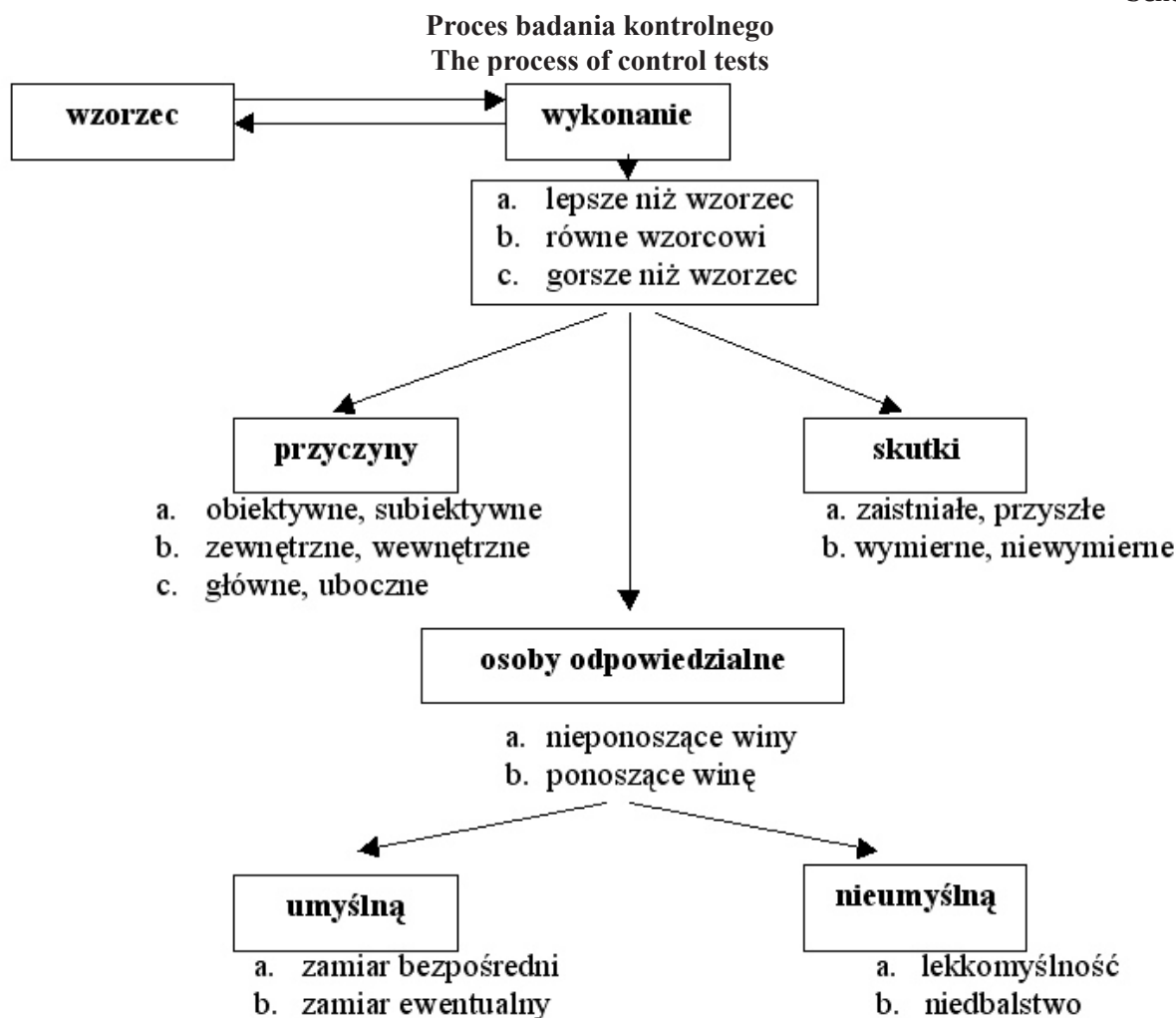
¹⁰ J. Uryga, A. Kośmider, *Problemy kontroli gospodarczej*, PWE, Warszawa 1984, s. 25.

² *Słownik języka polskiego*, Warszawa 1984, t. 1, s. 1001.

³ J. Zieleniewski, *Organizacja i zarządzanie*, PWN, Warszawa 1969, s. 46.

⁴ M. Jaroszyński, *Prawo administracyjne*, PWN, Warszawa 1952, s. 12.

⁵ L. Kurowski, H. Sochacka-Krysiak, *Kontrola finansowa, organizacja i kierowanie*, PWE, Warszawa 1990, s. 24.



Źródło: K. Winiarska, A. J. Wołoszyn, *Rachunkowość budżetowa*, ABC, Warszawa 2004, s. 334.

Zadaniem kontroli w tym obszarze jest wykrywanie zjawisk negatywnych w działalności przede wszystkim jednostek sektora publicznego, ustalanie ich przyczyn, rozmiarów i skutków, wskazanie osób odpowiedzialnych za wystąpienie odchylen. Ważnym zadaniem jest również określenie możliwości, trybów i sposobów usunięcia negatywnych zjawisk oraz stworzenie procedur zapobiegających ich powstawaniu w przyszłości. Są to zatem zadania polegające na wykrywaniu faktów, oraz analizie i zapobieganiu ich powstawania¹¹.

Dużą rolę weryfikacyjną spełnia kontrola przeprowadzana przez wyspecjalizowany organ pochodzący spoza struktury organizacyjnej kontrolowanego ogniwa administracji. Może być ona wykonywana przez Najwyższą Izbę Kontroli bądź przez właściwego ministra (inny organ), wojewodę lub

wyspecjalizowane urzędy kontroli skarbowej. Uzupełniającą rolę odgrywa kontrola prowadzona przez organy ochrony prawa, zwłaszcza przez aparat prokuratury i Centralne Biuro Antykorupcyjne. W odniesieniu do jednostek samorządu terytorialnego liczy się przede wszystkim kontrola regionalnych izb obrachunkowych, które obok sprawowania nadzoru finansowego kontrolują jeszcze gospodarkę finansową i zamówienia publiczne, a ponadto kontrola wykonywana przez urzędy kontroli skarbowej, zwłaszcza w zakresie wykorzystania dotacji i udzielania zamówień finansowanych ze środków państwowych¹².

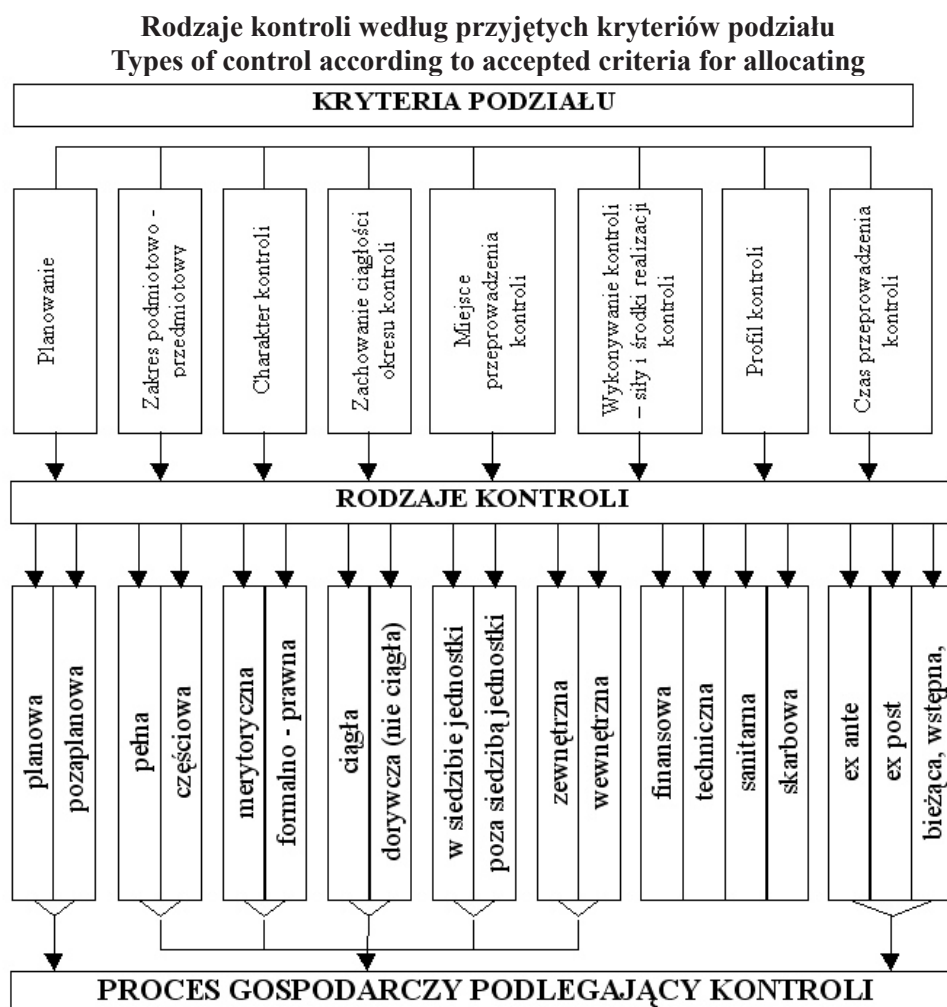
Publiczne zjawiska finansowe objęte są różnymi, licznymi rodzajami kontroli. Ich mnogość wynika zarówno ze zróżnicowania i braku jednolitości poglądów teoretycznych co do klasyfikowania kon-

¹¹ M. Dylewski, B. Filipiak, A. Szewczuk, *Finanse publiczne. Instrumenty, struktury, procesy*, Wyd. Fundacja na rzecz Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2004, s. 158.

¹² R. Szostak, *Kontrola zarządcza w jednostkach sektora finansów publicznych – charakterystyka ogólna*, „Kontrola Państwowa” 2010, nr 5, s. 4.

trol¹³, jak też z różnorodności rodzajów kontroli stosowanych w praktyce gospodarczej¹⁴ (zob. schemat 3).

Schemat 3
Scheme 3



Źródło: M. Wasylko, *Kontrola finansowa jako system optymalizacji procesów gospodarczych*, Wyższa Szkoła Finansów, Bankowości i Ubezpieczeń, Łódź 2001, s. 69.

¹³ Por. A. Gawęł, *Rewizja działalności gospodarczej przedsiębiorstwa przemysłowego*, Warszawa 1964; L. Kurowski, H. Sochacka-Krysiak, *Kontrola finansowa*, Warszawa 1971; L. Kurowski, E. Ruśkowski, H. Sochacka-Krysiak, *Kontrola finansowa w sektorze publicznym*, Warszawa 2000; E. Górecki, *Kontrola wewnętrzna w przedsiębiorstwie rynkowym*, Wyd. Agencji Wydawniczej Interfart, Łódź 1999; E. Karwowski, *Organizacja i kontrola wewnętrzna na przykładzie spółki prawa handlowego*, Wyd. Perfekt-Audit Doradcy Finansowo-Księgowi, Gdańsk 1996; *Kontrola wewnętrzna*, praca zbiorowa zespołu Price Waterhouse Coopers, Wyd. Fundacji Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa 1999; Cz. Paczuła, *Kontrola wewnętrzna w zarządzaniu jednostką gospodarczą*, Difin, Warszawa 1998; K. Wierzbicki, *Kontrola wewnętrzna w podstawowych jednostkach gospodarczych*, Wyd. UNIVERS-D.K.M., Warszawa-Zielona Góra 1996; M. Wasylko, *Kontrola finansowa jako system optymalizacji procesów gospodarczych*, Wyższa Szkoła Finansów, Bankowości i Ubezpieczeń, Łódź 2001; A. Sylwestrzak, *Kontrola administracji publicznej w III Rzeczypospolitej Polskiej*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2004.

Jednak liczba rodzajów kontroli, wymienianych w literaturze przedmiotu przez różnych autorów, nie odgrywa większej roli, gdyż w każdym wypadku zależy ona od przyjętego kryterium podziału oraz liczby rozpatrywanych przypadków¹⁵.

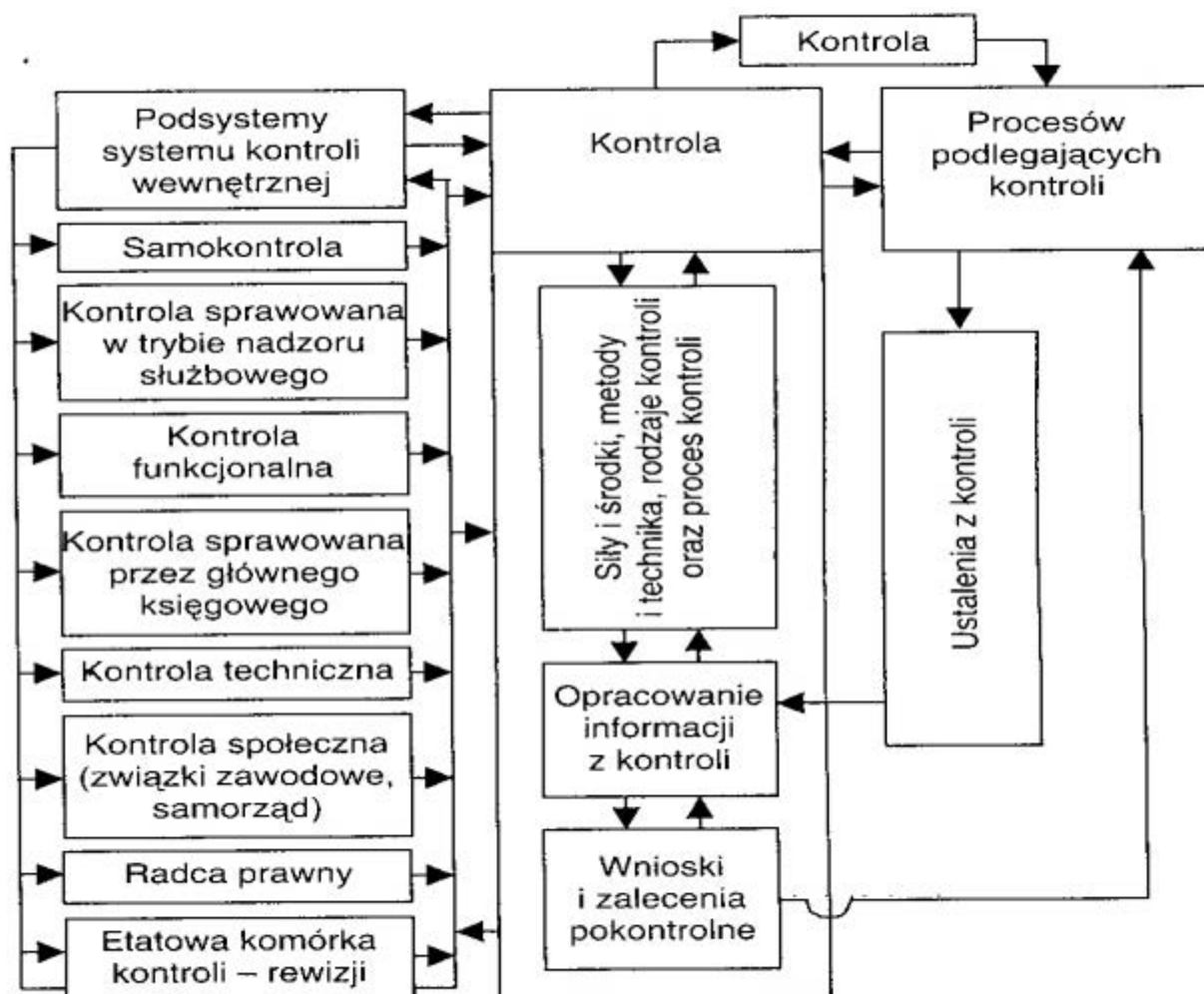
Z punktu widzenia kryterium wykonawców kontroli (sił i środków potrzebnych do jej wykonania) wyróżniamy wykonawców kontroli wewnętrznej i zewnętrznej.

Kontrola wewnętrzna, to kontrola ekonomiczna sprawowana przez samą jednostkę gospodarczą, przez jej własnych pracowników, kierowników, czy inne osoby funkcyjne. To kontrola stanowiąca pewien przemysłany i zorganizowany system działania. Jest ona integralnie związana z zarządza-

¹⁴ Por. Cz. Paczuła, *Kontrola wewnętrzna jako element procesu zarządzania*, Stowarzyszenie Księgowych w Polsce, Warszawa 2003, s. 15.

¹⁵ M. Wasylko, *Kontrola finansowa...*, op. cit., s. 64.

Koncepcja systemu kontroli wewnętrznej
The concept of the internal control system



Źródło: M. Wasylko, *Kontrola finansowa jako system optymalizacji procesów gospodarczych*, Wyższa Szkoła Finansów, Bankowości i Ubezpieczeń, Łódź 2001, s. 137.

niem jednostki i stanowi ważną funkcję kierowania podmiotem gospodarczym (zob. schemat 4).

Kontrolę wewnętrzną przeprowadza się siłami i środkami danego podmiotu (np. jednostki sektora finansów publicznych).

W modelu gospodarki rynkowej, przy naturalnej tendencji ograniczania kontroli zewnętrznej, kontrola wewnętrzna, szczególnie w sektorze publicznym nabiera istotnego - priorytetowego znaczenia. Wynika to przede wszystkim z tego, że:

1. Kontrola wewnętrzna - stanowiąca element składowy organizacji i zarządzania daną jednostką - może być objęty całokształt jej działalności, a więc związane z tą działalnością wszystkie problemy ekonomiczne, techniczne, finansowo-księgowe, prawno-organizacyjne itp.;
2. Kontrola ta - w przeciwieństwie do kontroli zewnętrznej - może być sprawowana na bieżąco, w trakcie przebiegu procesów składających się na działalność danej jednostki;

3. Znaczenie kontroli wewnętrznej rośnie wraz ze zwiększaniem się zakresu odpowiedzialności kierownictwa i pracowników jednostki za wyniki jej działalności¹⁶.

Do zbudowania prawidłowego systemu kontroli wewnętrznej oraz jej właściwego funkcjonowania niezbędne jest - oprócz konieczności uwzględnienia wymagań związanych z tworzeniem prawidłowo funkcjonującego i skutecznego systemu kontroli - w szczególności¹⁷:

1. Ustalenie zakresu i rodzaju decyzji, do których podejmowania są upoważnione poszczególne organy jednostki sektora publicznego (przedsiębiorstwa, spółki, spółdzielni) i poszczególni pracownicy, ustalenie zakresu odpowiedzialności za pod-

¹⁶ Por. M. Klimas, *Podręczna encyklopedia...*, op. cit., s. 326.

¹⁷ Ibidem.

jęte decyzje, jak również zakresu kontroli realizacji określonych decyzji (operacji gospodarczych, procesów gospodarczych itp.) oraz podmiotu, który ma przeprowadzić tę kontrolę;

2. Wprowadzenie prawidłowego systemu dokumentacji i ewidencji (a zwłaszcza systemu obiegu i kontroli dokumentów odzwierciedlających poszczególne rodzaje operacji gospodarczych i dokumentów zdawczo-odbiorczych) oraz ustalenie osób uprawnionych do podpisywania tych dokumentów;
3. Powierzenie pieczy nad poszczególnymi składnikami majątku ściśle określonym pracownikom (kasjerom, magazynierom, użytkownikom itp.), określenie uprawnień i obowiązków tych pracowników oraz stworzenie warunków faktycznie umożliwiających im dozór nad powierzonym mieniem,
4. Nie dopuszczenie do tego, aby pracownikowi wydającemu dyspozycje w zakresie gospodarowania składnikami majątku były powierzone równocześnie czynności polegające na wykonywaniu tych dyspozycji;
5. Sprawdzanie stanu składników majątku przez dokonywanie w obowiązującym trybie ich spisów z natury – inwentaryzacja.

Takie rozumienie kontroli działającej wewnątrz jednostki powinno stanowić swego rodzaju system wczesnego ostrzegania i bezzwłocznie sygnalizować stwierdzone zagrożenia, naruszenia przepisów i zaniedbania zasad nadzoru i kontroli, niegospodarności, ewentualnie straty i nadużycia. Ponadto kontrola wewnętrzna powinna działać profilaktycznie, czyli zapobiegać niekorzystnym zjawiskom¹⁸.

Kontrola wewnętrzna to system organizacji, włączając w to postawy kierownictwa, metody, procedury oraz inne środki, które mają dawać racjonalną pewność, że osiągane są cele ogólne. Podobną definicję podaje Raport COSO¹⁹, zgodnie z którym kontrola wewnętrzna to proces wykonywany przez pracowników jednostki w celu osiągnięcia określonych celów. Analogicznie kontrola wewnętrzna rozumiana jest przez Instytut Audytorów Wewnętrznych, według którego kontrola (wewnątrz organizacji), to

¹⁸ Por. Cz. Paczuła, *Kontrola wewnętrzna jako element...*, op. cit., s. 10.

¹⁹ Raport COSO to wydany w 1992 roku przez Komitet Organizacji Sponsorujących Komisję Treadway (ang. Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission - COSO) raport: *Kontrola wewnętrzna - Zintegrowana Koncepcja Ramowa*. Raport przedstawia koncepcję kontroli wewnętrznej możliwą do wdrożenia w dowolnym podmiocie, niezależnie od jego wielkości i formy organizacyjno-prawnej; por. *Kontrola wewnętrzna – zintegrowana koncepcja ramowa*, raport Komitetu Organizacji Sponsorujących TREADWAY (COSO), wyd. Fundacja Rozwoju Rachunkowości, Warszawa 1999.

każde działanie podejmowane przez kierownictwo, mające na celu zwiększenie prawdopodobieństwa osiągnięcia wyznaczonych celów. Oznacza to, że tak pojmowana kontrola jest nieodłącznie związana z zarządzaniem daną jednostką²⁰.

Istotę kontroli wewnętrznej oddaje również definicja wypracowana przez INTOSAI: „...kontrola wewnętrzna jest narzędziem zarządzania wykorzystywanym do uzyskania racjonalnej pewności, że cele zarządzania zostały osiągnięte”.

Według „Standardów kontroli wewnętrznej w Komisji Europejskiej”: „Kontrola wewnętrzna obejmuje całość zasad i procedur przewidzianych i przyjętych przez kierownictwo jednostki, aby uzyskać zapewnienie, że:

- jednostka osiąga swoje cele w sposób oszczędny, wydajny i efektywny,
- jednostka działa zgodnie z przepisami prawa oraz aktami wewnętrznymi i wytycznymi kierownictwa,
- zasoby rzeczowe i informacyjne jednostki są chronione,
- zapobiega się i wykrywa błędy i nieprawidłowości,
- informacje finansowe i zarządcze są rzetelne i tworzone terminowo”.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że w polskiej administracji publicznej termin „kontrola wewnętrzna” postrzegany jest głównie jako określenie kontroli typu instytucjonalnego, nastawionej głównie na wykrywanie nieprawidłowości i osób za nie odpowiedzialnych. Nie sposób nie zauważyć różnicy pomiędzy tak postrzeganą kontrolą wewnętrzną a kontrolą wewnętrzną określoną w międzynarodowych standardach. W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że głównym przedmiotem zainteresowania kontroli instytucjonalnej jest działalność jednostki w ujęciu historycznym. Natomiast współczesne koncepcje kontroli wewnętrznej wyznaczają jako główny cel wspieranie zarządzających w osiąganiu celów wyznaczonych dla organizacji.

Jednak współczesne rozumienie kontroli wewnętrznej ewoluowało w kierunku przeorientowania jej w kontrolę finansową, co w dużej mierze zostało wyznaczone uczestnictwem Polski w Unii Europejskiej.

Chęć członkostwo Polski w Unii Europejskiej wymagała przywiązywania dużej wagi do ochro-

²⁰ Por. Materiały z III Międzynarodowego Kongresu Kontroli i Audytu Wewnętrznego, Kraków 17-18 czerwca 2004 r., na temat: *Kontrola i Audyt w procesach zapobiegania i wykrywania oszustw w Polsce po wejściu do Unii Europejskiej*, wystąpienie Głównego Inspektora Audytu Wewnętrznego: *Rola kontroli finansowej (wewnętrznej) i audytu wewnętrznego w zapobieganiu niepożądanym zjawiskom (patologie, korupcja, nadużycia zawodu itp.)*, materiał publikowany na stronach internetowych Ministerstwa Finansów (www.mofnet.gov.pl), s. 1.

ny interesów finansowych zarówno narodowych (w wymiarze publicznym), jak i całej Wspólnoty, przede wszystkim w zakresie dyscyplinowania i racjonalizacji wydatków publicznych, dbałości o prawidłowe wykorzystanie środków pochodzących z Unii Europejskiej oraz przeciwdziałania nadużyciom finansowym.

Jeszcze przed przystąpieniem do Unii Europejskiej Komisja Europejska zobowiązała wszystkie kraje kandydackie, w tym i Polskę do zbudowania nowoczesnego systemu, zapewniającego gospodarność i efektywność procesów gromadzenia i wydatkowania środków publicznych oraz gospodarowania mieniem.

Waga tych zagadnień podkreślona została już w trakcie negocjacji akcesyjnych poprzez umieszczenie (w osobnym, 28 rozdziale)²¹ kwestii szeroko pojętej „kontrola finansowej”, m.in. na skutek ocen zawartych w planie działania na rzecz silniejszej i rozszerzonej Unii – Agenda 2000²².

W dokumencie tym Komisja Europejska wyraźnie stwierdziła, że „organy kontroli wewnętrznej i zewnętrznej jako takie jeszcze nie osiągnęły dostatecznego poziomu skuteczności i nie można ich uznać za kompatybilne z ogólnie przyjętymi normami europejskimi – zarówno na poziomie Państw Członkowskich, jak i Wspólnoty. (...) Proces wdrażania systemów kontroli finansowej wymagać będzie znacznego wysiłku ze strony polskiej administracji. (...) Z punktu widzenia skuteczności administracji jest istotne, aby w jej łonie istniał wyraźny podział na kontrolę wewnętrzną i zewnętrzną”.

Aquis communautaire nakładały na stronę polską nieliczne obowiązki dotyczące audytu zewnętrznego, stawiały natomiast liczne i określone wymogi związane z wewnętrzną kontrolą finansową, zwłaszcza w sektorze finansów publicznych. Wymogi te dotyczyły m.in.: opracowania i wdrożenia właściwych systemów zarządzania finansowego i kontroli; celowości wprowadzenia do administracji pub-

licznej audytu wewnętrznego jako narzędzia oceny i doradztwa dla gremiów kierowniczych; metodologii wytyczania ścieżek audytu; konieczności przyswojenia międzynarodowych standardów kontroli finansowej i audytu wewnętrznego.

Zobowiązanie to zostało wykonane przez stronę polską w wyniku uchwalenia **nowelizacji ustawy o finansach publicznych**²³, na mocy której od 1 stycznia 2002 r. rozpoczęto wdrażanie publicznej wewnętrznej kontroli finansowej²⁴.

Tym samym, kontrolę w sektorze publicznym łączy się z zasadą zawartą w ustawie o finansach publicznych, a dotyczącą sposobu wykonania działań podejmowanych dla zapewnienia realizacji podjętych celów i zadań, które winny być wykonane w sposób zgodny z prawem, efektywny, oszczędny i terminowy²⁵. Oznacza to racjonalne działanie, czyli charakteryzujące się ładem i sprawnością.

Projektodawca uzasadniając potrzebę wprowadzenia nowych rozwiązań koniecznością dostosowania do rozwiązań unijnych, a ich brak możliwości złamania zobowiązań negocjacyjnych wyszedł z założenia że panaceum na nieskuteczne wykonywanie zadań przez istniejące organy administracji i kontroli jest powołanie nowego podmiotu kontrolnego i rozbudowanie struktury kontrolnej oraz wprowadzenie do naszego języka prawnego nowego, międzynarodowego pojęcia „audytu” oraz „kontroli zarządczej”, odpowiadającej angielskiemu określeniu „to control - kierować, sterować”. Uzasadnienie do projektu ustawy wskazywało bowiem, że istnieje już kontrola wewnętrzna, lecz działania podmiotów kontrolujących oceniane zostały negatywnie; w szczególności podkreślano, że „...brakuje jednolitej struktury oraz metodyki działań i ich niezależności funkcjonalnej, brakuje sformalizowanych reguł postępowania, dotyczących wszczęcia postępowań kontrolnych, nie istnieje jednolita strategia zatrudniania nowych pracowników, brakuje programu szkoleń”, a według NIK występuje „...mała liczba zawiadomień kiero-

²¹ Otwarcie negocjacji w obszarze „Kontrola finansowa” nastąpiło 6 kwietnia 2000 roku, a ich zakończenie 14 czerwca 2000 r. Polska nie występowała o rozwiązania przejściowe, akceptując całość dorobku prawnego UE i zobowiązując się do jego wdrożenia do dnia uzyskania członkostwa.

²² Agenda 2000 – dokument opracowany przez Komisję Europejską, ogłoszony w Parlamencie Europejskim po zakończeniu konferencji międzynarodowej w 1997 r. Dokument przedstawia cele i politykę UE na przełom wieków. Strategia rozwojowa zakładała wzmocnienie UE i rozszerzenie jej granic poprzez objęcie Europy Wschodniej procesami integracyjnymi. Komisja po analizie przygotowań 10 państw Europy Środkowowschodniej kandydujących do UE, rekomendował rozpoczęcie negocjacji z Węgrami, Polską, Estonią, Czechami i Słowenią. Pozostałe kraje nie zostały wykluczone z procesu integracji, wskazano im jedynie niezbędne warunki do spełnienia.

²³ Ustawa z 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy o finansach publicznych, ustawy o organizacji i trybie pracy Rady Ministrów oraz zakresie działania ministrów, ustawy o działaniach administracji rządowej oraz ustawy o służbie cywilnej (DzU 2001, nr 102, poz. 1116).

²⁴ Por. A. Kubik, *Kontrola finansowa i audyt wewnętrzny – efekt procesu integracji z Unią Europejską oraz zintegrowany system gwarancji właściwego funkcjonowania jednostek sektora finansów publicznych*, w *Kontrola i audyt w perspektywie europejskiej*, pod red. B. Kuca, L. Smolaka, Wyd. MSWiA, Warszawa 2004, s. 163-165 oraz A. Kubik, *Funkcjonowanie Publicznej Wewnętrznej Kontroli Finansowej w Polsce*, „Kontrola Państwowa” 2005 nr 1, s. 71.

²⁵ Por. art. 68 Ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (ale także: art. 28 Ustawy z dnia 26 listopada 1998 r. o finansach publicznych i art. 35 Ustawy z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych).

wanych do komisji orzekających w sprawie o naruszenie dyscypliny budżetowej w stosunku do liczby faktycznych naruszeń”²⁶.

U źródeł przyjętych rozwiązań dotyczących kontroli finansowej i audytu wewnętrznego legło dążenie – wynikające z niekwestionowanych potrzeb – do rozszerzenia instrumentów kontrolnych i nadzorczych w celu wzmocnienia **racjonalności, przejrzystości i odpowiedzialności** w odniesieniu do wszelkich działań podejmowanych w sferze zarządzania i wydatkowania środków publicznych. Dążenia stymulowały zarówno negatywne oceny skuteczności istniejących mechanizmów kontroli wewnętrznej dotyczących gospodarowania środkami publicznymi, jak również konieczność nadszycia za wymogami i standardami istniejącymi na świecie, a szczególnie w Unii Europejskiej, w zakresie kontroli gospodarowania „*groszem publicznym*”²⁷.

Zgodnie z ówczesną ustawą o finansach publicznych²⁸ kontrola finansowa w jednostkach sektora finansów publicznych dotyczyła procesów związanych z gromadzeniem i rozdysponowaniem środków publicznych oraz gospodarowaniem mieniem i obejmowała:

1. Przeprowadzenie wstępnej oceny celowości zaciągania zobowiązań finansowych i dokonywania wydatków²⁹,
2. Badanie i porównanie stanu faktycznego ze stanem wymaganym, w zakresie dotyczącym procesów pobierania i gromadzenia środków publicznych, zaciągania zobowiązań finansowych i dokonywania wydatków ze środków publicznych, udzielania zamówień publicznych oraz zwrotu środków publicznych,
3. Prowadzenie gospodarki finansowej oraz stosowanie procedur dotyczących procesów.

Na podstawie zapisów ustawowych można jednak stwierdzić, iż³⁰:

1. Kontrola finansowa ma nie tylko charakter kontroli wewnętrznej, lecz także kontroli finansowej. Ta zaś, według dotychczasowych osiągnięć teorii i stosowanej praktyki w tym względzie, na-

leży do licznych podmiotów, w tym do: Sejmu, NIK, regionalnych izb obrachunkowych, organów kontroli skarbowej, organów podatkowych i celnych³¹;

2. Pojęcie kontroli finansowej służy raczej odróżnieniu jej od pojęcia audytu wewnętrznego, zawartego w dalszych regulacjach ustawy. W literaturze przedmiotu pojęcie kontroli finansowej ujmuję się nieco inaczej. Dlatego zapis ten należałoby traktować raczej jako przepis określający przedmiot kontroli finansowej w jednostkach sektora finansów publicznych, niż jako pojęcie tej kontroli. Zwraca uwagę także i to, iż w porównaniu do przedmiotu kontroli, o której mowa w ustawie wymienia się nieco inne obiekty kontroli (np. zaciąganie zobowiązań finansowych, udzielanie zamówień publicznych), natomiast nie wymienia się już czynności związanych z gospodarowaniem mieniem;
3. Zakres przedmiotowy kontroli finansowej w jednostkach sektora finansów publicznych rozciąga się także na procesy związane z gospodarowaniem mieniem, przez co należy rozumieć nie tylko rozporządzanie mieniem pod względem finansowym, lecz także całokształt uprawnień i obowiązków danej jednostki sektora finansów publicznych, w stosunku do znajdujących się w jej władaniu składników majątkowych;
4. Procedury, o których jest mowa w ustawie nawiązują do standardów kontroli finansowej.

Można zatem stwierdzić, że w omawianym okresie **wdrażanie przepisów z zakresu kontroli finansowej było elementem procesu przeorientowania kontroli wewnętrznej, ujmowanej tradycyjnie, w kierunku wyznaczonym przez międzynarodowe standardy**.

W świetle powyższego zgodnie z polskimi „*Standardami kontroli finansowej w jednostkach sektora finansów publicznych*”³² „*kontrolę finansową w jednostkach sektora finansów publicznych można określić jako część systemu kontroli wewnętrznej, dotyczącą procesów związanych z gromadzeniem i rozdysponowaniem środków publicznych oraz gospodarowaniem mieniem*” (zob. schemat 5).

²⁶ Por. E. Chojna-Duch, *Kontrola czy audyt Najwyższej Izby Kontroli*, „*Kontrola Państwowa*” 2002, nr 1 (Numer specjalny), s. 6.

²⁷ Por. J. Jagielski, *Audyt wewnętrzny – miejsce w systemie kontroli i organizacja*, „*Kontrola Państwowa*” 2003, nr 3, s. 14.

²⁸ Por. art. 35a Ustawy z dnia 26 listopada 1998 r. o finansach publicznych (DzU 1998, nr 155, poz. 1014) i art. 47 Ustawy z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych (DzU 2005, nr 249, poz. 2104).

²⁹ W ustawie z dnia 26 listopada 1998 r. o finansach publicznych również znajdowało się zapewnienie przestrzegania procedur kontroli.

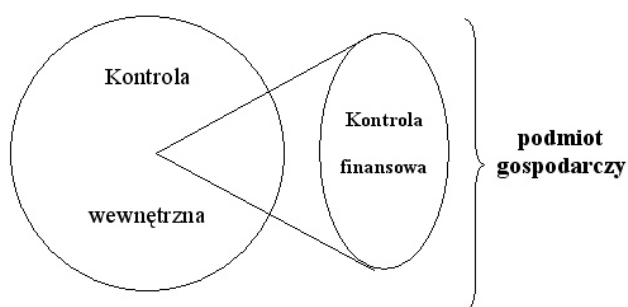
³⁰ Por. C. Kosikowski, *Finanse publiczne. Komentarz*, Wyd. Lexis Nexis, Warszawa 2003, s. 124.

³¹ Por. L. Kurowski, E. Ruśkowoski, H. Sochacka-Krysiak, *Kontrola finansowa...*, op. cit., s. 224, *Finanse publiczne i prawo finansowe*, pod red. E. Ruśkowskiego..., op. cit., s. 309.

³² *Standardy kontroli finansowej w jednostkach sektora finansów publicznych* - wydane jako załącznik do Komunikatu Nr 1 Ministra Finansów z dnia 30 stycznia 2003 r. (DzUrz Ministerstwa Finansów 2003, nr 3, poz. 13 oraz Biuletyn Skarbowy Ministerstwa Finansów nr 1 z 2003 r.), s. 3.

Schemat 5
Scheme 5

**Miejsce współczesnej kontroli finansowej
w kontroli wewnętrznej**
**The Place of the modern financial control
in the internal control**



Źródło: Opracowanie własne.

Takie pojmowanie kontroli finansowej przedstawione jest również w kolejnym, wydanym dzień później „ministerialnym” dokumencie³³, gdzie kontrola finansowa określana jest również: „dokładniej - jako – *wewnętrzna kontrola finansowa*”.

Jednym z istotnych elementów systemu kontroli finansowej są procedury, za pomocą których wprowadzane są w jednostce formalne mechanizmy kontrolne. Procedury takie, zgodnie z przepisami ustawy o finansach publicznych, powinny funkcjonować w każdej jednostce sektora finansów publicznych.

Należy jednak podkreślić, że kontrola finansowa nie ogranicza się wyłącznie do mechanizmów kontrolnych, instrukcji czy procedur. Są one bardzo istotne, ale system kontroli finansowej w jednostce stanowi integralną całość łącznie z trudniej uchwytymi, tzw. miękkimi elementami kontroli, takimi jak: postawy etyczne kierownictwa i pracowników, kompetencje, styl zarządzania, sposób komunikacji. Miękkie elementy systemu kontroli mają bardzo istotny wpływ na jego skuteczność.

System kontroli finansowej jako określona całość ma podstawowe znaczenie z zapobieganiu nieprawidłowościom w funkcjonowaniu jednostki, głównie jednak w zapewnianiu, że działalność jednostki będzie prawidłowa.

Obowiązkiem wprowadzenia kontroli finansowej zostały objęte wszystkie jednostki sektora finansów publicznych.

Zdecentralizowanie systemu kontroli finansowej stwarzało możliwość poprawy efektywności gospodarowania środkami publicznymi na poziomie jednostek, w szczególności w zakresie zwiększenia skuteczności realizacji zadań finansowych ze środków publicznych.

³³ *Zasady wdrażania systemu kontroli finansowej i audytu wewnętrznego w polskiej administracji publicznej*, Ministerstwo Finansów, Warszawa 2003, s. 4.

Współcześnie, dotychczas funkcjonujące w prawie i praktyce wykonywania zadań w sektorze publicznym pojęcie „kontroli finansowej”, oparte o normy zawarte w ustawie z 2005 r. o finansach publicznych³⁴, ze względu na potrzebę zwiększenia zakresu i skuteczności kontroli wewnętrznej w jednostkach sektora finansów publicznych zatopione zostało szerszym znaczeniowo określeniem „kontrola zarządcza”, wprowadzonym zapisami ustawy o finansach publicznych³⁵ z 2009 r.

Tym samym, miejsce dotychczasowej kontroli finansowej zajęła kontrola zarządcza. Ma ona charakter kontroli wewnętrznej, chociaż należy nie tylko do kierownika jednostki sektora finansów publicznych, lecz także do ministra kierującego danym działem administracji rządowej oraz do wójta, burmistrza, prezydenta miasta, przewodniczącego zarządu jednostki samorządu terytorialnego³⁶.

W nowej ustawie z 2009 r. poświęcono kontroli zarządczej odrębny 6 rozdział ustawy (art. 68-71), który zawiera podstawy organizacji kontroli, jej cele oraz kryteria i zawarty jest w dziale „Zasady finansów publicznych”.

Według ustawy, kontrolę zarządczą w jednostkach sektora finansów publicznych stanowi ogół działań podejmowanych dla zapewnienia realizacji celów i zadań w sposób zgodny z prawem, efektywny, oszczędny i terminowy. Ustawa określa ponadto, że celem kontroli zarządczej jest zapewnienie jej:

1. Zgodności z przepisami prawa oraz procedurami wewnętrznymi,
2. Skuteczności i efektywności działania,
3. Wiarygodności sprawozdań,
4. Ochrony zasobów,
5. Przestrzegania i promowania zasad etycznego postępowania,
6. Efektywności i skuteczności przepływu informacji,
7. Zarządzania ryzykiem.

Wzrost znaczenia kontroli zarządczej łączy się z menadżerskim podejściem do finansów publicznych, zwłaszcza pod względem zachowania dostatecznej efektywności wydatkowania środków publicznych. Kontrola zarządcza jest związana bezpośrednio z zarządzaniem, stanowi jedną z jego funkcji (obok planowania, organizowania i kierowania), które w sferze jednostek sektora finansów publicznych nazywa się też zarządzaniem opera-

³⁴ Ustawa z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych (DzU 2005, nr 249, poz. 2104).

³⁵ Por. art. 68 Ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (DzU 2009, nr 157, poz. 1240).

³⁶ Por. C. Kosikowski, *Reforma finansów w Polsce w świetle nowej ustawy o finansach publicznych*, „Państwo i Prawo” 2009, nr 12, s. 14.

cyjnym lub administrowaniem. Jego przedmiotem są zasoby ludzkie, finansowe, majątkowe, archiwalne itp. oraz czynniki zapewniające sprawne funkcjonowanie jednostki organizacyjnej (jakość, koszty, ryzyko) Kontrola zarządcza umożliwia weryfikację sprawności zarządzania w ujęciu kompleksowym, obejmuje więc całą działalność jednostki organizacyjnej. Z uwagi na bezpośredni związek z zarządzaniem, wykracza poza ramy tradycyjnie pojętej kontroli wewnętrznej³⁷.

Tym samym, kontrola zarządcza nie stanowi jednorazowego zdarzenia o wyjątkowym charakterze, lecz jest zbiorem wielu czynności wykonywanych przez kierownika jednostki organizacyjno-prawnej, jej organ zarządzający, kierowników komórek organizacyjnych, głównego księgowego i poszczególnych pracowników w toku bieżącej działalności jednostki, które tworzą system kontroli zarządczej. Jego elementy wbudowane są w strukturę, procedury funkcjonowania i praktykę jednostki organizacyjnej. Czynności i mechanizmy kontrolne stanowią integralną część poszczególnych procesów i operacji prowadzonych w jednostce, na przykład: wypłat wynagrodzeń, dokonywania zamówień publicznych, dokonywania płatności za usługi i dostawy, pobierania dochodów, sporządzania sprawozdań, gospodarowania mieniem jednostki, wydawania wyposażenia technicznego, przeprowadzania inwentaryzacji.

Z kontrolą zarządczą łączy się też samokontrola.

Samokontrola to kontrola nad sobą, obserwowanie, kontrolowanie własnej pracy, postępowania³⁸. Polega ona na kontrolowaniu samego siebie, swojego stanowiska pracy, powierzonego majątku, prowadzonej dokumentacji i ewidencji, wykonywanych obowiązków oraz ogólnego ładu. Dotyczy to wszystkich pracowników bez względu na zajmowane stanowisko pracy. Każdy przecież spełnia określone funkcje i wykonuje obowiązki w podmiocie gospodarczym, powinien więc to robić dobrze³⁹.

Samokontrola to proces świadomie inicjowany przez jednostkę, dzięki któremu osiąga ona zgodność między własnym działaniem (rezultatem) a odpowiednim wzorcem⁴⁰. Samokontrola jest podstawowym ogniwem systemu kontroli wewnętrznej. Chroni ona interesy pracownika, właściciela i pracodawcy, jeśli istnieje zbieżność interesów tych osób (co bynajmniej nie jest prostym zagadnieniem)⁴¹.

Samokontrola to podstawowy podsystem kontroli wewnętrznej, który poprzez właściwe dla danego podmiotu rozwiązania systemowe zapewnia sprawdzanie na bieżąco indywidualnej działalności (zwłaszcza postępowanie) na danym stanowisku pracy, przez co zapewnia racjonalny przebieg procesów gospodarczych oraz skutecznie oddziałuje na funkcjonowanie otoczenia sprzężonego z funkcjami realizowanymi przez samokontrolerów⁴².

Istotą samokontroli jest także takie powiązanie organizacyjne czynności wykonawczych z kontrolą, które zmuszało by pracowników do bezwzględnego przestrzegania zasad kontroli wewnętrznej. Każdy pracownik – pełniący funkcje wykonawcze, czy też kontrolne – musi być przekonany o tym, że jakiegokolwiek uchybienie w jego pracy spotka się z reakcją ze strony drugiego pracownika oraz kierownictwa. Przy prawidłowej organizacji samokontroli każdy wypadek niedbalstwa lub wadliwego wykonania pracy jest natychmiast ujawniany, co wywołuje u pracowników przeświadczenie, że są oni rzeczywiście odpowiedzialni za swoją pracę. Jednocześnie samokontrola ułatwia zrozumienie istoty i celu wykonywania czynności, jak też związku tych czynności z całością pracy administracyjnej⁴³.

Trzeba jednak podkreślić, że samokontrola, wbrew sugestii etymologicznej, nie oznacza tylko kontroli samego siebie. Jako podsystem systemu kontroli wewnętrznej, samokontrola funkcjonuje w obszarze gospodarki w określonych warunkach i tak jak każdy inny rodzaj kontroli odnosi się do całego systemu działalności gospodarczo-finansowej danego podmiotu, choć nie tylko, bo również do techniki, organizacji rachunkowości itd.⁴⁴.

Samokontrola stanowi jedną z powinności pracowniczo-służbowych, chroni przed nieprawidłowościami, a jej zaniedbanie jest zagrożone odpowiedzialnością służbową, za naruszenie dyscypliny finansów publicznych lub nawet karną.

Przejawem kontroli zarządczej jest kontrola operacyjna, sprawowana z upoważnienie kierownika jednostki sektora finansów publicznych przez głównego księgowego tej jednostki⁴⁵.

Główny księgowy dokonuje wstępnej kontroli dokumentów, kontroli *ex ante*. Dowodem dokonania kontroli jest jego podpis złożony na dokumentach dotyczących danej operacji.

³⁷ R. Szostak, *Kontrola zarządcza...*, op. cit., s. 5.

³⁸ *Mały słownik języka polskiego*, Warszawa 1968, s. 733.

³⁹ E. Górecki, *Kontrola wewnętrzna...*, op. cit., s. 19.

⁴⁰ S. Kałużny, *Nadzór i kontrola w przedsiębiorstwie. Kompendium wiedzy dla kontrolujących i kontrolowanych*, Wyd. Kwantum, Warszawa 1997, s. 51.

⁴¹ S.S. Nahotko, *Kontrola finansowa w zarządzaniu przedsiębiorstwem w aspekcie standardów europejskich*, Oficyna Wydawnicza Ośr. Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 2000, s. 228.

⁴² M. Wasylko, *Kontrola finansowa jako system...*, op. cit., s. 145.

⁴³ E. Terebucha, *Zasady wewnętrznej kontroli finansowo-księgowej w przedsiębiorstwach transportowych*, Warszawa 1965, s. 101.

⁴⁴ Por. M. Wasylko, *Kontrola finansowa jako system...*, op. cit., s. 145.

⁴⁵ Por. art. 54, ust. 3 Ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (DzU 2009, nr 157, poz. 1240).

Warto zauważyć, iż podpis złożony przez głównego księgowego jednostki organizacyjnej sektora finansów publicznych na dokumentach dotyczących danej operacji jest dowodem dokonania przez niego wstępnej kontroli zgodności operacji gospodarczych i finansowych z planem finansowym jednostki i wstępnej kontroli kompletności i rzetelności dokumentów dotyczących operacji gospodarczych i finansowych. Stanowi on zatem podstawowe ogniwo wstępnej kontroli zarządczej realizowanej w jednostce.

Ponadto złożenie podpisu przez głównego księgowego na dokumencie, obok podpisu pracownika właściwego rzeczowo, oznacza wyłącznie, że:

1. Nie zgłasza zastrzeżeń do przedstawionej przez właściwych rzeczowo pracowników oceny prawidłowości merytorycznej tej operacji i jej zgodności z prawem;
2. Nie zgłasza zastrzeżeń do kompletności oraz formalno-rachunkowej rzetelności i prawidłowości dokumentów, dotyczących tej operacji;
3. Zobowiązania wynikające z operacji mieszczą się w planie finansowym oraz harmonogramie dochodów i wydatków, a jednostka posiada środki finansowe na ich pokrycie.

Podpis osoby merytorycznie odpowiedzialnej za dokonanie wydatków i podpis głównego księgowego dają kierownikowi jednostki podstawę dokonania wstępnej oceny celowości dokonywanego wydatku i gwarancję jego oszczędnego charakteru oraz terminowej realizacji. Hermetyzuje to ponadto procedury kontroli zarządczej jednostki.

Warto jednak podkreślić, iż obowiązek zorganizowania adekwatnej kontroli zarządczej, czyli odpowiedniej do zakresu działania i organizacji wewnętrznej jednostki, obciąża jej kierownika. Odpowiada on bowiem za całą działalność, zwłaszcza za gospodarkę finansową⁴⁶ i zamówienia publiczne⁴⁷. Kierownik może powierzyć niektóre ze swoich obowiązków zastępcy, księgowemu lub innym pracownikom jednostki, nie dotyczy to jednak powinności kontrolnych. Do wyłącznych kompetencji organu zarządzającego zalicza się reprezentowanie jednostki na zewnątrz, sprawowanie kontroli zarządczej, nadzorowanie sprawozdawczości budżetowej, a także składanie oświadczeń woli (zaciąganie zobowiązań), gdy nic innego nie wynika z udzielonych mu upoważnień⁴⁸. Oznacza to, że kierownik ma obowiązek nie tylko zorganizować odpowied-

nią kontrolę, ale i sprawować ją osobiście lub kierować jej wykonywaniem. W mniejszych jednostkach może ją sprawować wraz z głównym księgowym, natomiast w większych jest konieczne dopuszczenie do czynności kontrolnych innych osób, w charakterze pomocników. Jeśli nawet funkcjonuje wyspecjalizowany zespół kontroli wewnętrznej, działa on w ramach kompetencji kontrolnych kierownika jednostki, w jego imieniu i na jego odpowiedzialność⁴⁹.

Dlatego jednym z warunków efektywnej kontroli zarządczej jest racjonalne operowanie uprawnieniami przekazywanymi podległym pracownikom. Kierownik jednostki powinien wyczerpująco określić zadania i tryb pracy podległych mu komórek organizacyjnych, a także zakres obowiązków poszczególnych pracowników, w sposób zapewniający przejrzystość funkcjonowania i indywidualizację odpowiedzialności za powierzone czynności. Odpowiedzialność podwładnego, także dyscyplinarna za powierzone czynności (do samodzielnego wykonania), działa prewencyjnie, ponadto z korzyścią dla samego kierownika, w mniejszym stopniu narażonego na odpowiedzialność za dopuszczenie do uchybień⁵⁰.

W celu stworzenia uporządkowanego zbioru wskazówek, które osoby odpowiedzialne za funkcjonowanie kontroli zarządczej powinny wykorzystać do tworzenia, oceny i doskonalenia systemów kontroli zarządczej, opracowanie i wydane zostały „Standardy kontroli zarządczej dla sektora finansów publicznych”.

To przepisy ustawy zobowiązały ministra finansów do ogłoszenia w formie komunikatu standardów kontroli zarządczej dla sektora finansów publicznych, zgodnych z międzynarodowymi standardami. Taki komunikat – nr 23 z 16 grudnia 2009 r. – ukazał się w Dz. Urz. Min. Fin. Nr 15, poz. 84. Ich celem jest promowanie wdrażania spójnego i efektywnego modelu kontroli zarządczej, który jest zgodny z międzynarodowymi standardami tego rodzaju kontroli.

Przygotowane przez Ministra standardy kontroli zarządczej podejmują próbę porządkowania systemu tej kontroli, który powinien opierać się na dwóch poziomach.

Podstawowym poziomem funkcjonowania kontroli zarządczej w całym sektorze finansów publicznych jest jednostka sektora finansów publicznych (I poziom kontroli zarządczej). Za funkcjonowanie kontroli zarządczej na tym poziomie jest odpowiedzialny kierownik jednostki. W ramach administracji rządowej i samorządowej powinna funkcjonować kontrola zarządcza odpowiednio na poziomie działu administracji rządowej, a także na poziomie JST jako

wa o odpowiedzialności za naruszenie dyscypliny finansów. Komentarz, Wolters Kluwer, Warszawa 2008.

⁴⁹ R. Szostak, *Kontrola zarządcza...*, op. cit., s. 9.

⁵⁰ Ibidem, s. 10.

⁴⁶ Por. art. 53, ust 1 Ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (DzU 2009, nr 157, poz. 1240).

⁴⁷ Por. art. 18, ust. 1 Ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (DzU 2004, nr 19, poz. 177).

⁴⁸ Por. E. Kowalczyk, *Odpowiedzialność kierownika i głównego księgowego jednostki sektora finansów publicznych w zakresie rachunkowości i gospodarki finansowej*, ODDK, Gdańsk 2007, s. 160 i L. Lipiec-Warzecha, *Usta-*

całości (II poziom kontroli zarządczej). Za funkcjonowanie kontroli zarządczej w JST na tym poziomie odpowiada wójt (burmistrz, prezydent miasta), starosta albo marszałek województwa.

System kontroli zarządczej obejmuje pięć obszarów:

1. **Środowisko wewnętrzne**, które dotyczy systemu zarządzania jednostką i jej zorganizowania jako całości, a obejmuje takie elementy, jak: uczciwość i inne wartości etyczne, kompetencje zawodowe (poziom wiedzy, umiejętności i doświadczenie) kierownictwa i pracowników, zakres zadań, uprawnień i odpowiedzialności poszczególnych komórek organizacyjnych, identyfikację tzw. zadań wrażliwych (czyli takich, przy których wydawana decyzja jest związana z dużym stopniem uznaniowości urzędnika),
2. **Zarządzanie ryzykiem**, służące zwiększeniu prawdopodobieństwa osiągnięcia celów jednostki poprzez: określanie celów i monitorowanie realizacji zadań, identyfikację ryzyka, analizę ryzyka, reakcję na ryzyko i działania zaradcze; oznacza zatem koncentrację na identyfikacji i pomiarze szans i zagrożeń dotyczących definiowanych na potrzeby dokumentów strategicznych, budżetu zadaniowego, jednostkowych planów działalności mierzalnych celów,
3. **Mechanizmy kontroli** stanowiące odpowiedź na konkretne ryzyko, które jednostka zamierza ograniczyć poprzez: dokumentowanie systemu tej kontroli, dokumentowanie, rejestrowanie i zatwierdzanie (autoryzacje) operacji gospodarczych, podział kluczowych obowiązków, weryfikowanie operacji gospodarczych przed i po realizacji oraz przez inwentaryzację, nadzór w ramach hierarchii służbowej, rejestrowanie odstępstw od procedur, instrukcji lub wytycznych, utrzymanie ciągłości działalności, selektywny i kontrolowany dostęp osób do zasobów (ochrona zasobów) finansowych, materialnych i informacyjnych, a także poprzez mechanizmy kontroli systemów informatycznych, takie jak kontrola dostępu do zasobów informatycznych i oprogramowania systemowego, kontrola tworzenia i zmian aplikacji oraz kontrola dostępu do poszczególnych aplikacji, podział obowiązków umożliwiający wykrywanie i korygowanie błędów, zapewnienie ciągłości działania systemu informatycznego;
4. **Informację i komunikację**, dotyczącą zapewnienia pracownikom jednostki dostępu do informacji niezbędnych do wykonywania przez nich obowiązków, a także zapewnienia efektywnego – zapewniającego przepływ informacji i właściwe ich zrozumienie przez odbiorców – systemu komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej;
5. **Monitorowanie i ocenę systemu kontroli** z punktu widzenia bieżącej oceny skuteczności systemu

kontroli i jego poszczególnych elementów, rozwiązywania pojawiających się problemów przez wszystkich pracowników zgodnie z ich kompetencjami, w tym również poprzez samoocenę i audyt wewnętrzny.

Nie ulega wątpliwości, iż osoby odpowiedzialne za funkcjonowanie kontroli zarządczej w jednostkach sektora finansów publicznych powinny wykorzystać te standardy do tworzenia oceny i doskonalenia systemów kontroli zarządczej. Warto jednak pamiętać, iż przy wdrażaniu wytycznego w standardach modelu kontroli zarządczej należy uwzględnić specyficzne zadania jednostki oraz warunki, w których jednostka działa.

Regulacje dotyczące obligatoryjnej dla jednostek sektora finansów publicznych kontroli zarządczej nabrały moc ustawową i zostały zawarte w ustawie o finansach publicznych. Pod względem przedmiotowym kontrola zarządcza wykracza daleko poza ramy stosowanej do niedawna kontroli finansowej, nadal jednak kwestie finansowe stanowią podstawowy przedmiot i cel tej kontroli, uzasadniając umiejscowienia tych regulacji w ustawie o finansach publicznych. **Nowe unormowania zmierzają do naprawy finansów publicznych, zwłaszcza w zakresie efektywności wydatkowania środków publicznych i sprawnej kontroli, także w zakresie środków pochodzących z budżetu Unii Europejskiej.** Wynikają one również z potrzeby doskonalenia systemu kontroli zarządczej w strukturach sektora publicznego i konieczności dostosowywania do regulacji europejskich i międzynarodowych. Globalizacja sfery gospodarki oraz zarządzania w sferze publicznej jest bowiem trendem współczesnym ale i koniecznością rozwijającej się globalnej gospodarki rynkowej.

Literatura

1. Dylewski M., Filipiak B., Szewczuk A., *Finanse publiczne. Instrumenty, struktury, procesy*, Wyd. Fundacja na rzecz Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2004;
2. Gawel A., *Rewizja działalności gospodarczej przedsiębiorstwa przemysłowego*, Warszawa 1964;
3. Górecki E., *Kontrola wewnętrzna w przedsiębiorstwie rynkowym*, Wyd. Agencji Wydawniczej Interfart, Łódź 1999;
4. Griffin R. W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 2004;
5. Jaroszyński M., *Prawo administracyjne*, PWN, Warszawa 1952;
6. Kałużny S., *Nadzór i kontrola w przedsiębiorstwie. Kompendium wiedzy dla kontrolujących i kontrolowanych*, Wyd. Kwantum, Warszawa 1997;

7. Karwowski E., *Organizacja i kontrola wewnętrzna na przykładzie spółki prawa handlowego*, Wyd. Perfekt-Audit Doradcy Finansowo-Księgowi, Gdańsk 1996;
8. Klimas M., *Podręczna encyklopedia rachunkowości*, Poltext, Warszawa 2000;
9. *Kontrola i audyt w perspektywie europejskiej*, pod red. B. Kuca, L. Smolaka, Wyd. MSWiA, Warszawa 2004;
10. *Kontrola wewnętrzna*, praca zbiorowa zespołu Price Waterhouse Coopers, Wyd. Fundacji Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa 1999;
11. Kosikowski C., *Finanse publiczne. Komentarz*, Wyd. Lexis Nexis, Warszawa 2003;
12. Kowalczyk E., *Odpowiedzialność kierownika i głównego księgowego jednostki sektora finansów publicznych w zakresie rachunkowości i gospodarki finansowej*, ODDK, Gdańsk 2007;
13. Kurowski L., Ruśkowski E., Sochacka-Krysiak H., *Kontrola finansowa w sektorze publicznym*, Warszawa 2000;
14. Kurowski L., Sochacka-Krysiak H., *Kontrola finansowa, organizacja i kierowanie*, PWE, Warszawa 1990;
15. Kurowski L., Sochacka-Krysiak H., *Kontrola finansowa*, Warszawa 1971;
16. Lipiec-Warzecha L., *Ustawa o odpowiedzialności za naruszenie dyscypliny finansów. Komentarz*, Wolters Kluwer, Warszawa 2008;
17. Nahotko S., *Kontrola finansowa w zarządzaniu przedsiębiorstwem w aspekcie standardów europejskich*, Oficyna Wydawnicza Ośr. Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 2000;
18. Paczuła Cz., *Kontrola wewnętrzna jako element procesu zarządzania*, Stowarzyszenie Księgowych w Polsce, Warszawa 2003;
19. Paczuła Cz., *Kontrola wewnętrzna w zarządzaniu jednostką gospodarczą*, Difin, Warszawa 1998;
20. *Słownik języka polskiego*, Warszawa 1984;
21. Starościak J., *Elementy nauki w administracji*, PWN, Warszawa 1957;
22. Sylwestrzak A., *Kontrola administracji publicznej w III Rzeczypospolitej Polskiej*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2004;
23. Terebucha E., *Zasady wewnętrznej kontroli finansowo-księgowej w przedsiębiorstwach transportowych*, Warszawa 1965;
24. Uryga J., Kośmider A., *Problemy kontroli gospodarczej*, PWE, Warszawa 1984;
25. Wasylko M., *Kontrola finansowa jako system optymalizacji procesów gospodarczych*, Wyższa Szkoła Finansów, Bankowości i Ubezpieczeń, Łódź 2001;
26. Wierzbiński K., *Kontrola wewnętrzna w podstawowych jednostkach gospodarczych*, Wyd. UNIVER-S-D.K.M., Warszawa-Zielona Góra 1996;
27. Zieleniewski J., *Organizacja i zarządzanie*, PWN, Warszawa 1969;
28. Raport Komitetu Organizacji Sponsorujących TREADWAY (COSO), wyd. Fundacja Rozwoju Rachunkowości, Warszawa 1999;
29. Standardy kontroli finansowej w jednostkach sektora finansów publicznych, załącznik do Komunikatu Nr 1 Ministra Finansów z dnia 30 stycznia 2003 r. (Dz.Urz Ministerstwa Finansów 2003, nr 3, poz. 13 oraz Biuletyn Skarbowy Ministerstwa Finansów nr 1 z 2003 r.);
30. Ustawa z 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy o finansach publicznych, ustawy o organizacji i trybie pracy Rady Ministrów oraz zakresie działania ministrów, ustawy o działach administracji rządowej oraz ustawy o służbie cywilnej (Dz.U 2001, nr 102, poz. 1116);
31. Ustawa z dnia 26 listopada 1998 r. o finansach publicznych (Dz.U 1998, nr 155, poz. 1014);
32. Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (Dz.U 2004, nr 19, poz. 177);
33. Ustawa z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych (Dz.U. 2005, nr 249, poz. 2104);
34. Ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (Dz.U. 2009, nr 157, poz. 1240);
35. Buk H., *Wykorzystanie budżetowania w planowaniu i kontroli finansowej*, „Serwis Finansowo Księgowy” 1998, nr 4;
36. Chojna-Duch E., *Kontrola czy audyt Najwyższej Izby Kontroli*, „Kontrola Państwowa” 2002, nr 1 (Numer specjalny);
37. Jagielski J., *Audyt wewnętrzny – miejsce w systemie kontroli i organizacja*, „Kontrola Państwowa” 2003, nr 3;
38. Kubik A., *Funkcjonowanie Publicznej Wewnętrznej Kontroli Finansowej w Polsce*, „Kontrola Państwowa” 2005 nr 1;
39. Kuc B. R., *Niektóre problemy autonomizacji kontroli*, „Prakseologia” 1973, nr 3-4;
40. Szostak R., *Kontrola zarządcza w jednostkach sektora finansów publicznych – charakterystyka ogólna*, „Kontrola Państwowa” 2010, nr 5;

dr Konrad Stańczyk

Pułkownik w Wojsku Polskim, doktor nauk wojskowych, specjalista z zakresu finansów publicznych i ekonomiki bezpieczeństwa, adiunkt w Instytucie Logistyki Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej w Warszawie, poprzednio pełnił funkcje głównego księgowego w jednostkach organizacyjnych sektora finansów publicznych.

Recenzenci

dr hab. Lech Kościelecki

dr Marek Juszczak

Marcin M. SMOLARKIEWICZ

Zakład Badań Sytuacji Kryzysowych,
Katedra Badań Bezpieczeństwa,
Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego,
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

GRA DECYZYJNA „WODA” – SYMULACJA POWODZI NA POTRZEBY SZKOLENIOWE CENTRUM ZARZĄDZANIA KRYZYSOWEGO

Program „WODA” – flood simulation for training needs of Crisis Management Centre

Streszczenie

W latach 2001 - 2010 w Centrum Edukacji Bezpieczeństwa Powszechnego (CEBP) Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (SGSP) w Warszawie przygotowywane były i przeprowadzane symulacje pracy Centrów Zarządzania Kryzysowego (CZK) szczebla gminnego, powiatowego, wojewódzkiego i centralnego. Symulacje te, zwane Multimedialnymi Treningami Decyzyjnymi (MTD), zaliczają się do gier poważnych czasu rzeczywistego. MTD przeznaczone są przede wszystkim dla pracowników administracji publicznej, a także przedstawicieli służb, inspekcji i straży dowodzących i kierujących działaniami podczas zaistnienia sytuacji kryzysowych. W artykule zaprezentowano grę decyzyjną „WODA” – program stworzony przez pracowników CEBP, będący symulacją osadzoną w realiach zagrożenia powodziowego dla dużej aglomeracji miejskiej. Program ten jest z jednej strony aplikacją symulującą przejście przez miasto fali powodziowej, z drugiej zaś strony stanowi narzędzie do taktycznego zarządzania siłami i środkami podczas zagrożenia powodziowego. Przedstawiono również założenia koncepcji Multimedialnego Treningu Decyzyjnego jako narzędzia dydaktycznego.

Summary

Educational Center of Public Safety of the Main School of Fire Service in Warsaw was implementing in the years 2001-2010 Multimedia Decision-Making Trainings (MTD) which were simulations of crisis management centers at community, municipality, provincial and central levels. These simulations were realized for employees of local authorities and emergency services and for decision makers responsible for crisis management in face of crisis/catastrophic situations. In this paper computer program “WODA” was presented. This program was made by employees of Educational Center of Public Safety. Is a simulation of flood scenario and also a decision making game, which helps to teach how to manage the resources and how to make decisions at tactical level during flood crisis. A concept of Multimedia Decision-making Training as a didactic tool was also described in this paper.

Słowa kluczowe: zarządzanie kryzysowe, gry poważne, powódź, Multimedialny Trening Decyzyjny;

Key words: crisis management, serious games, flood, Multimedia Decision-making Training;

1. Wstęp

Bezpieczeństwo, czy też poczucie bezpieczeństwa, jest jedną z podstawowych potrzeb człowieka zgodnie z piramidą potrzeb Masłowa [5]. Świat w którym żyjemy zmusza nas do stawiania czoła wielu zagrożeniom – naturalnym, będącym konsekwencją działania (zwykle niezależnych od nas) sił natury, oraz technicznym – powodowanym rozwojem cywilizacyjnym. Niezależnie od pryzmatu spojrzenia na daną społeczność, każda, bez względu na rozmiar, genezę powstania i powiązania wzajemne,

stara się stworzyć warunki do własnej bezpiecznej egzystencji. Dzieje się tak zarówno w małych społecznościach (lokalnych), jak również w większych, wynikających z organizacji administracyjnej – gminnych, powiatowych, czy wojewódzkich. Na wszystkich szczeblach podziału administracyjnego państwa budowane są *systemy bezpieczeństwa* – zbiory unormowań prawnych, organizacyjnych, strukturalnych, społecznych, mające na celu obniżenie szansy (prawdopodobieństwa) występowania, jak również skutków zdarzeń niekorzystnych. Budowa tego typu

systemów nierozzerwalnie powiązanych (dedykowanych) z daną społecznością jest podstawowym zadaniem strategii zapewnienia bezpieczeństwa obywateli. Każdy istniejący system bezpieczeństwa buduje się w oparciu o jedną z dwóch strategii – reagowania i/lub zapobiegania [15]. Strategia reagowania nastawiona jest przede wszystkim na zlokalizowanie wystąpienia zagrożenia w jak najkrótszym czasie i minimalizację jego skutków. Strategia zapobiegania ma na celu nie dopuszczenie do wystąpienia zagrożenia oraz takie dostosowanie systemu podlegającego ochronie, by w razie wystąpienia zagrożenia jego wpływ na ludzi, mienie i środowisko był jak najmniejszy.

Jedną z możliwości działania w obszarze strategii zapobiegania jest edukacja. Edukacja rozumiana w szerokim aspekcie – zarówno powszechna edukacja społeczeństwa w zakresie zwiększania świadomości na temat występujących zagrożeń, jak również odpowiednie przygotowanie służb odpowiedzialnych za niesienie pomocy i usuwanie skutków zdarzeń niekorzystnych, oraz przedstawicieli administracji rządowej i samorządowej, odpowiedzialnych za koordynację i wspomaganie działań ratowniczych.

Centrum Edukacji Bezpieczeństwa Powszechnego (CEBP) jest jednostką organizacyjną Szkoły Głównej Służby Pożarniczej (SGSP) kształcącą studentów i specjalistów z zakresu bezpieczeństwa m.in. w oparciu o nowatorską metodę dydaktyczną – Multimedialny Trening Decyzyjny (MTD).

2. Multimedialny Trening Decyzyjny (MTD)

Złożoność i skala problemów występujących podczas każdej sytuacji kryzysowej uniemożliwia nauczanie poprzez wskazanie ściśle określonych dróg i procedur działania. Proces edukacji (przygotowywania decydentów) powinien być ukierunkowany na interdyscyplinarne przygotowanie, oraz powinien pozwalać na skorzystanie z posiadanego doświadczenia i umiejętności radzenia sobie w sytuacjach trudnych i nietypowych. Aby osiągnąć tak sprecyzowane cele należy skorzystać z możliwości jakie dają dydaktyczne gry decyzyjne.

Multimedialny Trening Decyzyjny jest grą celową przeznaczoną dla wyselekcjonowanego odbiorcy dorosłego. Kategorię tę można zaliczyć do tzw. gier poważnych (*ang. serious games*). Symulacyjne gry poważne realizowane są w oparciu o określony model symulacji, zaś ich cele dydaktyczne są ściśle określone. Gry takie wymagają zazwyczaj wysokiej mocy obliczeniowej komputerów, specjalistycznych szkieletowych programów eksperckich [4], [11], oraz umiejętności wykorzystywania rozproszonych baz danych [12]. Wykorzystanie w procesie edukacji gier poważnych, w szczególności MTD, pozwala przeprowadzić analizę właściwych zachowań, ocenić ryzyko, oraz proces podejmowania de-

cyzji [7]. MTD stanowi efektywną, skuteczną i uniwersalną metodę dydaktyczną, która pozwala przygotować decydentów wszystkich szczebli do racjonalnego podejmowania decyzji i działania w razie wystąpienia sytuacji kryzysowej. Treningi budowaną są w oparciu o unikatowe scenariusze sytuacji kryzysowych, z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi dydaktycznych. Scenariusze wykorzystywane w procesie dydaktycznym opierają się głównie o wiedzę z zakresu zarządzania kryzysowego, ochrony przeciwpożarowej, funkcjonowania organów administracji rządowej i samorządowej, a także organizacji i prowadzenia akcji ratowniczych.

U podstaw realizacji MTD leży założenie, że decydent, osadzony w realiach symulowanej sytuacji kryzysowej, w oparciu o posiadaną wiedzę i doświadczenie, jest w stanie sam wypracować najlepsze w danej sytuacji rozwiązanie, m.in. dzięki możliwości szerszego spojrzenia na skalę i rozmiar zagrożenia, z którym przyjdzie mu się zmierzyć.

Stworzenie wiernej symulacji rzeczywistości – sytuacji kryzysowej – w ramach Multimedialnych Treningów Decyzyjnych wymaga wykorzystania wszelkich dostępnych środków komunikacji oraz form multimedialnego odwzorowania rzeczywistości. Dzięki złożonej formie i jednoczesnemu oddziaływaniu na wiele zmysłów uczestników, dzięki stworzeniu wielowymiarowej symulacji Centrum Zarządzania Kryzysowego (CZK), MTD stał się narzędziem umożliwiającym m.in.:

- poszukiwanie luk w planach reagowania kryzysowego,
- optymalizację zarządzania siłami i środkami,
- nauczanie autokontroli czynności i natychmiastowej reakcji na popełnione błędy,
- naukę pracy w zespole,
- podnoszenie umiejętności, naukę właściwej oceny własnych słabości, słabych i mocnych stron,
- określenie potrzeb w zakresie szkoleń i ćwiczeń.

Multimedialny Trening Decyzyjny jest pewną formą trenażera, pozwalającego na ćwiczenie umiejętności zarządzania informacją, analizy sytuacji oraz procesu podejmowania decyzji w sytuacji kryzysowej. Doświadczenia CEBP wynikające z realizacji krajowych i międzynarodowych szkoleń (symulacji) na poziomach zarządzania kryzysowego od lokalnego, przez powiatowy i wojewódzki do centralnego wykazały, że właściwie przygotowana dydaktyczna gra decyzyjna jest w stanie pozorować działania CZK w warunkach rzeczywistych, a u uczestników znacznie rozwija cechy osobowościowe, sprawność myślową, zdolność twórczego poszukiwania trafnych rozwiązań, zdolność podejmowania optymalnych decyzji, jak również odporność na stres oraz umiejętność zarządzania, klasyfikacji i ewaluacji informacji. Stosowanie technik multimedialnych pozwala na osiągnięcie lepszych wyników dydaktycz-

nych niż przy wykorzystaniu tradycyjnych metody przekazywania wiedzy. Do najistotniejszych cech procesu dydaktycznego z wykorzystaniem technik multimedialnych można zaliczyć [6], [2]:

- oszczędność czasu (o 38% – 70%),
- rzadsze nieporozumienia przy przekazywaniu wiedzy (o 20% – 40%),
- wzrost zrozumienia tematu (o 50% – 60%),
- wyższy zakres przyswajanej wiedzy (o 25% – 50%),
- szybsze tempo uczenia się (o 60%),
- wyższą skuteczność nauczania (o 56%).

Kształcenie multimedialne powoduje pobudzenie aktywności spostrzeżeniowej, manualnej, intelektualnej i emocjonalnej. Wzbudzenie zaangażowania emocjonalnego wpływa korzystnie na przyswajanie wiedzy i przyspiesza ten proces, jak również uczy kreatywnego myślenia. Ludzie podczas nauki zapamiętują [1]:

- 10% tego, co czytają,
- 20% tego, co słuchają,
- 30 % tego co oglądają,
- 50% tego, co słuchają i oglądają,
- 70 % tego co dyskutują,
- 90% tego, co robią czyli materiału przedstawionego w kilku formach.

Z powyższego zestawienia wynika, że multimedialne formy kształcenia, dostarczające informacji pod wieloma postaciami, oraz pozwalające na sprawdzenie swoich umiejętności i wiedzy w działaniu, charakteryzują się najwyższym wskaźnikiem efektywności nauczania.

W skład symulacji sytuacji kryzysowej wchodzi bardzo wiele elementów. Opisowi i realizacji podlegają m.in. takie procesy jak pozyskiwanie informacji, wypracowywanie strategii działania, podejmowanie decyzji, organizacja działań służb ratowniczych, współpraca z instytucjami pozarządowymi, współpraca ze środkami masowego przekazu, kontakt ze społeczeństwem. Wszystkie powyższe elementy, połączone są w sposób funkcjonalny za pomocą odpowiedniej infrastruktury techniczno-informatycznej, oraz wsparte wiedzą ekspercką.

Każda symulacyjna gra decyzyjna składa się z modelu symulacji (MS), algorytmu oraz programu. Model symulacji jest szczegółowym opisem przedmiotu symulacji. Zakreśla ramy działania opisuje plan, teren i czas działania, oraz odtwarza dokładnie strukturę i zadania.

W przypadku Centrum Zarządzania Kryzysowego model symulacji tworzony jest w oparciu o istniejące unormowania prawne, przede wszystkim o ustawę o zarządzaniu kryzysowym [13], oraz nowszych, takich jak rozporządzenie w sprawie funkcjonowania centrów powiadamiania ratunkowego [8]. Algorytm opisuje działanie systemu – jest funkcją części modelu wynikających z warunków pracy MS

oraz funkcjonalno-organizacyjnej struktury i zadań realizowanych przez ten model. Programem w przypadku Multimedialnych Treningów Decyzyjnych jest nie jedna aplikacja, a wiele programów i narzędzi multimedialnych działających w ramach zintegrowanej, dedykowanej, platformy teleinformatycznej.

Innowacyjność MTD jawi się przede wszystkim w otwartym scenariuszu treningu (symulacji). Jasno nakreślony cel, który pragną osiągnąć uczestnicy symulacji, może być zrealizowany wieloma drogami. Każdy scenariusz przebiega wg drzewa zdarzeń głównych (tzw. kamieni milowych, takich jak nadejście fali powodziowej, informacja w TV krytykująca pracę ratowników, konferencja prasowa itp.), z których jednak nie wszystkie muszą wystąpić (w drzewie zdarzeń jest kilka możliwych dróg). Oprócz tego w ramach symulacji występuje wiele zdarzeń pobocznych, które generują chaos informacyjny charakterystyczny dla sytuacji kryzysowej, oraz angażują i tak uszczuplone siły i środki. Wszystkie „małe” decyzje mogą jednak wpływać na główne drzewo zdarzeń (jeżeli np. zabraknie ludzi do pracy przy wzmacnianiu wału przeciwpowodziowego, to może nie wystarczyć czasu na jego zabezpieczenie, co w końcu doprowadzi do zalania przez powódź zamieszkałych terenów). Każda decyzja jest podejmowana zgodnie ze schematem pokazanym na Rys. 1. W oparciu o posiadane informacje uczestnicy symulacji analizują możliwości i starają się wybrać najefektywniejsze w danym momencie rozwiązanie. Krytycznym czynnikiem warunkującym powodzenie działań jest czas, który nieubłagalnie ucieka.



Ryc. 1. Zarys przebiegu procesu decyzyjnego w Multimedialnym Treningu Decyzyjnym

Fig. 1. Outline of decision-making process in the Multimedia Decision Training

Źródło: opracowanie własne

3. Program symulacyjny „WODA”

Program „WODA” został stworzony w celu aktywnego wspomaganie Multimedialnego Treningu Decyzyjnego „POWÓDŹ”. Trening ten ma na celu symulację pracy Powiatowego lub Wojewódzkiego Centrum Zarządzania Kryzysowego w obliczu zagrożenia powodziowego. Program „WODA” został stworzony, aby z jednej strony usprawnić i sformalizować proces symulacji sytuacji kryzysowej (uczynić go również w pewnym zakresie powtarzalnym), z drugiej zaś strony by prowadzić monitoring procesu zarządzania informacją oraz podejmowania decy-

zji. Program został napisany w obiektowym środowisku *Borland Delphi 6.0*¹.

Aplikacja „WODA” pozwala symulować przebieg fali powodziowej przez wybrany obszar, uwzględniając skutki tego procesu m.in. rozlewanie się wody w wyniku przelania przez wały przeciwpowodziowe lub przerwania wałów. Program daje również możliwość bieżącej analizy kosztów prowadzonych działań jak i strat wywołanych żywiołem. Jednocześnie „WODA” jest grą decyzyjną, mającą na celu kształcenie w zakresie planowania i efektywnego zarządzania posiadanymi siłami i środkami. Akcja symulacji toczyć się może w czasie rzeczywistym lub w warunkach kompresji czasu. Głównym zadaniem grającego (uczestnika symulacji) jest niedopuszczenie do zalania chronionych przez wały przeciwpowodziowe obszarów.

Na Rys. 2 przedstawiono widok okna głównego programu „WODA”. W prawym górnym rogu okna znajdują się informacje dotyczące: daty i godziny symulacji oraz czasu jaki pozostał do nadejścia fali kulminacyjnej. Pozostała część okna programu została podzielona na 8 sekcji. Każda z nich obrazuje sytuację w jednym z miejsc newralgicznych, gdzie może nastąpić wystąpienie wody z brzegów i konieczna będzie akcja ratownicza (podnosze-

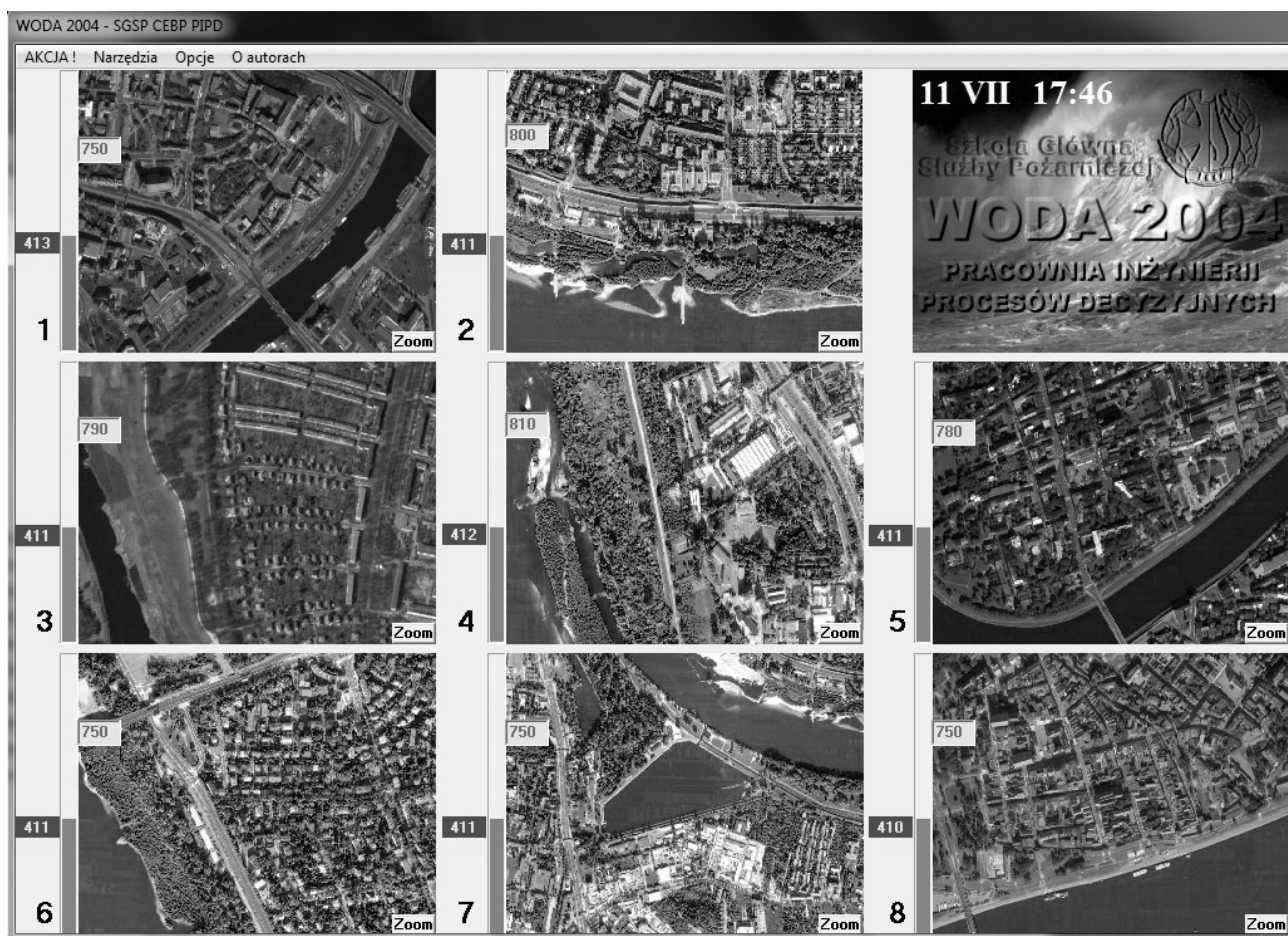
nie, uszczelnianie wałów, zabezpieczenie logistyczne, ewakuacja itd.). Każde z wybranych miejsc newralgicznych otrzymało kryptonimy od *Akcja 1* do *Akcja 8*. Układ każdej z sekcji przyporządkowanych do poszczególnych miejsc akcji jest analogiczny: większą jej część stanowi fragment mapy obszaru z zaznaczonym miejscem akcji (wraz z rozwojem sytuacji na mapie kolorem ciemnoniebieskim oznaczane są obszary zalane), z lewej strony znajduje się informacja o wysokości wału przeciwpowodziowego i aktualnej wysokości poziomu wody.

Falę powodziową opisano w sposób matematyczny za pomocą asymetrycznego rozkładu normalnego o równaniu:

$$f(x) = \begin{cases} A_1 \cdot e^{-(B_1 \cdot [(x - C_1)]^2)} & t \leq t_0 \\ A_2 \cdot e^{-(B_2 \cdot [(x - C_2)]^2)} & t > t_0 \end{cases} \quad (1),$$

gdzie t_0 jest momentem kulminacji (tzn. gdy poziom wody osiąga swe maksimum), zaś A_1 , B_1 , C_1 i A_2 , B_2 , C_2 są parametrami opisującymi kształt fali powodziowej przed i po kulminacji.

Parametry funkcji są tak dobierane, by z jednej strony zapewnić spełnienie założeń scenariusza tre-



Ryc. 2. Widok okna głównego programu „WODA”

Fig. 2. The main window of „WODA” program

Źródło: opracowanie własne.

¹ <http://www.borland.pl/delphi/>

ningu, z drugiej zaś strony, by „zachowanie się” fali powodziowej było zbliżone do spotykanego w rzeczywistości (m.in. szybkie, w stosunku do opadania, narastanie fali powodziowej, realny czas przemieszczania się fali związany z prędkością czoła fali).

Głównym elementem decyzyjnym w programie „WODA” jest zarządzanie siłami i środkami, których wykorzystanie ma realny wpływ na sytuację na zagrożonych obszarach. Kluczem do sukcesu jest odpowiednie wykorzystanie zasobów, z uwzględnieniem czasu ich wprowadzenia i wycofania, oraz transferu pomiędzy miejscami akcji. W programie „WODA” wprowadzono m.in. algorytm sterujący obroną wałów uwzględniający ukryty parametr wydajności pracy ludzi, na który wpływają m.in. pora doby (dzień/noc) oraz przydzielone środki pomocnicze (sprzęt ciężki, narzędzia, zestawy oświetleniowe itp.).

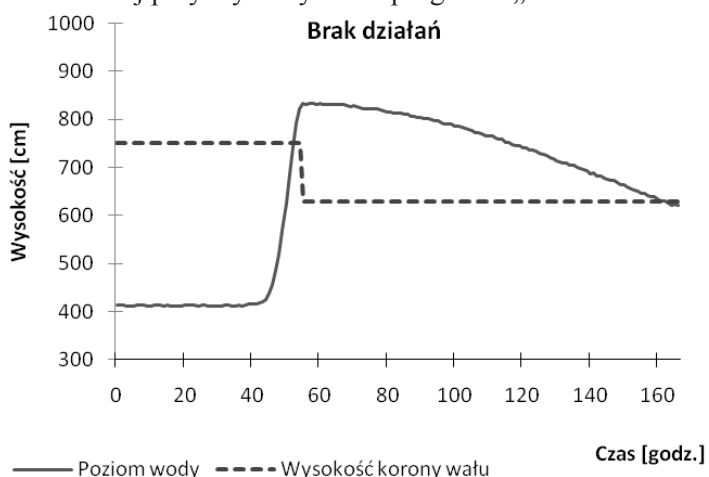
Jak wspomniano wcześniej symulacja powodzi prowadzona z wykorzystaniem aplikacji „WODA” uwzględnia zarówno możliwość przerwania wału w wyniku wysokiego poziomu wody, jak również w wyniku przesiąkania wody pod konstrukcją wału. Temu pierwszemu można zapobiec poprzez ułożenie odpowiednio wcześnie odpowiednio wysokiego wału z worków z piaskiem umieszczonego na koronie wału przeciwpowodziowego. Temu drugiemu można zapobiec dzięki uszczelnieniu wału przeciwpowodziowego, wykorzystując worki z piaskiem i specjalną folię.

Program „WODA” umożliwia również kalkulację kosztów wykorzystania sił i środków oraz strat wywołanych przez zalanie przez wodę obszarów chronionych. Przed podjęciem każdej decyzji dotyczącej sił i środków program przedstawia grającemu konsekwencje finansowe i prosi o potwierdzenie działań. Daje to możliwość nadzorowania np. budżetu i weryfikowania planów działania ze względu na ich koszty wdrożenia.

W szerokim zakresie możliwości programu „WODA” znajduje się również opcja wykorzystania dwóch polderów zalewowych (umieściwionych w górze rzeki, których otwarcie we właściwym momencie obniża maksymalną wysokość nadciągającej fali powodziowej) jak również skorzystania z zasobów Wojewódzkiej Brygady Odwodowej Państwowej Straży Pożarnej [9].

Ostatnim istotnym elementem aplikacji „WODA” jest moduł zapisujący najważniejsze dane z symulacji do zewnętrznej bazy danych. Pozwala to na późniejsze odtworzenie przebiegu gry, jak również prowadzenie badań w obszarze zarządzania informacją i sposobu podejmowania decyzji w sytuacjach kryzysowych, których wyniki zostały opublikowane m.in. w [14], [10], [3].

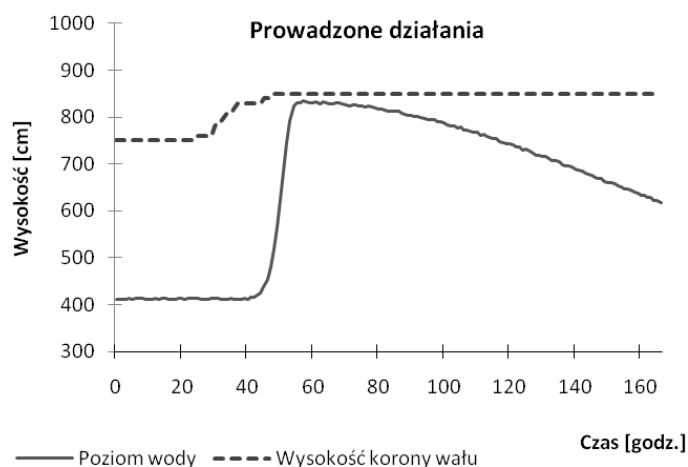
Na rysunkach przedstawione zostały przykładowe wyniki symulacji powodzi i akcji przeciwpowodziowej przy wykorzystaniu programu „WODA”.



Ryc. 3. Wynik symulacji powodzi w programie „WODA” – wysokość poziomu wody i korony wału, w funkcji czasu, w przypadku braku prowadzenia działań na wałach.

Fig. 3. The result of simulation of floods in the “WODA” - the height of water level and the crown shaft, as a function of time, in the absence of action on a flood banks

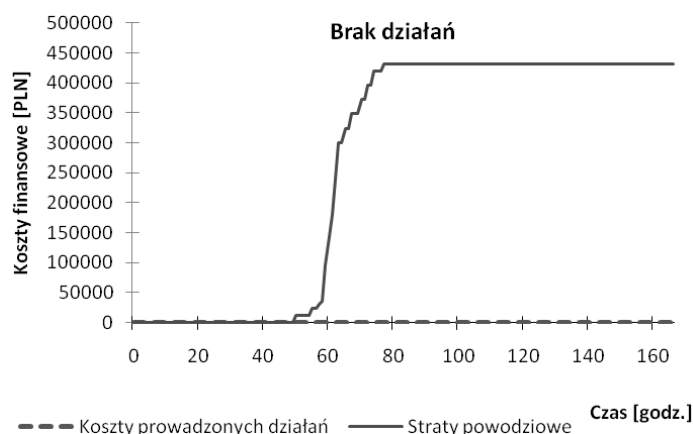
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 4. Wynik symulacji powodzi w programie „WODA” – wysokość poziomu wody i korony wału, w funkcji czasu, w przypadku prowadzenia działań na wałach.

Fig. 4. The result of simulation of floods in the „WODA” - the height of water level and the crown shaft, as a function of time for carrying out activities on the flood banks

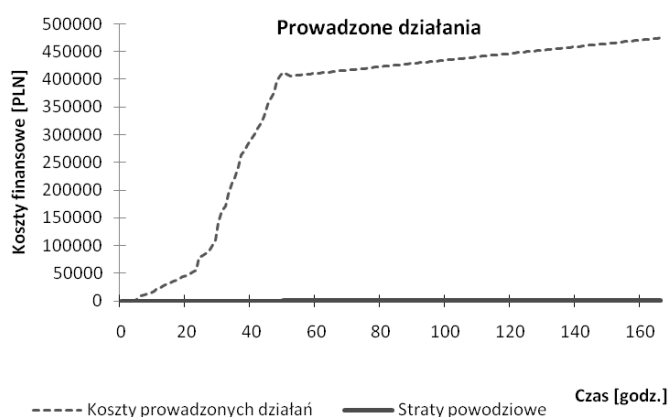
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 5. Wynik symulacji powodzi w programie „WODA” – koszty prowadzonych działań ratowniczych oraz straty spowodowane przez powódź, w funkcji czasu, w przypadku braku prowadzenia działań na wałach.

Fig. 5. The result of simulation of floods in the „WODA” – the cost of carried out rescue operations and damage caused by flood, as a function of time, in the absence of action on a flood banks

Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6. Wynik symulacji powodzi w programie „WODA” – koszty prowadzonych działań ratowniczych oraz straty spowodowane przez powódź, w funkcji czasu, w przypadku prowadzenia działań na wałach

Fig. 6. The result of simulation of floods in the “WODA” – the cost of carried out rescue operations and damage caused by flood, as a function of time for carrying out activities on the flood banks

Źródło: opracowanie własne

Pokazano rozkłady wysokości poziomu wody i korony wału, w funkcji czasu, w przypadku braku prowadzenia działań na wałach (Rys. 3) i w przypadku poprawnie przeprowadzonych działań przeciwpowodziowych (Rys. 4). Przedstawiono również dla tych samych symulacji rozkłady kosztów prowadzonych działań ratowniczych oraz strat spowodowanych przez powódź, w funkcji czasu, w przypadku braku prowadzenia działań na wałach (Rys. 5) i w przypadku poprawnie przeprowadzonych działań przeciwpowodziowych (Rys. 6). Przedstawione

wyniki stanowią jedynie przykład możliwości wykorzystania analiz i symulacji przeprowadzanych przy pomocy programu „WODA”.

4. Posumowanie

Zamysłem napisania programu „WODA” było stworzenie narzędzia aktywnie wspomagającego realizację symulacji Centrum Zarządzania Kryzysowego podczas zagrożenia powodziowego w ramach Multimedialnych Treningów Decyzyjnych. Jednakże aplikacja która powstała stała się również ciekawym narzędziem badawczym umożliwiającym ocenę procesu decyzyjnego w aspekcie podejmowania decyzji w środowisku ryzyka i niepewności, charakterystycznego dla sytuacji kryzysowych. Badania takie są niestety, poprzez pryzmat obecnych narzędzi dydaktycznych, jeszcze bardzo wymagające w swej istocie z uwagi na konieczność jednoczesnej rejestracji bardzo wielu parametrów – nie tylko tych ilościowych, stanowiących wyniki analiz i symulacji komputerowych, ale również subiektywnych parametrów jakościowych, takich jak funkcja preferencji decydenta, poziom stresu, umiejętności pracy w zespole, organizacja pracy, nie dających się mierzyć standardowymi metodami. Biorąc jednak pod uwagę tempo rozwoju nowoczesnych technologii wydaje się, że już w niedalekiej przyszłości proces dydaktyczny w zakresie nauki podejmowania decyzji w sytuacjach trudnych i kryzysowych będzie w blisko 100% oparty o symulacje komputerowe (trenażery). Mimo tego, nadal uważam, że w procesie tym nie da się całkowicie wyeliminować człowieka, choćby z uwagi na nieoceniony wpływ bezpośredniego kontaktu i relacji nauczyciel-uczeń na rozwój każdego człowieka.

Literatura:

1. Dryden G., Vos J., *Rewolucja w uczeniu*, Wydawnictwo Zysk i S-ka, 2003;
2. Galloway C., *Psychologia uczenia się i nauczania*, PWN, Warszawa 1988;
3. Gawroński W., Mazur R., Smolarkiewicz M. M., Sobol M., Szewczyk J., *Badanie wpływu ilości i jakości informacji na podejmowanie decyzji w sytuacjach nadzwyczajnych*, I Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Wyzwania Bezpieczeństwa Cywilnego XXI wieku – Inżynieria działań w obszarach nauki, dydaktyki i praktyki” str. 89-99, Warszawa 2007;
4. Kolbusz E [red:] i Rejer I., *Wstęp do informatyki w zarządzaniu*, Szczecin 2006;
5. Masłow A., *Motywacja i osobowość*, Biblioteka Klasyków Psychologii, Wydawnictwa Naukowe PWN 2005;
6. Okoń W., *Elementy dydaktyki szkoły wyższej*, Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1971;

7. Przetacznik R., *Metody nauczania oparte na grach decyzyjnych*, CEBP 2005 (materiał niepublikowany);
8. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2009 r. w sprawie organizacji i funkcjonowania centrów powiadamiania ratunkowego i wojewódzkich centrów powiadamiania ratunkowego, Dz. U. Nr 130 poz. 1073.
9. Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 29 grudnia 1999 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, Dz. U. Nr 111, poz. 1311, z późn. zm.
10. Smolarkiewicz M. M. (pod kierunkiem), Projekt naukowo-badawczy *Badanie wpływu ilości i jakości informacji na podejmowanie decyzji w stanach nadzwyczajnych Etap II*, KBN S/E-422/19/2004/05, SGSP 2005 (materiał publikowany w opracowaniu zbiorczym SGSP);
11. Smolarkiewicz M. M., *Systemy Wspomagania Decyzji i Systemy Ekspertowe w zarządzaniu kryzysowym – ich rola, zadania i ograniczenia*, Journal of Modern Science – Zeszyty Naukowo-Dydaktyczne, Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide de Gasperi w Józefowie k/Ot-wocka, Tom 1/6/2009, Józefów 2009;
12. Smolarkiewicz M. M., *Koncepcje baz danych niezbędnych dla funkcjonowania struktur zarządzania kryzysowego (CPR, GCR)*, Elektroniczna Administracja, nr 3 maj-czerwiec 2006, str. 39-60;
13. Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym, Dz. U. z 2007 r. Nr 89, poz. 590). Ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o zmianie ustawy o zarządzaniu kryzysowym Dz. U. 2009 nr 131 poz. 1076. Ustawa z dnia 29 października 2010 r. o zmianie ustawy o zarządzaniu kryzysowym Dz. U. 2010 nr 240 poz. 1600.
14. Wróblewski D. (pod kierunkiem), Projekt naukowo-badawczy *Badanie wpływu ilości i jakości informacji na podejmowanie decyzji w stanach nadzwyczajnych Etap I*, KBN S/E-422/19/2004, SGSP 2004 (materiał publikowany w opracowaniu zbiorczym SGSP);
15. Żebrowski P., Abramowicz W., Filipowska A., Wróblewski D., Smolarkiewicz M. M., Wolanin J., Wiśniewski M., Bassara A. *Progressive crisis management system* Symposium on Risk Management and Cyber-Informatics RMCI 2005.

Marcin Mieczysław Smolarkiewicz, ukończył studia na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego - specjalizacja fizyka jądra atomowego. Uzyskał tytułu doktora nauk fizycznych w specjalizacji fizyka jądrowa w 2003 r. Zatrudniony w Szkole Głównej Służby Pożarniczej od 2001 r. na stanowisku asystenta, od 2003 r. na stanowisku adiunkta. Od 1.07.2005 do 29.02.2008 r. – Kierownik Centrum Edukacji Bezpieczeństwa Powszechnego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Od 01.03.2008 r. zatrudniony w Wyższej Szkole Zarządzania i Prawa im. H. Chodkowskiej w Warszawie na stanowisku adiunkta, Kierownika Zakładu Informatyki i Metod Ilościowych. Obecnie w Szkole Głównej Służby Pożarniczej zatrudniony na stanowisku kierownika Zakładu Badań Sytuacji Kryzysowych w Katedrze Badań Bezpieczeństwa. Autor ponad 30 publikacji o zasięgu krajowym i międzynarodowym.

Recenzenci

dr inż. Eugeniusz W. Roguski

ml. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski

mgr Joanna CYBULSKA
CNBOP-PIB

W ŚWIECIE KOMUNIKACJI KOMUNIKACJA WEWNĘTRZNA W ORGANIZACJI

IN THE WORLD OF COMMUNICATION Internal Communication

Zatrudniamy całego człowieka,
a nie tylko tak zwane ręce do pracy
Peter Ducker

Streszczenie

Jest to trzeci artykuł z mini cyklu „W świecie komunikacji”. Poprzednie artykuły wprowadziły czytelnika w dziedzinę public relations oraz omówiły jej główne cele i zadania. Stanowiły wprowadzenie do bardziej szczegółowego omówienia narzędzi PR oraz działań w sytuacjach dla organizacji kryzysowych. Trzeci z kolei artykuł poświęcony jest komunikacji wewnętrznej w firmie. Opisuje jak powinna ona wyglądać i jakie korzyści wypływają dla organizacji z prawidłowo prowadzonego PR wewnętrznego. Autorka rozpoczyna od rozszerzonej definicji komunikacji wewnętrznej. Następnie omawia cele strategiczne wewnętrznego public relations takich jak choćby identyfikacja pracownika z organizacją czy też lepsza motywacja członków organizacji. Następnie omówione zostaje uporządkowanie komunikacji w firmie w zależności od jej kierunku (w górę, w dół i w poziomie). Kolejnym problemem omówionym w artykule są instrumenty i narzędzia wewnętrznego public relations. Artykuł kończą poparte wynikami badań wnioski na temat pozycji i znaczenia komunikacji wewnętrznej w polskich dużych i małych firmach, popularności poszczególnych narzędzi wewnętrznego PR, a także odbioru tej dziedziny komunikowania przez menadżerów polskich firm różnej wielkości.

Summary

This is the third article of the mini-series „In the world of communications.” Previous articles have introduced the reader to the field of public relations and discussed the main goals and tasks. They were an introduction to a more detailed discussion of PR tools and activity in situations of crisis in the organization. The third article, in turn, is devoted to internal communication within the company. Describes how it should look like and what benefits derive for the organization of a properly conducted internal PR. The author begins with an expanded definition of internal communication. Then discusses the strategic objectives of the internal public relations, such as for example an employee identification with the organization or a better motivation of members of the organization. Next discussed is an organization of the communication within the company depending on its direction (up, down and horizontally). Another problem discussed in the article are internal instruments and tools of public relations. Article ends, supported by results of research, findings on the position and importance of internal communication in Polish large and small companies, the popularity of the various internal tools of PR, as well as the receipt of this field of communication by managers of Polish companies of all sizes.

Słowa kluczowe: public relations, komunikacja wewnętrzna, narzędzia komunikacji wewnętrznej, cele komunikacji wewnętrznej;

Keywords: public relations, internal communication, tools of internal communication, goals of internal communication;

Wstęp

Poprzednie artykuły przybliżające wiedzę na temat public relations przekazały informacje na temat potrzeby komunikacji z otoczeniem. Wprowadziły czytelnika w dziedzinę public relations, jej główne cele i zadania. Wskazały korzyści dla organizacji wynikające ze sprawnej pracy działu PR. Stanowiły wprowadzenie do omówienia narzędzi PR, działań PR w sytuacjach dla organizacji kryzysowych, oceny pracy działu PR w osiąganiu założonych przez

organizację celów. Aby jednak organizacja dobrze radziła sobie w dziedzinie komunikacji z otoczeniem zewnętrznym, a także w sytuacjach kryzysowych, które zdarzają się w każdej, nawet najlepiej zarządzanej organizacji, potrzebna jest systematyczna i właściwie prowadzona komunikacja wewnętrzna. To ten rodzaj komunikowania się zapewnia dobrze poinformowaną, skonsolidowaną załogę firmy, która w otoczeniu wewnętrznym i zewnętrznym pełni rolę rzeczników organizacji.

Komunikacja wewnętrzna – definicja i cele

Wiele jest różnych definicji określających czym jest komunikacja wewnętrzna. Różnią się czasami sformułowaniami, ale niewątpliwie mają wiele cech wspólnych, podkreślających cele podejmowanych działań. Można powiedzieć, iż komunikacja wewnętrzna to dziś pojęcie znacznie szersze niż umowna książka skarg i zażaleń, czy gazetka pracownicza. W procesie kierowania każdym przedsiębiorstwem coraz większego znaczenia nabiera umiejętność pozyskiwania zainteresowania i identyfikacji pracowników z celami firmy oraz polityką jej kierownictwa. Potrzeba zaplanowanego działania, którego celem będzie pozyskanie akceptacji pracowników dla ważnych idei i zwiększenie ich wydajności poprzez odpowiednie zarządzanie informacją. Jest to dziś podstawowym wyzwaniem, które stoi przed nowoczesnymi managerami. Trudno powiedzieć dlaczego to także ważne narzędzie zarządzania firmą jest tak często niedoceniane. Przecież bez sprawnego porozumiewania się z pracownikami firmy nie jest możliwe jej dobre funkcjonowanie. To, jakie opinie będą przekazywali pracownicy swoim znajomym i rodzinie jest istotne dla postrzegania organizacji przez jej najbliższe otoczenie. Teoretycy i praktycy public relations są zgodni, że komunikacja wewnątrz organizacji powinna być fundamentem wszystkich innych działań PR.

Zanim bardziej szczegółowo omówione zostaną cele i narzędzia właściwie prowadzonej komunikacji wewnętrznej (wewnętrznego public relations) warto jeszcze w skrócie wspomnieć, iż ten rodzaj komunikowania wpływa nie tylko na wspomniane public relations w bliższym (a także w rezultacie w dalszym) otoczeniu firmy czyli oddziaływanie informacyjno-perswazyjne; wykorzystanie takich narzędzi jak środki usprawniające komunikację oraz wydarzenia powodujące większą integrację pracowników, ale także na tzw. human relations czyli wpływa na morale pracowników oraz ich integrację z firmą za pomocą osobnych narzędzi (wynagrodzenia, kary, nagrody, tworzenie atmosfery).

Cele strategiczne wewnętrznych public relations

W wielkim skrócie można by powiedzieć, że poprzez sprawną komunikację wewnętrzną organizacja osiąga pełniejszą identyfikację pracownika z firmą, wzmocnienie odpowiedzialności wszystkich pracowników za los firmy oraz wzrost efektywności działań całej załogi. Uzyskanie tego, co Goban-Klas określa jako lojalność pracowniczą jest możliwe tylko i wyłącznie wtedy, gdy spełnione są następujące warunki:

- Pracownicy otrzymują pełną i rzetelną informację o sytuacji firmy i planach jej kierownictwa;
- Działania zarządu są zgodne z wiadomościami przekazywanymi pracownikom;

- Zawarte porozumienia i deklaracje kierownictwa wobec pracowników są spełniane w zapowiedzianych terminach.

Oczywiście ważne jest także to, w jaki sposób komunikaty są redagowane i czy są przekazywane w odpowiednim czasie.

Jeżeli powyżej zostało stwierdzone, że wewnętrzny PR sprawia, iż wzrasta identyfikacja pracowników z firmą (czyli wzrasta tzw. lojalność pracownicza), to niewątpliwie pozwala to na przetrwanie momentów trudnych, bez dodatkowych kryzysów wewnątrz organizacji. Momenty dużych zmian w firmie wywołują zawsze niepokój pracowników. Nawet, jeśli są to zmiany na lepsze (wzmacniające firmę i stabilizujące miejsca pracy), będziemy zawsze mieli do czynienia z obawami członków organizacji.

Ponadto poprzez PR wewnętrzny realizowane są następujące cele:

- Wspieranie procesu realizacji strategii działania firmy;
- Sprawne zarządzanie;
- Motywowanie pracowników;
- Większa samodzielność pracowników;
- Kształtowanie kultury organizacyjnej;
- Wpływ na zmianę postaw i zachowań pracowników;
- 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 wewnętrznych inwestorów (wraz z dep. Relacji Inwestorskich).

Powiedziane już zostało jakie cele może osiągnąć organizacja poprzez sprawną komunikację wewnętrzną. Nieco uwagi należy więc poświęcić sposobom komunikowania się w organizacji.

W górę, w dół i w poziomie, czyli komunikacja w organizacji

Obszar komunikowania się w firmie można uporządkować w zależności od kierunku komunikacji (w górę, czyli do i od przełożonego; w dół, czyli do i od podwładnego oraz równolegle, czyli między kadrami kierowniczą tego samego szczebla lub np. między członkami zespołu), charakteru aktywności (nadawca-odbiorca) oraz treści zdarzeń komunikacyjnych. Tego rodzaju uporządkowanie pozwala na skonkretyzowanie naszych oczekiwań, co do situa-

cji komunikacyjnej oraz na właściwe zdefiniowanie potrzebnych umiejętności.

Komunikacja w górę obejmuje cały obszar komunikacyjny z przełożonymi. Dotyczyć może zarówno bezpośredniego przełożonego, jak i innych członków kadry zarządzającej zajmujących nadrzędne stanowiska w firmie. W szczególności komunikacja ta dotyczy:

- Przekazywania informacji;
- Odbierania informacji;
- Dbania o relacje.

Komunikacja w dół obejmuje obustronną komunikację przełożonego z podwładnym, z perspektywy przełożonego. Podobnie jak komunikacja w górę, ten rodzaj komunikowania się dotyczy przekazywania informacji, odbierania ich i dbania o relacje, tylko z perspektywy przełożonego.

Komunikacja w poziomie wiąże się z przekazywaniem wiadomości pomiędzy członkami organizacji znajdującymi się na równorzędnych stanowiskach. Ten rodzaj komunikowania się realizuje najczęściej następujące zadania:

- Koordynacja działań;
- Podział zadań i określanie sposobów komunikowania się i rozliczania;
- Rozwiązywanie problemów z zakresu współpracy pomiędzy działami lub zespołami.

Wszystkie omówione sposoby komunikowania się w firmie są ważne i wyznaczają konkretne zadania komórce PR, ale chyba najważniejsza przy realizacji wymienionych powyżej celów strategicznych ma komunikacja w dół. To poprzez ten kierunek komunikowania pracownicy dowiadują się o:

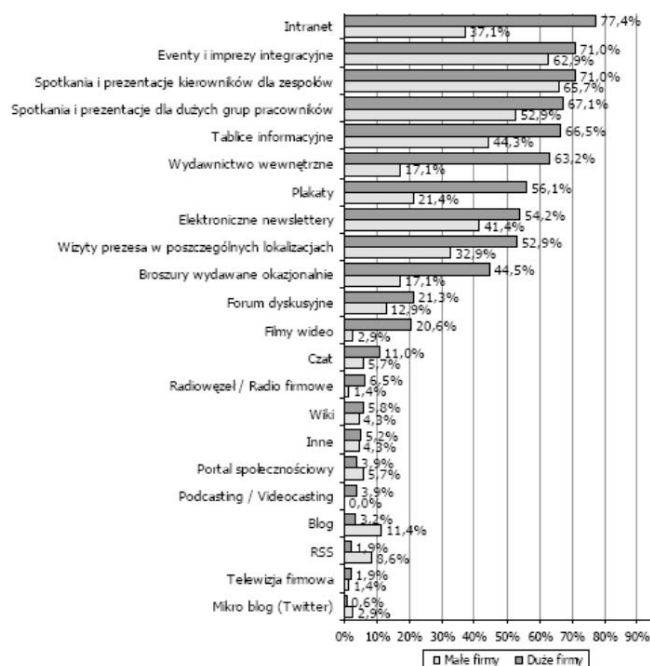
- Celach przedsiębiorstwa, jego misji, filozofii, zadaniach, polityce;
- Zagadnieniach współdecydowania, współuczestnictwa;
- Kształtowaniu się struktury majątkowej firmy;
- Możliwości uczestniczenia w podziale zysku, w funduszach pracowniczych;
- Środkach humanizacji pracy;
- Świadczeniach socjalnych;
- Zamierzonych przedsięwzięciach racjonalizacyjnych;
- Wprowadzeniu nowych produktów, nowych form obsługi klientów itp.;
- Wewnątrzzakładowych trudnościach, zdarzeniach warunkujących sytuację pracowników;
- Oficjalnym stanowisku dyirekcji w różnych sprawach, niekoniecznie bezpośrednio związanych z daną organizacją;
- Personalizacji (jubileuszach, nagrodach, rocznicach, wyborze do władz organizacji i stowarzyszeń, w tym międzynarodowych, przejściu na emeryturę itd.).

Środki i narzędzia komunikacji wewnętrznej

W komunikacji wewnętrznej wykorzystuje się następujące narzędzia:

- Informator dla pracowników;
- Tablice ogłoszeń;
- Biuletyny zakładowe;
- Listy do pracowników;
- Roczne lub okresowe zestawienia;
- Plakaty;
- Broszury;
- Radiowęzeł,
- Gorąca linia;
- Godziny przyjęć;
- Open home;
- Stały serwis informacyjny;
- Narady i dyskusje;
- Konkursy;
- Filmy i fotografie;
- Kursy szkoleniowe;
- Imprezy integracyjne;
- Pismo dla pracowników;
- Poczta elektroniczna;
- Intranet;
- Strony WWW;
- Tworzenie kręgów opiniotwórczych;
- Media lokalne w bliskim otoczeniu firmy.

Niektóre z wymienionych środków i narzędzi wewnętrznego PR stosowane są w firmach częściej i chętniej, inne są mniej popularne. Poniższy wykres przedstawia częstotliwość stosowania poszczególnych narzędzi komunikacji z pracownikami.



Wykres 1. Najczęściej stosowane instrumenty komunikacji z pracownikami

Graph 1. The most popular instruments for communication with employees

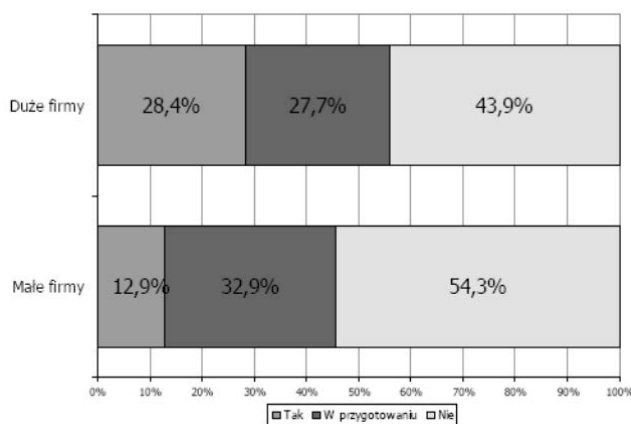
Źródło: www.proto.pl

Wykorzystanie narzędzi komunikowania się z pracownikami powinno być w pełni świadome. Część z nich może być użyta dopiero po wykorzystaniu innych. Dla uzyskania oczekiwanego i satysfakcjonującego efektu niezwykle ważne jest opracowanie komunikatów zarówno na odpowiednim poziomie merytorycznym, jak i formalnym, ale także przekazywanie ich w odpowiednim czasie, korzystając z narzędzi w odpowiedniej kolejności w zależności od sytuacji.

Jakakolwiek jednak byłaby to sytuacja i z jakichkolwiek narzędzi korzystałaby komórka PR, pożądanym celem, jaki stawia się przed działaniami informacyjnymi wewnątrz organizacji jest to, aby przeciętny pracownik wiedział na temat firmy więcej niż to, co na jej temat pojawi się w obiegu publicznym lub w tzw. „informacji korytarzowej” czyli mówiąc po prostu plotce. Wówczas informacje medialne lub wspomniane „informacje korytarzowe” pracownik odbiera poprzez pryzmat swojej wiedzy. Dobra komunikacja wewnętrzna to doinformowani i bardziej zmotywowani pracownicy, poprawa szybkości reagowania na zmiany oraz zmniejszenie kosztów.

Natomiast niedoinformowani pracownicy przyjmują informacje mówiące o złych intencjach kierownictwa czy zagrożeniach miejsc pracy jako całkowicie wiarygodne.

Wydawać by się mogło, iż w dzisiejszych czasach PR i komunikacja (w tym oczywiście komunikacja wewnątrz organizacji) jest sprawą oczywistą i większość nowoczesnych menadżerów rozumie jej potrzeby i ogromne korzyści wypływające z niej dla firmy. Z prowadzonych przez GFMP Management Consultants i portal dla specjalistów PR „Proto” badań wynika, że nawet w dobie kryzysu relatywnie niewielki odsetek firm (dużych i małych) posiada formalnie opracowaną i zatwierdzoną strategię komunikacji wewnętrznej. Wyniki badania przedstawia wykres nr 2.

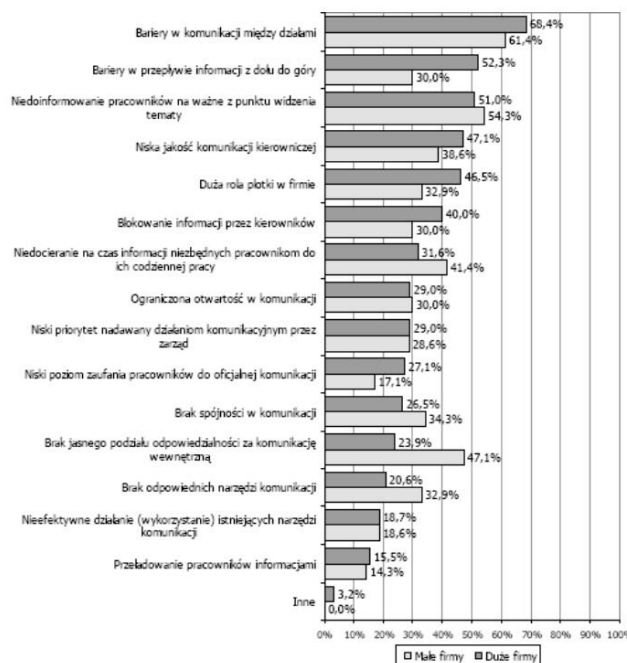


Wykres 2. Odsetek firm posiadających formalnie opracowaną strategię komunikacji wewnętrznej

Graph 2. Percentage of firms with formal internal communication strategy

Źródło: www.proto.pl

A jednocześnie nawet te firmy (osoby odpowiedzialne za PR firmy), w których spory nacisk kładzie się na ten rodzaj komunikowania się z członkami organizacji dostrzegają problemy, jakie pojawiają się w komunikacji wewnętrznej i utrudniają realizowanie jej celów na odpowiednim poziomie. Najczęstsze problemy przedstawia wykres nr 3.



Wykres 3. Problemy w komunikacji wewnętrznej pojawiające się w firmie

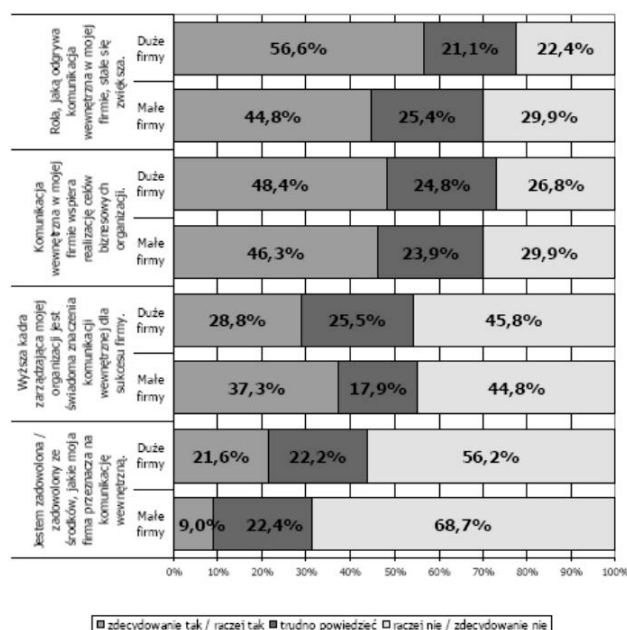
Graph 3. The most common problems in internal communication

Źródło: www.proto.pl

W odczuciu osób zajmujących się komunikacją wewnętrzną obszar ten nabiera znaczenia w firmie, staje się coraz bardziej biznesowo zorientowany, ale jednocześnie wyniki badań pokazują, że nie idzie za tym wsparcie (rozumienie kierownictwa i zasoby). Kierownictwo wyższego szczebla nie zawsze jest świadome, jak właściwie funkcjonująca komunikacja wewnętrzna przyczynia się do zwiększania efektywności organizacji, czemu towarzyszy również niedostateczna ilość środków przeznaczanych na jej realizację.

Osobom odpowiedzialnym za PR w firmach zadano także szereg pytań dotyczących roli i znaczenia wewnętrznego PR, a także zrozumienia potrzeb tego rodzaju komunikacji przez kadrę zarządzającą organizacją. Wyniki badania przedstawione zostały na wykresie nr 4.

O ile odsetek firm (ich zarządów) widzących korzyści płynące z prawidłowej komunikacji wewnętrznej w organizacji sięga niemal połowy, o tyle kadra menadżerska nie do końca jest przekonana, że wewnętrzny PR wpływa na finalny sukces firmy i niestety zbyt małe środki skłonna jest przeznaczyć na te cele.



Wykres 4. W jakim stopniu zgadza się Pani/Pan z poniższymi stwierdzeniami?

Graph 4. Are you agree with such opinions?

Źródło: www.proto.pl

Podsumowanie

W artykule przedstawione zostały korzyści z właściwie prowadzonej komunikacji wewnętrznej w organizacji. Omówione zostały jej cele oraz wskazane zostały narzędzia możliwe do wykorzystania w ich realizacji. Na zakończenie warto powiedzieć, jakie wnioski natury ogólnej wynikają z badań prowadzonych nad komunikacją wewnętrzną. W większości firm uczestniczących w badaniu można zaobserwować pewne ogólne prawidłowości:

- Pracownicy nie otrzymują tylu informacji, ile by chcieli;
- Pracownicy nie wysyłają tylu informacji, ile by chcieli;
- Najlepsze źródła informacji to te najbliższe pracownika;
- Najwięcej informacji pracownicy potrzebują od swojego bezpośredniego przełożonego;
- Najniższa jakość informacji – od kierownictwa najwyższego szczebla;
- Pracownicy otrzymują więcej plotek, niż chcą;
- Największe potrzeby dotyczą komunikacji twarzą w twarz.

Na zakończenie należy stwierdzić, że wiele jeszcze trzeba włożyć pracy, aby powszechnie w firmach rozumiano wielkie znaczenie jakie ma dobrze skonstruowana załoga, doinformowani pracownicy, którzy dobrze rozumieją cele i strategię organizacji. Nie jest bowiem prawdą, że **pracownicy lubią otrzymywać plotki na temat tego, co dotyczy firmy. Plotki powstają wtedy, gdy brak jest jakichś informacji, gdy istnieją luki informacyjne.**

Literatura

1. Goban-Klas T., *Public Relations czyli promocja reputacji*, Business Press, Warszawa 1997;
2. Sikorski C., *Zachowania ludzi w organizacji*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2001;
3. Fraser P., [et al.], *Public Relations w praktyce*, Wydawnictwo Felberg SJA, Warszawa 2003;
4. Werenowska A., *Wewnętrzne Public Relations*, mat. Niepublikowane (wykład dla słuchaczy studiów podyplomowych „Medioznawstwo i Zarządzanie Informacją, SGGW, 2008;
5. Szymańska A., *Public Relations w systemie zintegrowanej komunikacji marketingowej*, Oficyna wydawnicza „Unimex”, Wrocław 2004;
6. Michoń F., *Organizacja i kierowanie w przedsiębiorstwie w świetle socjologii i psychologii pracy*, [wyd. trzecie rozszerzone], Wydawnictwo Książka i Wiedza, Warszawa 1981;
7. Gregory A., *Public Relations w praktyce*, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1997;
8. Arson E., [et al.], *Komunikowanie niewerbalne*, [w:] Psychologia społeczna. Serce i umysł, Zysk i S-ka, Poznań 1997;
9. Cooper P.J., *Sprawne porozumiewanie się: 114 scenariuszy ćwiczeń z mówienia i słuchania*, Wydawnictwo CODN, Warszawa 2002;
10. Golka M., [red.], *Bariery w komunikowaniu*, Wydawnictwo naukowe UAM, Poznań 2000;
11. Sampson E., *Jak tworzyć wizerunek własny*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1996;
12. Sherwyn P., [et al.], Jakubowska U., [red.], *Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, Seria: Komunikowanie.*

mgr Joanna Cybulska – absolwentka Uniwersytetu Warszawskiego, Instytutu Filologii Słowiańskiej. Specjalność historyk literatury zachodniosłowiańskiej (czeskiej i słowackiej). Przez wiele lat pracowała jako tłumacz języka czeskiego i słowackiego. Ukończyła podyplomowe studia „Medioznawstwo i Zarządzanie Informacją” w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego – Wydział Ekonomiczny. Pracuje w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowodziowej – Państwowym Instytucie Badawczym na stanowisku specjalisty ds. Wydawnictw. Pełni funkcję Sekretarza Redakcji kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”

Recenzenci:

dr inż. Zbigniew Ciekankowski

dr inż. Czesław Ochenduska

GRANOVSKIY E.A**LYFAR V.A****VORONA A.P****BARBUCA I.M**

Naukowe Centrum Badania Ryzyka

„Rizikon”, Severodonieck, Ukraina

dr inż. **Wojciech JAROSZ**

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

MODELOWANIE EWAKUACJI PODCZAS POŻARÓW BUDYNKÓW – ANALIZA RYZYKA

Modeling the evacuation during fires of buildings - the risk analysis

Streszczenie

We współczesnych wielokondygnacyjnych budynkach mających złożoną geometrię, trudno jest określić efektywność systemu ochrony przeciwpożarowej. Wynika to z dużej liczby wariantów powstawania i rozwoju pożarów. Skuteczność i niezawodność systemu ochrony przeciwpożarowej określa się poziomem dopuszczalnego ryzyka znajdujących się w budynku ludzi. Podniesienie poziomu bezpieczeństwa wymaga większych nakładów finansowych.

Artykuł przedstawia program komputerowy „Pożaryz” umożliwiający określanie wskaźników ryzyka na podstawie modelowania dużej ilości wariantów powstawania i rozwoju pożarów w budynkach, z uwzględnieniem prawdopodobieństwa zadziałania lub braku działania systemów ochrony przeciwpożarowej. Program składa się z czterech modułów: Redaktor, CFAST, Ewakuacja i Ryzyko.

Moduł REDAKTOR przeznaczony jest do określania, za pomocą narzędzi graficznych, metrycznych i wektorowych, własności przestrzeni i obiektów.

Moduł CFAST wykorzystuje dwustrefowy model pożaru w budynku. Pozwala on na uzyskanie zmian w czasie parametrów pożaru: mocy źródła pożaru, wydzielania ciepła i produktów spalania, z uwzględnieniem konstrukcji pomieszczeń i otworów, możliwych środków oddymiania i otwarcia/zamknięcia wybranych otworów.

Moduł EWAKUACJA pozwala modelować proces ewakuacji ludzi z budynku przez otwarte otwory i drzwi najkrótszą dostępną drogą z uwzględnieniem przeszkód, charakterystyki przemieszczania się grup, powierzchni przemieszczania się, gęstości strumieni ludzi, przepustowości wyjść ewakuacyjnych, opóźnienia początku ewakuacji z wielu pomieszczeń.

Moduł RYZYKO określa możliwą liczbę ofiar śmiertelnych i umowne prawdopodobieństwo śmierci podczas pożaru z uwzględnieniem prawdopodobieństwa przebywania człowieka w budynku zgodnie z jego dobowym trybem życia i obowiązkami służbowymi.

Wykorzystanie poszczególnych modułów w jednym wzajemnie zintegrowanym programie pozwala na oszacowanie poziomu bezpieczeństwa przeciwpożarowego budynków. Zastosowane moduły obliczeniowe umożliwiają analizę procesu ewakuacji ludzi, dynamiki rozwoju pożaru i na tej podstawie ocenę poziomu ryzyka obrażeń ludzi znajdujących się w budynku. W przypadku przekroczenia dopuszczalnej wartości ryzyka grupowego, program umożliwia poszukiwanie skutecznych rozwiązań ochrony przeciwpożarowej w budynku w celu obniżenia wyliczonej wielkości ryzyka do dopuszczalnej.

Summary

In modern multi-storey buildings with a rich geometry, it is difficult to determine the effectiveness of fire protection system. The main reason is the large number of variants of the origin and development of fires. The effectiveness and reliability of the fire protection system is defined by the level of acceptable risk for people in the building. Raising the level of safety usually requires greater financial resources.

This paper presents the software “Pożaryz”, which allows to determine the indicators of integral risk based on extensive modeling of creation and development of fires in buildings, including the likelihood of adequate response or lack of fire protection systems. The program consists of four modules: Graphic Editor, CFAST, Evacuation, and Risk.

GRAPHIC EDITOR module is designed to create the properties of space and objects using graphical, metric and vector tools.

The CFAST module uses a two-zone model of fire in the building. It allows to track changes in different parameters during

the fire depending of baseline parameters such as the power of the fire, creation of the heat and combustion products as well as other variables like construction of the buildings, openings, smoke removal and possible opening/closing some openings.

EVACUATION module allows to model an evacuation from the building through the open door and the shortest available route, with regard possible obstacles, characteristics of the movement of people, the density of the stream of people, capacity of emergency exits, and delay in the beginning of the evacuation from many places in the building.

RISK module determines the possible number of fatalities and the accepted probability of death during a fire, taking into account the probability of presence of people in the building according to their daily behavior and duties.

The use of individual modules in a one integrated program allows to evaluate the level of fire safety of the buildings. Computing modules allow to assess evacuation processes, fire growth dynamics and finally the level of people risk in the building. If the calculated value of the social risk exceeds the acceptable level, the software may help to search for solutions to increase the fire protection in the building to reduce calculated risk to an acceptable size.

Słowa kluczowe: ewakuacja, pożar, program komputerowy Pożaryz, ryzyko;

Keywords: evacuation, fire, computer program Pożaryz, risk;

Wprowadzenie

Pożary w budynkach charakteryzują się szybkim rozprzestrzenianiem się czynników niebezpiecznych (wysoka temperatura, ograniczenie widoczności, stężenie O_2 , CO , CO_2 , i in.). Bezpieczeństwo ludzi znajdujących się w budynku w czasie pożaru może być realizowane przede wszystkim poprzez efektywną ewakuację oraz zastosowanie środków zmniejszających szybkość rozprzestrzeniania się niebezpiecznych czynników pożaru i/lub jego lokalizacji i likwidacji. We wszystkich przypadkach, ludzie powinni opuścić strefę niebezpieczną i budynek przed odcięciem dróg ewakuacji.

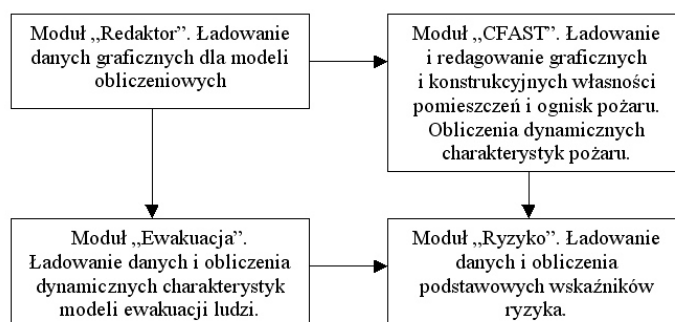
We współczesnych wielokondygnacyjnych budynkach mających złożoną geometrię, zarówno podczas ich projektowania, jak i rekonstrukcji trudno jest określić efektywność systemu ochrony przeciwpożarowej. Wynika to z dużej liczby wariantów powstania i rozwoju pożarów. Skuteczność i niezawodność systemu ochrony przeciwpożarowej określa się poziomem dopuszczalnego ryzyka indywidualnego i grupowego znajdujących się w budynku ludzi [1]. Podniesienie poziomu bezpieczeństwa wymaga niewątpliwie większych nakładów finansowych.

Struktura programu „Pożaryz”

Podczas modelowania ewakuacji, w celu określenia skuteczności zadanych dróg ewakuacji, wybiera się najgorszy wariant pożaru pod względem miejsca jego powstania [2]. W wielopiętrowych budynkach, w których zazwyczaj przebywa duża liczba ludzi, istnieje też dużo wariantów miejsc powstania pożaru. Każde z nich będzie najgorszym miejscem powstania pożaru tylko dla wybranej jednej grupy ludzi. Dlatego do rzetelnej oceny ryzyka potrzebny jest szczególnie dokładny spis możliwych wariantów powstania i rozwoju pożaru w budynku, jak również potencjalnych wariantów ewakuacji.

W tym celu Naukowe Centrum Badania Ryzyka *Rizikon* opracowało program komputerowy umożliwiający wykonanie modelu budynku, modelowanie

w nim wielu ognisk pożaru z możliwością zmiany niebezpiecznych czynników pożaru w czasie i przestrzeni, modelowanie ewakuacji ludzi z uwzględnieniem blokady dróg ewakuacji i wyboru dróg nieza-blokowanych, określania integralnych wskaźników ryzyka. Niżej na rys. 1. pokazano strukturę programu.



Ryc. 1. Struktura programu komputerowego „Pożaryz”

Fig. 1. The structure of the computer program “Pożaryz”

Źródło: Opracowanie własne

Moduł „Redaktor” przeznaczony jest do określania, za pomocą integralnych narzędzi graficznych, metrycznych i wektorowych, własności przestrzeni i obiektów. Umożliwia on:

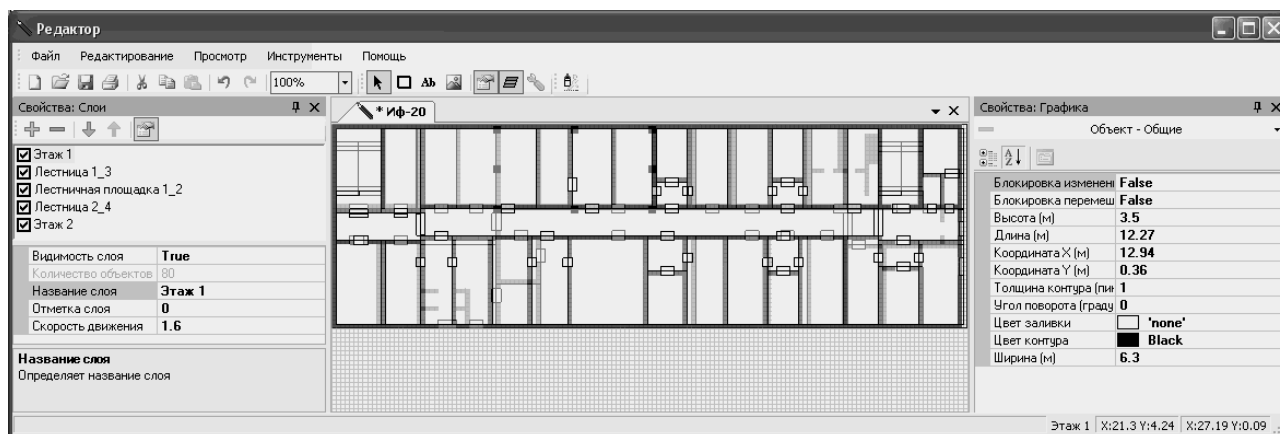
- utworzenie warstwowych płaskich grup komórek w zadanej metrycznej przestrzeni, w założonym wymiarze i z zadanymi własnościami, drogą dyskredytacji warstwy na podstawie rastrowego obrazu planu warstwy lub wektorowej kombinacji obiektów w przestrzeni 3D,
- utworzenie i redagowanie przestrzeni budynku z możliwością przedstawienia jej w formacie wejściowych danych graficznych modelu „CFAST”.

Zbudowana, za pomocą modułu „Redaktor”, trójwymiarowa przestrzeń badanego obiektu umożliwia modelowanie ewakuacji ludzi przez otwarte drzwi wykorzystując model indywidualno-strumieniowy. Zadanie to wykonuje kolejny moduł „Ewa-

kuacja” dający możliwość rozmieszczenia w badanej przestrzeni ludzi. Ta przestrzeń importowana do modułu „CFAST” pozwala obliczyć dynamikę rozprzestrzeniania się niebezpiecznych czynników pożaru w budynku.

Poniżej (Ryc. 2.) przedstawiono plan kondygnacji budynku w zakładzie przemysłowym, utworzony do modelowania pożarów.

Wyniki obliczeń dynamicznych charakterystyk pożaru służą jako podstawa obliczeń różnych wariantów powstania ognisk pożaru w budynkach, zaś moduł „Ryzyko” automatycznie szacuje możliwe obrażenia ludzi drogą synchronizacji dynamiki rozprzestrzeniania się niebezpiecznych czynników pożaru i dynamiki procesu ewakuacji ludzi.



Ryc. 2. Przykładowy budynek utworzony za pomocą modułu „Redaktor”
Fig. 2. An example of a building created with the “Graphic editor” module
Źródło: Program “Pożaryz”

Do modelowania pożarów w budynku stosuje się program „Consolidated Fire Growth and Smoke Transport Model” (model CFAST), który, jak pokazano w pracy Kar’kina [3], odwzorowuje model dwustrefowy, przytoczony w [2].

W module CFAST, opartym na wspomnianym wyżej programie, wykorzystano dwustrefowy model pożaru w budynku. Pozwala on na uzyskanie zmian w czasie parametrów wymienionych w tabeli 1: mocy źródła pożaru, zależności w czasie wydzielania ciepła i produktów spalania, konstrukcji pomieszczeń i otworów, możliwych środków oddymiania i otwarcia/zamknięcia wybranych otworów.

Tabela 1.

Niebezpieczne czynniki pożaru

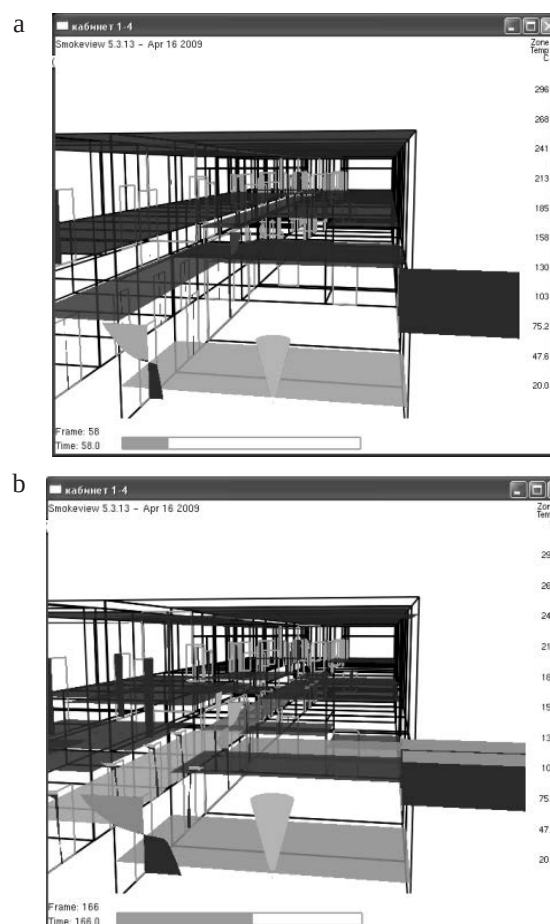
Table 1.

Dangerous fire factors

Czynnik niebezpieczny	Znaczenie kryterium
Temperatura	70 °C
Ograniczenie widoczności	0,119 m ⁻¹
Stężenie O ₂	17,5 %
Stężenie CO ₂	8,5 %
Stężenie CO	1495 ppm
Stężenie HCl	17,8 ppm

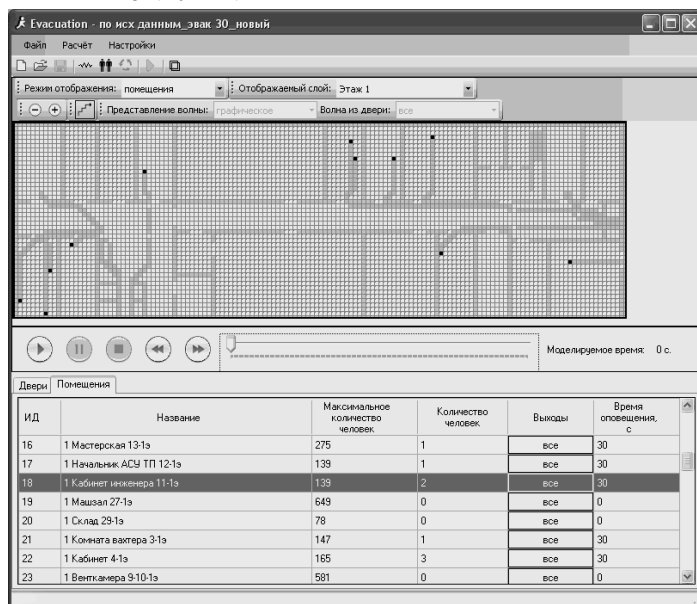
Źródło: Model „Consolidated Fire Growth and Smoke Transport Model” (CFAST)

Na Ryc. 3. przedstawiono wyniki obliczeń wielkości temperatur warstw dla różnych czasów trwania pożaru w budynku.



Ryc. 3. Wartość niebezpiecznych czynników pożaru w budynku w 58 (a) i 166 (b) sekundzie
Fig. 3. The value of dangerous factors in building a fire in 58 (a) and 166 (b) the second
Źródło: Program “Pożaryz”

Moduł „Ewakuacja” pozwala modelować proces ewakuacji ludzi z budynku przez otwarte otwory i drzwi najkrótszą dostępną drogą z uwzględnieniem przeszkód, charakterystyki przemieszczania się grup, powierzchni przemieszczania się, gęstości strumieni ludzi, przepustowości wyjść ewakuacyjnych, opóźnienia początku ewakuacji z wielu pomieszczeń. Rezultaty obliczeń mogą być przedstawione w całej przestrzeni budynku w formie dynamicznej (Ryc. 4).



Ryc. 4. Modelowanie ewakuacji w budynku przemysłowym

Fig.4. Modelling evacuation in an industrial building
Źródło: Program „nary”

Moduł „Ryzyko” określa możliwą liczbę ofiar śmiertelnych i umowne prawdopodobieństwo śmierci podczas pożaru z uwzględnieniem prawdopodobieństwa przebywania człowieka w budynku zgodnie z jego dobowym trybem życia i obowiązkami służbowymi. Zakłada się, że prawdopodobieństwo jego obecności w dowolnej komórce przestrzeni budynku jest równe. Warunki prawdopodobieństwa śmierci człowieka podczas każdego pożaru można oszacować (i) jako stosunek powierzchni pomieszczeń, z których ludzie nie zdążyli się ewakuować i zginęli, do całkowitej powierzchni budynku lub (ii) jako stosunek liczby ofiar śmiertelnych do ogólnej liczby ludzi w budynku. Prawdopodobieństwo pożaru w każdym z potencjalnych miejsc jego powstania w ciągu jednego roku określa się stosując zasadę, że sumaryczne prawdopodobieństwo powstania choćby jednego pożaru w ciągu jednego roku jest równe statystycznemu prawdopodobieństwu powstania pożaru w budynkach jednego typu. W obliczeniach dla każdego pożaru uwzględnia się czas rozpoczęcia ewakuacji, miejsce powstania pożaru, systemy alarmowania i prawdopodobieństwa zadziałania zastosowanych środków ochrony (oddymiania, gaszenia pożaru i n.). Niżej w tabelach 2. i 3. przytoczono wy-

niki analizy wpływu niektórych środków ochrony na wskaźniki indywidualnego ryzyka podczas pożarów w budynkach produkcyjnych.

Tabela 2.

Wpływ skuteczności systemu alarmowania w budynku na indywidualne ryzyko pożarowe

Table 2.

Influence the effectiveness of the alarming in the building at the individual risk of fire

Wskaźnik	Czas ewakuacji, s	Liczba poszkodowanych ludzi	Ryzyko indywidualne
System alarmowania, typ 2	222,4	104	1,686E-3
System alarmowania, typ 3	164,5	44	7,133E-4

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3.

Przykład wpływu systemu oddymiania na indywidualne ryzyko pożarowe.

Table 3.

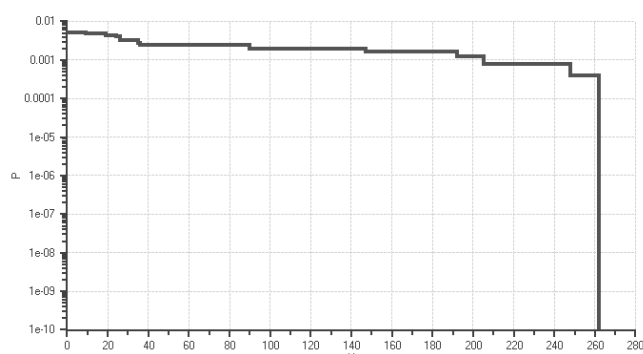
An example of the impact of smoke exhaust system on the individual risk of fire

System oddymiania	Liczba poszkodowanych ludzi	Ryzyko indywidualne
7-krotnej wymiany powietrza	0	0,000E+0
5-krotnej wymiany powietrza	7	1,135E-4
Brak systemu oddymiania	44	7,133E-4

Źródło: Opracowanie własne

W ten sposób program pozwala, używając listy technicznych i organizacyjnych rozwiązań zastosowanych w danym budynku, określać minimalną liczbę tych rozwiązań, przy której ryzyko indywidualne będzie niższe niż przyjęte dopuszczalne.

Dla wielu możliwych rozwiązań ustala się znaczenie indywidualnego ryzyka śmierci od pożaru w budynku w ciągu jednego roku. Uwzględniając prawdopodobieństwo realizacji każdej sytuacji buduje się wykres F-N, umożliwiający oszacowanie ryzyka grupowego (Ryc. 5).



Ryc. 5. Wykres F-N śmierci ludzi podczas pożaru w budynku administracyjnym

Fig. 5. Figure F-N social risk during a fire in the office building

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowanie

Program ma strukturę modułową. Wykorzystanie poszczególnych modułów w jeden wzajemnie zintegrowanym program, pozwala na oszacowanie poziomu bezpieczeństwa przeciwpożarowego budynków. Zastosowane moduły obliczeniowe umożliwiają analizę procesu ewakuacji ludzi, dynamiki rozwoju pożaru i, na tej podstawie, ocenę poziomu ryzyka obrażeń ludzi znajdujących się w budynku. Jeśli określona wartość ryzyka grupowego przekracza dopuszczalną, na przykład liczba szacunkowa ofiar śmiertelnych przekracza 10 osób, program umożliwia poszukiwanie skutecznych rozwiązań ochrony przeciwpożarowej w budynku w celu obniżenia wyliczonej wielkości ryzyka do dopuszczalnej.

Literatura

1. Federalny zakon Rossijskoy Federacji Nr 123-F3 „Tekhnicheskij reglament o trebovaniakh pozhar-noy bezopasnosti”
2. Metodyka opredelenia raschotnykh welichin po-zharnowo riska w zdaniyakh, sooruzheniakh i stroyeniakh pazlichnykh klassov funkcyonalnoy pozhar-noy opasnosti, utw. prikazom MCS Rossyi ot 30.06.2009 Nr382
3. Kar'kin I.N, Kontap' N.A., Gpachev V.J., CITIS 2-09. Metodicheskiye rekomendacii po ispolzo-waniyu programmy CFAST.-OOO „SISIS”, 2009, s. 63.

Edward A. Granovsky, Ph.D, Ukraine. In 1965 graduated from Kazan Chemical Technology Institute. In 1978 dissertation on “Investigation of flame propagation and its limits in the gases that form soot”. From 1968 to 1993 he worked at the All-Union Scientific Research Institute for Safety in the chemical industry. From 1986 to 1993 - head of the laboratory to prevent explosions and crash protection process in this institute. From 1993 the present Director General of the Scientific Center of Risk Investigations “Rizikon”.

Alexander Vorona, Ukraine. In 1998 graduated from East Ukraine Volodymyr Dahl National University. Since 1998, the programmer, and from 2011 Head department of modeling and software development in the Scientific Center of Risk Investigations “Rizikon”. Specialization - the development of software systems and information technologies in the field of industrial safety and risk analysis.

Vladimir Lyfar, Ph.D., Ukraine. In 1984 graduated from Odessa State University named after I. I. Mechnikov. From 1992 to 1996, lecturer of the East Ukraine Volodymyr Dahl National University. From 1996 to 2011 worked as Head of department of modeling and software development of the Scientific Center of Risk Investigations “Rizikon”.

Igor Barbutsa, Ukraine. Graduated in 1986 Vinnitsa Polytechnic Institute. From 1994 to 2002 he worked in Vinnitsa Regional Association for the Protection of Labour. In 2000, the qualification: a technical expert on industrial safety. From 2003 to date Deputy Director of the Scientific Center of Risk Investigations “Rizikon”.

Wojciech Jarosz, PhD, fire officer. In 1993 graduated from The Main School of Fire Service in Warsaw. In 2006 dissertation on *Environmental hazards caused by the phenomena slopover and boilover during fires of tanks containing hydrocarbon liquids* in Warsaw University of Technology. From 1993 to present has worked at The Main School of Fire Service as assistant, laboratory head and deputy dean.

Recenzenci

prof. dr hab. Mirosław Kosiorek

dr inż. Paweł Oleszczak

st. kpt. mgr inż. **Przemysław KUBICA**
Szkola Główna Służby Pożarniczej
bryg. dr inż. **Waldemar WNEK**
Szkola Główna Służby Pożarniczej

ANALIZA ROZKŁADU STĘŻEŃ TLENU PODCZAS GASZENIA POMIESZCZENIA AZOTEM, PRZY WYMUSZONYCH RUCHACH POWIETRZA

Analysis of distribution of oxygen concentrations during fire extinction in the enclosure by nitrogen with forced air condition

Streszczenie:

Technologia gaszenia pożarów gazami gaśniczymi stosowana jest do zabezpieczania mienia wysokiej wartości. Współcześnie jest to najczęściej spotykany sposób zabezpieczania serwerowni, archiwów lub magazynów muzealnych. Skuteczność gaszenia gazem zależy od utrzymania stężenia gazu gaśniczego przez wymagany czas. Zbyt wczesny wzrost stężenia tlenu może spowodować nawrót pożaru i zniszczenie zabezpieczanego mienia. Mieszanie gazów po wyładowaniu, za pomocą klimatyzatorów pracujących bez dostarczania świeżego powietrza, może wydłużyć czas retencji. W artykule przedstawiono wyniki badań czasu retencji azotu, przy wybranych wydajnościach klimatyzacji i powierzchniach nieszczelności w pomieszczeniu. Stwierdzono, że wzrost intensywności klimatyzacji do określonej wartości granicznej, wydłuża czas retencji. Powyżej tej wartości, czas retencji pozostaje bez zmian.

Summary:

Gas fire extinguishing technology is used to protect high value assets. Today it is the most common way of securing the server room, archives and museum stores. Gas extinguishing effectiveness depends on maintaining a fire-extinguishing gas concentration for the required time - retention time. Too early increase in oxygen concentration can cause a recurrence of fire and destruction of protected property. Mixing of gas after the discharge, using air conditioners operating without fresh air supply, may extend the retention time. The article presents the results of the retention time of nitrogen with selected air conditioning efficiency and selected areas of leakage in the room. It was found that the increase in the intensity of conditioning to a certain limit, increases the retention time. Above this value, the retention time remains unchanged. While too low intensity conditioning does not ensure uniform mixing of extinguishing gases in the protected space.

Słowa kluczowe: retencja, czas utrzymania stężenia, SUG gazowe, czyste środki gaśnicze;

Keywords: retention, hold time, fixed gas fire extinguishing systems, clean agent;

Gaszenie pożarów gazami znajduje szerokie zastosowanie w zabezpieczaniu mienia wysokiej wartości, wrażliwego na działanie innych środków gaśniczych. Gazy gaśnicze obecnie stosowane w stałych urządzeniach gaśniczych można podzielić na trzy grupy: dwutlenek węgla, chlorowcopochodne węglowodorów i gazy obojętne. Zgodnie z nomenklaturą wprowadzoną przez NFPA (*National Fire Protection Association*) chlorowcopochodne węglowodorów i gazy obojętne noszą nazwę „czyste środki gaśnicze”. Dwutlenek węgla jest gazem, którego historia zastosowań w ochronie przeciwpożarowej sięga, podobnie jak w przypadku halonów, początku XX wieku. Skuteczność gaśnicza urządzeń na dwutlenek węgla była wielokrotnie potwierdzo-

na w rzeczywistych sytuacjach. Podstawową wadą dwutlenku węgla jest jego szkodliwy wpływ na organizm ludzki. Chlorowcopochodne węglowodorów nazywane są również zamiennikami halonów, ponieważ posiadają szereg cech wspólnych z halonami. Zbudowane są najczęściej na bazie metanu CH_4 lub etanu C_2H_6 , w których jeden lub wszystkie atomy wodoru zastąpione zostały atomami chloru, fluoru, jodu lub odpowiednimi kombinacjami. Gazy obojętne stosowane do celów gaśniczych to azot, argon ich mieszaniny, w jednym przypadku z niewielką domieszką CO_2 . Gazy obojętne posiadają cechy zdecydowanie różniące je od halonów. Ich działanie gaśnicze polega na obniżeniu stężenia tlenu w zabezpieczanym pomieszczeniu. Główną zale-

tą gazów obojętnych jest brak szkodliwego oddziaływania na środowisko. Stanowi to istotną przewagę nad zamiennikami halonów, które wprowadzić nie niszczą warstwy ozonowej, ale przyczyniają się do intensyfikacji efektu cieplarnianego.

Gaz gaśniczy wyładowany do pomieszczenia, aby zapewnić skuteczne ugaszenie pożaru, musi być utrzymywany w kubaturze pomieszczenia przez wymagany czas, tzw. czas retencji. W związku z różnicą gęstości gazu gaśniczego i otaczającego powietrza, po wyładowaniu następuje wypływ gazu gaśniczego i obniżanie jego stężenia objętościowego a wzrost stężenia tlenu, spowodowany napływem powietrza z zewnątrz. Szybkość wzrostu stężenia tlenu w pomieszczeniu zależy od powierzchni nieuszczelności w przegrodach pomieszczenia, gęstości gazu gaśniczego oraz ruchów wszystkich gazów wewnątrz pomieszczenia. Wśród gazów gaśniczych obecnie uznanych przez międzynarodowe normy, najdłuższy czas retencji pozwala uzyskać azot.

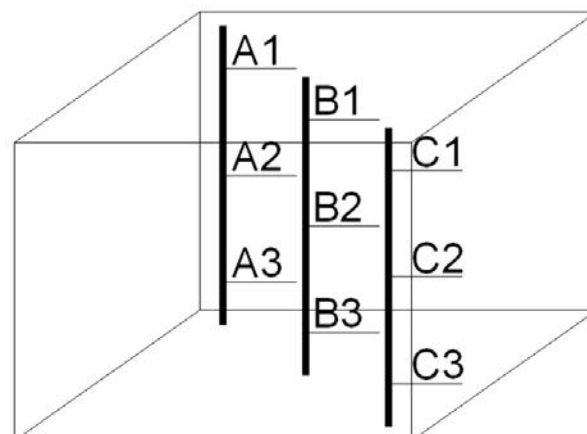
Celem artykułu jest analiza wpływu ruchów gazów wewnątrz chronionego pomieszczenia na długość czasu retencji. Aktualnie przyjmowane są dwa modele zachowania gazów po wyładowaniu: model bez mieszania gazów tzw. „no mixing during retention” i model z ciągłym mieszaniem gazów tzw. „mixing during retention”. Przy braku mieszania, jeżeli gaz gaśniczy jest cięższy od powietrza, to swobodnie opada i wypływa przez dolne nieuszczelności w pomieszczeniu, a górnymi napływa świeże powietrze. Tworzą się trzy warstwy: warstwa gazu gaśniczego na dole pomieszczenia, warstwa przejściowa i warstwa powietrza w górnej części pomieszczenia. Jeżeli gaz gaśniczy jest lżejszy od powietrza sytuacja odwraca się. Model z ciągłym mieszaniem gazów zakłada równomierne rozprzeczanie po całej kubaturze zabezpieczanego pomieszczenia. Powietrze napływające do pomieszczenia rozcieńcza mieszaninę gazu gaśniczego i powoduje równomierny spadek stężenia w chronionej przestrzeni. Model ten stosowany jest dla pomieszczeń, w których występują urządzenia wprowadzające powietrze w ruch np. klimatyzacja pracująca w obiegu zamkniętym. Znanne normy oraz źródła literaturowe nie określają intensywności, z jaką należy wprowadzać w ruch gaz wewnątrz pomieszczenia, aby zapewnić równomierny rozkład stężenia. Powyższe stanowiło przesłankę do przeprowadzania badania czasu retencji wybranego gazu gaśniczego przy różnych wydajnościach klimatyzacji.

Zakres artykułu obejmuje analizę dla jednego gazu gaśniczego – azotu. Azot jest gazem obojętnym, bezpiecznym dla środowiska oraz pozwala uzyskać najdłuższe czasy retencji wśród gazów gaśniczych dopuszczonych do stosowania. Powyższe decyduje, że azot należy do coraz powszechniej stosowanych gazów gaśniczych w SUG-gazowych (SUG – stałe urządzenia gaśnicze, tj. urządzenia związane

na stałe z obiektem, zawierające zapas środka gaśniczego i uruchamiane samoczynnie we wczesnej fazie rozwoju pożaru) oraz jest gazem wykorzystywanym w urządzeniach inertyzujących, działających na zasadzie ciągłej redukcji tlenu. Analizę dokonano na podstawie badań, przeprowadzonych w pracowni Technicznych Systemów Zabezpieczeń, w Szkole Głównej Służby Pożarniczej.

Stanowisko badawcze

Badania wykonano w komorze laboratoryjnej o wymiarach 5 x 5 x 2,8 m wyposażonej system pomiaru stężeń tlenu. System pomiarowy tworzyły sondy, które przyłączono do central zasilająco-monitorujących. Centrale połączono w sieć i podłączono do komputera, który umożliwiał odczyt i rejestrację wskazań. W trakcie badania rejestrowano zmiany stężenia tlenu w 9 punktach pomiarowych. Sondy tlenu rozmieszczono na trzech słupkach pomiarowych: jeden na środku pomieszczenia (słupki B), dwa w przeciwnych narożnikach (słupki A i C). Na każdym słupku zamontowano 3 sondy pomiarowe, odpowiednio na 10%, 50% i 90% wysokości pomieszczenia.



Ryc. 1. Schemat rozmieszczenia sond tlenu w komorze laboratoryjnej

Fig. 1. Schematic arrangement of oxygen probes in the test room

Do komory doprowadzano azot z urządzenia do inertyzacji OxyReduct firmy Wagner. Urządzenie pobierało powietrze atmosferyczne, na membranach następował rozdział azotu od tlenu. Azot wprowadzono do komory badawczej, tlen usuwany był do atmosfery.

W celu równomiernego rozprzeczania gazów załączano klimatyzatory. Wydatek powietrzny klimatyzatorów pracujących z pełną mocą, umożliwiał uzyskanie 14 wymian na godzinę. W zależności od wariantu badania klimatyzatory były wyłączane, lub zmieniano wydatek.

Badania prowadzono dla dwóch przypadków szczelności pomieszczenia:

- pomieszczenie z otwartymi otworami o łącznej powierzchni 650 cm²,

- pomieszczenie z otwartymi otworami o łącznej powierzchni 410 cm².

Otwory rozmieszczano w sposób najbardziej niekorzystny dla utrzymywania stężenia gazu, tj. połowa ich powierzchni znajdowała się w najwyższej części pomieszczenia, a połowa w najniższej.

Procedura badania przebiegała w sposób przedstawiony poniżej.

1. Hermetyzacja komory badawczej, załączenie aparatury pomiarowej;
2. Ustawienie klimatyzatorów na zadaną wydajność;
3. Wprowadzenie azotu do komory, za pomocą urządzenia inertyzującego OxyReduct, aż do obniżenia stężenia tlenu do wartości 14%;
4. Uruchomienie programu rejestrującego – archiwizującego;
5. Otwarcie otworu o znanej powierzchni;
6. Rejestracja wyników przez czas 1800 sekund;
7. Przewietrzenie pomieszczenia;

Kryteria oceny

Podstawowym kryterium poddawanych ocenie w poszczególnych wariantach był czas retencji, określany zgodnie z normą PN EN 15004-1: 2008. Czas retencji jest to czas, przez który utrzymywane jest stężenie gazu gaśniczego w chronionej kubaturze. Czas retencji mierzony jest do chwili, gdy stężenie gazu na 10%, 50% i 90% wysokości chronionej kubatury przekracza 85% stężenia projektowego. W celu zapewnienia skutecznego gaszenia, stawia się wymaganie aby czas retencji wynosił co najmniej 600 sekund (10 minut).

Wysokość komory badawczej wynosiła $H = 2,8$ m. Na wysokości $0,1 H = 0,28$ m, wysokości $0,5 H = 1,4$ m oraz wysokości $0,9 H = 2,52$ m umieszczono sondy stężenia tlenu. Na podstawie znanego stężenia tlenu obliczano stężenie gazów gaśniczych, zgodnie z równaniem:

$$c_{\text{gaz}} = (1 - c_{\text{tlen}}/21) * 100,$$

gdzie:

- c_{gaz} – stężenie objętościowe gazu gaśniczego [%],
- c_{tlen} – stężenie objętościowe tlenu [%],
- 21 – stężenie tlenu w warunkach normalnych [%].

Zgodnie z powyższym równaniem, znając aktualną wartość stężenia tlenu, można wyznaczyć stężenie objętościowe gazu gaśniczego, który został wprowadzony do pomieszczenia. Przyjęto, że w warunkach normalnych, tj. przed wprowadzeniem gazu gaśniczego stężenie tlenu wynosi 21% objętości powietrza. Obniżenie stężenia tlenu o np. połowę czyli do wartości 10,5%, jest równoznaczne z tym, że z pomieszczenia wyparta została połowa objętości

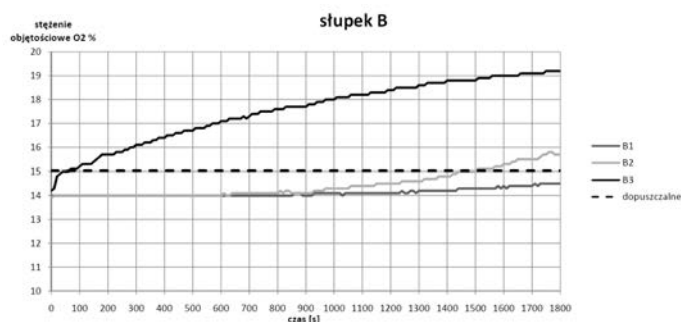
powietrza, a w to miejsce wprowadzono gaz gaśniczy. Stąd wniosek, że stężenie objętościowe gazu gaśniczego w tym przypadku wynosi 50%.

Za początek czasu retencji przyjmowano chwilę, gdy odłączano dopływ azotu i otwierano nieuszczelnienia. Stężenie tlenu wynosiło wówczas 13% do 14,5% objętościowych, w zależności od badania (z uwagi na ograniczenia sprzętowe, nie było możliwe uzyskanie każdorazowo jednakowego stężenia początkowego, przy czym pozostawało to bez istotnego wpływu na wartość badaną, tj. długość czasu retencji). Jako koniec czasu retencji uznawano chwilę, gdy przynajmniej na jednej wysokości stężenie tlenu wzrosło do wartości odpowiadającej 85% początkowej wartości stężenia gazu gaśniczego (14%-15,2% w zależności od badania).

Wyniki badań - wybrane

Przedstawiając wyniki badań pominięto odczyty z słupków A i C, umieszczonych w narożnikach pomieszczenia. Różnice między poszczególnymi słupkami były znaczące. Dlatego, mając na celu przejrzystość prezentowanych wyników, przyjęto słupkę B, zlokalizowaną w środku pomieszczenia.

Komora z otworami o łącznej powierzchni 650 cm²: jeden o powierzchni 325 cm² u góry pomieszczenia, drugi o powierzchni 325 cm² na dole pomieszczenia. Gaz wypływa swobodnie, klimatyzacja wyłączona.



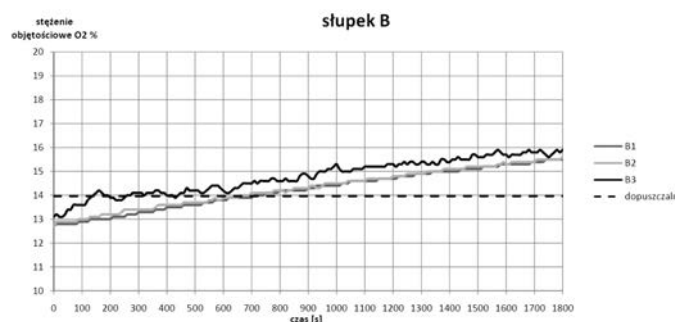
Ryc. 2. Wykres zmiany stężenia tlenu w czasie.

Oznaczenia: słupkę B – słupkę w środku pomieszczenia; B1 – sonda na wysokości 2,52 m; B2 – sonda na wys. 1,4 m; B3 – sonda na wysokości 0,28 m.

Fig. 2. Graph changes in oxygen concentration over time. Designation: column B – column in the midst of room B1 – probe at a height 2,52 m B2 – probe at a height 1,4 m; B3 – probe at a height 0,28 m.

Źródło: opracowanie własne

Komora z otworami o łącznej powierzchni 650 cm²: jeden o powierzchni 325 cm² u góry pomieszczenia, drugi o powierzchni 325 cm² na dole pomieszczenia. Praca klimatyzacji z wydatkiem **5 wymian** na godzinę.



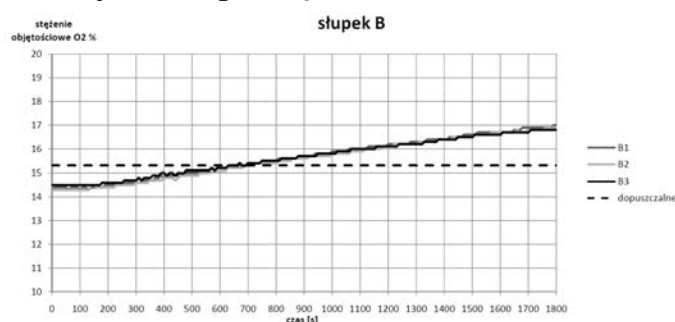
Ryc. 3. Wykres zmiany stężenia tlenu w czasie.

Oznaczenia jak na rys. 2.

Fig. 3. Graph changes in oxygen concentration over time. Designation: see fig.2

Źródło: opracowanie własne

Komora z otworami o łącznej powierzchni 650 cm²: jeden o powierzchni 325 cm² u góry pomieszczenia, drugi o powierzchni 325 cm² na dole pomieszczenia. Praca klimatyzacji z wydatkiem 14 wymian na godzinę.



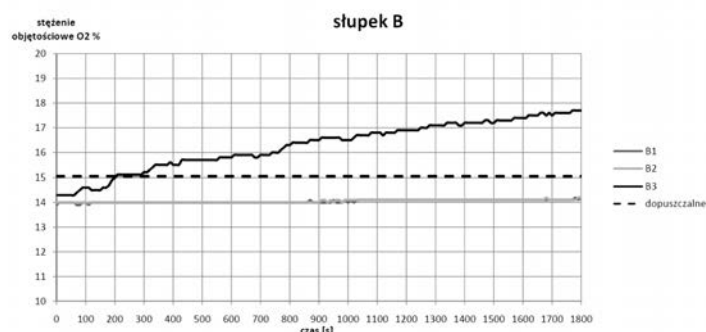
Ryc. 4. Wykres zmiany stężenia tlenu w czasie.

Oznaczenia jak na rys. 2.

Fig. 4. Graph changes in oxygen concentration over time. Designation: see fig.2

Źródło: opracowanie własne

Komora z otworami o łącznej powierzchni 410 cm²: jeden o powierzchni 205 cm² u góry pomieszczenia, drugi o powierzchni 205 cm² na dole pomieszczenia. Gaz wypływa swobodnie, klimatyzacja wyłączona.



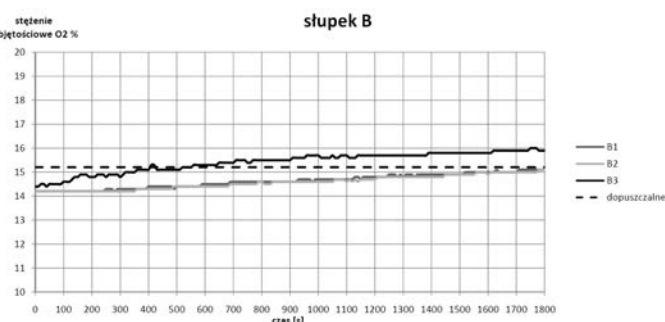
Ryc. 5. Wykres zmiany stężenia tlenu w czasie.

Oznaczenia jak na rys. 2.

Fig. 5. Graph changes in oxygen concentration over time. Designation: see fig.2

Źródło: opracowanie własne

Komora z otworami o łącznej powierzchni 410 cm²: jeden o powierzchni 205 cm² u góry pomieszczenia, drugi o powierzchni 205 cm² na dole pomieszczenia. Praca klimatyzacji z wydatkiem 0,25 wymian na godzinę.



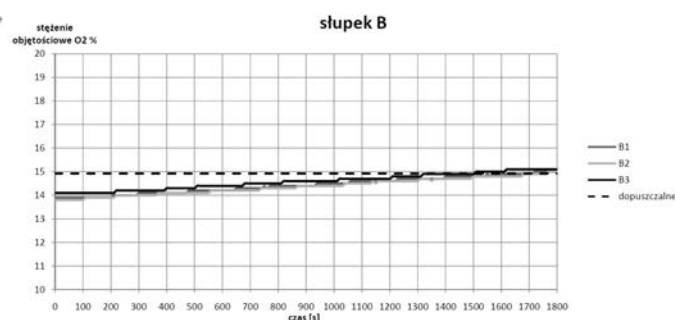
Ryc. 6. Wykres zmiany stężenia tlenu w czasie.

Oznaczenia jak na rys. 2.

Fig. 6. Graph changes in oxygen concentration over time. Designation: see fig.2

Źródło: opracowanie własne

Komora z otworami o łącznej powierzchni 410 cm²: jeden o powierzchni 205 cm² u góry pomieszczenia, drugi o powierzchni 205 cm² na dole pomieszczenia. Praca klimatyzacji z wydatkiem 5 wymian na godzinę.



Ryc. 7. Wykres zmiany stężenia tlenu w czasie.

Oznaczenia jak na rys. 2.

Fig. 7. Graph changes in oxygen concentration over time. Designation: see fig.2

Źródło: opracowanie własne

Analiza wyników

Czas retencji dla poszczególnych wariantów badań przedstawiono w Tabeli 1. Badanie dowiodły jednoznacznie, że praca klimatyzatorów po wyładowaniu powoduje wydłużenie czasu retencji, tym samym jest korzystna dla skutecznego działania gazowych urządzeń gaśniczych. Przy tych samych nie szczelnościach, swobodny wypływ gazu, bez ciągłego mieszania, nie zapewniał utrzymania minimalnego wymaganego czasu retencji 10 minut (600 sekund). W przypadku pracy klimatyzatorów z odpowiednim wydatkiem, czas retencji był dłuższy.

Tabela 1.

Czas retencji w sekundach

Table 1.

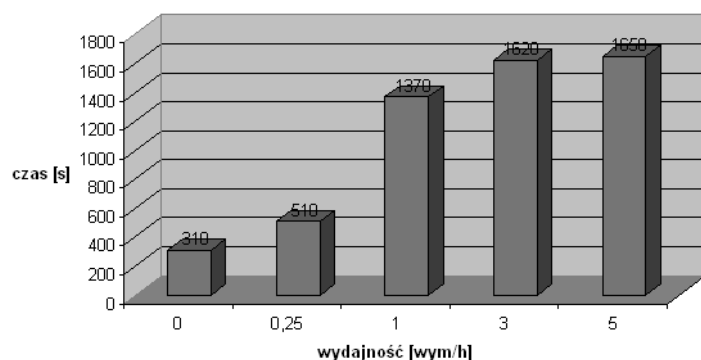
Retention time (in seconds)

Powierzchnia dodatkowych otworów	wydajność klimatyzacji [wym/h]					
	14	5	3	1	0,25	0
650 cm ²	660	120	x	x	x	50
410 cm ²	x	1650	1620	1370	510	310

szare tło – czas retencji poniżej wymagań normy

x – nie robiono badania

Wraz ze wzrostem intensywności klimatyzacji obserwowano wzrost równomierności rozprzawienia gazu po kubaturze pomieszczenia oraz wydłużenie czasu retencji. Po osiągnięciu granicznej wydajności, dalszy wzrost wydajności nie wpływał znacząco na wydłużenie czasu retencji. Dla przypadku 410 cm² wartością graniczną były 3 wymiany na godzinę (wykres 5).



Ryc. 8. Zależność czasu retencji od wydajności wentylacji przy powierzchni dodatkowych otworów wynoszącej 410 cm²

Fig 8. Dependence of the retention time of the performance of additional ventilation holes on the surface of 410 cm²

Wzrost nieszczelności w pomieszczeniu powodował skrócenie czasu retencji przy tej samej intensywności wentylacji. Dla przypadku 410 cm² wydajność 5 wym/h była wystarczająca do uzyskania równomiernego rozprzawienia gazu po pomieszczeniu (Tabela 1). Natomiast dla nieszczelności 650 cm², przy wydajności 5 wym/h, napływ powietrza do dolnej części pomieszczenia następował zbyt szybko i klimatyzator nie zapewniał równomiernego rozprzawienia gazu.

Podsumowanie i wnioski

W przypadku gaszenia gazami, czynnikiem decydującym o skuteczności jest czas utrzymywania stężenia gazu gaśniczego w zabezpieczanej kubaturze, tzw. czas retencji. W przypadku zbyt krótkiego czasu retencji istnieje prawdopodobieństwo nawrotu pożaru i konieczności użycia innych środków gaśniczych, co może spowodować zniszczenie chronionego mienia.

Na podstawie wykonanych badań stwierdzono:

- Praca klimatyzatorów po wyładowaniu gazu korzystnie wpływa na wydłużenie czasu retencji.
- Minimalny wydatek klimatyzacji, który zapewni równomierne rozprzawienie gazów w pomieszczeniu, zależy od nieszczelności, które występują w pomieszczeniu. Wraz ze wzrostem nieszczelności wymagany jest wzrost wydajności klimatyzacji.
- Zwiększanie intensywności klimatyzacji powyżej wartości granicznej, nie wpływa na dalsze wydłużanie czasu retencji.

Niezbędne jest prowadzenie dalszych prac badawczych, które pozwolą wypracować zależności, umożliwiające analityczne wyznaczanie wydajności klimatyzacji, koniecznej do równomiernego rozprzawienia gazu w chronionej kubaturze.

Literatura

1. PN EN 15004-1:2008 „Stałe urządzenia gaśnicze -- Urządzenia gaśnicze gazowe - Część 1: Ogólne wymagania dotyczące projektowania i instalowania”;
2. NFPA 2001: “Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems”. Edition 2008;
3. Wnęk W., Kubica P., *Szczelność pomieszczeń chronionych stałymi urządzeniami gaśniczymi* Ochrona Przeciwpożarowa - wrzesień 1/2007;
4. Dewsbury J., Whiteley R.A., *Review of fan integrity testing and hold time standards*, Fire Technology 36 (4) (2000);
5. Dewsbury J., Whiteley R.A., *Extensions to standard hold time calculations* Fire Technology, Vol. 36, No. 4, 2000;
6. Hetrick T. M., *Analysis of Hold Time Models for Total Flooding Clean Extinguishing Agents* Fire Technology, 44, 2008;
7. Hetrick M., Rangwala S., *A modified hold time model for total flooding fire suppression*, Fire Safety Journal 45 (2010);

bryg.dr inż. Waldemar Wnęk – adiunkt, kierownik Zakładu Technicznych Systemów Zabezpieczeń w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Jest przewodniczącym Komitetu Technicznego nr 264 ds. systemów sygnalizacji pożarowej przy Polskim Komitecie Normalizacji. Autor wielu prac naukowo-badawczych, referatów na konferencjach i atrykułów z zakresu technicznych systemów zabezpieczeń. Współorganizator różnych Konferencji z zakresu szeroko rozumianego Bezpieczeństwa Budowli.

st. kpt. mgr inż. Przemysław Kubica – absolwent dziennych studiów magisterskich w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Bezpośrednio po zakończeniu studiów objął stanowisko asystenta w Zakładzie Technicznych Systemów Zabezpieczeń. Specjalizacja - stałe urządzenia gaśnicze. W roku 2003 ukończył podyplomowe studia „Kontrola Działań Zapobiegających Poważnym Awariom Przemysłowym”. W latach 2002-2004 roku pełnił funkcję członka Komisji Problemowej ds. Ochrony Dóbr Kultury Przed Nadzwyczajnymi Zagrożeniami. Od 2009 roku kie-

rownik Pracowni Technicznych Systemów Zabezpieczeń. Od 2010 roku reprezentant SGSP w Polskim Komitecie Normalizacyjnym: Komitet Techniczny 244 ds. Sprzętu, Środków i Urządzeń Ratowniczo-Gaśniczych.

Recenzenci

dr Ewa Pietraszek

dr inż. Stefan Wilczkowski

mgr inż. **Iwona CŁAPA**

Wydział Inżynierii Procesowej

i Ochrony Środowiska

Politechnika Łódzka

mgr inż. **Rafał POROWSKI**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej

Państwowy Instytut Badawczy

prof. dr hab. inż. **Marek DZIUBIŃSKI**

Wydział Inżynierii Procesowej

i Ochrony Środowiska

Politechnika Łódzka

WYBRANE MODELE OBLICZENIOWE CZASÓW EWAKUACJI

Selected calculation models for evacuation times

Streszczenie

W artykule tym dokonano analizy i krótkiej charakterystyki metodyk obliczeniowych dotyczących szacowania czasu ewakuacji ludzi z budynków i obiektów budowlanych. Dostępne w literaturze modele obliczeniowe podzielić można na trzy zasadnicze grupy, tj. modele szacowania pojedynczych parametrów ewakuacji, modele ruchu oraz tzw. modele behawioralne, czyli oparte o zachowania ludzi podczas ewakuacji. Modele szacowania pojedynczych parametrów ewakuacji zazwyczaj wykorzystywane są do prostych szacunków ruchu. Mogą stanowić proste obliczenia wykonywane ręcznie np. czasu przepływu w oparciu o szerokości wyjścia lub czasu przemieszczania się w oparciu o długość drogi ewakuacyjnej. Modele ruchu oparte są o zasady mechaniki płynów, traktując ewakuujące się osoby jako płyn. Modele tego typu mają tendencję do optymalizacji zachowania użytkowników, wszystkie osoby poruszają się z tą samą prędkością, z doskonałą znajomością geometrii budynku i dróg ewakuacyjnych. Modele behawioralne opierają się natomiast na różnych zmiennych odnoszących się do ruchu oraz zachowania się ludzi podczas pożaru i procesu ewakuacji.

Summary

The paper is devoted to present selected models for computational time prediction of evacuation processes, which are the basic elements used in the fire protection engineering. Currently there are three types of evacuation models: models for estimating single parameters of evacuation, traffic models and simulation models of behavior. Models for estimating parameters of a single evacuation are usually used for simple estimates of traffic. Traffic models are based on the principles of flow, treating persons moved in as a liquid. These models tend to optimize the behavior of users, all individuals move at the same speed, with excellent knowledge of building layout and evacuation routes. Behavior models are based on variables related to the movement and behavior of humans. Users have different characteristics, gender, age, can move at different speeds and interact with the environment. This type of models allow to simulate more realistic situations, but still there is no data available that would allow us to predict human behavior in fire. In this paper some simple models are presented which we can use to calculate evacuation time e.g. Pauls, Kikuji-Togawa, Galbreath, Melinek and Booth, RSET and ASET according to British Standard BS 7974:2001 PD 7974-6, and also the Helbing model.

Słowa kluczowe: ewakuacja, modelowanie, modele ewakuacji, czas ewakuacji;

Keywords: evacuation, modeling, evacuation models, evacuation times;

1. Wstęp

Artykuł poświęcony jest przedstawieniu wybranych metodyk szacowania czasów ewakuacji na podstawie reprezentatywnych modeli obliczeniowych.

W literaturze stosowane są trzy rodzaje modeli ewakuacji tj. modele szacowania pojedynczych parametrów ewakuacji, modele ruchu oraz tzw. mode-

le behawioralne tj. oparte o zachowania ludzi podczas ewakuacji. Modele szacowania pojedynczych parametrów ewakuacji zazwyczaj wykorzystywane są do prostych szacunków ruchu. Mogą stanowić proste obliczenia wykonywane ręcznie np. czasu przepływu w oparciu o szerokości wyjścia lub czasu przemieszczania się w oparciu o długość dro-

gi ewakuacyjnej. Modele ruchu oparte są o zasady mechaniki płynów, traktując ewakuujące się osoby jako płyn. Modele tego typu mają tendencję do optymalizacji zachowania użytkowników, wszystkie osoby poruszają się z tą samą prędkością, z doskonałą znajomością geometrii budynku i dróg ewakuacyjnych. Modele behawioralne opierają się natomiast na różnych zmiennych odnoszących się do ruchu oraz zachowania się ludzi podczas pożaru i procesu ewakuacji. Ewakuowanym osobom przypisywane są wybrane cechy, charakteryzowane płcią, wiekiem, prędkością poruszania się, jak również interakcje ewakuujących się osób z otoczeniem, konstrukcją budynku. Tego typu modele pozwalają na bardziej realistyczną symulację, jednak nadal istnieje brak dostępnych danych doświadczalnych, które pozwoliłyby na przewidywanie ludzkich zachowań podczas pożaru. W celu przybliżenia tych zagadnień przedstawione zostaną w niniejszej pracy następujące modele: model Pauls'a, uproszczony model Kikuji - Togawy, model Galbreath'a, model Melinek i Booth, model wg. Hamanowicza, model ukazany w British Standard BS 7974 PD 7974-6, a także model Helbinga.

2. Wybrane modele obliczeniowe czasów ewakuacji

2.1. Tradycyjne obliczenia czasów ewakuacji

W celu zapewnienia bezpieczeństwa osobom przebywającym w budynku podczas pożaru, należy zapewnić im możliwość opuszczenia obiektu w czasie, gdy warunki na drogach ewakuacyjnych nie osiągną wartości krytycznych tj. temperatura nie przekroczy 68°C, a zasięg widzialności nie spadnie poniżej 10 m [9]. W tym celu powstało kilkanaście modeli obliczeniowych czasów ewakuacji. Jednym z najprostszych modeli zastosowanych do wyznaczenia czasu potrzebnego do ewakuacji są modele przedstawione w "New Guideline for Building Hazard-Prevention, the explanation of a building's hazard-prevention and evacuation planning" [7]. W celu zapewnienia skutecznej ewakuacji wymagany czas na ewakuację musi być dłuższy od rzeczywistego czasu ewakuacji. W tym celu należy znać czas krytyczny ewakuacji oraz czas opróżnienia stref pomieszczeń, w których przebywają ludzie zgodnie z poniższymi równaniami (1-4) [13]:

Krytyczny czas ewakuacji

$$t1 = 2\sqrt{A} \quad (1)$$

gdzie:

t1 - czas (s),

A - powierzchnia (m²).

Czas opróżnienia każdej strefy ewakuacji

$$t_i = \max(t1i, t12i) \quad (2)$$

$$t1i = \frac{Ni}{1,5 \cdot Bi} \quad (3)$$

$$t12i = \frac{Lxi + Lyi}{V} \quad (4)$$

gdzie:

i – oznacza numer strefy

ti – czas (s) na ewakuację ludzi ze strefy (s)

t1i – czas (s) przejścia każdego pieszego przez strefę i,

t12i – czas (s) wymagany dla ostatniego pieszego aby dotrzeć do wyjścia ze strefy i,

Ni - liczba osób w strefie i,

1,5 współczynnik przepływu użytkowników (człowiek/m s),

Bi – efektywna szerokość (m) wyjścia ze strefy i,

Lxi + Lyi - najdłuższa odległość, mierzona na poziomej drodze, aby wyjść ze strefy i,

V - prędkość chodzenia (m/s); 1,3 m/s dla biur, szkoły i stadionów; 1,0 m/s dla centrów handlowych i hoteli; 0,5 m/s dla szpitali i sal konferencyjnych o dużej ilości osób.

Następnie, po przeprowadzonych obliczeniach należy wyznaczyć najmniej korzystny wariant opróżniania strefy ewakuacji zgodnie ze wzorem (2) i porównać go z uzyskanym czasem krytycznym.

Z uwagi na uproszczoną formę, model ten nie jest wiarygodnym źródłem informacji i należałoby otrzymane wyniki skonfrontować z innymi obliczeniami. Może on być wykorzystywany tylko w prostych układach komunikacyjnych.

2.2. Model Kikuji Togawy do wyliczenia czasu niezbędnego do ewakuacji

Badaniem ruchu tłumu zajmował się naukowiec japoński Kikuji Togawa [10]. Wprowadził on do metodyki obliczania czasów ewakuacji wiele technicznych spostrzeżeń i danych empirycznych. Zaproponował on ogólne równanie (5) do obliczenia czasu do ewakuacji [10]:

$$Evac.Time = FlowTime + TravelTime \quad (5)$$

Opracowane przez Togawę równanie wyznaczania czasu potrzebnego do ewakuacji po wprowadzeniu danych empirycznych przedstawia się następująco (6):

$$t_e = \frac{1}{N' \cdot B'} \left\{ N_a - \sum_{i=1}^n \int_0^{T_0} N_i(t) B_{i\phi t}(t) dt \right\} + T_0 \quad (6)$$

Jeżeli we wzorze (6) najkrótszą odległość od ostatniego wyjścia ewakuacyjnego do czoła przemieszczającego się tłumu opiszemy jako k_s , a prędkość poruszania się tłumu jako V [10], wówczas forma uproszczona równania pozwalająca na określenie czasu wymaganego do ewakuacji [4] przedstawia się następująco:

$$t_e = \frac{N_a}{B' \cdot N'} + \frac{k_s}{v} \quad (7)$$

gdzie:

t_e - czas niezbędny do ewakuacji (s),
 N_a - całkowita liczba ewakuowanych ludzi,
 N' - ilość osób ewakuujących się przez konkretne drzwi (osoby/m),
 B' - szerokość drzwi (m),
 v - prędkość poruszania się tłumu (m/s),
 k_s - odległość od ostatniego wyjścia ewakuacyjnego do czoła przemieszczającego się tłumu (m).

Model ten nie uwzględnia jednak zachowań ludzkich, a odnosi się jedynie do zależności pomiędzy całkowitą ilością osób ewakuujących się oraz prędkości poruszającego się tłumu oraz dystansu, jaki ma on pokonać.

2.3. Model Galbreath'a

Galbreath [10] zaproponował równanie opierające się na dwóch czasach składających się na czas całkowitej ewakuacji ludzi z budynku. Są to: czas wymagany do wypełnienia schodów ludźmi oraz czas potrzebny do wyjścia przy użyciu tych schodów. W efekcie, odległość przejścia dzieli się na drobne składowe, które zakładają, że pierwsza osoba rozpoczyna przepływ przez drzwi wejściowe na schody, powodując wzrost szybkości przepływu przez pozostałe osoby. Zaproponowane przez niego równanie (8) dla minimalnego czasu ewakuacji przedstawia się zatem następująco:

$$t = \frac{N + n}{r \cdot u} \quad (8)$$

gdzie:

t - czas potrzebny do całkowitej ewakuacji po schodach (s),
 N - liczba osób powyżej pierwszego piętra,
 n - liczba osób, które mogą stanąć na schodach na 0,28 m² lub ilość osób na podłodze, w zależności od tego która wartość jest mniejsza,
 r - prędkość przepływu ludzi przez wyjście (s/m),
 u - szerokość drogi ewakuacyjnej (m).

Problem z wykorzystaniem równania Galbreath'a polegał na otrzymywaniu zbyt optymistycznych czasów ewakuacji, w porównaniu do bardziej zaawansowanych obliczeń numerycznych w tym zakresie.

2.4. Modele przepływu Melinek'a i Booth'a

Podczas modelowania czasu do ewakuacji, przepływ osób na schodach przedstawiony może zostać jako jednolity przepływ tłumu. Jedną z głównych wad modeli przepływu są ich optymistyczne wyniki, gdyż zakładają, że schody nie stają się przepełnione. Natomiast w przypadku istnienia zatorów, prędkość poruszania się, a także szybkość przepływu użytkowników znacząco spada. Zgodnie z wytycznymi Pauls'a w przypadku, gdy gęstość użytkowników wynosi więcej niż 3,8 osoby na metr kwadratowy, prędkość może spaść nawet do zera. W 1975 r. Melinek i Booth opracowali model przepływu ewakuacji zbliżony do modelu Togawy [10], który określał, że proces ewakuacji można podzielić na dwie kategorie. W pierwszym przypadku, powstają zatory na schodach, w drugim zaś użytkownicy mogą swobodnie się poruszać. Czas wyjścia określany jest wówczas przy pomocy dwóch równań (9) i (10) [14]:

$$t_1 = \frac{nN}{F_s W} + t_s \quad (9)$$

$$t_n = \frac{N}{F_s W} + n \cdot t_s \quad (10)$$

gdzie:

t_1 - czas wyjścia (zatorów) (s),
 t_n - czas wyjścia (ruch swobodny) (s),
 n - liczba pięter,
 N - liczba osób na piętrze i do wyjścia,
 F_s - nominalny przepływ użytkowników na schodach (osoby/m s),
 W - szerokość klatki schodowej (m),
 t_s - czasu na chodzenie między sąsiednimi piętrami (ruch swobodny) (s).

W celu uzyskania wiarygodnych wyników, zamiast rzeczywistych szerokości schodów należy przyjmować szerokość efektywną w celu uwzględnienia efektu oddziaływania na ściany i poręcze.

2.5. Obliczanie czasów ewakuacji przy użyciu modeli Pauls'a

Warunki techniczno-budowlane [11], a także standardy National Fire Protection Association: NFPA 101 Life Safety Code 2006, proponują proste podejście do obliczania minimalnych szerokości korytarzy i schodów dla niektórych ich użytkowników, tj. wymagane szerokości uzależnione są od całkowitej ilości użytkowników przemieszczających się osób. W 1987 r. Pauls [4] podczas przeprowadzonych badań wykazał, że rzeczywista ewakuacja nie odwzorowuje liniowego modelu, ponieważ nie można dokładnie przewidzieć tempa, w jakim ludzie będą się ewakuować. Model liniowy nie brał pod uwagę, że podczas schodzenia schodami ludzie kołyszą się w przód i w tył oraz starają się nie dotykać

ścian i siebie nawzajem. Z tego powodu przepływ stosowany w tradycyjnych modelach był zbyt optymistyczny. Pauls odkrył również, że prędkość poruszających się osób nie zwiększa się, ale jest on liniowo powiązany z szerokością schodów. Co więcej, Pauls wprowadził tzw. efekt krawędzi, w którym założono, że należy odjąć zewnętrzne 15,36 cm po obu stronach schodów od pomiaru szerokości schodów podczas obliczania przepływów w związku z kołysaniem się ludzi podczas ich ruchu w dół po schodach. Pauls na podstawie przeprowadzonych badań [4] i obserwacji określił, że przepływ tłumu w dół schodów i korytarzy można najprościej wyrazić jako funkcję liniową:

$$F = S \cdot D \cdot L \quad (11)$$

gdzie:

S - szybkość, odległość przebyta przez osoby powyżej pewnej jednostki czasu (m/s),
D – gęstość, liczba osób zajmujących pewien obszar, np. 2 osoby na metr kwadratowy (osoby/m²),
L - szerokość klatki schodowej lub korytarza (m).
(Należy pamiętać, że szerokość w kalkulacjach powinno być nieco mniej niż rzeczywista szerokość mierzona bo ludzie będą się kołysać, gdy chodzą i próbują uniknąć otarcia krawędzi schodów i korytarzy).

Zgodnie ze wzorem (11) należy wyciągnąć wniosek, że prędkość przepływu osób wzrastać będzie proporcjonalnie. Jednakże, w rzeczywistości sytuacja jest bardziej skomplikowana, ponieważ w miarę wzrostu gęstości, ludzie zaczynają na siebie negatywnie oddziaływać, przez co jest zakłócona zdolność do utrzymania normalnego chodu, co z kolei powoduje zwolnienie prędkości poruszania się. Na podstawie obserwacji, Pauls oszacował, że najlepszą efektywność uzyskuje się przy przepływie 1,18 osoby na sekundę na metr szerokości schodów.

Na podstawie danych doświadczalnych [4, 10], Pauls opracował równanie (12) służące do przewidywania całkowitego czasu ewakuacji ludzi z wieżowców, przy założeniu, że liczba ludzi w budynku wynosi nie mniej niż 800:

$$t = 2 + 0,0117p \quad (12)$$

gdzie:

t - minimalny czas, całkowitej, niekontrolowanej ewakuacji po schodach (s),
p – rzeczywista ilość ewakuowanych ludzi na metr efektywnej szerokości schodów.

Zgodnie z zaleceniami [4, 10] w budynkach, w których liczba osób znacznie przewyższa 800 osób/m² szerokości schodów, stosuje się następujące równanie (13):

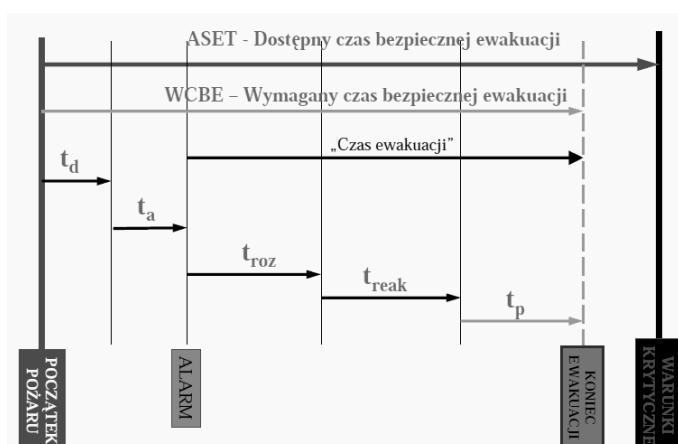
$$T = 0,7 + 0,0133p \quad (13)$$

Metoda ta umożliwia oszacowanie czasu ewakuacji ludzi z budynków i tym samym może być stosowana w niezbyt skomplikowanych układach komunikacyjnych, ponieważ nie odnosi się do zachowań ludzkich takich jak np. powrotu po zapomniane rzeczy, czy szukanie zagubionych osób w budynku.

2.6. Czasy bezpiecznej ewakuacji wg. standardów BS

Metodyka przedstawiona w standardzie PD 7974-6:2004 [9] oparta jest na zapewnieniu odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, w celu którego należy wyznaczyć dostępny czas bezpiecznej ewakuacji (ASET- Available Safe Evacuation Time), który musi być większy niż wymagany czas bezpiecznej ewakuacji (RSET- Required Safe Escape Time). Każdy z tych czasów należy ocenić za pomocą odpowiednio przeprowadzonej analizy dla przyjętego scenariusza pożaru [4]. Jedną z zalet stosowania tego standardu jest możliwość wykorzystania go do różnych wariantów ewakuacji z budynków.

Podczas dokonywania obliczeń, wykorzystując powyższy standard należy przestrzegać kilku zasad [9]. Jedną z nich jest to, że przewidywany czas ASET wymaga oszacowania osiągnięcia stężeń niebezpiecznych toksycznych produktów spalania oraz krytycznej temperatury w warstwie podsufitowej w czasie trwania pożaru. Parametry te należy wyznaczać zgodnie ze wskazaniem zawartymi w dokumentach z serii PD [8, 9]. Jeżeli chodzi o czas RSET, to zależy on głównie od czasu detekcji pożaru, a także czasu alarmowania o zaistniałym niebezpieczeństwie, jak również od zakresu parametrów określających zachowania i poruszanie się użytkowników w czasie ewakuacji, dla różnych płci oraz wieku użytkowników.



Ryc.1. Składowe czasu ewakuacji [9].
Fig. 1. Components of evacuation time [9].

W celu określenia zachowań ludzkich, standard [9] wprowadza dwie kategorie charakteryzujące zachowania:

- kategorię wstępnych zachowań (tzw. pre-movement behaviours), która obejmuje reakcje powstałe przed rozpoczęciem poruszania się po drogach ewakuacyjnych, ale zachowania te nie są związane z ewakuacją;
- kategorię zachowania w ruchu (tzw. travel behaviour), która obejmuje ruch drogami ewakuacyjnymi.

W celu zapewnienia użytkownikom budynku bezpiecznych warunków ewakuacji, podczas dokonywania analizy czasów ewakuacji należy uwzględnić margines bezpieczeństwa tj. różnicę pomiędzy czasami ASET i RSET. W celu wyznaczenia wymaganych czasów posługujemy się następującym równaniem:

$$RSET = \Delta t_{det} + \Delta t_a + (\Delta t_{pre} + \Delta t_{przej}) \quad (14)$$

gdzie:

t_{det} - czas detekcji czyli czas od zainicjowania pożaru do czasu jego wykrycia przez system sygnalizacji pożarowej lub przez użytkowników (s),
 t_a - czas alarmowania czyli czas od momentu detekcji do czasu ogłoszenia alarmu (s),
 t_{pre} - czas wstępnych reakcji użytkowników t_{reak} i rozpoznania t_{roz} (s),
 t_{przej} - czas przejścia również oznaczane jako t_p użytkowników budynku, składający się z czasu wymaganego do przejścia użytkowników do wyjścia na zabezpieczone drogi ewakuacyjne tzw. „czas przejścia” oraz czas wymaganego na przejście przez wyjścia i drogi ewakuacyjne tzw. „flow” (s).

W celu prawidłowego wyznaczenia czasów ewakuacji należy w pierwszej fazie analizy wyznaczyć scenariusze projektowe zachowań użytkowników, w których określone będą wstępne czasy reakcji oraz czasy przejścia. Zgodnie ze standardem PD [9] są one uzależnione w dużej mierze od zachowań użytkowników. Zależą one głównie od takich czynników jak charakterystyka budynku, sposobów detekcji pożaru, sposobu alarmowania, jak również od systemów zarządzania bezpieczeństwem w budynku. Dodatkowy wpływ będą miały wiek użytkowników, ich kondycja fizyczna, płeć, jak również sytuacja, w jakiej użytkownicy zostali narażeni na zdarzenie.

W standardzie [9] dane dotyczące poszczególnych faz zachowań zostały zebrane w formie tabularycznej, które powstały dzięki obserwacjom oraz prowadzonym badaniom podczas użytkowania obiektów, a także obserwacji z przebiegów ewakuacji.

Tabela 1.
Projektowe scenariusze zachowań i rodzaje użytkowania [9].

Table 1.
Design scenarios of human behavior and operational types [9].

Kategoria	Znajomość użytkowników	Gęstość użytkowników	Wydzielanie	Przykłady obiektów
A	Zaznajomieni	Niska	Jedno lub wiele	Biuro lub obiekty przemysłowe
B1	Niezaznajomieni	Wysoka	Jedno w skupionym punkcie	Sklep lub restauracja
B2	Niezaznajomieni	Wysoka	Jedno w skupionym punkcie	Kino, teatr
C _I	Zaznajomieni	Niska	Kilka	Mieszkanie bez 24 h nadzoru
C _{II}				Nadzorowane mieszkania, hole rezydencji, itd.
C _{III}	Niezaznajomieni	Niska	Wiele	Hotel, hostel
D	Niezaznajomieni	Niska	Wiele	Szpital
E	Niezaznajomieni	Wysoka	Wiele	Dworce kolejowe i lotnicze

W przypadku, gdy w budynku występuje kilka możliwych kategorii scenariuszy zachowań, należy wówczas rozpatrywać możliwe wszystkie ich warianty i kombinacje. Na podstawie przyjętej metody wskazanej w standardzie [9] kolejnym etapem wyznaczania czasów ewakuacji jest wyznaczenie zmiennych, takich jak jakość systemu sygnalizacji pożaru (poziomy od A1 do A3), złożoności budynku (poziomy od B1 do B3) oraz jakość systemu zarządzania bezpieczeństwem (od M1 do M3).

Zgodnie ze wskazaniem standardu [9], czas ewakuacji jest zależny od czasu pierwszych, wstępnych reakcji ostatnich kilku użytkowników decydujących się na opuszczenie pomieszczeń oraz czasu wymaganego dla przejścia do i przez wyjścia ewakuacyjne. Gdy gęstość użytkowników jest mała, wówczas prędkość poruszania się nie będzie zakłócona, a przy wyjściach nie będą tworzyć się zatory.

Czas ewakuacji przedstawia równanie (15):

$$\Delta t_{ewak} = \Delta t_{pre(99\%)} + \Delta t_{przej} \quad (15)$$

gdzie:

$\Delta t_{pre(99\%)}$ - czas od alarmu do rozpoczęcia ewakuacji ostatnich kilku użytkowników (s),

Δt_{przej} - czas przejścia (niezakłócona prędkość poruszania przez średnią odległość do wyjścia (s).

W przypadku, gdy czas ewakuacji zależy od czasu pierwszych, wstępnych reakcji oraz czasu przejścia pierwszych kilku użytkowników oraz czasu przejścia przez wyjścia ewakuacyjne, wówczas równanie (15) będzie przedstawiało się następująco (równanie 16):

$$\Delta t_{ewak} = \Delta t_{pre(1\%)_0} + \Delta t_{przej} + \Delta t_{przej.drzwi} \quad (16)$$

gdzie:

$\Delta t_{przej.drzwi}$ - czas przejścia przez wyjścia wszystkich użytkowników budynku (s).

Należy zwrócić szczególną uwagę na możliwość tworzenia się zatorów przy drzwiach ewakuacyjnych, co zasadniczo wpływać będzie na szybkość ewakuacji.

Zgodnie z przyjętą metodyką podczas wyznaczania czasów niezbędnych do ewakuacji, następnym etapem jest określenie narażenia użytkowników budynku na produkty spalania i ciepło generowane przez pożar powstały w budynku, który z kolei znacząco wpływać będzie na wartości ASET i RSET. W przypadku budynków prostych, z dobrze funkcjonującym systemem zarządzania, czas rozpoznania będzie z reguły krótki. Natomiast w przypadku budynków złożonych, gdy użytkownicy znajdują się daleko od źródła pożaru, czas ten będzie znacznie się wydłużył.

Czas ten kończy się, gdy do świadomości użytkowników dotrze konieczność reakcji na alarm o pożarze. Wtedy rozpoczyna się czas reakcji, w którym ludzie reagują, ale jeszcze nie rozpoczynają ewakuacji. Może on trwać od kilku sekund do kilku minut, w zależności od okoliczności w jakich znajduje się użytkownik. W czasie jego trwania użytkownicy przerywają swoje normalne czynności i rozpoczynają działania zależne od rozwoju zagrożenia. Mogą to być zachowania badawcze, zawierające czynności zmierzające do określenia źródła zagrożenia, poszukiwanie innych osób, wracanie się po pozostawione rzeczy, próby gaszenia pożaru, czy też alarmowanie innych osób.

W celu określenia czasów przemieszczania się należy określić szybkość poruszania się na poziomych i pionowych drogach ewakuacyjnych. Zwykle, przy niezakłóconym ruchu pieszych po poziomych drogach ewakuacyjnych przyjmuje się prędkość 1,2 m/s.

W literaturze przedmiotu [9] przedstawia się następujące przykłady:

- 1,25 m/s w budynkach biurowych,
- 1,19 m/s w innych budynkach,
- 1,7 m/s dla mężczyzn i 0,8 m/s dla kobiet.

Według Nelsona i Mowrera [9], w przypadku, gdy gęstość ludzi na drogach ewakuacyjnych jest mniejsza niż 0,54 osób/m² to indywidualna prędkość poruszania się ludzi nie będzie zależna od innych. Zatrzymanie ruchu następuje przy zagęszczeniu ludzi powyżej 3,8 osób/m², o czym było wspomniane już wcześniej. W celu określenia prędkości poruszania się ludzi po poziomych drogach ewakuacyjnych skorzystać można z równania (17) [2, 4, 12]:

$$S = k - a \cdot k \cdot D \quad (17)$$

gdzie:

S - prędkość przemieszczania się osób wzdłuż osi ruchu (m/s),

D - zagęszczenie (liczba osób/m²),

k - współczynnik równy 1.4 przy przemieszczaniu się w poziomie,

a - współczynnik równy 0.266.

Następnie, należy ilość ewakuujących się osób przez wyjście ewakuacyjne, zgodnie z równaniem (18) [4]:

$$F_s = S \cdot D \quad (18)$$

gdzie:

F_s - to konkretny przepływ (liczba osób/ms)

S - prędkość (m/s),

D - gęstość (liczba osób/m²).

Kolejnym krokiem w analizie jest wyznaczenie parametru F_c, czyli obliczeniowego przepływu według równania (19) [4]:

$$F_c = F_s \cdot W_e \quad (19)$$

gdzie:

F_c - obliczeniowy przepływ (osoby/s),

F_s - konkretny przepływ (liczba osób/ms),

W_e - szerokość (m).

Zgodnie z wytycznymi The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering [12], czas przejścia grupy osób do wyjścia ewakuacyjnego T_p, wyrażony będzie wzorem:

$$t_p = \frac{P}{F_c} \quad (20)$$

gdzie:

F_c - to obliczeniowy przepływ (osoby/s),

t_p - czas przejścia (s),

P - liczba osób.

W celu określenia czasu RSET należy zsumować wszystkie składowe tego czasu. Jeżeli spełniony jest warunek opisany nierównością:

$$ASET - RSET \geq 0 \quad (21)$$

to warunki ewakuacji są bezpieczne, a cały proces ewakuacji zostanie zakończony przed osiągnięciem na drogach ewakuacyjnych warunków krytycznych. Natomiast jeżeli różnica ta przyjmować będzie postać:

$$ASET - RSET < 0 \quad (22)$$

wówczas podczas ewakuacji warunki w pomieszczeniach i na drogach ewakuacyjnych mogą powodować zagrożenie dla zdrowia lub życia użytkowników budynku. Należy podjąć wtedy przedsięwzięcia mające na celu poprawę warunków bezpieczeństwa pożarowego w obiekcie. Do najczęściej stosowanych należy zastosowanie technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych np. instalacji tryskaczowej, wentylacji pożarowej, oddzielen przeciwpożarowych, klap dymowych itp. Zastosowanie takich rozwiązań umożliwia wydłużenie dostępnego czasu ewakuacji ASET oraz zapewnienie odpowiednich warunków ewakuacji.

Model szacowania czasów RSET i ASET umożliwia przeprowadzenie bardzo szczegółowej analizy oraz pozwala określać wymagany czas do przeprowadzenia ewakuacji. Odnosi się on do zachowań, a także do technicznych systemów zabezpieczeń. Może zatem stanowić podstawę do wiarygodnego wyznaczania czasów ewakuacji.

2.7. Dynamika tłumu wg modelu Helbing'a

Podczas prowadzenia ewakuacji dużej ilości ludzi może dojść do zagrożenia dla życia osób ewakuowanych. Cechą charakterystyczną tłumu jest tworzenie tzw. „wąskiego gardła”, czyli zatorów spowalniających prędkość poruszania się. W takich sytuacjach może dojść do zapychania się wyjść ewakuacyjnych. Dlatego też, zdolność identyfikacji sytuacji, w których mogą wystąpić niebezpieczne zatory, jest jednym z głównych zadań dobrego modelu symulacyjnego. Aby realistycznie symulować zjawiska zatorów, modele symulacyjne powinny uwzględniać siły mechaniki występujące w takich sytuacjach.

Modelem przedstawiającym te zagadnienia jest model Helbing'a [6], będący uogólnionym modelem, zakładającym socjo-psychologiczny i fizyczny wpływ na zachowanie się w tłumie [6]. W modelu tym równanie ruchu pieszych (23) przedstawia się następująco:

$$m_i \frac{dv_i}{dt} = m_i \frac{V_i^0(t)e_i^0(t) - v_i(t)}{\tau_i} + \sum_{j \neq i} f_{ij} + \sum_W f_{iW} + \xi_i \quad (23)$$

gdzie:

m_i – ilość pieszych

$V_i^0(t)$ - prędkość ruchu pieszego

$e_i^0(t)$ - pożądany kierunek ruchu pieszych

$v_i(t)$ - rzeczywista prędkość ruchu pieszych

τ_i - charakterystyczna cecha „czasu przyśpieszenia”

$\sum_{j \neq i} f_{ij}$ - wzajemne siły pomiędzy pieszymi

$\sum_W f_{iW}$ - wzajemne siły pomiędzy pieszymi a ścianami

ξ_i - zmienna losowa.

Podstawową ideą tego modelu jest traktowanie pieszych jako cząstki ciał stałych. W modelu tym, przyśpieszenie prędkości poruszania się może być spowodowane przez różnicę między żadaną prędkością oraz rzeczywistą prędkością, lub przez siły spowodowane przez ściany albo inne osoby. W równaniu (23) występuje pewna zmienna losowa ze względu na możliwość tworzenia się zatorów. Psychologiczną tendencją pieszych jest trzymanie się z dala od siebie, odległości te są opisane przez siły wzajemnego oddziaływania, zwane potocznie siłami społecznymi.

Główną zaletą tego modelu jest jego oparcie na siłach mechaniki oddziałujących na tłum. W związku z tym, model ten jest w stanie realistycznie symulować efekty zatorów, które powodowane są przez te siły [6]. Jako jeden z najbardziej znanych modeli, model Helbing'a [15] wykorzystywany jest w takim programie kalkulacyjnym jak FDS+EVAC. Pomimo jego zalet, model ten bywa także krytykowany przez międzynarodowych specjalistów w tej dziedzinie. Przykładowo, Still [6] stwierdził, że prawa dynamiki tłumu muszą uwzględniać fakt, że ludzie nie stosują się do praw fizyki i mechaniki, czego nie uwzględnił powyższy model.

2.8. Komputerowe modele obliczeniowe

Pierwszy komputerowy model obliczeniowy przepływu osób podczas ewakuacji został opracowany w połowie lat 70-tych XX wieku przez Markova [4]. Model ten oparty był na przepływie osób od czasu alarmu, aż do ich bezpiecznego wyjścia z rejonu objętego pożarem. Technika modelowania, która określała możliwości ucieczki z pomieszczeń budynku w oparciu o podejście deterministyczne, przy zastosowaniu algorytmu obliczeniowego określającego wpływ wzrostu pożaru i dymu na ruch użytkowników. została opracowana w 1980 r. Przebieg ewakuacji użytkowników był tam symulowany na podstawie oceny skutków, gęstości osób, przeciążenia drzwi lub innych ograniczeń oraz wpływu produktów spalania na ewakuujące się osoby.

Pojęcia krytycznego momentu i czasu reakcji, po raz pierwszy sformułowane zostały przez

Caravaty i Havilanda [1]. Zostały one dostosowane do ustalenia dostępnego czasu bezpiecznej ewakuacji (ASET). W roku 1990, rozwój modeli ewakuacji znacznie przyspieszył. Fahy [3] opracowała model napisany w języku FORTRAN 77 o nazwie EXIT89, przeznaczony do obliczania czasów ewakuacji z budynków wysokich. Obliczał on przepływ osób po najkrótszej drodze ewakuacji lub zdefiniowanych przez użytkownika "znanych" drogach ewakuacyjnych. Model ten został udoskonalony w następnej dekadzie o uwzględnienie szeregu rzeczywistych funkcji, takich jak obecność osób niepełnosprawnych, czasy opóźnienia ewakuacji, itp. W ostatnich latach powstały modele ewakuacji w oparciu o technikę obliczeniową CFD¹. Modele te opisują przestrzeń w postaci siatki i wykorzystują złożone analizy przestrzenne, co pozwala na dokładną lokalizację osób w całej rozpatrywanej przestrzeni [16]. Ten sektor metod obliczeniowych rozwija się obecnie bardzo dynamicznie, a dostępne modele są ciągle udoskonalane.

3. Podsumowanie

Obliczeniowe modele ewakuacji, bez wątpienia są ważnymi narzędziami, dzięki którym określić można czas ewakuacji osób z pomieszczeń lub budynków. Dzięki nim możliwe jest zidentyfikowanie kluczowych aspektów, które mają zasadniczy wpływ na skuteczność ewakuacji. Zgodnie ze spostrzeżeniami dokonanymi przez Gwynne [5] modele ewakuacji podzielić można na dwie kategorie: te, które biorą pod uwagę jedynie ruch człowieka oraz te, które uwzględniają ruch i zachowanie się ewakuujących osób.

Pierwsza kategoria to głównie proste metody obliczeniowe, obciążone znacznymi błędami, z uwagi na to, iż nie uwzględniają wszystkich możliwych zachowań ludzkich podczas procesu ewakuacji. Nie uwzględniają także zjawiska paniki i stresu, które bardzo często towarzyszy sytuacjom powodującym zagrożenie zdrowia i życia ludzi. Zakładają one płynny ruch, bez żadnych zakłóceń, takich jak chociażby tworzenie się zatorów. Niemniej jednak, takie modele ewakuacji mają kilka zalet, przede wszystkim są szybkie i łatwe w konfiguracji, w przypadku mało skomplikowanych scenariuszy okazują się skuteczne [15].

Druga kategoria to modele ewakuacji, które biorą pod uwagę nie tylko cechy fizyczne, ale traktują jednostki ludzkie jako substancje czynne, odpowiadające na bodźce, różnego rodzaju zagrożenia i indywidualne zachowania. Takie modele ewakuacji biorą pod uwagę możliwe interakcje podczas procesów ewakuacji. Ponadto, modele te uwzględniają fizyczne i socjo-psychiczne cechy osób ewakuowanych. Modele te przy właściwym wykorzystaniu

mogą dawać realistyczne i dokładne wyniki. Jednakże, posiadają również pewne ograniczenia i dlatego powinny być stale aktualizowane oraz doskonalone w celu uwzględnienia danych z badań doświadczalnych. Podsumowując, można stwierdzić, że pierwszy typ szacowania czasów ewakuacji wykorzystywany jest do szybkich analiz natomiast drugi typ modeli ewakuacji (tj. tych, które stanowią nie tylko ruchy użytkowników, ale także ich zachowania) do stosowania przy dokonywaniu kompleksowej analizy ewakuacji w złożonych geometriach obiektów budowlanych. Należy jednak pamiętać, że nawet karkołomne kalkulacje, a także symulacje komputerowe nie gwarantują nam zapewnienia bezpieczeństwa ludziom, jeśli nie będziemy przestrzegać podstawowych zasad bezpieczeństwa np. zapewnienia zawsze drożnych dróg ewakuacyjnych.

Literatura:

1. Caravaty R.D., Haviland D.S., *Life safety from fire: a guide for housing the elderly*, U.S. Dept. of Housing and Urban Development, 1968;
2. Chow W.K., *Waiting time for evacuation in crowded areas*, Building and Environment, 42, 2007;
3. Fahy R.F., *EXIT89 – An evacuation model for high-rise buildings: Recent enhancements and example applications*, NFPA, 1995;
4. Fire Protection Handbook, National Fire Protection Association, 2008;
5. Gwynne S.M.V., *Improving the Collection and Use of Human Egress Data*, Fire Technology, 2011;
6. Heliövaava S., *Computational models for human behavior in fire evacuations*, Helsinki University of Technology, 2007;
7. *New Guideline for Building Hazard-prevention, the explanation of a building's hazard-prevention and evacuation planning*, Japan Building Center, 1995;
8. PD 7974-2, The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings, Part 2: Spread of smoke and toxic gases within and beyond the enclosure of origin, BSI, 2002;
9. PD 7974-6, The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings, Part 6: Human factors: Life safety strategies – Occupant evacuation, behavior and condition, BSI, 2004;
10. Pauls J., *Calculating evacuation times for tall buildings*, Fire Safety Journal, 12, 1987;
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.);
12. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Society of Fire Protection Engineers, 2002;

¹ Computational Fluid Dynamics – Numeryczna Dynamika Płynów.

13. Shih N.J., Lin Ch.Y., Yang Ch.H., *A virtual-reality-based feasibility study of evacuation time compared to the traditional calculation method*, Fire Safety Journal 34, 2000;
14. Siikonen M.L., Hakonen H., *Efficient evacuation methods in tall buildings*, Elevator World, 2003;
15. Tavares R.M., *Evacuation processes versus evacuation models: Quo Vadimus?*, Fire Technology, 45, 2009;
16. Yeoh G.H., Yuen K.K., *Computational fluid dynamics in fire engineering: Theory, modeling and practice*, Elsevier, 2009.

prof. dr hab. inż. Marek Dziubiński, pracownik naukowy Politechniki Łódzkiej, pełni obecnie funkcję Kierownika Katedry Inżynierii Chemicznej na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Zainteresowania naukowe to przepływy wielofazowe ze szczególnym uwzględnieniem przepływów dwufazowych ciecz-gaz cieczy newtonowskich i nienewtonowskich, reologia i reometria techniczna, elementy ryzyka i bezpieczeństwa procesowego (wypływy jedno i dwufazowe z rurociągów i zbiorników) oraz utrzymywanie emulsji oraz ich właściwości.

mgr inż. Iwona Clapa, absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Obecnie doktorantka na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska. Obszar zainteresowań naukowych to modelowanie numeryczne procesów ewakuacji oraz inżynieria bezpieczeństwa pożarowego.

mgr inż. Rafał Porowski w 2002r. ukończył studia w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. W roku 2010 ukończył studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Temat przygotowywanej aktualnie rozprawy doktorskiej dotyczy badań doświadczalnych i symulacji numerycznych przejścia do detonacji w mieszaninach gazowych. Obecnie jest kierownikiem Zespołu Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpozarowej PIB w Józefowie.

Recenzenci

prof. dr hab. Mirosław Kosiorek

dr hab. Marzena Pólka, prof. SGSP

dr inż. **Anna Szajewska**

Zakład Hydromechaniki i Przeciwpozarowego Zaopatrzenia w Wodę

Katedra Techniki Pożarniczej

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

APPLYING THE MATHEMATICAL MODEL OF FOREST FIRE IN THE SOFTWARE CREATED FOR SUPPORTING THE DECISIONS IN EXTINGUISHING ACTIONS

Zastosowanie modelu matematycznego pożaru lasu w oprogramowaniu wspomagania decyzji w akcjach gaśniczych

Summary

The paper presents the assumptions for the computer simulation of a forest fire in accordance with digital topographic map of forests and short-term weather forecast. To conduct the simulation, a software has been created. The software includes deterministic mathematical model of a forest fire. Input data have been extracted from the short-term weather forecast and the digital forest maps. The application range covers both planning of a controlled fire, e.g. in cases when the fires are intentionally started by the forest services to get rid of accumulated forest material, as well as to plan extinguishing actions and to plan appropriate disposal of resources during the extinguishing of a forest fire. Creation of the described simulation environment arises from the need of optimum planning of the extinguishing actions in local fire service centers. The initial risk assessment in the stage of planning the extinguishing action, will allow efficient management of equipment by the local units. It also prevents from repeating wrong decisions made in the early stages. This need imposes limiting the use of equipment platforms to medium class PC's. The outcomes of the paper provides accessibility of a tool supporting the decision making process and assessing the damages in the high risk conditions of a forest fire. Furthermore, conducting a simulation allows to estimate the need for fire fighting equipment in the case of total and border extinguishing of a fire, for different weather conditions, considering fire density.

Streszczenie

W pracy przedstawiono założenia do symulacji komputerowej pożaru lasu, w oparciu o dane cyfrowe topografii lasów i krótkoterminową prognozę pogody. Do przeprowadzenia symulacji zostało wykonane oprogramowanie, w którym zawarto deterministyczny model matematyczny pożaru lasu. Dane wejściowe pozyskiwane są z krótkoterminowej prognozy pogody, oraz numerycznych map lasów. Obszar zastosowań dotyczy zarówno planowania kontrolowanego pożaru, gdy pożary są celowo wywoływane przez służby leśne w celu pozbycia się nadmiaru nagromadzonego materiału leśnego, jak również planowania akcji gaśniczych i dysponowania zasobami podczas gaszenia pożaru lasu. Stworzenie wymienionego środowiska symulacji poparte zostało potrzebą optymalnego planowania akcji gaśniczych w lokalnych ośrodkach straży pożarnej. Wczesna ocena ryzyka na etapie planowania akcji gaśniczej umożliwi wydajne gospodarowanie zasobami przez lokalne jednostki, oraz zapobiega propagowaniu się błędów decyzyjnych na wczesnych etapach. Powyższa potrzeba narzuca ograniczenie stosowania platform sprzętowych do komputerów PC średniej klasy. Wynik pracy zapewnia dostępność narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji oraz szacowania strat w warunkach podwyższonego ryzyka zagrożeniem pożaru lasu. Ponadto przeprowadzenie symulacji pozwala oszacować zapotrzebowanie środków gaśniczych gaszenia całkowitego i gaszenia obrzeża dla różnych warunków pogodowych, z uwzględnieniem obciążenia ogniowego danego terenu.

Keywords: forest fire, simulation;

Słowa kluczowe: pożar lasu, symulacja;

Introduction

The forecast of potential fire behaviour is the key element of decision making during extinguishing of forests fires. The problem of simulation of forests fires is not a new issue. For the complexity of the con-

tent, the problem is not completely solved to date. Previous results of works carried out around with simulation programs which were developed for the purpose of work in a different geographical specificity. These programs are still of developmental na-

ture and contribute in favour of increasing fire safety in forests.

Mathematical models usually consist of range of function which as results gives numerical values for spatial, time development of one or more variables such as speed of dissemination, level of flame, risk of ignition or usage of fuel. More or less detailed description of behaviour of the phenomenon is obtained in this manner. Depending on the type of function computer programs base on selected models of forests fires simulation:

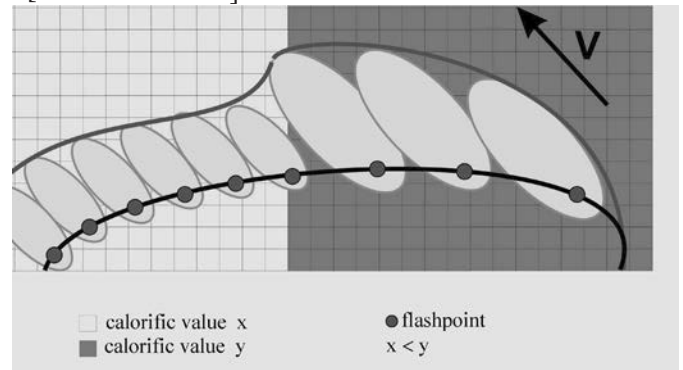
- theoretical models – generated from the principles of fluid mechanics, combustion and exchange of heat. Verification of these types of models is extremely intractable despite they can be extrapolated for various fire situations;
- deterministic models – built on the basis of experiences and fire researches which already took place. Such models apply merely for systems in which conditions are the same as the ones used during formation and testing of models;
- semi-deterministic models – theoretical and performed by experimenting. Exploration of these models is proper in situations similar to the ones used in order to obtain experimental data. There are less difficulties during evaluation of these models than in case of theoretical ones [Pastor et al. 2003];
- probabilistic models – using known distributions of probability for occurrence of phenomena accompanying fires.

Despite large number of models, there are only few of them which are successfully used in practice.

Materials and methods

This thesis presents deterministic simulation model of fire dissemination which was elaborated in the aim of facilitating the analysis of probable destruction and water demand necessary for fire extinguishing. Computer simulation is based on the cellular model using Fermat's rule with a matrix of spatial representation in which a single cell of two-dimension matrix represents a projection on a surface of actual area with a shape of a square. It is assumed that conditions prevailing in one cell are homogeneous similarly to average conditions prevailing in a projected area. Square cells are commonly used for simulation of natural phenomena. Propagation of fire may follow exclusively by neighbourhood of cells, in this case – cells adjacent by sides and vertices. In the accepted model of fire dissemination the Huygens' rule was used which is known as of light waves propagation. This rule which is used for applications of fire simulation was adopted by Sanderlin and Sunderson for the first time in 1975. It is assumed that a shape of fire can be reflected by an

envelope of particular ellipsoidal segments of fraction simulation. Each inflamed cell constitutes a new source of propagation of fire wave. The front of fire wave constitutes the envelope of ellipsis of partial simulation. For the fact of raster nature of space representation, actual ellipses cannot be used. The envelope of progress of fire in every step of simulation is approximated to the nearest vertex as coordinates of location can only take values of whole numbers [Knifht et al. 993].

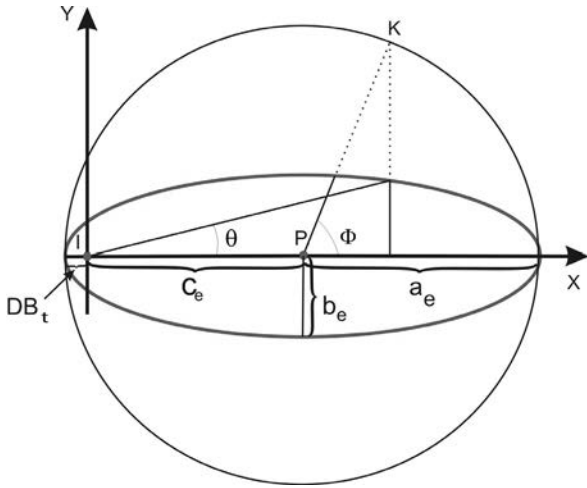


Picture 1. Propagation of fire with the use of ellipses in differential environment

Ryc.1. Propagacja ognia z zastosowaniem elips w zróżnicowanym środowisku

In homogeneous environment under conditions in which there is no wind, the shape of wandering fire from the point of ignition is assumed to be round. On the other hand, when homogeneous wind blows, the shape of fire from the point of ignition takes the shape of an ellipsis [Lopes et al. 2002, McAlpine 1989, Pastor et al. 2003, Richards 1993] (picture 1, 2). A simple mathematical interpretation and the easiness of service in the scope of entrance data have made contribution to general acceptance of such shape for computer models simulation of dissemination of forests fires. Accepted model, in accordance with Huygens' rule, best illustrates reality taking into account invariability of conditions. Despite the direction of wind may change in reality, with respectively small time interval step of simulation the variability of wind is of marginal importance.

Transfer from windless conditions into conditions with wind factor are shown in the Picture 2.



Picture 2. Transformation of dissemination speed depending on vector wind speed in relation to spatial system.

Ryc. 2. Transformacja prędkości rozprzestrzeniania się ognia w zależności od wektora prędkości wiatru do układu przestrzennego

Point P is an origin of the fire for windless conditions; point K is the position of fire accession for given time Δt . Angle Φ is contained between the direction of wind and the straight line PK. To include wind there should be made transformation of position of point K, recumbent at the circle, with the point located at the circuit of ellipsis in the dissemination model. This point will be located at the intersection of the straight line located under the angle θ to the direction of wind. Source of the fire P is of the same actual coordinates as point I. Section DB_t is the distance which will be covered by fire in the opposite direction to wind. Designation of angle Φ allows application of pattern 1.

$$\Phi = \cos^{-1} \frac{b_e \cos \theta (b_e^2 \cos^2 \theta + (a_e^2 - c_e^2) \sin^2 \theta)^{0.5} - a_e c_e \sin^2 \theta}{b_e^2 \cos^2 \theta + a_e^2 \sin^2 \theta} \quad [1]$$

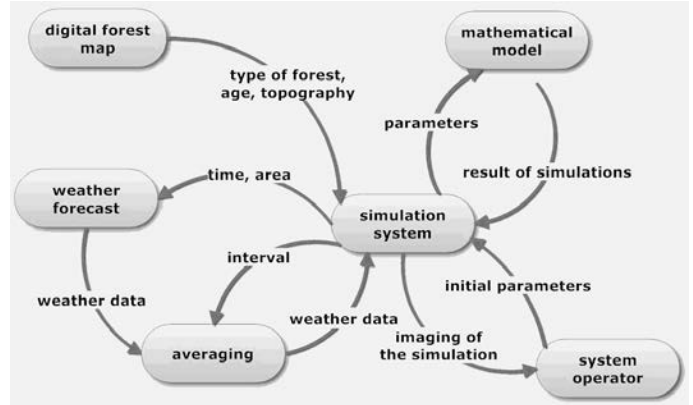
It is known [Lopes et al. 2002, McAlpine 1989, Pastor et al. 2003, Richards 1993, Willer 2007], that not only changes of the speed and direction of wind but also other factors such as kind and fuel type, asymmetry of changes (topographical conditions) influence the shape of fire dissemination. Coefficients of ellipses are conditioned on fuel type and speed of fire. Proportions are also influenced by humidity and type of forest bed. Designation of speed of dissemination allows application of pattern 2.

$$V_p = \frac{b_e (c_e \cos \Phi + a_e)}{\sqrt{b_e^2 \cos^2 \Phi + a_e^2 \sin^2 \Phi}} \quad [2]$$

Simulation

On the basis of the model the software which uses spatial data as well as short-term weather forecast was developed. Entrance data are obtained from

numerical maps of forests and short-term weather forecast (picture 3).



Picture 3. Context diagram
Ryc.3. Diagram kontekstowy programu

As the speed of wind which is input from a short-term weather forecast is of a discrete character, with a certain interval of time which cannot be changed, it was for the aim of simulation to allow obtaining this value at any time of simulation. Therefore, the value of speed of fire is averaged with adjacent forecasted value for any time of simulation within the scope of validity of weather forecast. The same mechanism also covers direction and a sense of forecasted wind.

From the digital map of forests the significant impact have: kind of forest, age of forest, precinct of forest, obstacles in relation to fire (access roads fire, rivers, etc); places of special danger.

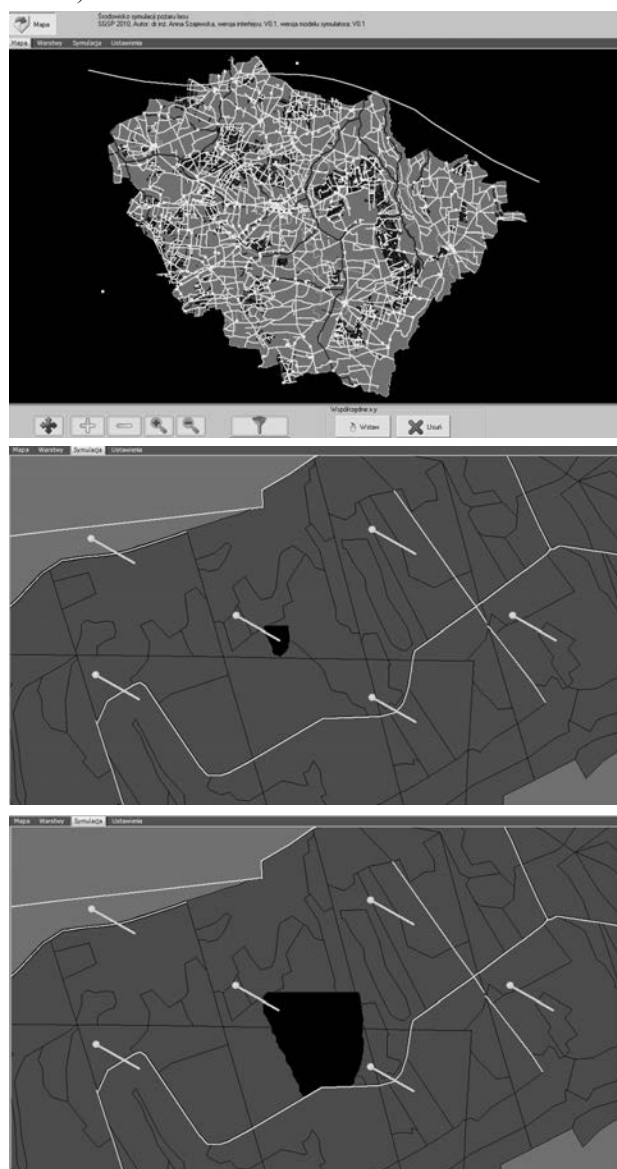
For the execution of the simulation it is necessary to introduce 4 initial parameters.

1. location of the fire source,
2. simulation time of the beginning and the end,
3. the time interval of an individual simulation time,
4. raster of area.

Simulation is being carried out iteratively. The number of iterations necessary for execution of simulation is stipulated by time of end, time of beginning and raster time. Parameters are determined by an operator. During conducting a simulation a matrix is created in which results are kept. Dimensions of matrix define length and width of size of the area. The size of matrix X,Y depends on raster area. After each iteration scores are overwritten in particular cells. Each iteration requires mathematical modelling of each cell of matrix and saving data to its neighbours. A single cell of matrix keeps data like:

- direction and speed of wind,
- fuel type,
- vectors of speed of fire for neighbours of a cell,
- state,
- passage of time in a state of ignition.

During a simulation a picture of process of fire is generated according to the condition of cells (picture 4).



Picture 4. Graphical illustration of the course of the fire
Ryc.4. Prezentacja graficzna postępującego pożaru

For the aim of calculation of water demand necessary for extinguishing the fire total number of inflamed cells should be counted – for the complete extinguishing, and respectively – the number of inflamed cells within the circuit of fire for a given width of extinguishing rim.

Demand for water for full extinction isw was determined based on [1].

$$isw = \frac{P \cdot W_{op} \cdot f_c}{CCP}$$

were:

P- fire surface [ha]

f_c - complete combustion coefficient – 0,7

CCP- water evaporation heat [kJ/kg]

W_{op} - calorific value [kJ/m²]:

$$W_{op} = Q_d \cdot (4982 - 52,2 \cdot w_s) \cdot 4,1868$$

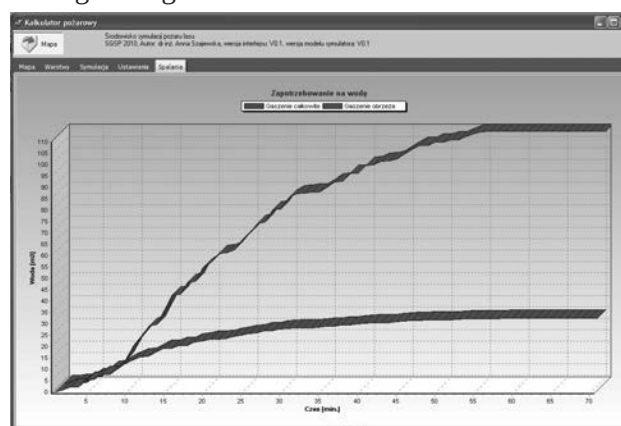
were:

Q_d - fire load kg/m² (the value taken from a digital forest map)

w_s - material humidity [%]

For the purpose of determining demand for water to extinguish fire rim, the surface of the rim knowing the width is calculated, complete combustion coefficient is exchanged for flame combustion coefficient which is dependent on fire load Q_d .

Having known the current location of a fire, duration, time necessary for arrival of extinguishing units, it is possible to estimate a water demand for a certain existing situation by firemen reaching a place of fire (picture 5). Application of computer simulations can in a simple manner facilitate planning of extinguishing actions.



Picture 5. Graphical illustration of water demand for full extinguishing and extinguishing of the rim area

Ryc.5. Prezentacja graficzna zapotrzebowanie na wodę do gaszenia całkowitego i gaszenia obrzeża

Summary

This program has educational and training aspect for analysts and civil safety services. Computer program was developed with the usage of programming tool RAD including the package of Delphi compiler. Application which was obtained in this manner is adapted for launching within PC's with operational system Windows. With the aid of the developed program, simulations under variable conditions can be carried out within different forest areas.

References

1. Instrukcja ochrony przeciwpożarowej obszarów leśnych, ORW LP Bedoń 1996
2. Knifht I., Coleman J., *A fire perimeter expansion algorithm based on Huygen's wavelet propagation*. International Journal Wildland Fire, 1993, 3,(2), str. 73-84.
3. Lopes A.M.G., Cruz M.G., Viegas D.X., *FireSsa-tion – an integrated software system for the nume-*

rical simulation of fire spread on complex topography. Environmental Modelling and Software, 2002, 17, str 269-285.

4. McAlpine R.S., *Temporal variations in elliptical forest fire shapes.* Canadian Journal Research, 1989, 19, str 1496-1500.
5. Pastor E., Zárate L., Planas E., Arnaldos J., *Mathematical models and calculation systems for the study of wildland fire behavior.* Progress in Energy and Combustion Science 2003, 29 str. 139-153.
6. Richards G.D., *The properties of elliptical fire growth for time dependent fuel and meteorological conditions.* Combustion Science Technology, 1993, 92 str 145-171.
7. Wiler K., *Ochrona lasów przed pożarami.* Centrum Informacyjne Lasów państwowych, Warszawa 2007.

dr inż. Anna Szajewska

Adiunkt Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego. Zainteresowania naukowe: symulacje komputerowe, metody numeryczne, technologia podczzerwieni.

Recenzenci

dr hab. inż. Ryszard Szczygiel, prof. IBL

dr inż. Bartłomiej Bednarz

st. kpt. mgr inż. **Grzegorz MROCZKO**
Zakład Aprobat Technicznych
CNBOP-PIB

ZNACZENIE APROBAT TECHNICZNYCH DLA BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

The meaning of technical approvals for building fire protection

Streszczenie

W niniejszym artykule przedstawiono istotne informacje dotyczące zakresu, zasad i trybu udzielania aprobat technicznych dla wyrobów budowlanych. Autor analizuje podstawy prawne regulujące zagadnienie aprobacji wyrobów w tym między innymi dyrektywę budowlaną CPD, ustawę o wyrobach budowlanych i odpowiednie rozporządzenia Ministra Infrastruktury. Wskazuje, dla jakich wyrobów udzielane są aprobaty techniczne oraz charakteryzuje poszczególne czynności składające się na proces aprobacji. Autor przybliży czytelnikowi zawartość aprobaty technicznej podkreślając dwa zasadnicze elementy: zakres wymagań dla wyrobu oraz ustanowienie systemu oceny zgodności. Następnie krótko charakteryzuje systemy oceny zgodności ustanawiane dla wyrobów będących w zakresie branżowym Zakładu Aprobat Technicznych CNBOP-PIB. Podsumowując autor wyjaśnia istotę, rolę i znaczenie aprobat technicznych dla rynku wyrobów budowlanych w Polsce oraz ochrony przeciwpożarowej obiektów budowlanych zwracając uwagę na zadania producenta, dostawcy czy importera wyrobów budowlanych. Artykuł kończy się informacją o nadchodzących zmianach w zasadach prowadzenia oceny zgodności wyrobów budowlanych.

Summary

This article describes significant information concerning scope, rules and course of granting technical approvals for construction products. Author analyses legal basis of product approval and inter alia Construction Products Directive, construction products act and relevant regulations of the Minister of Infrastructure. Indicates which products are given technical approvals and is characterizes various activities that make up the process of approbation. The author describes contents of technical approval and emphasizes two basic elements: scope of products requirements and establishing of conformity assessment system. Subsequently author characterizes shortly conformity assessment systems established for products in the branch scope of CNBOP Technical Approval Department activity. Summarizing author explains importance, role and meaning of technical approvals for construction products market in Poland and building fire protection bringing attention to tasks for construction products manufacturer, supplier and importer. Article ends with information about forthcoming changes in construction product conformity assessment rules.

Słowa kluczowe: Aprobata techniczna, system oceny zgodności, dyrektywa budowlana, wymagania;

Keywords: technical approval, conformity assessment system, construction products directive, requirements;

Wstęp

Nie ulega wątpliwości, że prawidłowe zadziałanie i praca stosowanych technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych jest uzależniona od wielu czynników, z których jednym z ważniejszych są właściwości wyrobów, których potwierdzenie polega na spełnieniu wymagań stawianych odpowiednio przez przepisy prawa i/lub specyfikacje techniczne.

Zanim producent, jego upoważniony przedstawiciel czy importer wprowadzi dany wyrób do obrotu musi dokonać **oceny zgodności wyrobu** to znaczy potwierdzić, że wyrób ten spełnia wszystkie okre-

ślone dla niego wymagania, które są zapisane odpowiednio w normach zharmonizowanych z dyrektywami europejskimi, przepisach prawa europejskiego i/lub krajowego oraz specyfikacjach technicznych.

Podkreślić należy także, że wyroby wprowadzane do obrotu powinny spełniać wymagania wszystkich dyrektyw, które mają do nich zastosowanie. Zasady znakowania wyrobów oznakowaniem CE, czy znakiem budowlanym są powszechnie znane i stosowane już od kilku lat. Jednak nadal pojawiają się problemy z prawidłowym znakowaniem wyrobów, powoływaniem się na znakowanie i interpretacją zasad znakowania. Odsyłam w tym zakresie do przepi-

sów i obowiązków z nich wynikających odpowiednio dla producenta, importera czy sprzedawcy wyrobu, które się istotnie zmieniły w wyniku ostatniej nowelizacji ustawy o wyrobach budowlanych.

Należy przypomnieć, że wiele elementów technicznych systemów zabezpieczeń (takich jak Systemy Sygnalizacji Pożarowej (SSP), Dźwiękowe Systemy Ostrzegawcze (DSO), Systemy Kontroli Rozprzestrzeniania Dymu i Ciepła (SKRDIC), Stałe Urządzenia Gaśnicze (SUG) itp.) to wyroby budowlane. Wynika to z definicji wyrobu budowlanego:

Zgodnie z art. 2 pkt 1 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. *o wyrobach budowlanych* (Dz. U. Nr 92, poz. 881 z późn. zm.), przez pojęcie *wyrobu budowlanego* należy rozumieć rzecz ruchomą, bez względu na stopień jej przetworzenia, przeznaczoną do obrotu, wytworzoną w celu zastosowania w sposób trwały w obiekcie budowlanym, wprowadzaną do obrotu, jako wyrób pojedynczy lub jako zestaw wyrobów do stosowania we wzajemnym połączeniu stanowiącym integralną całość użytkową i mającą wpływ na spełnienie wymagań podstawowych, o których mowa w art. 5 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.).

W tej definicji kluczowe znaczenie ma sformułowanie „*wytworzoną w celu zastosowania w sposób trwały w obiekcie budowlanym*” – które oznacza, że urządzenia takie jak np. czujka pożarowa czy centrala sygnalizacji pożarowej są traktowane jako wyrób budowlany. A co za tym idzie także i inne elementy technicznych systemów zabezpieczeń nawet tak proste jak np. wskaźnik zadziałania czujki.

Wymagania dla wyrobów budowlanych mają swoje źródło w dyrektywie budowlanej nr 89/106/EWG (*Construction Products Directive*), która została zaimplementowana do polskiego prawa ustawą *prawo budowlane* i ustawą *o wyrobach budowlanych* (jw.). Dyrektywa ta stawia obiektom budowlanym określone wymagania podstawowe w tym między innymi wymagania dot. bezpieczeństwa pożarowego, co w konsekwencji sprowadza się do stawiania wymagań (tzw. minimalnych) dla wyrobów budowlanych stosowanych do prowadzenia robót budowlanych. Dla wielu wyrobów budowlanych *wymagania minimalne* określone są w normach zharmonizowanych z dyrektywą lub polskich normach niemających statusu normy zharmonizowanej. Liczba norm zharmonizowanych z roku na rok istotnie się zwiększa. Aktualnie w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej opublikowano listę 412 norm zharmonizowanych, a oczekuje się, że całkowita liczba norm zharmonizowanych z dyrektywą CPD wyniesie 600¹.

A więc nadal dla wielu wyrobów takich norm nie ma i w najbliższym czasie nie zostaną opracowane. Dla tych wyrobów zachodzi potrzeba opracowania/ustanowienia zbioru wymagań minimalnych i zapisania ich w aprobacie technicznej po to, aby umożliwić producentowi ich wprowadzenie do obrotu.

Zgodnie z art. 9 pkt. 1 ustawy *o wyrobach budowlanych* **aprobaty technicznej** udziela się dla wyrobu budowlanego, dla którego nie ustanowiono Polskiej Normy wyrobu, albo wyrobu budowlanego, dla którego właściwości użytkowe, odnoszące się do wymagań podstawowych, różnią się istotnie od właściwości określonych w Polskiej Normie wyrobu, objętego:

- mandatem udzielonym przez Komisję Europejską na opracowanie norm zharmonizowanych lub wytycznych do europejskich aprobat technicznych;
- nieobjętego mandatem jw., jeżeli wyrób ten ujęty został w wykazie wyrobów budowlanych dla których możliwe jest ustanowienie aprobaty technicznej, określonym przez Ministra właściwego do spraw budownictwa, gospodarki przestrzennej i mieszkaniowej na wniosek jednostki organizacyjnej upoważnionej do wydawania aprobat technicznych.

Udzielaniem aprobat technicznych w Polsce zajmuje się 13 jednostek aprobujących wymienionych w §16 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. *w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania* (Dz. U. 2004 Nr 249, poz. 2497 z późn. zm.).

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) jest jedną z nich i jedyną w Polsce jednostką aprobującą upoważnioną do udzielania, uchylania i zmiany aprobat technicznych, w odniesieniu do wyrobów budowlanych wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz stosowanych do prowadzenia działań ratowniczych.

CNBOP-PIB udziela aprobat technicznych dla wyrobów wymienionych w Mandatach Komisji Europejskiej nr M/131 oraz M/109 uzupełnionym przez M/139, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy wyrobu. Do dnia dzisiejszego Zakład Aprobatek Technicznych CNBOP-PIB udzielił blisko 320 aprobat technicznych.

Aprobaty techniczne udzielane są na podstawie oceny właściwości użytkowych i przewidywanej trwałości należycie zidentyfikowanego wyrobu budowlanego, potwierdzonych, w zależności od potrzeb, badaniami, obliczeniami, oględzinami, opiniami ekspertów i innymi dokumentami, z zastosowaniem przepisów szczególnych, w tym techniczno-budowlanych i Polskich Norm wyrobów.

¹ zgodnie z CEN Construction Snapshot, September 2011, „Snapshot of the current situation for Standards to be cited in OJ under the CPD”.

W działalności aprobowanej bardzo istotne znaczenie mają następujące zagadnienia:

1. Ocena przydatności wyrobu do stosowania w budownictwie,
2. Opracowanie zbioru wymagań dla danego wyrobu/zestawu wyrobów,
3. Ustalenie systemu oceny zgodności dla danego wyrobu/zestawu wyrobów,
4. Postęp technologiczny, rozwój metod badawczych, zmiany w normalizacji światowej, europejskiej i krajowej.

Ocena przydatności wyrobu do stosowania w budownictwie

W trakcie procesu aprobowanego dokonywana jest ocena czy dany wyrób jest przydatny dla budownictwa i jak istotną rolę pełni w obiekcie budowlanym. Ocena odbywa się na podstawie analizy dokumentacji technicznej wyrobu i próbek wyrobu, pod kątem adekwatności do deklarowanego przez producenta przeznaczenia wyrobu i zakresu stosowania. Przeprowadzane są także badania kwalifikacyjne wyrobu, na podstawie których stwierdza się przydatność wyrobu do stosowania w budownictwie.

Nie wszystkie wyroby zgłaszane przez producenta lub importera do procesu aprobowanego zostają ocenione, jako *przydatne do stosowania*... Najwięcej problemów sprawia wnioskodawcom skompletowanie odpowiedniej dokumentacji wyrobu oraz uzyskanie pozytywnych wyników badań wyrobu.

Wymagania dla danego wyrobu/zestawu wyrobów

Bardzo ważne jest, aby poziom wymagań określony dla danego wyrobu był dla niego adekwatny w odniesieniu do przewidywanego zakresu stosowania w budownictwie. Poziom wymagań wynika przede wszystkim z jego przeznaczenia i roli, jaką ma pełnić w obiekcie budowlanym.

Wymagania opracowuje się na podstawie analizy aktualnych metod i norm badawczych, dostępnych specyfikacji technicznych zagranicznych i krajowych oraz aktualnej wiedzy technicznej w danym zakresie.

Dla przykładu przeanalizujmy wymagania dla elektrycznych urządzeń przeciwpożarowych.

W przypadku elementów Systemów Sygnalizacji Pożarowej i Systemów Kontroli Rozprzestrzeniania Dymu i Ciepła określone są, w zależności od rodzaju wyrobu, wymagania wybrane z niżej wymienionych:

1. **wymagania konstrukcyjne**, które mają na celu zapewnienie prawidłowej konstrukcji wyrobu – np. mechaniczne i elektryczne, kolorystyka, zasilanie energią,

2. **wymagania funkcjonalne**, które mają na celu zapewnienie wykonywania przez wyrób odpowiednich zadań/funkcji np:

- a. powtarzalność, przydatność do wykrywania pożarów testowych (czujki pożarowe),
- b. sprawdzenie odporności na ruch powietrza (osłony przeciwwietrzne),
- c. sygnalizowanie i widoczność (wskaźniki zadziałania),
- d. działanie w stanie dozoru, alarmowania, uszkodzenia (centrale sterowania oddymianiem),
- e. sygnalizacja optyczna, stan dozoru, uruchomienia i uszkodzenia (ręczne przyciski oddymiania)

3. **wymagania środowiskowe**, które mają na celu wykazanie odporności i wytrzymałości wyrobu na warunki otoczenia, jakie mogą się pojawić w środowisku jego pracy np.:

- a. wysoka temperatura
- b. niska temperatura
- c. wysoka wilgotność względna
- d. działanie dwutlenku siarki (SO_2) - korozja,
- e. udary mechaniczne,
- f. uderzenia w powierzchnię wyrobu,
- g. wibracje.

4. **wymagania w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej**, które mają na celu wykazanie odporności wyrobu na zmiany napięcia zasilania oraz zakłócenia pochodzenia elektromagnetycznego jak np.:

- a. zmiany napięcia w sieci
- b. spadki i krótkie zaniki napięcia w sieci
- c. wyładowania elektrostatyczne
- d. pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej
- e. zaburzenia przewodzone indukowane przez pola elektromagnetyczne
- f. serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych
- g. powolne udary napięciowe o wysokiej energii

W przypadku przewodów i kabli stosowanych do urządzeń przeciwpożarowych określone są, w zależności od rodzaju kabla/przewodu, wymagania wybrane z niżej wymienionych:

1. **wymagania konstrukcyjne**, które mają na celu zapewnienie prawidłowej konstrukcji wyrobu – budowa, liczba żył, kolorystyka,

2. **wymagania mechaniczne**, które mają na celu wykazanie odporności wyrobu na warunki otoczenia:

- a. właściwości mechaniczne izolacji przed i po starzeniu cieplnym,
- b. wytrzymałość izolacji na wydłużenie trwałe w podwyższonej temperaturze,
- c. odporność izolacji na nawijanie w niskiej temperaturze,

- d. sprawdzenie wydłużenia izolacji w niskiej temperaturze,
- e. skurcz izolacji,
- f. właściwości mechaniczne powłoki przed i po starzeniu cieplnym,
- g. odporność powłoki na nacisk w podwyższonej temperaturze,
- h. odporność powłoki na nawijanie w niskiej temperaturze,
- i. sprawdzenie wydłużenia powłoki w niskiej temperaturze,

3. wymagania elektryczne, które mają na celu wykazanie zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika wyrobu:

- a. rezystancja żył,
- b. rezystancja powierzchniowa powłoki,
- c. odporność kabla na napięcie probiercze,
- d. odporność kabla na długotrwałe napięcie probiercze.

4. wymagania pożarowe, które mają na celu wykazanie odpowiedniego zachowania się wyrobu podczas pożaru, reakcji i odporności na ogień oraz zapewnienie ciągłości dostawy energii i sygnału elektrycznego w warunkach pożaru:

- a. gęstość wydzielanych dymów,
- b. emisja gazów powstałe podczas spalania materiałów pobranych z kabli (toksyczność,
- c. sprawdzanie wiązki pionowej kabli na rozprzestrzenianie płomienia,
- d. sprawdzenie palności kabli,
- e. sprawdzanie funkcjonalności izolacji podczas palenia,
- f. przydatność kabla do stosowania w zespole kablowym (podtrzymanie funkcji elektrycznych zespołu kablowego).

Wymagania stawiane są po to, aby wyroby pracowały prawidłowo w normalnych warunkach użytkowania obiektu budowlanego, jak również w sytuacji zagrożenia – pożaru lub innego miejscowego zagrożenia. Bardzo ważne jest sprawdzenie czy urządzenia są w stanie wykonywać oczekiwane od nich zadania lub funkcje istotne dla alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz (...) prowadzenia działań ratowniczych.

System oceny zgodności dla danego wyrobu/zestawu wyrobów

System oceny zgodności wyrobu to „zbiór czynności” jakie musi wykonać producent w odniesieniu do danego wyrobu, aby potwierdzić spełnienie przez niego określonych wymagań. W dyrektywie budowlanej wyróżniono 6 systemów oceny zgodności, oznaczonych kolejno 1+, 1, 2+, 2, 3 i 4, gdzie system 1+ jest systemem najbardziej zaawansowanym. Zakres zadań dla producenta w ocenie zgodności uzależniony jest od roli, jaką dany wyrób pełni w obiekcie budowlanym. Im wyrób bardziej waż-

ny tym więcej zadań, mających na celu zachowanie zgodności ze specyfikacją techniczną, ciąży na producencie. W wielu przypadkach do oceny zgodności wyrobu zaangażowana jest jednostka certyfikująca zwana „stroną trzecią”.

W przypadku wyrobów objętych Mandatem Komisji Europejskiej nr M/109, na podstawie Decyzji Komisji Europejskiej nr 96/577/WE z dnia 24 czerwca 1996 r. w sprawie procedury zaświadczenia zgodności wyrobów budowlanych na podstawie art. 20 ust. 2 dyrektywy Rady 89/106/EWG w zakresie stałych systemów przeciwpożarowych, w aprobatkach technicznych ustanawiany jest **system 1** oceny zgodności. Zadania producenta i akredytowanej jednostki certyfikującej są następujące:

system 1 – certyfikacja zgodności wyrobu przez akredytowaną jednostkę certyfikującą na podstawie:

- a. zadania producenta:
 - zakładowej kontroli produkcji,
 - uzupełniających badań próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, prowadzonych przez producenta zgodnie z ustalonym planem badania,
- b. zadania akredytowanej jednostki:
 - wstępnego badania typu,
 - wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji,
 - ciągłego nadzoru, oceny i akceptacji zakładowej kontroli produkcji;

W przypadku wybranych wyrobów objętych Mandatem Komisji Europejskiej nr M/131, na podstawie Decyzji Komisji Europejskiej nr 99/472/WE z dnia 24 czerwca 1996 r. w sprawie procedury zaświadczenia zgodności wyrobów budowlanych na podstawie art. 20 ust. 2 dyrektywy Rady 89/106/EWG w zakresie rur, zbiorników i urządzeń pomocniczych niemających styczności z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi ustanawiany jest **system 3**. Zadania producenta w tym systemie są następujące:

system 3 – deklarowanie zgodności wyrobu przez producenta na podstawie:

- a. wstępnego badania typu prowadzonego przez akredytowane laboratorium,
- b. zakładowej kontroli produkcji;

Postęp technologiczny, rozwój metod badawczych, zmiany w normalizacji światowej, europejskiej i krajowej

Wyżej opisane zagadnienia nie mogą istnieć w oderwaniu od postępu technologicznego – opracowywanie nowych technologii, wyrobów, funkcjonalności, możliwości. Rozwoju metod badawczych oraz zmian w normalizacji i przepisach prawa. Dlatego tak ważne jest bieżące śledzenie i analiza otoczenia, po to aby w aprobatkach technicznych zapi-

sywane były wymagania adekwatne, które nie będą ograniczały rozwoju wyrobów.

W tak dynamicznie zmieniającym się otoczeniu opracowanie aprobaty technicznej dla wyrobu innowacyjnego jest nie rzadko dużym wyzwaniem i trudnością dla jednostki aprobującej. Aprobata techniczna musi powstać w czasie kilku miesięcy, aby wprowadzenie do obrotu takiego wyrobu było możliwe, podczas, gdy proces opracowania normy zharmonizowanej trwa nawet kilka lat.

Wynikiem procesu aprobacyjnego i analizy powyższych zagadnień jest ocena czy dany wyrób jest przydatny dla budownictwa i jak istotną rolę pełni w obiekcie budowlanym. Opracowana aprobata techniczna (pozytywna ocena przydatności wyrobu do stosowania w budownictwie) jest dedykowana do konkretnego wyrobu konkretnego producenta i zawiera zbiór wymagań dla danego wyrobu oraz zakres zadań producenta, które musi wykonać, aby przeprowadzić ocenę zgodności wyrobu oraz zapewnić zgodność każdego egzemplarza wyrobu z aprobatą techniczną.

Od zbioru wymagań uzależnione jest to, jakie cechy funkcjonalne i odpornościowe będą musiały posiadać wyroby danego rodzaju, aby mogły zostać używane do prowadzenia robót budowlanych a tym samym, jakie wyroby trafią w ręce osób prowadzących roboty budowlane. A to znowu w konsekwencji rzutuje na bezpieczeństwo pożarowe danego obiektu budowlanego tj. jego użytkowników/mieszkańców.

Podsumowanie

Podsumowując stwierdzić należy, że aprobata techniczna jest często pierwszym dokumentem, jaki producent może uzyskać dla produkowanego przez siebie wyrobu, dla którego nie opublikowano jeszcze normy krajowej lub zharmonizowanej. Dokument ten umożliwia producentowi dokonanie oceny zgodności wyrobu, dla którego nie ustanowiono norm jw., a tym samym wprowadzenie wyrobu do obrotu. Gdyby nie wprowadzono w Polsce systemu aprobacji nie było by możliwości wprowadzenia do obrotu i stosowania wielu wyrobów.

Po uzyskaniu aprobaty technicznej (stanowiącej opis wyrobu, zakres jego stosowania i zbiór wymagań mu stawianych) producent zobowiązany jest przeprowadzić ocenę zgodności wyrobu tj. wykonać zadania wyznaczone dla niego przez jeden z określonych w aprobacie technicznej systemów oceny zgodności - np. badania wyrobu, ustanowienie systemu ZKP, certyfikacja wyrobu. Po wykonaniu wszystkich czynności producent nabywa prawo do wystawienia krajowej deklaracji zgodności i znakowania wyrobów znakiem budowlanym.

Działalność aprobacyjna ma także istotne znaczenie dla poziomu bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych w Polsce, ponieważ dzięki odpowiednio postawionym wymaganiom, na obiek-

ty budowlane trafiają wyroby o odpowiednich właściwościach, posiadające odpowiednie cechy, właściwości i parametry – spełniające wymagania istotne dla skutecznej ochrony przeciwpożarowej.

Warto na koniec wspomnieć, że 04 kwietnia br. w dzienniku urzędowym Unii Europejskiej nr L 88 zostało opublikowane Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 09.03.2011r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EEG. W dniu 24.04.2011 weszły w życie wybrane artykuły tego rozporządzenia, natomiast wejście w życie pełnej treści rozporządzenia jak i uchylenie dyrektywy budowlanej nastąpi 1 lipca 2013 roku.

Publikacja powyższego rozporządzenia stanowi kolejną istotną zmianę w systemie oceny zgodności wyrobów budowlanych, ale o tym być może w kolejnym artykule.

Literatura

1. Dyrektywa Budowlana nr 89/106/EEG (Construction Products Directive)
2. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2004 Nr 92, poz. 881 z późn. zm.),
3. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. 2010 Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.)
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (Dz. U. 2004 Nr 249, poz. 2497 z późn. zm.).
5. CEN Construction Snapshot, September 2011, "Snapshot of the current situation for Standards to be cited in OJ under the CPD"
6. Mandat Komisji Europejskiej nr M/109 z dnia 21.01.1998r.
7. Mandat Komisji Europejskiej nr M/131 z dnia 29.01.1999r.
8. Mandat Komisji Europejskiej nr M/139 z dnia 26.07.2001r.
9. Decyzja Komisji Europejskiej nr 96/577/WE z dnia 24 czerwca 1996 r. w sprawie procedury zaświadczenia zgodności wyrobów budowlanych na podstawie art. 20 ust. 2 dyrektywy Rady 89/106/EEG w zakresie stałych systemów przeciwpożarowych (Dz. U. L 254/44 z 08.10.1996)
10. Decyzja Komisji Europejskiej nr 99/472/WE z dnia 24 czerwca 1996 r. w sprawie procedury zaświadczenia zgodności wyrobów budowlanych na podstawie art. 20 ust. 2 dyrektywy Rady 89/106/EEG w zakresie rur, zbiorników i urządzeń pomocniczych niemających styczności z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi (Dz. U. L 184/42 z 17.07.1999)
11. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 09.03.2011r.

ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. U. L 88 z 04.04.2011)

st. kpt. mgr inż. Grzegorz Mroczko jest absolwentem dziennych studiów magisterskich na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Od 2004 roku pełni służbę w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej-Państwowym Instytucie

Badawczym. Kompetencyjne jest związane z certyfikacją, dopuszczaniem i aprobatą wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej. Aktualnie pełni funkcję kierownika Zakładu Aprobatach Technicznych CNBOP-PIB.

Recenzenci

bryg. dr inż. Waldemar Wnęk

st. bryg. mgr inż. Piotr Wojtaszewski

kpt. mgr inż. **Karol KREŃSKI**
st. kpt. dr inż. **Adam KRASUSKI**
kpt. mgr inż. **Stanisław ŁAZOWY**
Szkoła Główna Służby Pożarniczej
Zakład Informatyki i Łączności

ONTOLOGIES AND THEIR POTENTIAL FOR KNOWLEDGE REPRESENTATION LAYER FOR A CBR SYSTEM IN FIRE SERVICE

Ontologie i możliwości ich wykorzystania jako warstwy reprezentacji wiedzy w systemie CBR dla straży pożarnej

Summary

The foundations for knowledge representation for intelligent systems in the State Fire Service of Poland (PSP) are presented in this paper. Part of the documentation collected by PSP, particularly that related to operational matters could be collected to form Knowledge Banks that could be utilised during fire and rescue actions, trainings, analyses, etc. Unfortunately, there is a problem resulting from the way this data is stored - the collected documentation is stored in PSP in a way that cannot be processed by computer systems. Namely, the binary data created by text processors doesn't contain enough structure to be automatically processed. A mainstream approach currently is to create ontologies to model the knowledge for a given domain. The basics of what ontologies are and how knowledge can be expressed by them are then described. The authors searched for already created ontologies in other countries in order to reuse them. Only one ontology, named e-Response was found in University of Edinburgh, Scotland. However, this ontology is based on the military ontology and is not specific enough to cover the required entities, so the authors decided to create their own ontology rather than reusing the one that was found. It must be noted, that ontologies must always be designed to serve a special goal. The authors' research is centered around the Case Based Reasoning (CBR) system, which could assist the officers in charge by quickly finding the descriptions of similar actions from the past. A CBR system needs to find similar cases in the database and the ontology is supposed to enhance this process. The article concludes that ontologies sound as a most proper way to address the problem of data organisation in most of domains (including PSP), as they become more and more popular and are actively researched worldwide.

Streszczenie

Artykuł przedstawia podstawy reprezentacji wiedzy dla inteligentnych systemów w Państwowej Straży Pożarnej. Część dokumentacji gromadzonej przez PSP, zwłaszcza tej, związanej z działaniami operacyjnymi mogłaby służyć do tworzenia banków wiedzy wykorzystywanych następnie podczas akcji, szkoleń, analiz itp. Istnieje niestety problem wynikający ze sposobu przechowywania danych - dane są gromadzone w sposób uniemożliwiający ich przetwarzanie przez systemy komputerowe.

Problemem wynika z braku odpowiedniej struktury w binarnych dokumentach tworzonych za pomocą procesorów tekstu. Najpopularniejszym obecnie podejściem do rozwiązania powyższego problemu jest tworzenie ontologii dla modelowanej dziedziny. W artykule opisano podstawy ontologii oraz możliwości wyrażania za jej pomocą wiedzy. Autorzy rozpoczęli badanie od przeglądu literatury światowej w poszukiwaniu ontologii w dziedzinie pożarnictwa. W ramach przeglądu znaleziono tylko jedną ontologię (nazwaną e-Response) na Uniwersytecie w Edynburgu w Szkocji. Okazało się jednak, że ta ontologia bazuje na specyfikacji wojskowej i nie zawiera wymaganych (w dziedzinie modelowania akcji ratowniczych) obiektów. W związku z tym podjęto decyzję o utworzeniu nowej ontologii. Należy zaznaczyć, że przy tworzeniu ontologii należy określić cel jakiemu ma ona służyć. Prace prowadzone przez autorów koncentrują się wokół wnioskowania na podstawie przypadków (CBR) celem wspomagania dowódców w czasie prowadzonych działań ratowniczych. System CBR opiera się na wyszukiwaniu podobnych przypadków w bazie danych i ontologia mogłaby ulepszyć ten proces. W podsumowaniu artykułu stwierdzono, że ontologie są właściwym mechanizmem organizacji danych w wielu dziedzinach (w tym w PSP) co znajduje potwierdzenie w ich rosnącej popularności oraz liczbie prowadzonych nad nimi badań.

1. Introduction

There is various documentation created for the needs of the *State Fire Service of Poland (PSP)*. Part of this documentation, particularly that related to operational matters could be collected to form Knowledge Banks that could be utilised during fire and rescue actions, trainings, analyses, etc. Unfortunately, there is a problem resulting from the way this data is stored - the collected documentation is stored in PSP in a way that cannot be processed by computer systems. This article outlines disadvantages in current documentation storage policy as well as proposals for their improvement possibly triggered by the use of an *ontology*. The first part of this paper reveals the problem of documenting fire&rescue operations. Next an ontology approach to organizing data is introduced and an existing fire&rescue ontology is validated against its appropriateness for the PSP documentation.

2. The problem of documenting actions analyses

A regulation exists in PSP, which orders that analyses be conducted from incidents as defined in the regulation [1]. All significant or otherwise interesting incidents should undergo analysis. These analyses are conducted in conformity with the template found in the attachment to the regulation and concerns the following issues [1]:

1. Elementary data;
2. Description of engaged fire and rescue operations;
3. Operational protection of the factory, plant, incident area, etc.;
4. Preventional protection of the factory, plant, incident area, etc.;
5. General information;
6. Conclusions;
7. Directory of manpower and resources;
8. An outline of the situation.

Analyses are created in a text editor, such as MSWord and, in this form, are sent and registered in the system. Registration is focused on the data input process rather, (data entry, registrar, the object of the analysis, the actual location of the file/documentation) than on the analysis content. This results in a limited ability to search out analyses, even on the computer on which it is installed. The effect is that potentially interested PSP units can't access the analyses.

The problem of analyses accessibility concerns the organization of databases and is the subject of independent research undertakings [2]. The research mentioned above deals with access to the data files and does not cover the method of organizing data in the file itself. The scope of that research is limited to working with meta-data on the content of docu-

ments stored in the system (i.e. keywords) and has limited abilities to process binary office documents (MSWord). Data can be organized in the database in the following way:

Keywords: fire, warehouse, paints, varnish, warsaw
 The date of the action: 15.07.2005
 Analysis commencement: 21.03.2006
 File location: /2005/fire/warehouse_warsaw_2005.doc
 In the file pointed in the field "File location"
 MSWord binary data is stored:

```
73 32 2f 61 63 63 65 6c 65 72 61 74 6f 72 2f s2/
accelerator/c
75 72 72 65 6e 74 2e 78 6d 6c 03 00 50 4b 07
urrent.....PK..
00 00 00 00 02 00 00 00 00 00 00 00 50 4b 03
.....PK..
14 00 00 00 00 00 03 52 51 37 00 00 00 00 00 .....
RQ7.....
00 00 00 00 00 00 18 00 00 00 43 6f 6e 66 69
.....Config
75 72 61 74 69 6f 6e 73 32 2f 66 6c 6f 61 74
urations2/floate
```

The binary data above does not contain any structure which would allow for automatic computer processing. Even though all the information about the incident is available inside the file, one cannot ask the question: "What equipment was used in the action?" Defining a data structure acceptable and apparent for the computer would introduce new possibilities for the processing of analyses:

- the data could form the basis for decision support systems, e.g. *Case-Based Reasoning (CBR)* system proposed at [3];
- the possibility of extracting more information about a given action by asking queries;
- the possibility of carrying out analyses on the given set of analyses;
- the possibility of action visualisation;
- other.

The switch to another form of storing the data is essential to provide the computer with the data in a processable form. This goal can be achieved by organizing prose in a structured way by the use of an ontology [4].

3. Modeling knowledge with an ontology

The term "ontology" comes from the field of philosophy that is concerned with the study of being or existence. In computer and information science, ontology is a technical term denoting an artifact that is designed for a purpose, which is to enable the modeling of knowledge about some domain, real or imagined [5]. According to Gruber an ontology is a specification of a conceptualization [6]. "Concep-

tualization” refers to an abstract, simplified idea of a domain that is to be modeled.

There are significant advantages that ontologies provide. Based on underlaying ontology for a given domain, intelligent systems can be built which can deliberately reason about the domain. The knowledge can be captured in an unambiguous way, which results in a commonly agreed upon understanding of a domain. Those advantages are assured by the underlaying logical layer of the ontologies, usually in the form of a first order logic or description logic, where the content is expressed by unary and binary predicates - named concepts and relations respectively [7]. There are a variety of languages and editors for creating ontologies, none of which achieved a position of a de facto standard [8, 9].

Even though there exists an array of different approaches to how to describe the concepts in different ontologies, there are features which are mostly agreed upon:

- There are objects in the world,
- Objects have properties (attributes) which can have values,
- There can be relations among objects,
- Properties and relations may expire,
- There are events which occur at particular moments in time,
- There are processes in which objects participate and which occur over periods of time,
- The world can be in different states,
- There can be effects - events initiated by other events,
- Objects can have parts

Ontologies are more than just a taxonomy or a classification, even though they are frequently and improperly misidentified as such [10]. Ontologies are always expressed in some knowledge representation language which allows for describing not only a hierarchy of objects in the given domain, but also their relations, properties and constraints. The result is that an ontology allows for defining a set of concepts in a machine-readable form, which is considerably more than just a hierarchy of objects.

The ontologies define concepts by using three major kinds of qualities (characteristics) [11]:

- types (e.g. car),
- properties (e.g. fast),
- relations (e.g. next to)

The objects outlined above are different kinds of *Universals* [12]. Universals are what particular things can have in common - there can be many things that, according to the above list are cars, are fast and stand next to something. The short definition is that universals are things which can have instances. *Particulars*, on the other hand are the instances of universals, e.g. *my car*.

4. Formal and Foundational Ontology

The process of creation an ontology may be started either from scratch or, preferably, by choosing some generalized ontology and developing a new one by narrowing the abstract ideas. Such ontologies, which could serve as templates for building more specific ontologies are named *Foundational Ontologies* (or Upper Level Ontologies / Top-Level Ontologies). Foundational Ontologies can be either *material* or *formal*. The difference between the two is that the material ontology tries to capture the reality by organising it in concrete, material (physical) objects e.g. animals, buildings, cars, while the formal ontology is limited to concepts that are abstract. A well known representative of the material ontology group is CyC ontology, while the group of formal ontologies includes *BFO*, *DOLCE*, *GFO*, *OCHRE*, *SUMO* [13].

Although there is no agreed upon strict interpretation, the term *formal ontology* is related to the highest generalization level of such an ontology and the rigorous description of what forms things may have (hence the name *formal* [14, 15]. The abstraction of formal ontologies is considered to enhance the process of constructing a new ontology [16]. The next paragraphs of this section introduce the major concepts of the formal ontologies.

Despite the difference in the terminology among formal ontologies there a few terms which are common:

- Endurant - entities which are permanent and independent of time (continuants). Examples of endurants are material objects like *a car* as well as abstract objects like *an organization*,
- Perdurant - entities which happen and only partially exist in time (occurrences, processes) - in any snapshot of time, only part of the perdurant is present, e.g. *eating*,
- Qualities - properties which only exist to describe the entities and can't exist without them, e.g. *colors*.

5. e-Response ontology

Parallel to the research in general theory of ontologies, the authors focused on the status of the implementations of systems incorporating knowledge representation for fire service both in Poland and abroad. A meeting with the representative of PSP Headquarters revealed that there are no technologies based on ontologies or similar advanced methods. The only technologies for representing knowledge in PSP are based on traditional relational databases, which possess well known limitations.

The authors also made a contact with the representatives of the abroad State Fire Services, searched through scientific papers and the internet to find existing ontologies for fire&rescue domain. The only positive answer came from University of Edin-

burgh, Scotland [17]. There is an ontology named *e-Response* developed at the above university [18].

The development of the *e-Response* ontology started after unsuccessful search for already existing ontologies, which is another reason to assume that it is unlikely that more fire&rescue ontologies (or valuable ones) do exist.

The roots of the *e-Response* ontology are in military area - the ontology was imported from the army and tweaked for the needs of fire&rescue service 1.

According to the authors of *e-Response*, the ontology was developed for a specific purpose, (although it is intended to be a general ontology), namely to provide a basis for an emergency response-themed demonstrator for the Advanced Knowledge Technologies (AKT) project in the UK [19]. This demonstrator loosely combined a number of separate Semantic Web [20] tools and technologies into a general goals system [17].

e-Response is based on the formal, foundational ontology *DOLCE* (*Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering*), which aims at capturing the ontological categories underlying natural language and human commonsense [21]. The fact that *e-Response* is based on a foundational ontology causes that it is well suited for communication among agents exchanging the information. Foundational ontologies may act as a reference in heterogeneous environments where meaning across various domains needs to be negotiated.

6. The basis for Action ontology

The ontology to be created will be temporarily called *Action* throughout this paper.

Prior to the ontology engineering it is needed that the application for the ontology is precisely defined. The ontologies for the same domain, like fire service can model very different aspects of the domain and they may be used for different tasks. A different approach is needed when the main focus is on the cooperation across external domains and another approach must be taken to operate in one domain only, perhaps to carry out extended inferencing.

There are a lot of research about Decision Support Systems. The support that such systems can provide for commanders during fire&rescue operations can not be overestimated. Major problem of such systems is usually the lack of good content in knowledge representation layer. The authors' intention is to focus their further research on providing an ontology-based knowledge representation layer for a Decision Support System, namely CBR.

Light-weight ontologies, as opposed to foundational ontologies, are another category of ontologies. They are well suited for specific tasks or restricted domains, such as fire service. Usually they are in the form of taxonomic structures containing primitives and composite terms and their definitions

and contain simple relationships. Light-weight ontologies are normally used in well-established communities, where the intended meaning of terms is more or less already known in advance [22]. Another advantages of smaller ontologies are their fitness for computationally intensive tasks, such as in CBR applications.

There is no non-controversial way of dividing the world into concepts. This is especially true for the very top of any ontology. The figure 1 lists some examples of different approaches to such a division. The right conceptualization is the one which, among other features, limits *multiple inheritance* - classes which belong to multiple superclasses [23], it is hardly avoidable in practice, though.

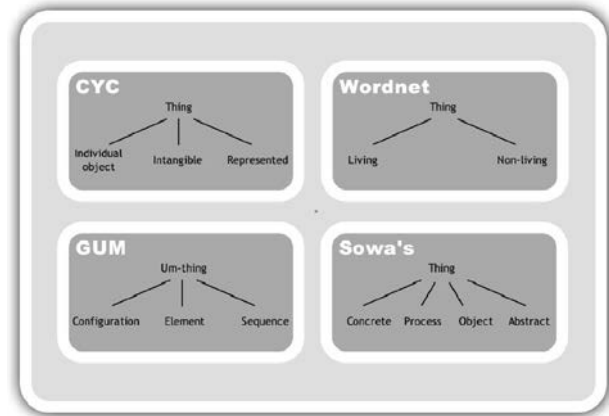


Fig. 1: Example of the most general concepts across different foundational ontologies. Source: [24] /

Ryc. 1. Przykład najbardziej ogólnych konceptów wykorzystywanych w różnych ontologiach podstawowych. Źródło: [24]

On the figure 2 an initial idea of conceptualization of *Action* is introduced. Domain-specific ontologies can contain categorizations along dimensions that are usually outside the general ontology [24] and this is the case in the above proposition. The hierarchy contains little abstraction which makes it a light-weight, material ontology.

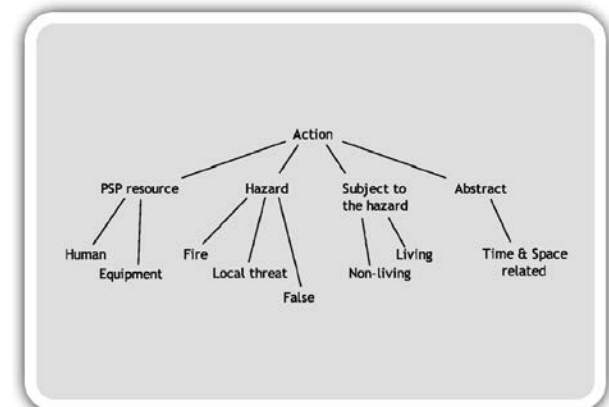


Fig. 2: The proposition of the top level for Action ontology. Source: Author's work

Ryc. 2. Propozycja najbardziej ogólnych konceptów w ontologii Action. Źródło: Opracowanie własne

The authors propose a description logic based OWL-DL language [25], as the form of expressing the ontology. Description logic is a type of language which allows for knowledge representation and which can be directly translated to first-order logic. There are reasoners, such as *Pellet* [26] which can perform inferencing on the data in the form of description logic. Even though higher order logic allows for superior expression of the concepts, the reasoners implementations are focused on first-order/description logic, so at the time such logics are a safer choice. Another advantage of choosing OWL-DL language is the support for this language in Protege ontology editor [27], which is currently a respected tool for ontology engineering and which is considered best candidate to create the Action ontology.

7. Conclusions

PSP collects data which may often be valuable, but there is no automatic way to access it nor a perspective for computers to autonomously process the data stored in current form. There is a lot of research being conducted on the topic of structuring prose-like data, mainly by the use of ontologies. Ontologies appear as a universal way to conceptualize domains in computer processable format.

A lot of research is also going on in the field of Decision Support Systems. Such systems can significantly improve the comfort of commanding during a fire&rescue action, which is prone to mistakes due to stress and lack of experience, by providing the officer in charge with scenarios on what decisions to take or by finding the reports from similar actions. The crucial feature of such systems, one of which is a CBR, is the knowledge representation layer. There are various approaches about how to implement this layer; using an ontology is an advanced method for achieving this goal.

There are issues which are still opened. This is an early stage of defining the foundations for the Action ontology, based on theory found in scientific papers. No ontology engineering has been done yet and inferencing possibilities of engines were not extensively researched by the authors. This is the scope of authors' further research and will be more precisely defined as the research progresses.

References

1. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 29 grudnia 1999 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego. Dz. U. z dnia 31 grudnia 1999;
2. Krasuski A., Maciak T., *Rozproszone bazy danych, możliwości ich wykorzystania w Państwowej Straży Pożarnej*, Zeszyty Naukowe SGSP, 34:23–42, 2006;
3. Krasuski A., Maciak T., *System wspomagania decyzji w Państwowej Straży Pożarnej. Wykorzystanie rozproszonych baz danych oraz metody wnioskowania na podstawie przypadków*. Zeszyty Naukowe SGSP, 36:23–42, 2008;
4. Gruber T.R., *The Role of Common Ontology in Achieving Sharable, Reusable Knowledge Bases*. Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Second International Conference, Cambridge, MA, pages 601–602, 1991;
5. Gruber T.R., *Ontology*, [in] Liu L. and Özsu M. T. (Eds.): *Encyclopedia of Database Systems*. Springer-Verlag, 2008;
6. Gruber T.R., *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*, International Journal of Human-Computer Studies, 43(5/6):907–928, 1995;
7. Guarino N., *Formal ontology in information systems*, IOS Press, 1998;
8. Duineveld AJ, Stoter R., Weiden MR, Kenepa B., Benjamins VR., *WonderTools?: a comparative study of ontological engineering tools*, International Journal of Human-Computer Studies, 52(6):1111–1133, 2000;
9. Corcho O., Gomez-Perez A., *A Roadmap to Ontology Specification Languages*, Proceedings of the 12th European Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management, pages 80–96, 2000;
10. van Rees R., *Clarity in the usage of the terms ontology, taxonomy and classification*, CIB REPORT, 284:432, 2003;
11. Feldman F., *The Open Question Argument: What it Isn't; and What it Is*, Philosophical Issues, 15(1):22–43, 2005;
12. Armstrong D.M., *Universals: An Opinionated Introduction*, Westview Press, 1989;
13. Mascardi V., Cordi V., Rosso P., *A Comparison of Upper Ontologies*. 2007;
14. Guarino N., Giarretta P., *Ontologies and knowledge bases: Towards a terminological clarification*, Towards Very Large Knowledge Bases, pages 25–32, 1995;
15. Colomb R.M., *Use of Upper Ontologies for Interoperation of Information Systems: A Tutorial*, Technical report, Technical Report 20/02 ISIB-CNR, Padova, Italy, November 2002;
16. Colomb R.M., *Formal versus Material Ontologies for Information Systems Interoperation in the Semantic Web*, The Computer Journal, 49(1):4–19, 2006;
17. Potter S., *Personal communication: Re: e-response ontology*, mail to: Karol Kreński, mimooh@inf.sgsp.edu.pl, 25.04.2008.
18. Potter S., *e-Response ontology*, <http://e-response.org/ontology/>;

19. Advanced Knowledge Technologies (AKT) project. <http://www.aktors.org/>;
20. Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O., *The Semantic Web*, Scientific American, 284(5):28–37, 2001;
21. Gangemi A., Guarino N., Masolo C., Oltramari A., Schneider L., *Sweetening Ontologies with DOLCE*, Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web, pages 166–181, 2002;
22. Ferrario R., *Who cares about axiomatization? Representation, invariance, and formal ontologies*, Epistemologia, 29:323–342, 2006;
23. Noy N.F., McGuinness D.L., *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. <http://paginas.fe.up.pt/~eol/TNE/APONT/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>;
24. Chandrasekaran B., Josephson J.R., Benjamins V.R., *What Are Ontologies, and Why Do We Need Them?* IEEE Intelligent Systems, pages 20–26, 1999;
25. McGuinness D.L., van Harmelen F., [et al.] *OWL Web Ontology Language Overview*, W3C Recommendation, 10:2004–03, 2004;
26. Parsia B., Sirin E., *Pellet: An OWL DL Reasoner*;
27. Noy N.F., Crubezy M., Fergerson RW, Knublauch H., Tu SW, Vendetti J., Musen MA, *Protege-2000: an open-source ontology-development and knowledge-acquisition environment*, AMIA Annu Symp Proc, page 953, 2003.

st. kpt. dr inż Adam Krasuski

Otrzymał tytuł inżyniera z dziedziny elektroniki na Politechnice Warszawskiej (2001) oraz tytuł magistra w Szkole Głównej Służby Pożarniczej (2003). W roku 2010 uzyskał tytuł doktora informatyki na Politechnice Białostockiej. Od roku 2001 pracuje w SGSP, obecnie na stanowisku Kierownika Pracowni. Jego zainteresowania naukowe obejmują bazy danych, eksplorację danych oraz sztuczną inteligencję.

kpt. mgr inż Karol Kreński

Otrzymał tytuł inżyniera (1998) oraz tytuł magistra (2001) w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Od roku 1999 pracuje w SGSP, obecnie na stanowisku asystenta. Jego zainteresowania naukowe obejmują eksplorację danych oraz reprezentację wiedzy.

kpt. mgr inż Stanisław Łazowy

Otrzymał tytuł inżyniera (2002) oraz tytuł magistra (2004) w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Od roku 2002 pracuje w SGSP, obecnie na stanowisku asystenta. Jego zainteresowania naukowe obejmują eksplorację danych oraz reprezentację danych.

Recenzenci

dr inż. Paweł Janik

dr inż. Mariusz Smolarkiewicz

mgr inż. **Tomasz CZERPAK**
dr hab. inż. **Tadeusz MACIAK**
Wydział Informatyki
Politechnika Białostocka

MODELOWANIA POŻARU LASU. CZĘŚĆ II.

SYMULACJA KOMPUTEROWA POŻARU WYBRANEGO KOMPLEKSU LEŚNEGO

Forest fire modeling. Part II. Computer simulation of selected complex forest fire

Streszczenie

W pracy przedstawiono symulację rozprzestrzeniania się pożaru roślinności w wybranym kompleksie leśnym w pobliżu Nowogrodu. Analiza rozwoju pożaru roślinności została przeprowadzona za pomocą oprogramowania FARSITE. Omówiono sposób kompletowania danych, zależności hipotetycznego rozwoju pożaru od rodzaju paliwa powierzchni, ukształtowania terenu oraz warunków pogodowych. Zaprezentowano warunki niezbędne do ewolucji pożaru paliw powierzchni (dolnego piętra lasu) do pożaru koron drzew, a co za tym idzie pełnego pożaru kompleksu leśnego. Uwzględniono wpływ wysokości płomieni palących się paliw powierzchni oraz wpływ wysokości drzew i wysokości podstaw koron na zapłon górnego piętra lasu. Omówiono czynniki, które poza warunkami pogodowymi mogą mieć znaczący wpływ na tempo rozprzestrzeniania się pożaru w koronach drzew, takie jak gęstość i zwarcie koron drzew danego kompleksu leśnego. Przeprowadzona symulacja rozprzestrzenienia pożaru ukazała wpływ poszczególnych warunków na tempo oraz intensywność rozprzestrzeniania pożaru lasu, oraz znaczący wpływ rodzaju siedliska leśnego występującego na danym terenie na rodzaj i formę pożaru. W wyniku przeprowadzonej symulacji wygenerowano szereg wykresów i map obrazujących charakterystykę pożaru w wybranym kompleksie leśnym. Przedyskutowano wpływ poszczególnych czynników omówionych w pracy na symulowany pożar w zależności od upływu czasu i miejsca, w którym w danym momencie znajdowała się linia ognia. W pracy pokazano również możliwości wykorzystania oprogramowania FARSITE do prognozowania walki z pożarem przez grupy gaśnicze, z uwzględnieniem przewidywanej efektywności symulowanych działań gaśniczych w stosunku do intensywności rozprzestrzeniającego się pożaru. Symulacja ukazała szerokie możliwości wykorzystania tego typu oprogramowania w planowaniu strategii gaszenia pożaru podczas ćwiczeń strażackich oraz w warunkach rzeczywistych zagrożeń pożarowych.

Summary

The paper presents a simulation of the spread of vegetation fires in the selected forest complex near Novgorod. Analysis of vegetation fire development was carried out using the FARSITE software. Discusses how to assemble the data, according to a hypothetical development of a fire on the type of surface fuel, terrain and weather conditions. The paper presents the conditions necessary for the evolution of fire fuel surface (bottom floor of the forest) to crown fire, and thus full of fire forest complex. Takes into account the impact of the height of the flames burning the surface fuels and the impact of tree height and crown base height in the ignition of the upper floor of the forest. Discusses factors that beyond the weather conditions can have a significant impact on the rate of spread of fire in the crowns of trees, such as density and short crown of the forest complex. A simulation of fire appeared to spread the influence of particular conditions on the pace and intensity of forest fire spread and the significant influence of the forest habitat type occurring in the area of the nature and form of fire. As a result of the simulation generated a series of charts and maps showing the characteristics of fire in the selected forest complex. Discussed the impact of various factors discussed in the work of the simulated fire, depending on the passage of time and place where at that moment there was a line of fire. The paper also shows the possibility of using software to predict the FARSITE fire fighting by groups of firefighting, including the anticipated effectiveness of simulated firefighting activities in relation to the intensity of the fire spreading. Simulation showed extensive possibilities of using this type of software in planning strategies during practice fire fighting and fire in real fire hazard.

Słowa kluczowe: symulacja komputerowa, pożar, las, pożar lasu;

Keywords: computer simulation, forest, fire;

1. Wstęp

Pożary lasów są zjawiskami niebezpiecznymi i niszczycielskimi. Szereg skomplikowanych procesów, jakie zachodzą w trakcie pożaru praktycznie uniemożliwia precyzyjne oszacowanie rozprzestrzeniania się ognia. Niemniej w obecnej chwili, możliwe jest stworzenie wiarygodnej cyfrowej symulacji pożaru roślinności na danym terenie.

W części I pracy przedstawiono modele matematyczne, które służą do opisanego zjawiska pożaru lasu [1]. Do symulacji wybrano program FARSITE [2]. Wymienione oprogramowanie jest używane przez Urząd Leśny Ministerstwa Rolnictwa USA. FARSITE wykorzystuje opisane w poprzednim artykule matematyczne modele pożaru roślinności takie jak model pożaru powierzchni podłoża [3], pożaru koron drzew [4,5] oraz model roznoszenia płonących fragmentów roślinności [6]. Podstawą implementacji programu jest zastosowanie zasady propagacji fali Huygensa do symulacji wzrostu frontu pożaru [7,8]. FARSITE jest programem zgodnym z Systemami Informacji Geograficznej GIS (*Geographic Information Systems*). Bezpłatne oprogramowanie można pobrać ze strony internetowej <http://www.firemodels.org>.

Bieżąca praca obejmuje przykładową symulację rozprzestrzeniania się pożaru roślinności w wybranym kompleksie leśnym w pobliżu Nowogrodu.

2. Dane wejściowe

Aby uruchomić symulację trzeba wczytać szereg przestrzennych i tabelarycznych danych wejściowych. Wymagane dane przestrzenne sprowadzają się do znajomości warstw: wysokości (określone przez Numeryczny Model Terenu, *Digital Elevation Model* - DEM), nachylenia (*Slope*), ekspozycje (*Aspect*), paliwa (*Fuel Model*) oraz pokrycie terenu koronami drzew (*Canopy Cover*).

W programie uwzględniono również dane dotyczące informacji na temat: wysokości drzew (*Canopy Height*), wysokości podstawy koron od ziemi do dołu korony (*Crown Base Height*), gęstości koron (*Crown Bulk Density*). Warstwy te są istotne przede wszystkim w symulacji pożaru koron drzew, ale nie są niezbędne do uruchomienia symulacji. Wszystkie te warstwy w programie łączone są w jeden plik o rozszerzeniu *.lcp czyli tzw. plik krajobrazu. Bardzo ważne jest, aby wczytywane do programu warstwy spełniały następujące podstawowe warunki:

- warstwy muszą być kompatybilne (te same jednostki i punkty odniesienia),
- powinny posiadać identyczną rozdzielczość,
- dane regionu muszą być takie same,
- dane muszą być przedstawione w takim samym rzucie,
- powinna być zapewniona zgodność z systemem współrzędnych bazującym na siatce prostokątów (teren opisany za pomocą siatki prostokątów

o określonych wartościach np. podany w systemie UTM - *Universal Transverse Mercator*).

Konieczne jest również wczytanie danych opisujących pogodę, w tym wilgotność powietrza oraz kierunek i prędkość wiatru.

Wszystkie wczytane warstwy tworzą środowisko, w którym przeprowadzana jest symulacja pożaru.

2.1. Dostępność danych wejściowych

We współpracy z pracownikami Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych (RDLP) w Białymstoku do symulacji wytypowano kompleks leśny, który znajduje się w Nadleśnictwie Nowogród w powiecie Łomżyńskim. Lasy tamtejsze to przede wszystkim łatwo palne sosnowe bory świeże, gdzie gatunkiem przeważającym jest sosna zwyczajna (*Pinus Sylvestris*). Lasy tego nadleśnictwa paliły się w ciągu ostatnich kilku lat już kilka razy, dlatego zdecydowano się sprawdzić jakie efekty przyniesie symulacja pożaru dla tego terenu z użyciem oprogramowania komputerowego. Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych udostępniła kilka podstawowych warstw danych. Dane te zostały opracowane z przeznaczeniem dla Państwowej Straży Pożarnej jako istotne dla prowadzenia akcji ratowniczej w przypadku pożaru danego kompleksu. Udostępniono do obliczeń mapę numerycznego modelu terenu opracowaną przy okazji tworzenia projektu planu urządzenia lasu. Był to plik rastrowy w postaci prostokątnej macierzy punktów, wykorzystywanych do reprezentacji rzeźby terenu. Każdy punkt macierzy reprezentował kwadrat terenu o boku 5m. W udostępnionych danych znalazło się również 5 dodatkowych warstw wektorowych zapisanych w formacie *.shp. Wspomniane warstwy opisują: bud_pol.shp – budynki (tylko te znajdujące się w obrębie kompleksu leśnego np. leśniczówki), ciek_lin.shp – ciek wodne, kom_lin.shp – linie komunikacyjne, ppoz_shp – punktowe obiekty ochrony ppoż, oraz wydz_pol.shp – wydzielenie leśne. Warstwa wydz_pol.shp zawiera ponadto szereg informacji dodatkowych dołączonych do niej w postaci pliku bazy danych *.dbf. Do omawianej warstwy wprowadzono następujące kolumny atrybutów:

ADR_LES – adres leśny

ADR_ADM – adres administracyjny

TSL – typ siedliska leśnego

NACHYL – nachylenie

RODZ_POW – rodzaj powierzchni

GP_IGL_UDZ – udział gatunków iglastych w górnym piętrze

GP_LISC_UD – udział gatunków liściastych w górnym piętrze

GP_WIEK – wiek górnego piętra

GP_WYS – wysokość górnego piętra

GP_ZWARCIE – zwarcie górnego piętra

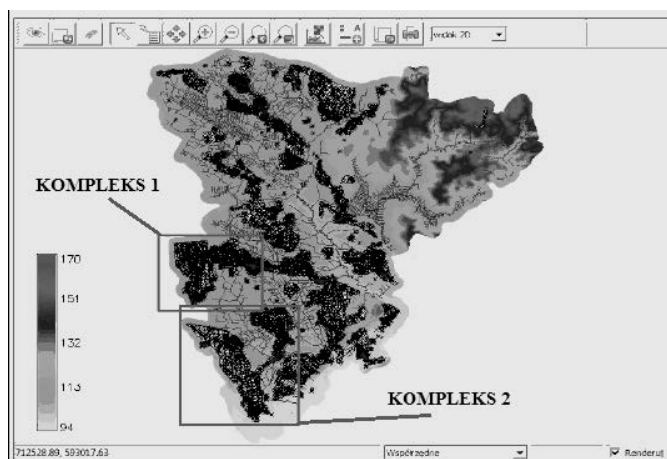
DP_IGL_UDZ – udział gatunków iglastych w dolnym piętrze
 DP_LISC_UD – udział gatunków liściastych w dolnym piętrze
 DP_WIEK – wiek dolnego piętra
 DP_WYS – wysokość dolnego piętra
 DP_ZWARCIE – zwarcie dolnego piętra
 PODSZYT – podszyt (jest/nie ma)

Otrzymane z Dyrekcji Lasów Państwowych dane niestety nie zapewniały wszystkich niezbędnych informacji potrzebnych do przeprowadzenia poprawnej symulacji rozwoju pożaru rozpatrywanego kompleksu leśnego. Niewątpliwie największym problemem podczas wykonywania obliczeń był brak wielu istotnych danych, które dobierano na zasadzie dyskusji z leśnikami lub porównania z danymi przyjętymi do symulacji w dostępnych publikacjach.

W celu wykonania symulacji, należało wygenerować brakujące dane takie jak:

- mapy nachyleń i ekspozycji,
- mapę paliw powierzchni,
- mapę pokrycia terenu koronami drzew,
- mapę wysokości drzew,
- mapę wysokości podstawy koron oraz mapę gęstości koron,
- pliki pogodowe.

Aby utworzyć wymagane warstwy danych niezbędne do realizacji symulacji pożaru za pomocą programu FARSITE potrzebny był odpowiedni program do przetwarzania danych geoprzestrzennych. Do tego celu wykorzystano program GRASS GIS. Rysunek 1 przedstawia mapę Nadleśnictwa Nowogród w programie GRASS. Mamy tu nałożone na siebie 3 warstwy. Na mapie numerycznego modelu terenu opisanej legendą po lewej stronie (wysokość w metrach) nałożone są warstwy kompleksów leśnych (kolor czarny) oraz cieków wodnych (kolor niebieski). Mapy mają znaczny rozmiar i samo wczytanie ich do programu FARSITE zajmowało dużo czasu, dlatego ograniczono teren na którym przeprowadzono symulację do dwóch obszarów, zdaniem pracowników Lasów Państwowych najbardziej interesujących. Zaznaczono je na mapie Nadleśnictwa czerwonymi prostokątami i nazwano „KOMPLEKS 1” i „KOMPLEKS 2”. Ze względu na ograniczone ramy wydawnicze dalsza analiza będzie przedstawiona na przykładzie obszaru leśnego umownie nazwanego „KOMPLEKS 1”. Pełny obraz przeprowadzonej symulacji dla dwóch kompleksów leśnych znajduje się w pracy [9].



Ryc. 1. Mapa Nadleśnictwa Nowogród z zaznaczonymi analizowanymi kompleksami. Opracowanie własne na podstawie danych RDLP w Białymstoku.

Fig. 1. Forestry map with marked Novgorod analyzed complexes. Own study based on data RDLP in Białystok.

2.2. Warstwa wysokości (Elevation)

Numeryczny model terenu Nadleśnictwa Nowogród stanowi pierwszą z warstw niezbędnych przy tworzeniu modelu terenu w programie FARSITE. Obróbka mapy ogranicza się jedynie do importowania jej do programu GRASS, a następnie ewentualnego wycięcia interesującego fragmentu terenu i eksportowania całości do formatu mapy rastrowej akceptowanej przez oprogramowanie FARSITE.

2.3. Nachylenia i ekspozycje (Slope, Aspect)

Do uruchomienia symulacji potrzebne są dodatkowo mapy nachyleń i ekspozycji. Mapy nachyleń i ekspozycji wygenerowano korzystając z mapy wysokościowej terenu oraz z dostępnej w pakiecie GRASS GIS funkcji *r.slope.aspect*.

2.4. Pokrycie powierzchni terenu koronami drzew (Canopy cover)

Pokrycie powierzchni terenu koronami drzew zostało otrzymane na podstawie jednej z kolumn tabeli atrybutów GP_ZWARCIE występującej w warstwie wydzielenia leśnego *wydz_pol.shp* opisującej zwarcie górnego piętra drzewostanu dla poszczególnych części mapy.

W kolumnie GP_ZWARCIE zwarcie koron drzew opisane jest szacunkowo za pomocą następujących 6 stopni [10]:

1. zwarcie silne (1,2-1,1), korony wielu drzew napierają na siebie, zachodzą,
2. zwarcie pełne (1,0-0,9), korony stykają się brzożami, w nielicznych przypadkach
 1. napierają na siebie, zachodzą,
2. zwarcie umiarkowane (0,8-0,7) korony nie stykają się, ale są rozmieszczone blisko siebie,
3. zwarcie przerywane (0,6-0,5), między koronami istnieją miejscami przerwy, w których mogłyby pomieścić się korony pojedynczych drzew,

4. zwarcie luźne (0,4), korony są od siebie znacznie oddalone, mogą zetknąć się w przyszłości, w przerwach mogłyby pomieścić się korony kilku drzew,
5. brak zwarcia (0,3 i poniżej), gdy drzewa rosną zbyt daleko od siebie aby mogły na siebie wpływać.

Zastosowano tu następującą zamianę opisu słownego na dane procentowe:

- zwarcie pełne – 95%,
- zwarcie umiarkowane – 75%,
- zwarcie przerywane – 55%,
- zwarcie luźne – 40%,
- brak zwarcia - 0%.

2.5. Mapa paliw powierzchni

W oprogramowaniu FARSITE wykorzystuje się zarówno modele paliwowe opisane w części teoretycznej pracy [1] jak i modele zdefiniowane przez użytkownika tzw. *custom fuel models*. Każdy nowy model musi być opisany dokładnie tak samo jak standardowe modele. Opierając się na danych z Nadleśnictwa Nowogród udostępnionych przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych konieczne było opracowanie mapy paliw powierzchni dla badanych kompleksów. Jako źródło danych posłużyła wspomniana wcześniej warstwa *wydz_pol.shp* z tabelą atrybutów. W wyniku rozmowy z pracownikiem Lasów Państwowych ustalono, że podstawowym kryterium różnicującym paliwa powierzchni jest typ siedliska leśnego opisany kolumną TSL w tabeli atrybutów. Zgodnie z tymi danymi w badanym nadleśnictwie można wyróżnić 14 różnych typów siedliska leśnego. Są one opisane słownie i dlatego też, aby wygenerować mapę siedlisk niezbędne było nadanie każdemu z nich identyfikatora. Numery te były dużym ułatwieniem podczas przypisywania modeli paliwowych do poszczególnych siedlisk.

Poniżej przedstawiono listę siedlisk wraz z przyporządkowanymi numerami:

- BŚW (Bór Świeży) – 1;
- LWM (Las wilgotny mieszany) – 2;
- BMŚW (Bór mieszany świeży) – 3;
- BMW (Bór mieszany wilgotny) – 4;
- OL (Ols) – 5;
- BS (Bór suchy) – 6;
- BW (Bór wilgotny) – 7;
- OLJ (Ols jesionowy) – 8;
- LW (Las wilgotny) – 9;
- LMŚW (Las mieszany świeży) – 10;
- LMB (Las mieszany bagienny) – 11;
- BB (Bór bagienny) – 12;
- BMB (Bór mieszany bagienny) – 13;
- LŚW (Las świeży) – 14;

Głównym siedliskiem leśnym Nadleśnictwa Nowogród jest bór świeży stanowiący około 60% lasów

w badanym nadleśnictwie. Ten rodzaj lasu pali się najczęściej. W składzie gatunkowym zdecydowanie dominuje sosna zwyczajna z małą domieszką brzozy. Obydwa rejonu wyznaczone do przeprowadzenia symulacji to praktycznie w całości bory świeże sosnowe i w zasadzie tylko one są na tym terenie narażone na pożary. W związku z tym siedlisko BŚW zostało podzielone na fragmenty w zależności od wieku lasu w danym miejscu oraz zwarcia górnego piętra. Autorzy mieli możliwości skorzystania w Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych z modelu obliczającego biomasę pokrywy gleby dla boru świeżego stworzonego przez Instytut Badawczy Leśnictwa. Wobec braku odpowiednich danych, zgodnie z powyższym modelem obliczeniowym zostały określone przykładowe modele paliw powierzchni dla zadanych obciążeń ogniowych biomasy pokrywy gleby. Modele te obliczały biomasę drzewostanu żywego, martwego i pokrywy gleby konkretnego typu siedliskowego lasu w określonym wieku od 15 do 75 lat w przeliczeniu na jednostkę masy, licząc przy tym biomasę spaloną w razie wystąpienia pożaru. Model pozwalał obliczyć biomasę tylko i wyłącznie dla kompleksów o pełnym zwarcie. Bory świeże Nadleśnictwa Nowogród to lasy w przedziale wiekowym od kilku do nawet 130 lat. W związku z tak dużą rozbieżnością wiekową otrzymane wartości dla pokrywy gleby zostały uśrednione. Jednocześnie niezbędne było zróżnicowanie obciążenia ogniowego pokrywy powierzchni dla drzewostanu w zależności od jego zwarcia. Zastosowano najprostsze kryterium mnożąc wartości wyznaczone dla zwarcia pełnego z wartościami utworzonej wcześniej kolumny CANOPY z tabeli atrybutów warstwy *wydz_pol.shp* zawierającej procent zwarcia drzew w konkretnych miejscach badanego kompleksu leśnego.

Kolejnym etapem tworzenia mapy paliw powierzchni było stworzenie własnych modeli paliwowych opisujących stworzoną klasyfikację. Program FARSITE daje użytkownikowi taką możliwość udostępniając prosty edytor modeli paliwowych. Przy jego pomocy wygenerowano 12 nowych modeli paliwowych.

Modele paliwowe zawarte w tabeli 1 powstały na podstawie standardowego modelu FM9 ze zbioru 13 modeli Andersona [11]. Model FM9 został stworzony do opisanie paliw powierzchni lasu liściastego jak i lasu iglastego, gdzie ściółka składa się w dużej mierze z długich igieł sosny żółtej (*Pinus Panderosa*). Nie ma on wiele wspólnego z pokryciem powierzchni boru świeżego, gdzie dominującym gatunkiem jest sosna zwyczajna (*Pinus Sylvestris*). Wykorzystano go jednak ze względu na podobną charakterystykę spalania igieł sosny żółtej i zwyczajnej. Istotny jest również fakt, iż paliwa klasy 1hr, do których można zaliczyć igły stanowią stosunkowo duże obciążenie ogniowe w stosunku do całkowitego obciążenia ogniowego paliw powierzchni. Oryginalny

Tabela 1.

Niestandardowe modele paliwowe utworzone na potrzeby symulacji.
Opracowanie własne na podstawie danych RDLP w Białymstoku.

Table 1.

Custom fuel models created for the purpose of simulation.
Own study based on data RDLP in Białystok.

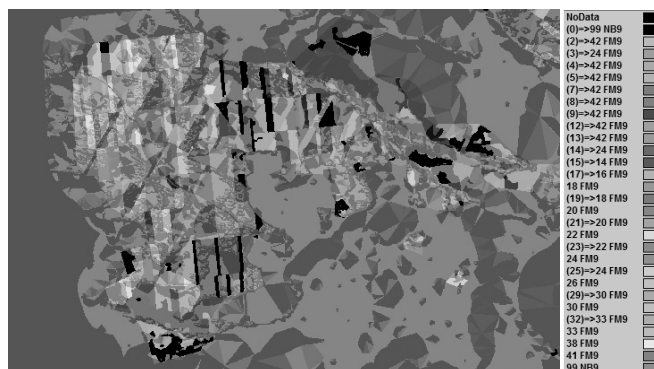
Nr	Kod	Obciążenie ogniowe (t/ha)					Typ	SAV* (1/cm)			(cm)	%	(kJ/kg)	
		1hr	10hr	100hr	Żywe zielne	Żywe drz.		1hr	Żywe zielne	Żywe drz.			Ciepło wł. dla martwych	Ciepło wł. dla żywych
14	FM14	8.94	5.45	2.82	7.42	7.15	D	73	50	40	22.23	25	18594	18594
16	FM16	9.93	6.05	3.14	8.25	7.94	D	73	50	40	24.11	25	18594	18594
18	FM18	11.03	6.73	3.47	9.17	8.81	D	73	50	40	25.86	25	18594	18594
20	FM20	12.26	7.46	3.86	10.20	9.80	D	73	50	40	27.63	25	18594	18594
22	FM22	13.63	8.29	4.28	11.34	10.89	D	73	50	40	30.06	25	18594	18594
24	FM24	15.13	9.21	4.75	12.60	12.11	D	73	50	40	32.54	25	18594	18594
26	FM26	16.81	10.24	5.29	14.01	13.45	D	73	50	40	34.97	25	18594	18594
30	FM30	18.67	11.39	5.87	15.58	14.95	D	73	50	40	36.45	25	18594	18594
33	FM33	20.74	12.64	5.87	17.31	16.61	D	73	50	40	40.13	25	18594	18594
38	FM38	23.02	14.06	6.50	19.23	18.47	D	73	50	40	43.78	25	18594	18594
41	FM41	26.18	15.96	7.40	21.86	20.98	D	73	50	40	48.05	25	18594	18594
42	FM42	15.96	9.73	5.02	13.32	12.78	D	73	50	40	30.54	25	18594	18594

*SAV (Surface Area to Volume - iloraz powierzchni do objętości ładunku paliwa), czasy 1-hr, 10-hr, 100-hr oznaczają liczbę godzin i określają tzw. *timelag* czyli liczbę godzin jaką zajmie cząstce paliwa osiągnięcie 63% wilgotności równowagi, przy warunkach środowiska 80°F i 20% wilgotności, typ modelu dynamiczny (D).

model FM9 ze zbioru Andersona nie zakłada obecności żywych roślin zielnych i drzewnych w opisie modelu, dlatego uwzględniono w utworzonych modelach obciążenie ogniowe tego typu roślinności co spowodowało zmianę ich typu ze statycznego oryginalnie na dynamiczny.

Ogólne obciążenie ogniowe będącą sumą poszczególnych 5 klas dla określonych paliw w przybliżeniu odpowiada wcześniej wyznaczonym wartościom z kolumny BSFUEL tabeli atrybutów. Aby zastosować tak przygotowaną mapę paliw oraz modele paliw powierzchni w programie FARSITE potrzebny jest jeszcze tzw. plik konwersji. Definiuje on jednoznacznie jaka wartość na wczytanej mapie paliw odpowiada jakiemu modelowi paliwowemu. Takie rozwiązanie zapewnia dużą elastyczność podczas tworzenia map paliwowych. Mając zdefiniowaną mapę różnicującą pokrycie terenu dla poszczególnych fragmentów można bez większego problemu przyporządkować dowolny zdefiniowany model paliwowy.

Przyporządkowanie modeli paliwowych poszczególnym fragmentom wcześniej stworzonej mapy obrazuje legenda umieszczona na rysunku 2. Głównym celem przyporządkowania było pokazanie różnic w rozprzestrzenianiu się ognia powierzchni w zależności od ilości dostępnego do spalania paliwa oraz zademonstrowanie bardzo dużej elastyczności systemu FARSITE w uwzględnieniu zróżnicowania paliw powierzchni. Mając odpowiednie dane można z powodzeniem symulować pożary roślinności, w tym przypadku lasów, ale tak samo łąk, traw, krzewów oraz wszelkiego rodzaju roślinności.



Ryc. 2. Mapa paliw powierzchni dla analizowanego obszaru KOMPLEKS1. Opracowanie własne na podstawie danych RDLP w Białymstoku.

Fig. 2. Map of fuels for the analyzed surface area KOMPLEKS 1. Own study based on data RDLP in Białystok.

Ze względu na ograniczone ramy artykułu temat modeli paliwowych został potraktowany skrótowo. Pełniejszy opis zagadnienia został przedstawiony w pracy [12].

2.6. Wilgotności początkowe paliw

Każdy model użyty na mapie paliwowej musi mieć zdefiniowaną wilgotność początkową. Bez tych danych symulacja nie może być rozpoczęta. Korzystając z dołączonego do programu FARSITE edytora plików *.FMS ustawia się wilgotności poszczególnych klas paliwa dla każdego modelu. Wszystkim modelom na mapie została nadana identyczna wilgotność wynosząca 25%, poza wspomnianym wcześniej modelem 42, który różni się od pozosta-

łych bardzo wysoką wilgotnością początkową, gdyż reprezentuje lasy wilgotne, bagienne oraz wszystkie inne teoretycznie niepalne w standardowych warunkach siedliska.

3. Pożar koron drzew

Oprogramowanie FARSITE wymaga do wykonania symulacji pożaru koron drzew 3 dodatkowych warstw danych opisujących korony lasu na rozpatrywanym terenie. Są to wysokość drzew, wysokość podstawy korony oraz średnia gęstość koron.

3.1. Wysokość drzew i wysokość podstawy korony CBH (*Crown Base Height*)

Jedyną warstwą jaką dało się wygenerować z danych otrzymanych w Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych była warstwa opisująca wysokość drzew. Na podstawie atrybutów GP_WYS i warstwy wydzielenia wygenerowano w programie GRASS GIS mapę rastrową określającą wysokość drzew dla badanych obszarów.

Wysokości podstawy korony CBH nie dało się wyznaczyć na podstawie otrzymanych danych. Według pracowników Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku w badanych kompleksach pali się w zasadzie tylko podłoże lasu, a przejście ognia na korony drzew nie występuje z racji dużej różnicy wysokości pomiędzy podłożem a koroną. Przejście pożaru z podłoża na korony może nastąpić w zasadzie jedynie w momencie, gdy ogień zajmie np. młodnik sosnowy, lub przy bardzo silnych wiatrach. Ponieważ, gatunkiem dominującym w analizowanym rejonie jest sosna zwyczajna, las podzielono wiekowo na młodnik i drzewa dorosłe. Jako młodnik potraktowano las młodszy od 20 lat a las starszy potraktowano jako las dorosły. W związku z brakiem odpowiednich danych oraz w wyniku obserwacji sosny zwyczajnej wyznaczono wysokość pnia drzew dorosłych na 60% wysokości całkowitej drzewa, natomiast wysokość pnia drzew młodych

na około 20% wysokości całkowitej drzewa. W celu wygenerowania warstwy w formacie ESRI ASCII GRID utworzono kolumnę CBH w tabeli atrybutów warstwy wydz_pol.shp i korzystając z instrukcji warunkowej wypełniono ją wysokościami podstawy korony. Na podstawie tych atrybutów w programie GRASS GIS została wygenerowana odpowiednia mapa wysokości podstaw koron drzew.

3.2. Średnia gęstość koron CBD (*Crown Bulk Density*)

Trzecią warstwą opisującą korony lasu wykorzystywanego w symulacji jest średnia gęstość koron CBD. Takie dane również nie były dostępne. Założono, że dla zwarcia pełnego 95% gęstość wyniesie 0,35 kg/m³, dla zwarcia umiarkowanego 75% będzie to 0,28 kg/m³, dla zwarcia przerywanego 55% wyniesie 0,19 kg/m³, natomiast przy zwarcu luźnym będzie to 0,15 kg/m³. Wartości te są czysto przykładowe i zostały wyznaczone na podstawie opisu charakterystyki koron dla sosny żółtej [13], z której wynika, że największy wpływ na gęstość korony ma pokrycie koronowe terenu, im mniejsze pokrycie tym mniejsza gęstość. Podobne wyniki otrzymano też na drodze pomiarowej w Hiszpanii [14].

3.3. Warunki pogodowe

Wprowadzanie warunków pogodowych odbywało się za pomocą edytora pogody będącego częścią programu FARSITE. Opis wiatrów realizuje się poprzez edytor plików *.WND.

Do wykonania symulacji pożaru dla wskazanych obszarów zostały zastosowane pliki pogody, wygenerowane losowo na podstawie przykładowego pliku załączonego do oprogramowania FARSITE z uwzględnieniem warunków pogodowych charakterystycznych dla analizowanego obszaru [9].

W tabeli 2 ujęto założenia pogodowe. Kolumny MO, DY, HR opisują kolejno miesiąc, dzień i godzinę, natomiast parametry SPD, DIR opisują kolejno

Tabela 2.

Tablica wiatrów do symulacji (plik NowogrodW.wnd).

Table 2.

Table winds for simulation (file NowogrodW.wnd).

MO	DY	HR	SPD	DIR	CL	MO	DY	HR	SPD	DIR	CL	MO	DY	HR	SPD	DIR	CL
8	9	000	1	54	0	8	11	000	3	252	0	8	13	000	2	315	0
8	9	400	3	319	0	8	11	400	2	227	0	8	13	400	2	214	0
8	9	800	4	116	0	8	11	800	17	274	0	8	13	800	3	202	0
8	9	1200	12	103	0	8	11	1200	68	88	0	8	13	1200	3	218	0
8	9	1600	11	241	0	8	11	1600	13	213	0	8	13	1600	6	97	0
8	9	2000	4	105	0	8	11	2000	14	194	0	8	13	2000	8	117	0
8	10	000	1	54	0	8	12	000	2	255	0	8	14	000	2	315	0
8	10	400	3	319	0	8	12	400	2	225	0	8	14	400	2	214	0
8	10	800	4	116	0	8	12	800	3	263	0	8	14	800	3	202	0
8	10	1200	12	103	0	8	12	1200	6	310	0	8	14	1200	3	218	0
8	10	1600	11	241	0	8	12	1600	9	306	0	8	14	1600	6	97	0
8	10	2000	4	105	0	8	12	2000	7	290	0	8	14	2000	8	117	0

prędkość (m/s) i kierunek wiatru (stopnie w stosunku do kierunku N). Parametr CL określa procentowe pokrycie nieba chmurami. Tabela 2 przedstawia interwały czterogodzinne (w przeprowadzonej symulacji dane były podawane w przedziale godzinowym).

Tabela 3 przedstawia parametry pogody wykorzystane do symulacji w określonym dniu. Kolumny MO, DY opisują kolejno miesiąc i dzień, kolumna RN opisuje całkowitą dobową ilość opadów (mm), kolumny AM, PM opisują godzinę wystąpienia minimalnej temperatury powietrza, oraz godzinę wystąpienia maksymalnej temperatury. Kolumny TLo, THi, HLo, HHi opisują odpowiednio minimalną oraz maksymalną temperaturę (°C) zarejestrowaną danego dnia oraz minimalną i maksymalną procentową wilgotność powietrza zarejestrowaną danego dnia. Ostatnia kolumna ELV to wysokość na której dokonany został pomiar (m).

w formacie rastrowym ASCII, z których każdy odpowiada za konkretny parametr pożaru i jego umiejscowienie na mapie. Tak więc, ostatnią czynnością jaką należy wykonać przez rozpoczęciem symulacji jest wybranie danych wynikowych jakie mają być wygenerowane.

Wygenerowane przez program mapy można bez problemu nakładać na mapę kompleksu leśnego w programie FARSITE, w celu zobrazowania efektów przeprowadzonej symulacji.

Aby rozpocząć symulację pożaru trzeba zaznaczyć punkt, lub punkty zapłonu, jeśli jest ich więcej. Jest to operacja bardzo prosta. Za pomocą narzędzia do zaznaczania ognisk zapalnych wystarczy kliknąć dwukrotnie na miejsce na mapie, gdzie pożar ma się zacząć. Na rysunku 3 pokazano zaznaczenie strzałką punktu zapłonu.

Tabela 3.

Tablica parametrów pogody (plik NowogrodM.wtr)

Table 3.

Table of weather parameters (file NowogrodM.wtr)

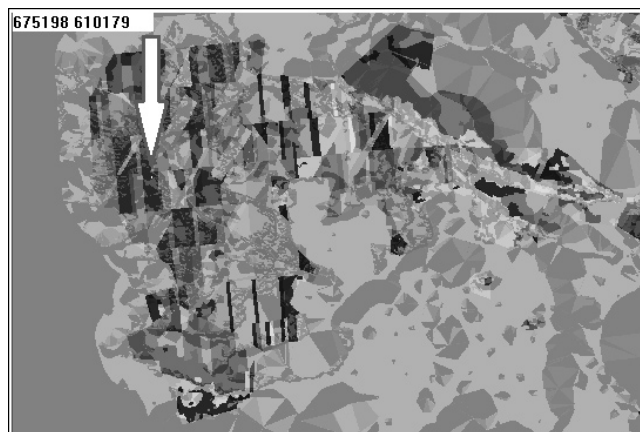
MO	DY	RN	AM	PM	TLo	THo	HLo	HHi	ELV
8	9	0	600	1700	14	28	84	12	115
8	10	0	600	1500	17	29	94	11	115
8	11	0	600	1500	14	26	78	14	115
8	12	0	600	1600	15	30	74	14	115
8	13	0	600	1500	13	34	76	19	115
8	14	0	500	1600	16	31	78	16	115

4. Parametry przebiegu procesu symulacji

Po wczytaniu do programu FARSITE wszystkich niezbędnych danych możliwe jest rozpoczęcie symulacji. Jednak zanim program rozpocznie obliczenia należy ustawić kilka opcji modelu. Na początku należy ustawić w oknie „Model Parameters” parametr „Time Step” oznaczający odstępy czasu, dla których będą generowane parametry pożaru. Parametry „Visible Steps” oznaczają kroki czasowe, dla których na mapie będzie rysowana linia frontu pożaru. Obydwa kroki różnią się na mapie kolorami. „Perimeter Resolution” określa maksymalny odstęp punktów projekcji wzdłuż obwodu pożaru, a „Distance Resolution” definiuje maksymalną odległość jaką pożar może pokonać w kroku czasowym nie pobierając nowych informacji o terenie z pliku *.lcp.

Niezbędne jest również ustawienie czasu trwania symulacji. Służy do tego okno „Simulation Duration”, gdzie w prosty sposób wprowadza się miesiąc, dzień, godzinę i minutę rozpoczęcia i zakończenia symulacji. Można wprowadzić tylko daty, dla których zdefiniowano pliki pogody i wiatru.

FARSITE jest oprogramowaniem, które służy do symulacji pożaru lasu na rzeczywistej mapie cyfrowej w systemie GIS. Dane wyjściowe, czyli efekt działania programu składają się z kilku plików



Ryc. 3. Mapa KOMPLEKSU 1 z zaznaczonym punktem zapłonu.

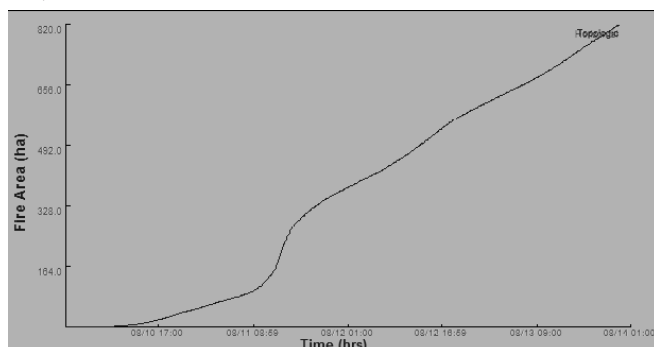
Fig. 3. Map of KOMPLEKS 1 with the selected point of ignition.

5. Wyniki symulacji

Program FARSITE, jak wcześniej wspomniano, umożliwia wygenerowanie wyników opisujących przeprowadzoną symulację w różnych formach np. wykresów i tabel.

5.1. Powierzchnia i obwód pożaru

Po wykonanej symulacji program pozwala wygenerować wykresy spalanej powierzchni lasu (rys. 4).

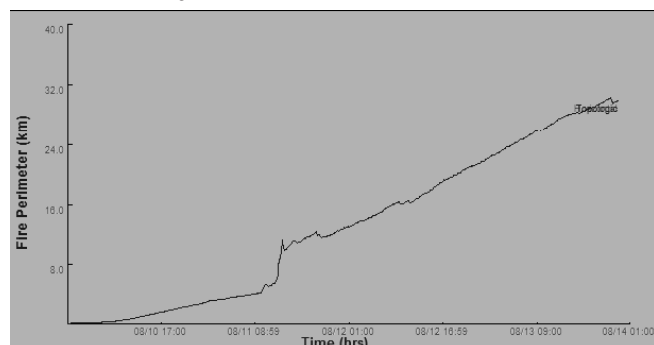


Ryc. 4. Zmiana spalanej powierzchni lasu w funkcji czasu dla terenu KOMPLEKS1.

Fig. 4. Change in fire area as a function of time for land KOMPLEKS1.

Na wykresie przedstawionym na rysunku 4 wyraźnie widać wpływ wiatru. 08/11 po godzinie 08:59 powierzchnia pożaru rośnie przez kilka godzin gwałtowniej, po czym wraca do normy, gdy wiatr ustaje.

Analogiczną sytuację obserwujemy na wykresach przedstawiających zmiany obwodu obszaru pożaru w funkcji czasu.



Ryc. 5. Zmiana obwodu obszaru pożaru w funkcji czasu dla terenu KOMPLEKS1.

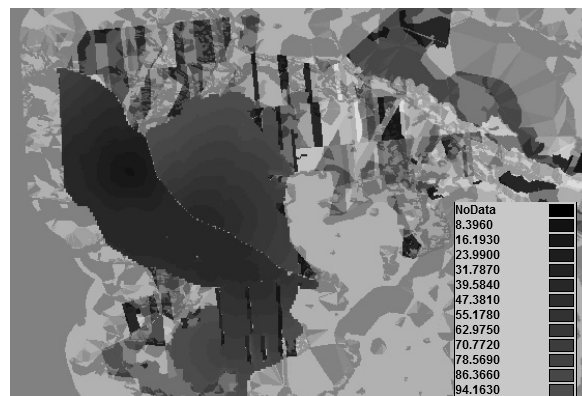
Fig. 5. Change in fire perimeter as a function of time for land KOMPLEKS1.

5.2. Mapy wynikowe

Efekt wykonanej symulacji najlepiej przedstawiają mapy wynikowe zawierające rozkład poszczególnych parametrów symulowanego pożaru na mapach kompleksów.

5.2.1. Czas przejścia linii ognia

Parametr określa, po jakim czasie od momentu rozpoczęcia pożaru linii frontu pożaru znalazł się w danym miejscu na mapie. Czas trwania symulowanego pożaru wyniósł 95 godzin.

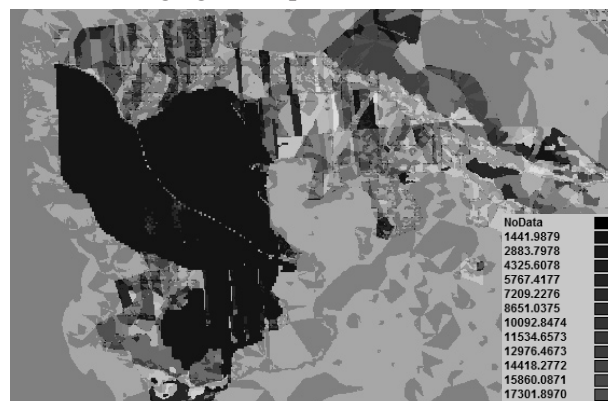


Ryc. 6. Mapa czasu przejścia linii ognia (godziny) dla obszaru KOMPLEKS 1.

Fig. 6. Time map transition line of fire (hours) for the area KOMPLEKS 1.

5.2.2. Intensywność linii ognia

Mapy ukazują jednoznacznie, że w drugim dniu pożaru intensywność linii ognia jest najwyższa. Ma to związek z najwyższą wartością prędkości wiatru założoną drugiego dnia pożaru.

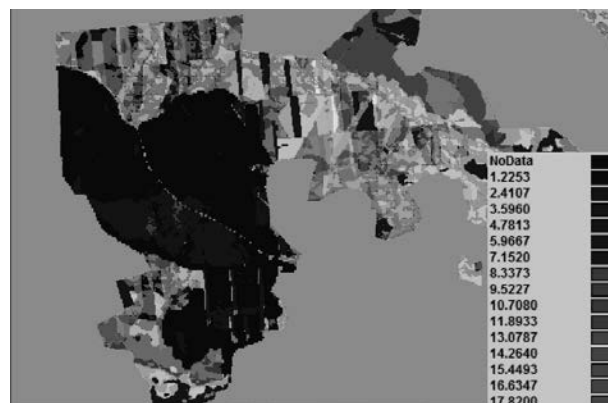


Ryc. 7. Mapa intensywności linii ognia (kW/m) dla obszaru KOMPLEKS 1.

Fig. 7. Map of the fire line intensity (kW/m) for the area KOMPLEKS 1.

5.2.3. Wysokość płomienia

Wysokość płomienia, również przyjmuje wartość najwyższą dla drugiego dnia pożaru. Również mocno zależy od założonej prędkości wiatru.

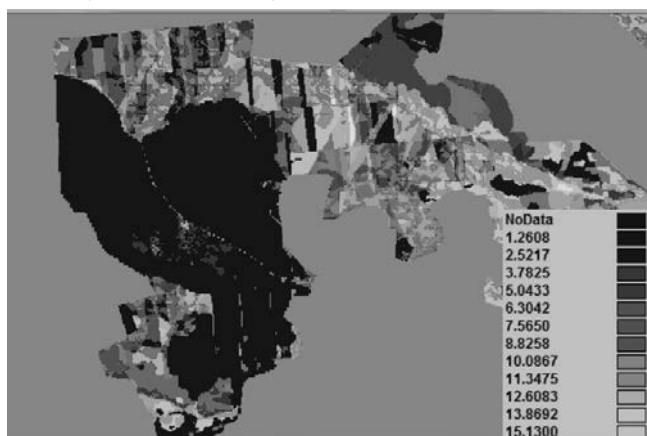


Ryc. 8. Mapa wysokości płomienia (m) dla obszaru KOMPLEKS 1.

Fig. 8. Map of flames height (m) for the area KOMPLEKS 1.

5.2.4. Szybkość przesuwania się linii frontu pożaru

Szybkość przesuwania się linii frontu pożaru osiąga najwyższą wartość wtedy, gdy wiatr ma największą prędkość, czyli również w drugim dniu pożaru (umownie 11.08).

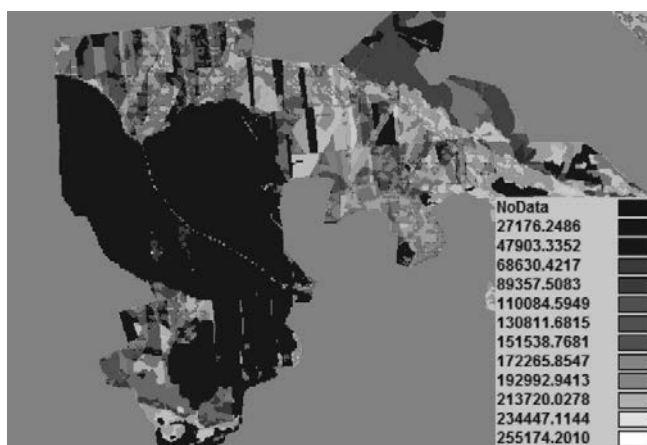


Ryc. 9. Mapa szybkości przesuwania się linii frontu pożaru (m/min) dla obszaru KOMPLEKS 1.

Fig. 9. Map of the movement speed of the fire front line (m / min) for the area KOMPLEKS 1.

5.2.5. Ilość ciepła wydzielana na jednostkę powierzchni

Ilość ciepła wydzielana na jednostkę powierzchni osiąga najwyższą wartość dla paliw o największej wartości kalorycznej. Zjawisko to przedstawia rysunek 10. Pola oznaczone na mapie najjaśniejszymi kolorami (największa ilość wydzielanego ciepła) pokrywają się z umiejscowieniem paliw o największym obciążeniu ogniowym na mapie paliw powierzchni.



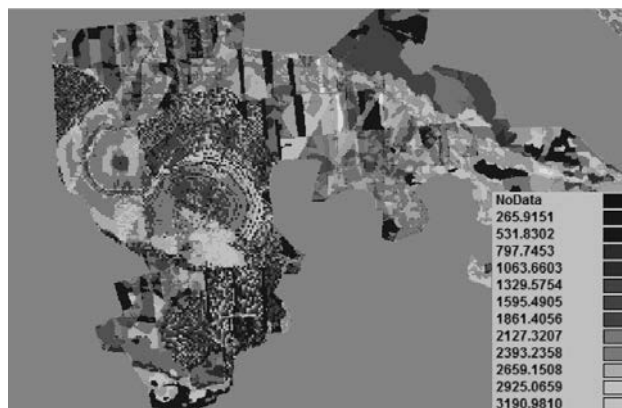
Ryc. 10. Mapa ilość wydzielanego ciepła na jednostkę powierzchni (kJ/m²) dla obszaru KOMPLEKS 1.

Fig. 10. Map of heat production per unit area (kJ/m²) for the area KOMPLEKS 1.

5.2.6. Intensywność reakcji

Intensywność reakcji zależy przede wszystkim od jakości spalanego paliwa. Intensywność reakcji spalania paliw powierzchni podczas pożaru lasu jest

wyższa dla paliw, których współczynniki tłumienia wilgoci oraz minerałów są niższe.



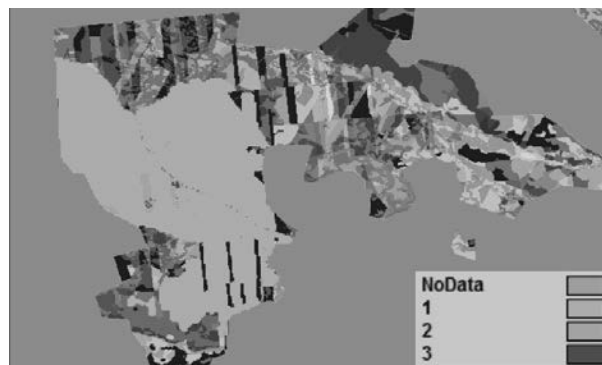
Ryc. 11. Mapa przedstawiająca intensywność reakcji (kW/m²) dla obszaru KOMPLEKS 1.

Fig. 11. Map showing the reaction intensity (kW/m²) for the area KOMPLEKS 1.

5.2.7. Rodzaje pożaru koron drzew

Tak jak wspomniano w części teoretycznej [1], ze względu na sposób rozprzestrzeniania można wyróżnić 3 rodzaje pożaru koron drzew. Zgodnie z legendą map umieszczonych na rysunku 12 są to: 1 – pożar powierzchni, 2 – pasywny pożar koron, 3 – aktywny pożar koron

Tak jak pokazuje mapka 12, pożar kompleksów leśnych Nadleśnictwa Nowogród ogranicza się przeważnie jedynie do pożaru pokrywy gleby, co potwierdzają pracownicy Lasów Państwowych.



Ryc. 12. Rodzaje pożaru koron dla obszaru KOMPLEKS 1.

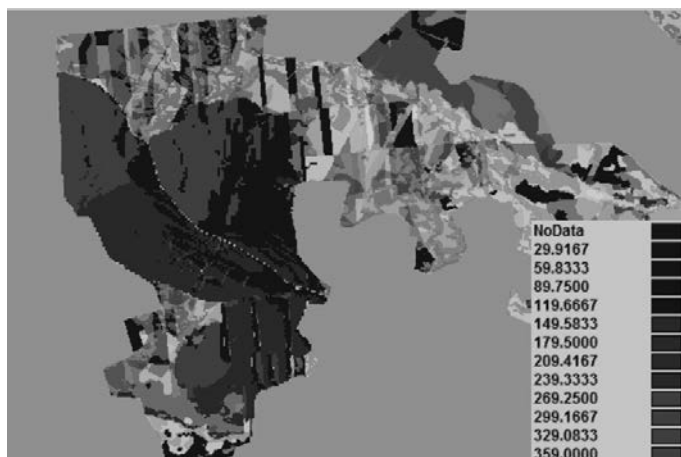
Fig. 12. Types of crown fire for the area KOMPLEKS 1.

O ile w pierwszym kompleksie można zaobserwować kilka pasywnych pożarów koron, oraz nieznaczne punkty aktywne, o tyle w drugim pożar koron praktycznie nie wystąpił. W przypadku pierwszego kompleksu korony zapaliły się, gdy pożar wszedł w młodnik, ale jak widać warunki nie sprzyjały przeniesieniu na korony innych drzew i dalszemu rozwojowi pożaru koron.

5.2.8. Kierunki rozprzestrzeniania się pożaru

Kierunki rozprzestrzeniania ognia (przemierzania się linii ognia) zależą przede wszystkim od rodzaju paliwa oraz wiatru. Jeśli paliwo jest jed-

norodne, jedynie wiatr wyznacza kierunek i jest on przeciwny do kierunku, z którego wieje wiatr.

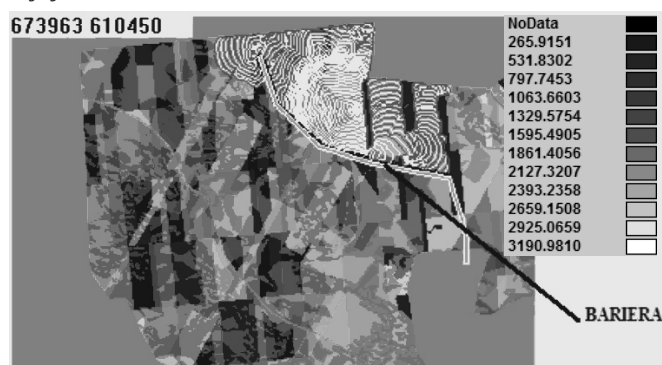


Ryc. 13. Mapa kierunków rozprzestrzenienia się pożaru dla obszaru KOMPLEKS 1.

Fig. 13. Map direction of fire spread for the area KOMPLEKS 1.

6. Symulacja działań gaśniczych

Program FARSITE oprócz symulacji rozwoju pożaru pozwala również na prostą symulację działań gaśniczych. Istnieje możliwość symulacji kilku sposobów powstrzymywania oraz gaszenia pożaru. Najważniejsze z nich to: budowa bariery, atak bezpośredni z ziemi oraz atak pośredni z ziemi. Budowa bariery jest symulacją zwykłej przeszkody, która ma za zadanie powstrzymać rozprzestrzenianie się pożaru. W programie nie ma możliwości edycji parametrów takiej bariery. Jest to metoda całkiem skuteczna w przypadku pożaru paliw powierzchni, ale w przypadku wystąpienia przenoszenia płonących fragmentów roślinności (*spotting*) nie spełnia swojej roli.

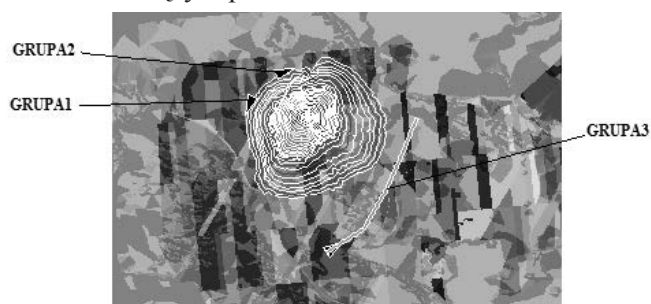


Ryc. 14. Efekt działania bariery na pożar lasu. Pokazana intensywność reakcji (kW/m^2).

Fig. 14 The effect of barriers on a forest fire. Shown the reaction intensity (kW/m^2).

Aby zasymulować efekty gaszenia pożaru, w programie FARSITE należy zdefiniować najpierw tzw. zasoby naziemne, które można interpretować jako zespoły strażaków. Zespoły gaśnicze umieszczane są w konkretnych miejscach na mapie w celu ugaszenia pożaru. Każdy definiowany zespół cha-

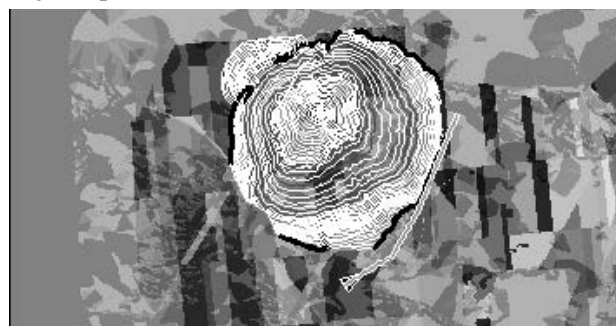
rakteryzuje się określoną efektywnością gaszenia konkretnych paliw. Tworząc każdy zespół należy podać efektywność gaszenia dla każdego paliwa użytego na terenie gaszonym oraz maksymalną wysokość płomieni przy jakich gaszenie w ataku bezpośrednim będzie dla danego zespołu efektywne. W celu zademonstrowania symulacji gaszenia pożaru Nadleśnictwa Nowogród utworzono 3 przykładowe zespoły strażaków: GRUPA1, GRUPA2 i GRUPA3. GRUPA1 charakteryzuje się efektywnością gaszenia 1m/min dla każdego paliwa oraz maksymalną wysokością płomienia równą 2m. GRUPA2 charakteryzuje się efektywnością gaszenia 2m/min dla każdego paliwa oraz maksymalną wysokością płomienia równą 3m, natomiast GRUPA3 charakteryzuje się efektywnością gaszenia 3m/min dla każdego paliwa oraz maksymalną wysokością płomienia równą 4m. Mając utworzone zasoby naziemne można przeprowadzić ataki gaśnicze bezpośrednie i pośrednie. Atak bezpośredni polega na walce z pożarem bezpośrednio na linii frontu ognia, natomiast pośredni na wcześniejszym utworzeniu linii obrony do walki z nadchodzącym pożarem.



Ryc. 15. Rozłożenie sił gaszących pożar lasu. Pokazana intensywność reakcji (kW/m^2), histogram jak na rysunku 14.

Fig. 15. The distribution of forces extinguishing a forest fire. Shown the reaction intensity (kW/m^2), the histogram as in Figure 14.

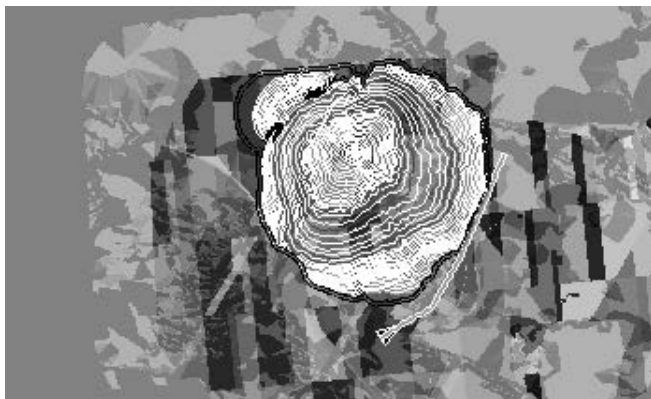
Zgodnie z rysunkiem 15 GRUPA1 i GRUPA2 wykonuje atak bezpośredni na linię ognia, natomiast GRUPA3 wykonuje atak pośredni oczekując na nadejście pożaru.



Ryc. 16. Efekt działań gaśniczych, pożar prawie ugaszony. Pokazana intensywność reakcji (kW/m^2), histogram jak na rysunku 14.

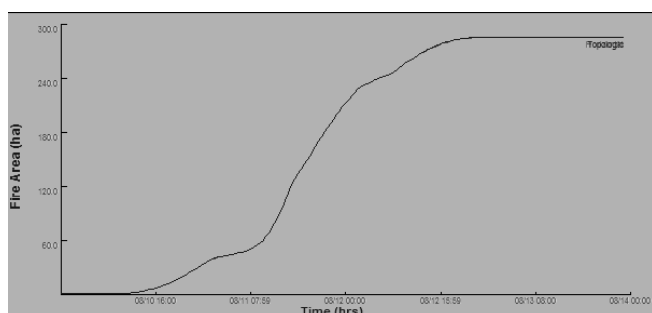
Fig. 16. Effect of fire fighting, fire almost extinguished. Shown the reaction intensity (kW/m^2), the histogram as in Figure 14.

Po kilkunastu godzinach widać, że pożar jest już opanowany. Czarna linia oznacza ugaszoną linię ognia. Jako, że GRUPA1 i GRUPA2 wykonywały akcję gaśniczą w odwrotnych kierunkach, pozostawiając lukę pomiędzy sobą, na mapie widać jak pożar wydostał się przez tą lukę. Po upływie 5 godzin pożar jest już ugaszony.



Ryc. 17. Pożar całkowicie ugaszony. Pokazana intensywność reakcji (kW/m^2), histogram jak na rysunku 14.

Fig. 17. The fire completely extinguished. Shown the reaction intensity (kW/m^2), the histogram as in Figure 14



Ryc. 18. Wykres przedstawiający zmiany powierzchni pożaru w funkcji czasu z uwzględnieniem akcji gaśniczej.

Fig. 18. Graph is showing changes in the fire area over time with regard to fire fighting.

Wykres na rysunku 18 przedstawia zmianę powierzchni pożaru w funkcji czasu. Ukazuje on wyraźnie efekt akcji gaśniczej. Powierzchnia pożaru po godzinie 16 dnia 12.08 stabilizuje się i osiąga wartość stałą, co oznacza, że pożar został ugaszony, a jego powierzchnia nie rośnie.

7. Podsumowanie

Wykonana symulacja jednoznacznie ukazuje jak bardzo złożonym zjawiskiem jest pożar lasu. Symulacja wykonana na mapie terenu Nadleśnictwa Nowogród, a konkretnie dwóch obszarów leśnych zaznaczonych na mapie z rysunku 1 ukazuje możliwy, lecz nie do końca pewny schemat zachowania pożaru lasu na tym terenie. Zdecydowanie największy wpływ na zachowanie ognia, jego siłę i intensywność ma rodzaj paliwa powierzchni. Wielkość obciążenia ogniowego, wilgotność, grubość warstwy

to cechy, które mają największy wpływ na palność danego paliwa. Granice powierzchni pożaru zarysowane przez program FARSITE np. na rysunku 6 uzyskane w wyniku wykonanej symulacji mają nierówne krawędzie, z wybrzuszeniami lub wgłębieniami. Jest to efekt różnego tempa rozprzestrzeniania się pożaru w różnych paliwach powierzchni. Prawdą oczywistą jest fakt, że mokre paliwa powierzchni (mokra ściółka, runo leśne) nie będą się palić. Las pali się zazwyczaj w okresie suszy, gdy pokrywa gleby jest przesuszona, a tym samym łatwopalna.

Bardzo duży wpływ na rozprzestrzenianie się pożaru ma wilgotność poszczególnych paliw powierzchni w lesie. Im mniejsza wilgotność tym większy współczynnik rozprzestrzeniania ognia. Prawie wszystkie paliwa wykorzystane do potrzeb symulacji miały nadane bardzo niskie wilgotności początkowe tak aby ogień mógł się rozprzestrzeniać. Jedyne kilka paliw siedlisk leśnych wilgotnych na początku symulacji miało bardzo wysoką wilgotność, z racji na swoją potencjalną niepalność. Rysunek 6 obrazuje wyhamowanie pożaru na południowej stronie kompleksu, z powodu wystąpienia tam boru wilgotnego - siedliska leśnego o nadanej dla potrzeb symulacji dużej wilgotności początkowej, oznaczonego kolorem brązowym i numerem 7. W tym przypadku symulowany pożar bardzo powoli postępuje osuszając paliwa znajdujące się przed jego frontem, ale odpowiednia wilgotność paliwa przed frontem pożaru może go skutecznie ugasić.

Istotny jest również wiatr, którego wystąpienie niesie dla pożaru lasu zazwyczaj dramatyczne skutki. Wiatr według symulacji wyznacza przede wszystkim kierunki rozprzestrzeniania ognia (rys. 13), czyli w bardzo znaczący sposób wpływa na kształt powierzchni spalonej. Wiatr o odpowiedniej prędkości prowadzi do wystąpienia zjawiska przenoszenia płonących fragmentów na duże odległości powodując często nowe ogniska zapalne pożaru. Na mapie KOMPLEKSU1 np. rysunek 6, poprzez środek lasu przebiega droga asfaltowa. Przyglądając się powierzchni pożaru będącej wynikiem przeprowadzonej symulacji widać wyraźnie, że początkowo pożar, który swój początek miał po lewej stronie drogi, nie przekroczył jej i nie rozprzestrzenił się po prawej stronie. Dopiero w czasie gdy zaczął wiać wiatr o dużej prędkości, płonące fragmenty zostały przeniesione na drugą stronę drogi i pożar zaczął się rozprzestrzeniać również za drogą.

W przypadku wykonanej symulacji bardzo duży wpływ na początkowe rozprzestrzenianie się ognia, ma forma pożaru lasu. Całkowity pożar lasu, w przebiegu którego pali się powierzchnia oraz korony drzew dużo łatwiej przenosi się na większe odległości i jest znacznie trudniejszy do ugaszenia.

Pracownicy Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku potwierdzili, że pożar lasu na analizowanym terenie to przede wszystkim pożar

paliw powierzchni. Wpływ na to ma przede wszystkim typ siedliskowy - bór świeży, nie posiadający dolnego piętra drzew. Drzewa górnego piętra są bardzo wysokie, a paliwa koron tych drzew znajdują się na znacznej wysokości nad paliwami powierzchni, co uniemożliwia przeniesienie ognia z powierzchni ziemi na korony. Taka możliwość przeniesienia ognia istnieje jedynie w przypadku młodników, które mają dużą zwartość, a ich korony zaczynają się bardzo nisko. Płonący młodnik może przenieść ogień na korony drzew dorosłych, co jednak nie potwierdziła przeprowadzona symulacja.

Pogoda jest kolejnym czynnikiem wpływającym znacząco na zachowanie pożaru. Uwzględniona w symulacji wskazuje na sprzyjający wpływ w rozprzestrzenianiu się pożaru. Mała wilgotność powietrza, wysokie temperatury, brak opadów oraz nieustannie bezchmurne niebo to warunki, w których pożar na pewno będzie się szybko rozwijał. Program FARSITE dynamicznie uwzględnia wilgotność paliw powierzchni w zależności od aktualnych warunków pogodowych, lub zbliżającego się frontu pożaru i jego promieniowania cieplnego. Analizując wyniki symulacji zauważa się również bardzo duży wpływ wiatru na intensywność reakcji oraz ilość wydzielanego ciepła. Silny wiatr prowadzi do zwiększenia intensywności reakcji oraz wydzielania ciepła przez front pożaru (rys. 10 i 11).

Przedstawiona symulacja ukazuje realny wpływ poszczególnych czynników na rozprzestrzenianie się pożaru. Z powodu braku niektórych danych i konieczności określenia ich w sposób szacunkowy przedstawione dane mają jednak jedynie charakter poglądowy wskazujący na możliwości adopcowania oprogramowania FARSITE do prognozowania rozprzestrzeniania się pożaru lasu w polskich warunkach. W celu wykonania jak najbardziej realistycznej symulacji pożaru konieczne są dokładne pomiary lasów pod kątem określenia wszystkich danych na podstawie których przeprowadzana jest symulacja. Brak tu między innymi określonych modeli paliw powierzchni oraz charakterystyk paliw korony. Są to zadania do wykonania przez specjalistów z Dyrekcji Lasów Państwowych.

Technika symulacji pożaru lasu przedstawiona w pracy może być bardzo przydatna zarówno instytucjom takim jak Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych jak i Państwowej Straży Pożarnej w planowaniu strategii gaszenia pożaru podczas ćwiczeń oraz w warunkach rzeczywistych zagrożeń pożarowych.

Autorzy artykułu dziękują kierownictwu Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku oraz pracownikom tej instytucji, a w szczególności mgr inż. Pawłowi Chojnowskiemu i mgr inż. Marcinowi Sołogubie za udostępnienie danych niezbędnych do realizacji pracy oraz fachową pomoc.

Literatura

1. Czerpak T., Maciak T., *Modelowanie pożaru lasu. Część I. Metody i algorytmy modelowania pożaru lasu*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, 2011, nr 3, str. 83-94;
2. Finney M.A., *FARSITE: Fire Area Simulator—Model Development and Evaluation*, U.S. Department of Agriculture Forest Service 1998, str. 1-15;
3. Rothermel R.C., *A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels*, U.S. Department of Agriculture Forest Service 1972, INT-115, str. 3-25;
4. Van Wagner C.E., *Conditions for the start and spread of crownfire*, Canadian Journal of Forest Research 1977 nr. 7, str. 23-34;
5. Rothermel R.C., *Predicting behavior and size of crown fires in the northern Rocky Mountains, Ogden, UT*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station 1991, INT-438;
6. Albini F.A., *Spot fire distance from burning trees a predictive model. Ogden, UT*, Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1979, INT-56;
7. Richards G.D., *An elliptical growth model of forest fire fronts and its numerical solution*, International Journal for Numerical Methods in Engineering 1990. vol. 30, nr. 6, str. 1163-1179;
8. Richards G.D., *The properties of elliptical wildfire growth for time dependent fuel and meteorological conditions*, Combustion Science and Technology 1993. vol. 92, nr. 1, str. 145-171;
9. Czerpak T., *Metody i algorytmy modelowania pożaru lasu*, Praca mgr dyplomowa, Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka 2010, promotor Maciak T;
10. Witryna internetowa. [http://pl.wikipedia.org/wiki/Zwarcie_\(leśnictwo\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Zwarcie_(leśnictwo)), stan z 07.12.2011;
11. Anderson H.E., *Aids to determining fuel models for estimating fire behavior*, U.S. Department of Agriculture Forest Service 1982, INT-122;
12. Maciak T., *Modelowanie pożaru lasu. Cz. III. Modele paliwowe*, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, przesłany do redakcji;
13. Scott J. H., Reinhardt E. D., *Stereo photo guide for estimating canopy fuel characteristics in conifer stands. Fort Collins, CO*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station 2005, str. 32-39;
14. Riano D., Chuvieco E., Condis S., Gonzalez-Matesanz J., Ustin S. L., *Generation of crown bulk density for Pinus Sylvestris from LIDAR*, Remote Sensing of Environment 2004, vol. 92, nr. 3, str. 346-347.

mgr inż. Tomasz Czerpak urodził się w 1987 roku w Białymstoku. W roku 2005 rozpoczął studia na Wydziale Informatyki Politechniki Białostockiej na specjalności Inżynieria Oprogramowania. Studia ukończył 2010 roku. Obecnie pracuje w firmie komputerowej T-MATIC Grupa Computer Plus Sp. z o. o.

dr hab. inż. Tadeusz Maciak prof. SGSP urodził się 1949 roku w Warszawie. Studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej ukończył w roku 1973. Po studiach rozpoczął pracę w Instytucie Technologii Elektronowej Politechniki Warszawskiej (obecnie Instytut Mikro i Optoelektroniki). Zajmował się problemami związanymi z optoelektroniką. Pracę doktorską obronił na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej w roku 1982. W roku 1991 rozpoczął pracę na Wydziale Informatyki Politechniki Białostockiej. W roku 1994 obronił pracę habilitacyjną na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej. W roku 1998 równolegle podjął

pracę w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. W latach 2001-2006 Dziekan specjalności „Systemy Informatyczne w Technice i Zarządzaniu” w Wyższej Szkole Ekonomiczno-Technicznej w Legionowie. W ostatnich latach jego zainteresowania koncentrują się na wykorzystaniu aparatu informatycznego w rozwiązywaniu zagadnień związanych z ogólnie pojętym bezpieczeństwem wewnątrz państwa. Prowadzi prace związane z problematyką procesu wspomaganie podejmowania decyzji w Państwowej Straży Pożarnej. W kręgu jego zainteresowań znajdują się również wszelkiego typu symulacje komputerowe zagrożeń pożarowych oraz problematyka ewakuacji ludności z zagrożonych obiektów.

Recenzenci

prof dr hab. Mirosław Kosiorek

dr hab. inż. Ryszard Szczygieł, prof. IBL

mł. bryg. dr inż. **Joanna RAKOWSKA**
mgr inż. **Zuzanna ŚLOSORZ**
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych

KOROZJA INSTALACJI GAŚNICZYCH I ARMATURY POŻARNICZEJ

Corrosion of fire extinguishing systems and fire fighting fittings

Streszczenie

Urządzenia do gaszenia pożarów powinny charakteryzować się wysoką skutecznością i niezawodnością działania. Jednym z problemów związanych z jego poprawnym działaniem jest ograniczenie rozwoju korozji przez odpowiedni dobór materiałów, z którego wykonane są detale lub zastosowanie optymalnych metod ochrony przed niszczeniem korozyjnym. W artykule przedstawiono rodzaje korozji, jakim mogą ulegać poszczególne elementy instalacji gaśniczych i armatury pożarniczej narażone na działanie wody i wodnych roztworów środków gaśniczych. Omówiono m.in. korozję ogólną (równomierną), korozję międzykrystaliczną, korozję wżerową (pitting), korozję naprężeniową, korozję selektywną, korozję szczelinową, korozję gazową (wysokotemperaturową). Przedstawiono także najważniejsze metody ochrony przed korozją, które mogą być zastosowane do sprzętu stosowanego przez straż pożarną. Opisano sposoby związane zarówno z doбором lub modyfikacją materiału, jak i środowiska korozyjnego tj. ochronę elektrochemiczną oraz ochronę materiału przez zastosowanie powłok ochronnych lub inhibitorów korozji. Poznanie mechanizmów powstawania korozji oraz jej zwalczania jest niezwykle istotne, w aspekcie ograniczenia strat materialnych a także zapewnienia efektywnego wykorzystywania armatury pożarniczej i instalacji gaśniczych.

Summary

Equipment for fire fighting should be characterized by high efficiency and reliability of operation. One of the problems associated with correct operations is to reduce the development of corrosion by a suitable choice of materials, which are made the detail or the use of optimal methods of protection against corrosive destruction. In article it collates some kind of corrosions which may be subject to individual elements of fire fighting fittings and fire extinguishing systems which are exposed to water or aqueous solutions of fire fighting agents. Discussed included general corrosion (uniform), intergranular corrosion, pitting corrosion (pitting), stress cracking corrosion, selective corrosion, crevice corrosion, gas corrosion (high temperature). Also showed the most important methods of protection before corrosion which can be applied to equipment used by fire brigades. Described by methods of protection before corrosion by selection suitable material or modification of material chemical composition, as well as modification of corrosion environments, this is the electrochemical protection and the protection of the material by the application of protective coatings or corrosion inhibitors. Knowledge of mechanism of corrosion generation in aspect of limitation of material losses as well as effective using of fire fighting fittings and fire fighting systems is extremely important.

Słowa kluczowe: korozja, armatura pożarnicza, instalacje gaśnicze, inhibitory, powłoki ochronne;

Key words: corrosion, fire fighting fittings, fire extinguishing systems, inhibitors, protective coating;

Najbardziej znanym i najczęściej stosowanym środkiem gaśniczym jest woda [1, 2]. W celu zwiększenia jej skuteczności gaśniczej, wprowadza się substancje modyfikujące właściwości. Powszechnie stosowanymi w pożarnictwie dodatkami podnoszącymi efektywność wody są koncentraty pianotwórczych środków gaśniczych. Pianotwórcze środki gaśnicze są produktami przeznaczonymi do wytwarzania pian gaśniczych złożonymi z wody, substancji powierzchniowo czynnych, rozpuszczalników i innych dodatków np.: stabilizatorów piany, sub-

stancji hydrotropowych, inhibitorów korozji, konserwantów, substancji obniżających temperaturę krzepnięcia oraz barwników.

Najczęściej w kompozycjach gaśniczych stosowane są surfaktanty anionowe [3] lub mieszaniny anionowych i niejonowych związków powierzchniowo czynnych [4]. W środkach pianotwórczych wytwarzających film wodny stosowane są fluorosurfaktanty [5, 6] natomiast związki powstałe na bazie proteinowej używane są do produkcji koncentratów proteinowych [7÷9].

Armatura pożarnicza to sprzęt służący do czerpania, napełniania i podawania wody lub roztworów wodnych, wykorzystywanych w celach pożarniczych. Przykładem armatury pożarniczej są [10]:

- prądownice wodne,
- nasady,
- łączniki,
- przełączniki,
- rozdzielacze,
- zbieracze,
- smoki ssawne,
- stojaki hydrantowe,
- oraz inny sprzęt znajdujący zastosowanie przy budowie linii gaśniczych, zasilających, ssawnych.

Bardzo często wykorzystywane w celu podawania środków gaśniczych do środowiska pożaru są instalacje gaśnicze. Stałe instalacje gaśnicze są to urządzenia zawierające określoną ilość środka gaśniczego, połączone ze stałą dyszą (stałymi dyszami), przez którą środek gaśniczy podawany jest do gaszenia pożaru [11]. Zasady projektowania, instalowania i użytkowania tych urządzeń są opisane w normach [12÷14]. Elementami stosowanymi do budowy urządzeń gaśniczych są:

- tryskacze,
- zraszacze,
- przewody rurowe,
- zawory,
- wskaźniki przepływu,
- zbiorniki.

Armatura pożarnicza i elementy instalacji gaśniczych wykonywane są zazwyczaj ze stopu aluminium i stali. Przykładem może być odlew aluminium ze stopem AK 11 (AlSi 11), w którym jako uszczelki stosuje się materiał wykonany z gumy, lub stop cynku i aluminium tzw. ZNAL. Innymi materiałami stosowanymi przy wytwarzaniu armatury są: mosiądz np. MO58 oraz stal ocynkowana [10].

Urządzenia do gaszenia pożarów powinny charakteryzować się wysoką skutecznością i niezawodnością działania. Dlatego też istotny jest sposób przechowywania i konserwacji sprzętu pożarniczego. Ważne jest, aby podczas wykorzystywania sprzętu pożarniczego zapobiegać przetrzymywaniu armatury w niesprzyjających warunkach, które determinują możliwość powstawania ognisk korozji. To jest, sprzęt powinien być odpowiednio konserwowany po i przed użyciem, przechowywany w miejscach nie zawilgoconych oraz nie narażony na substancje żrące [15]. Mimo wszystko nie da się zapobiec korozji armatury pożarniczej. Dlatego też prowadzi się badania mające na celu ochronę przed korozją.

W celu rozważenia problematyki związanej z korozyjnym niszczeniem armatury pożarniczej, na początku należałoby udzielić odpowiedzi na pyta-

nia: czym właściwie jest, jak przebiega i jakie skutki ze sobą niesie proces korozji?

Korozja jest niemożliwym do całkowitego wyeliminowania zjawiskiem niszczenia materiału, wynikającym z chemicznego lub elektrochemicznego oddziaływania środowiska. Najczęściej pojęcie korozji zawęża się do materiałów metalowych, jednak w rzeczywistości podlegają jej również materiały niemetalowe np. tworzywa sztuczne, beton [16].

Procesy korozyjne powodują ogromne straty ekonomiczne, a niejednokrotnie również stanowią bezpośrednie zagrożenie dla życia ludzkiego np. korozja mostu lub kadłuba statku, rurociągu czy też konstrukcji nośnej platformy wiertniczej.

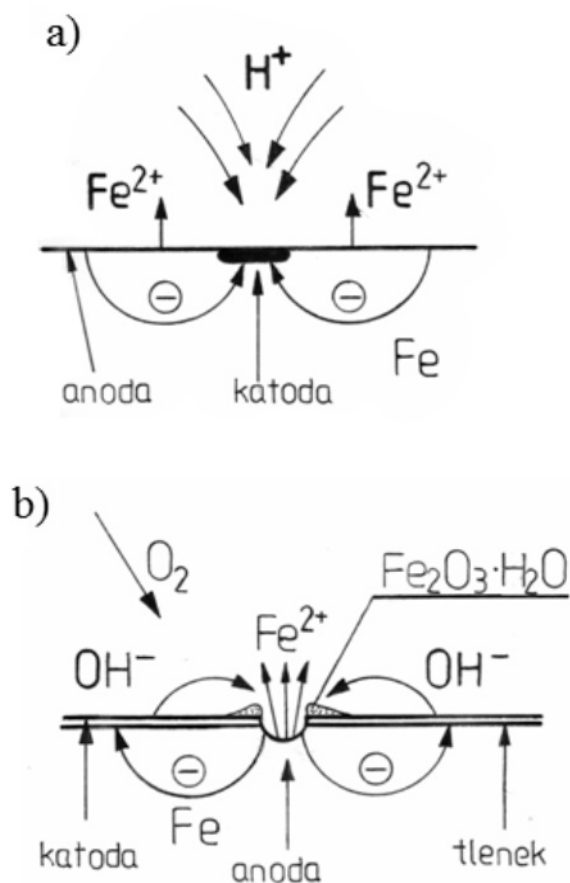
Stan, w którym materiał zachowuje odporność chemiczną wobec otaczającego środowiska nazywa się pasywnością. Pasywacja jest procesem w wyniku, którego metal przechodzi ze stanu aktywnego w stan pasywny, tj. staje się bardziej odporny na korozję. Proces pasywacji polega na wytworzeniu się na powierzchni danego metalu lub stopu, pod działaniem tlenu lub powietrza (albo roztworu utleniającego), cienkich warstewek izolujących metal od środowiska [17]. Zjawisko pasywacji jest podstawą naturalnej odporności korozyjnej takich metali konstrukcyjnych jak np. aluminium, chrom, stale nierdzewne.

Znajomość mechanizmów powstawania oraz zwalczania ognisk korozyjnych jest niezwykle ważna, gdyż umożliwia spowolnienie procesu niszczenia powłok ochronnych, a w efekcie ułatwia zabezpieczenie armatury pożarniczej i znacznie ogranicza jej straty materiałowe [16].

W zależności od typu przewodności elektrycznej na granicy faz badany materiał -środowisko i od rodzaju środowiska, w którym znajduje się próbka, proces korozji może mieć charakter elektrochemiczny (dla materiałów o wysokiej przewodności), chemiczny lub fizykochemiczny (dla materiałów o niskiej przewodności lub jej braku). Korozja elektrochemiczna powoduje niszczenie materiału w wyniku procesów elektrochemicznych zachodzących na granicy faz metal/elektrolit. Cechą charakterystyczną korozji elektrochemicznej jest istnienie dwóch procesów przebiegających niezależnie od siebie:

- a. anodowego – przechodzenia metalu do roztworu w postaci uwodnionych jonów,
- b. katodowego – asymilacji elektronów nadmiarowych przez utleniacze.

Schemat mechanizmu korozji elektrochemicznej w środowisku obojętnym przedstawiono na ryc. 1 jako przykład uszkodzenia powłoki cynkowej lub cynowej na stali.



Ryc. 1 Schemat korozyjnego uszkodzenia powłoki:
a) w roztworze kwaśnym, b) w roztworze obojętnym [18].

Fig. 1. Diagram of corrosion damage of the shell:
a) in acid solution, b) in neutral solution [18].

Ze względu na uwarunkowania zachodzących zjawisk, rozmieszczenie obszarów zmian korozyjnych oraz ich geometrię można wyróżnić następujące rodzaje korozji [16]:

- korozja ogólna (równomierna),
- korozja międzykrystaliczna,
- korozja wżerowa (pitting),
- korozja naprężeniowa
- korozja selektywna,
- korozja szczelinowa,
- korozja gazowa (wysokotemperaturowa).

Zestawienie zmian spowodowanych przez wybrane rodzaje korozji metali schematycznie przedstawiono na ryc. 2.

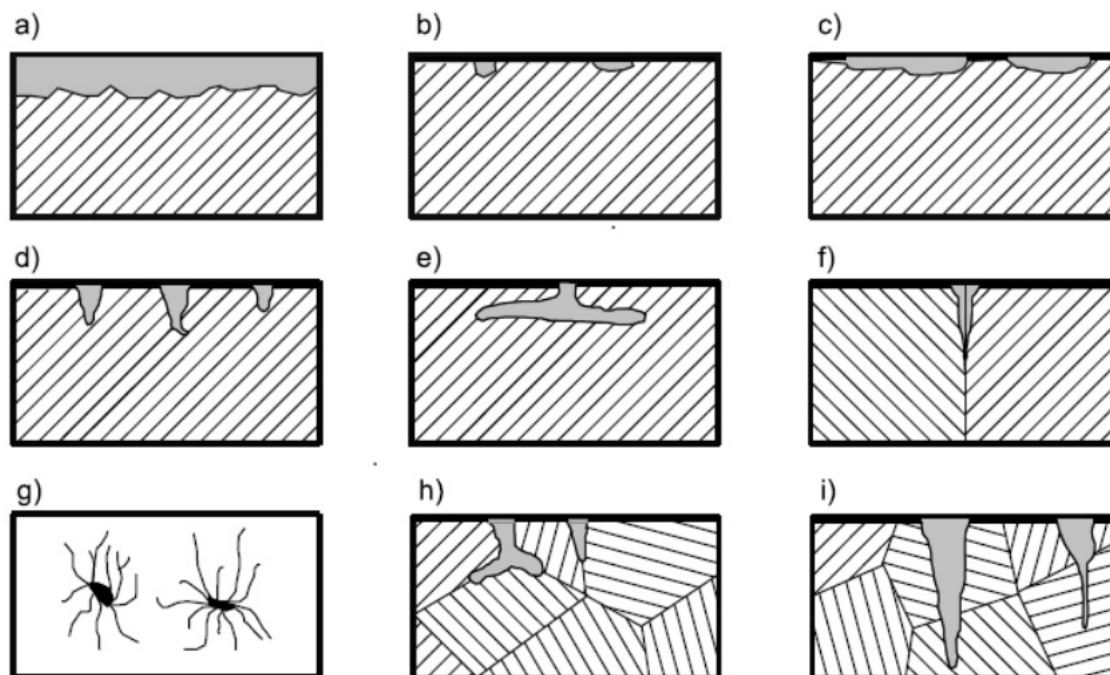
Korozja ogólna powstaje na skutek reakcji agresywnych składników środowiska ze składnikami tworzywa metalicznego, wynikiem czego jest równomierny ubytek korodowanego materiału. Tego rodzaju korozji ulegają materiały o niskiej odporności korozyjnej, takie jak:

- stale zwykłej jakości,
- stale niestopowe i niskostopowe stale wyższej jakości w atmosferze i w wodzie,
- znaczna część stopów metali w środowiskach kwaśnych.

Produkty korozji nie stanowią szczelnej bariery chroniącej materiał przed dalszym utlenianiem, są słabo związane z podłożem.

Korozji ogólnej przeciwdziała się poprzez:

- odpowiedni dobór materiału do warunków eksploatacji,



Ryc. 2 Zestawienie wybranych rodzajów korozji metali [19].

a) powierzchniowa, równomierna, b) punktowa, c) plamowa, d) wżerowa,
e) podpowierzchniowa, f) szczelinowa, g) nitkowa, h) międzykrystaliczna, i) śródkrystaliczna

Fig. 2. Selected types of corrosion of metals [19].

a) surface, uniform, b) point, c) plam spot d) pitting, e) subsurface, f) crevice, g) thread, h), intergranular, i) crystalline

- stosowanie powłok ochronnych,
- stosowanie inhibitorów korozji,
- ochronę elektrochemiczną.

Korozja międzykrystaliczna jest przykładem korozji, która przebiega wzdłuż granic ziaren. Jej działanie jest niewidoczne, prowadzi do zmniejszenia wytrzymałości i plastyczności korodowanego materiału. Ten rodzaj korozji powstaje w wyniku różnicy potencjałów jakich mikroobszarów przyległych do granic ziaren z mikroobszarami we wnętrzu ziaren.

Korozji międzykrystalicznej w zależności od rodzaju stali (Tab. 1) zapobiega się dla stali austenitycznych przez:

- ograniczenie zawartości węgla,
- stosowanie przesycania stali w odpowiedniej temperaturze,
- unikanie nagrzewania stali do temp. 500-800°C,
- wprowadzenie do stali tytanu lub niobu w ilości 5- lub 10-krotnej zawartości węgla.

dla stali ferrytycznych poprzez:

- Wyrzanie stali w temp. ok. 800°C.

Tabela. 1

Zestawienie stali odpornych na korozję [20]

Table 1.

Kind of stainless steels [20]

Struktura	Główne składniki stopu
ferrytyczna	Cr
martenzytyczna	Cr, lub Ni
austenityczna	Cr, Ni, Mo
austenityczno-ferrytyczna	Cr, Mo (wyższa zawartość Cr i niższa Ni w porównaniu do stali austenitycznych)

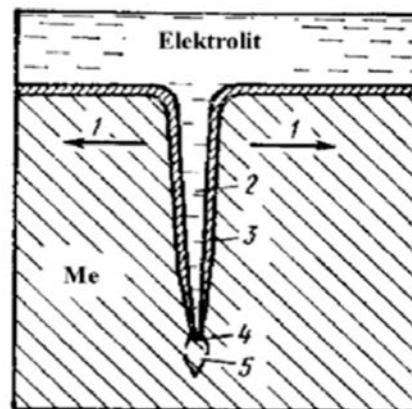
Korozja wżerowa jest przykładem korozji lokalnej występującej na metalach w stanie pasywnym, znajdujących się w środowisku zawierającym jony halogenkowe. Podczas korozji wżerowej następuje ubytek masy i powstają w dwóch etapach wżery. Pierwszym etapem jest zarodkowanie wżerów na powierzchni metalu, kolejnym rozwój powstałych wżerów. W zależności od warunków korozji zmienia się w udział objętościowy, kształt i wielkość wżerów. W zależności od właściwości pasywujących stopów wyróżniamy: dla stopów łatwo pasywujących się - wżery przykryte warstwą pasywną oraz dla stopów trudniej pasywujących się wżery otwarte. Odporność na korozję wżerową określa się na podstawie rodzaju, właściwości materiału ulegającego korozji, jak również właściwości elektrochemicznych i chemicznych środowiska. Korozji wżerowej można zapobiegać odpowiednio dobierając materiał i technologie przygotowania warstwy wierzchniej np. modyfikując skład chemiczny metalu przez

wprowadzanie pierwiastków posiadających właściwości pasywujące np. chromu, tytanu lub molibdenu lub też stosując procesy technologiczne umożliwiające uzyskanie struktury stopu o większej odporności korozyjnej [21, 22].

Agresywne oddziaływania środowiska oraz uszkodzenia mechaniczne powodują zniszczenia typowe dla **korozji naprężeniowej**, zmęczeniowej, kawitacyjnej czy erozyjnej.

Naprężenia występujące w całej objętości i adekwatne z wielkością elementu wywołane są naprężeniami w makroskali tzw. naprężeniami pierwszego rodzaju. Naprężenia wynikające z oddziaływań zewnętrznych lub spowodowane odkształceniami sprężystymi wpływają na obniżenie odporności materiału na korozję. Pękanie korozyjne może powstawać tylko w wyniku synergicznego działania środowiska oraz naprężeń rozciągających i rozwija się zarówno na granicy ziaren jak i śródkrystalicznie.

Powstawanie mechanizmu pękania korozyjnego opisuje wiele teorii. Najbardziej powszechną i popartą największą ilością badań jest teoria elektrochemiczna, zgodnie z którą do powstawania pęknięć korozyjnych w głównej mierze przyczynia się przyspieszone, anodowe rozpuszczenie materiału w szczelinie pęknięcia. Anodę w tym procesie elektrochemicznym stanowi depasYWowany wierzchołek pęknięcia a katodę powierzchnia boczna szczeliny (Ryc. 3).



Ryc. 3. Schemat pękania korozyjnego [16]

- 1-kierunek naprężeń, 2- szczelina zawierająca elektrolit i produkty korozji, 3- warstwa pasywna (katoda), 4- przemieszczający się wierzchołek pęknięcia (anoda), 5- strefa maksymalnych naprężeń (przed czołem pęknięcia)

Fig.3 Schema corrosion cracking [16]

- 1- direction of stress, 2 - slot containing the electrolyte and corrosion products, 3 - passive layer (cathode), 4 - moving crack tip (anode), 5 - zone of maximum stress (before the brow cracks)

Korozji zmęczeniowej można częściowo zapobiegać stosując obróbkę warstwy wierzchniej wprowadzającą naprężenia własne ściskające lub korzystne zmiany strukturalne (np. przez azotowanie).

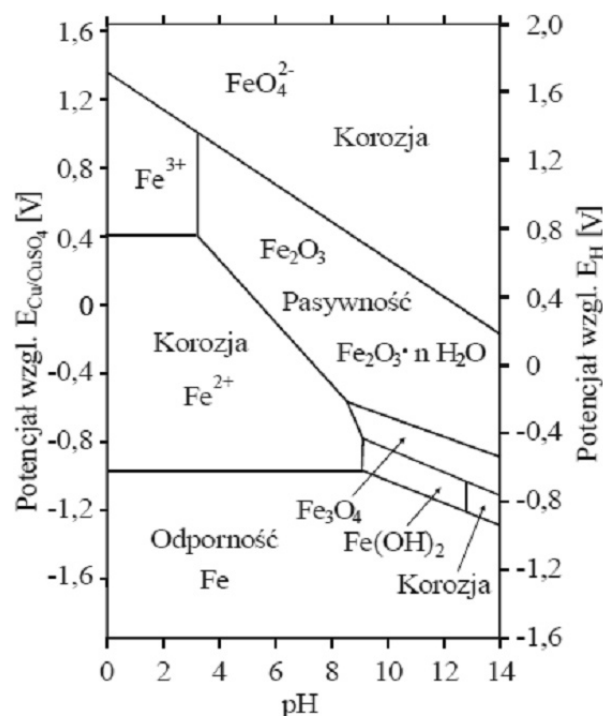
Korozja selektywna polega na roztrawianiu się składnika mniej aktywnego w stopie dwuskładnikowym lub wieloskładnikowym na skutek tworzenia się lokalnych mikroogniów galwanicznych w obszarach o mikrosegregacji składu. W stopach dwufazowych rozpuszczaniu ulega faza o niższym potencjale galwanicznym (anoda). Korozję selektywną obserwuje się tylko w tych stopach, w których strukturze występuje roztwór stały. Przy wzroście zawartości pierwiastka szlachetnego prawdopodobieństwo zaistnienia tego typu korozji maleje, aż do zaniku w wyniku składu granicznego roztworu. Wynikiem korozji selektywnej jest obniżenie wytrzymałości na rozciąganie i ciągliwość materiału. Mikrododatki stopowe przeciwdziałają tworzeniu się ogniw galwanicznych.

Korozja szczelinowa powstaje na skutek tworzenia się lokalnych ogniw galwanicznych w wyniku niejednakowego napowietrzenia pomiędzy roztworem w szczelinie a pozostałą objętością roztworu. Ten typ korozji występuje zazwyczaj w zagłębieniach konstrukcyjnych, pod uszczelnieniami, pod osadami lub warstwą ochronną oraz we wszelkiego rodzaju pęknięciach.

Zapobieganie korozji szczelinowej polega na eliminowaniu szczelin, zwłaszcza konstrukcyjnych, już na etapie projektowania aparatów i urządzeń produkcyjnych.

Korozja gazowa powstaje w wyniku oddziaływania na metal środowiskiem utleniającym w podwyższonej temperaturze. Wynikiem takiego działania są produkty lotne, ciekłe lub stałe. Produkty te występują głównie na powierzchni materiału jako zgorzelina, jednak proces utleniania może zachodzić jednocześnie lub wyłącznie w głębi materiału. Korozja gazowa nazywana jest także korozją suchą, ponieważ w warunkach temperaturowych, w jakich zachodzi ten typ korozji nie następuje kondensacja wilgoci na powierzchni materiału. Substancjami gazowymi powodującymi korozję gazową są np.: tlen, para wodna, dwutlenek węgla, siarka gazowa, chlorowce. Na korozję gazową narażone są więc instalacje gaśnicze stałych urządzeń gazowych.

Ponieważ korozja metalu jest spowodowana oddziaływaniem środowiska należy przede wszystkim stwierdzić, czy rozważany materiał będzie trwały (termodynamicznie stabilny) w danym środowisku. Do tego celu wykorzystywane są wykresy Pourbaixa [23]. Diagramy te zostały obliczone z wykorzystaniem zależności termodynamicznych przy założeniu, że dany metal kontaktuje się z roztworem wodnym nie zawierającym związków kompleksotwórczych (np. jonów Cl^-). Przykład takiego diagramu pokazany jest na Ryc. 4.



Ryc. 4 Wykres Pourbaixa dla żelaza [23]

Fig. 4 Pourbaix diagram for iron [23]

Zasadniczo ochronę przed korozją można podzielić na trzy rodzaje:

- ochronę elektrochemiczną
- inhibitory korozji
- powłoki antykorozyjne

Sposoby ochrony przed korozją przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2

Metody ochrony przed korozją

Table 2.

Methods of protection against corrosion [16]

Ochrona przed korozją		
Ochrona elektrochemiczna	Powłoki ochronne	Inhibitory korozji
• ochrona anodowa • ochrona katodowa	• powłoki malarskie • powłoki metalowe • powłoki niemetalowe	• inhibitory katodowe • inhibitory anodowe • inhibitory mieszane (organiczne) • mieszaniny Inhibitorów

Do elektrochemicznej ochrony przed korozją należy zaliczyć ochronę anodową i katodową. Ten rodzaj zabezpieczenia polega na odpowiedniej zmianie potencjału elektrodowego na granicy metal-środowisko, w wyniku której szybkość rozpuszczania metalu zostaje ograniczona lub zahamowana. W zależności od kierunku przesuwania potencjału metodę tę dzieli się na katodową i anodową. Stan odporności metalu uzyskuje się przez przesunięcie poten-

cjału w stronę katodową, natomiast stan pasywności w stronę anodową.

Innym przykładem ochrony przed korozją jest użycie inhibitora korozji, środka chemicznego hamującego przebieg niszczenia danego materiału. Inhibitory korozji znajdują zastosowanie m.in. w procesach wytrawiania metali (roztwory do trawienia zawierające inhibitory korozji dobrze rozpuszczają rdzę i zgorzelinę, nie niszcząc samego metalu). Substancję hamującą korozję wprowadza się również do wód obiegowych oraz do roztworów agresywnych, znajdujących się w aparatach chemicznych, instalacji chłodniczych, kotłach parowych itp. [17].

Ze względu na kierunek przesuwania potencjału elektrodowego inhibitory dzieli się na anodowe, katodowe i mieszane. Inhibitor anodowy przesuwa potencjał korozji w dodatnią stronę, katodowy przesuwa potencjał korozji w stronę ujemną, natomiast mieszany (anodowo-katodowy) działa w obu kierunkach a jego wypadkowa działania zależy od względnej wielkości efektów. W wyniki działania inhibitora na powierzchni metalu wytwarza się warstewka pasywna utrudniająca roztwarzanie metalu (inhibitory anodowe: chromiany, dwuchromiany, azotyny, fosforany, benzoesany) lub bariery zapobiegające redukcji jonów metalu na katodzie (inhibitory katodowe: hydrazyna, siarczyny sodu).

Inhibitorami anodowymi są głównie aniony przemieszczające się do powierzchni anody. Ze względu na sposób działania dzieli się je na utleniające (pasywujące) i nieutleniające.

Pasywatory (inhibitory pasywujące) są utleniającymi związkami nieorganicznymi, powodującymi przesunięcie potencjału metalu w kierunku dodatnim. Działają w roztworach zawierających rozpuszczony tlen, jak i w roztworach beztlenowych. W porównaniu do inhibitorów organicznych silniej obniżają szybkość korozji, jednak ich wadą jest fakt, że należą do grupy tak zwanych inhibitorów „niebezpiecznych”. Zastosowanie niewystarczającego stężenia inhibitora pasywującego może prowadzić do powstania korozji wżerowej. Najważniejszymi pasywatorami są:

- chromiany (np. Na_2CrO_4 , K_2CrO_4 , które stosuje się do ochrony stali, miedzi, cynku, metali lekkich)
- azotyny (np. NaNO_2 które znajdują zastosowanie w roztworach wodnych o $\text{pH} > 5$, dla różnych metali i stopów z wyjątkiem cynku i stopów miedzi.)

Inhibitory nieutleniające są substancjami alkalicznymi o działaniu buforowym; powodują tworzenie się warstw trudno rozpuszczalnego osadu. Skuteczna ochrona przy użyciu tego typu inhibitorów osiągana jest przy stężeniach wyższych około 100-krotnie niż wymagane stężenia pasywatorów. Do

najczęściej stosowanych inhibitorów nieutleniających należą [16]:

- ortofosforany (np. Na_2PO_4 , które skutecznie działają w środowisku wody twardej),
- krzemiany (np. $\text{Na}_2 \cdot 2\text{SiO}_2$, powodują alkalizację środowiska oraz hamowanie procesu anodowego, stosuje się głównie do ochrony aluminium w środowiskach wodnych),
- benzoesany (np. benzoesan sodowy, stosuje się go głównie jako inhibitory korozji żelaza w kwasach, olejach i roztworach wodnych elektrolitów, jego skuteczność wzrasta wraz ze stężeniem).

Inhibitorami katodowymi są kationy osadzające się na katodzie w trakcie trwania procesu chemicznego lub elektrochemicznego. Powstające w ten sposób osady utrudniają redukcję tlenu na katodzie, zmniejszają powierzchnię katodową lub podwyższają nadpotencjał wydzielania wodoru. Przykładami tego typu inhibitorów są:

- kationy niektórych metali ciężkich (np. As^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{3+} , opóźniają reakcje rozpuszczania się żelaza w kwasach, znajdują zastosowanie m.in. do ochrony szybów naftowych przy wydobywaniu ropy kwaśnej i zasarczonej),
- wodorowęglan wapnia $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ oraz siarczyn cynku ZnSO_3 (związki te reagują z alkalią, dają nierozpuszczalne w wodzie osady CaCO_3 i $\text{Zn}(\text{OH})_2$, które hamują dalszy proces utleniania),
- polifosforany (np. Calgon tworzące w roztworach wodnych duże kationy koloidalne typu $(\text{Na}_5\text{CaP}_6\text{O}_{18})_n^{n+}$, które przemieszczają się do katody i tam oddają ładunek elektryczny tworząc gruby osad, zapobiegają tworzeniu się kamienia kotłowego na elementach grzejnych).
- EDTMP (etylenodiamino-tetrametylenofosfonian) hamuje korozję 3-5 razy skuteczniej niż nieorganiczny polifosforan, może być w pełni rozpuszczalna w wodzie i nie stanowi żadnego zagrożenia dla środowiska, wykazuje dobrą stabilność chemiczną i termiczną. Stosowana jest jako inhibitor korozji w obiegu chłodzenia instalacji wodnej i wody w kotle [24].

Organiczne inhibitory korozji (inhibitory mieszane) ze względu na skład chemiczny dzieli się na inhibitory zawierające:

- azot, np. nityle, aminy (R-NH_2 znajdują zastosowanie jako inhibitory korozji żelaza w kwasach i roztworach wodnych oraz jako inhibitory lotne. Ich skuteczność zależy od zdolności adsorpcji na powierzchni stopów żelaza,
- siarkę w postaci HS^- , S^{2-} lub w układzie heterocyklicznym, np. tiole, siarczki, dwusiarczki (R-SH , R-S-R , R-S-S-R są lepszymi inhibitorami korozji niż związki zawierające azot, ponieważ siarka wykazuje większą zdolność do tworzenia wiązań ko-

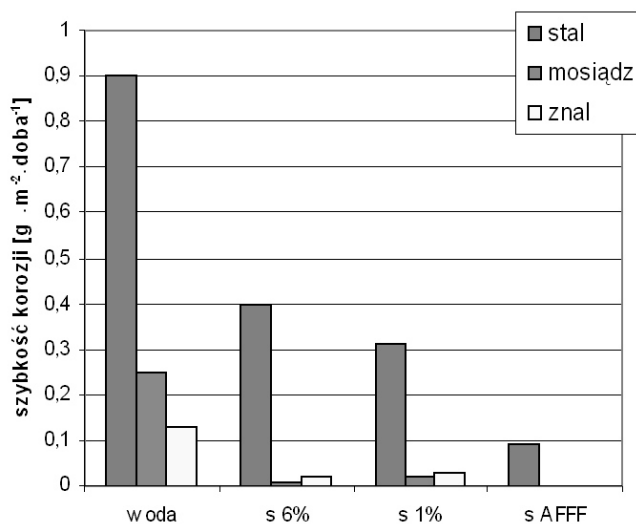
ordynacyjnych warunkujących trwałość adsorpcji cząsteczek inhibitora na powierzchni metalu),

- azot i siarkę, np. tiokarbamidy.

Niektóre surfaktanty wykazują właściwości antykorozyjne w stosunku do wyrobów stalowych, dlatego też uznawane są za efektywne inhibitory korozji. Przykładem tego typu surfaktantów mogą być surfaktanty kationowe lub niektóre amfoteryczne związki z tej grupy. Ze względu na bardzo silną adsorpcję na powierzchni metali w ochronie przed korozją wykorzystuje się pochodne kwasu N-acylosarkozowego oraz N-acetyloglutaminowego. Aktywność tych związków jest wynikiem wytworzenia się trwałego pięcioczłonowego pierścienia kompleksowego będącego połączeniem cząsteczki zawierającej anion z obszarem, z deficytem elektronów zlokalizowanym na powierzchni zabezpieczanego materiału [25].

W recepturach środków gaśniczych wykorzystywane są najczęściej anionowe związki powierzchniowo czynne lub ich mieszaniny z surfaktantami niejonowymi [3,4] lub też związki amfoteryczne, pełniące głównie rolę stabilizatorów piany [25,27].

Przykładowe wyniki szybkości korozji stopów metali w roztworach gaśniczych: wodzie, środku syntetycznym stosowanym w stężeniu 6%, środku syntetycznym stosowanym w stężeniu 1% oraz środku syntetycznym tworzącym film wodny, stosowanym w stężeniu 3% przedstawiono na ryc. 5. Działanie korozyjne środków gaśniczych oznaczono określając ubytki masy płytek stalowych, mosiężnych i aluminiowych umieszczanych w roztworach o stężeniach stosowania zalecanych przez producentów po czasie 28 dób.

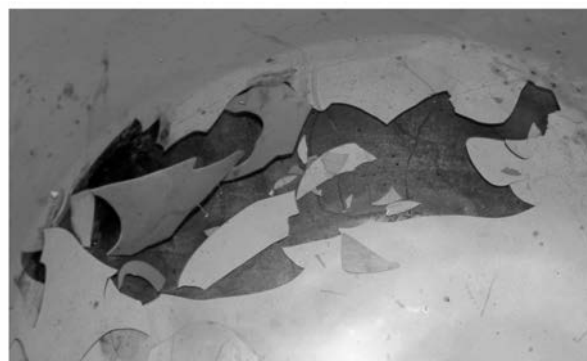


Ryc.5 Szybkość korozji ogólna stopów metali
Fig. 5. Rate of general corrosion of metal alloys
[badania własne]

Wszystkie rozważane roztwory pianotwórczych środków gaśniczych charakteryzują się mniejszą szybkością korozji niż woda wodociągowa. Naj-

mniej działaniem korozyjnym wyróżnia się roztwór środka typu AFFF (*ang. aqueous film forming foam*). AFFF to środki pianotwórcze tworzące film wodny, zawierające mieszaniny węglowodorowych i fluorowanych środków powierzchniowo czynnych [28]. Badany koncentrat AFFF do wytwarzania piany, tworzący film wodny, według informacji producenta przeznaczony jest do stosowania w stałych urządzeniach gaśniczych. Mała szybkość korozji wskazuje, że receptura tego wyrobu zawiera inhibitory korozji w odpowiedniej ilości.

Kolejnym przykładem ochrony przed korozją może być użycie powłok antykorozyjnych. Powłoki te są używane jako ochrona stała lub czasowa. Powłoki malarskie produkuje się jako jednowarstwowe lub wielowarstwowe. W skład powłoki wielowarstwowej wchodzi następujące warstwy: warstwa podkładowa (gruntowa), warstwa pośrednia i warstwa nawierzchniowa. Na poszczególne typy warstw stosuje się farby, lakiery oraz emalie (Ryc. 6).



Ryc. 6. Zbiornik z wadliwie naniesioną powłoką malarską. Widoczne znaczne zniszczenie korozyjne zbiornika.

Fig. 6 Tank with defective paint coating. Visible significant destruction of the tank on the way of corrosion [badania własne]

Jako powłoki niemetalowe zastosowanie znajdują: emalie techniczne, tworzywa sztuczne, gumy, pokrycia izolacyjne wieloskładnikowe, ceramikę, warstwy konwersyjne. Zaletą tego rodzaju powłok są: dobra odporność na korozję atmosferyczną i czynniki chemiczne, właściwości izolacyjne, elektryczne i cieplne oraz estetyczny wygląd.

Ostatnim rodzajem powłok antykorozyjnych są powłoki metalowe. Powstają one z czystych metali lub ich stopów, nakładanych następnie na podłoże metalowe, rzadziej niemetalowe. Przykładem wykorzystywanych metali do utworzenia powłok metalowych są: cynk, cyna, aluminium, miedź i mosiądź, ołów, nikiel, kadm, chrom, metale szlachetne (Au, Ag, Pt).

O wyborze rodzaju powłok ochronnych decydują zarówno uzyskiwane właściwości, ale także koszty ich wytwarzania.

Podsumowanie

Badania prowadzone w laboratorium Badań Chemicznych i Pożarowych wskazują, że stosowane obecnie pianotwórcze środki gaśnicze nie powodują większej korozji materiałów niż woda wodociągowa. Na tej podstawie można stwierdzić, że ze względu na oddziaływanie na elementy instalacji gaśniczych i armatury pożarnej receptury koncentratów gaśniczych są właściwie opracowane.

Najczęściej natomiast zniszczenia elementów sprzętu pożarowego wywołane są złym przygotowaniem powłok ochronnych lub nieodpowiednim doбором materiałów. Należy zatem w ocenie części wchodzących w skład instalacji gaśniczych oraz armatury pożarnej zwracać szczególną uwagę na wyniki badań korozyjności. Pozwoli to na ograniczenie strat szybkości niszczenia sprzętu narażonego na działanie agresywnego środowiska, a w efekcie zmniejszenie strat materialnych spowodowanych korozją urządzeń i jej zawodnym działaniem.

Literatura

1. Wilczkowski S., *Piany gaśnicze, środki pianotwórcze i zwiłzaczce*, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Kraków 2003;
2. Bielicki P., *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Kraków 1996;
3. pat. HCA. 117:28982, 1992;
4. pat. WO9743012 1997;
5. pat. USA 5824238;
6. **pat. US 2011073795 2010**,
7. pat. WO2009148039, 2009;
8. **pat. WO 8803425 1988**;
9. pat. US 4460480 1984;
10. http://starkam.pl/ARMATURA_POZARNICZA-k175-0-3-default.html (1.10.2011);
11. PN-ISO 8421-4:1998 Ochrona przeciwpożarowa Terminologia Wyposażenie gaśnicze;
12. PN-EN 12845+A2:2010 Stałe urządzenia gaśnicze Automatyczne urządzenia tryskaczowe Projektowanie, instalowanie i konserwacja;
13. PN-EN 12259-5:2005 Stałe urządzenia gaśnicze Podzespoły urządzeń tryskaczowych i zraszaczowych Część 5: Wskaźniki przepływu wody;
14. PN-EN 13565-1+A1:2010 Stałe urządzenia gaśnicze Urządzenia pianowe Część 1: Wymagania i metody badań dla podzespołów;
15. Pastuszka Ł., 998 *Czasopismo straży pożarnych*, nr 4, Poznań, 2010, s. 37-42;
16. Surowska B., *Wybrane zagadnienia z korozji i ochrony przed korozją*, Politechnika Lubelska Lublin 2002;
17. Praca zbiorowa, redaktor naczelny H. Chmielewski, *ENCYKLOPEDIA TECHNIKI „Chemia”*, Wydawnictwo naukowo-techniczne, Warszawa, 1965;
18. Prowans S., *Materiałoznawstwo*, PWN 1984;
19. Praca zbiorowa, firma Total, *Przemysłowe środki smarne, poradnik*, Warszawa 2003;
20. PN-EN 10088-1:2007, Stałe odporne na korozję Część 1: Gatunki stali odpornych na korozję;
21. Ura-Bińczyk E., Bałkowiec Z.A., Mikołajczyk Ł., Lewandowska M., Kurzydłowski K. J., *Wpływ wielkości ziarna na odporność korozyjną stopu aluminium 7475*, Ochrona przed korozją 2011, 54, (2), s. 44-47;
22. Krakowiak S., Jurak K., Darowicki K., *Zwiększanie odporności stali austenitycznych poprzez obróbkę chemiczną powierzchni*, 2011, 54 (3), s. 88-90;
23. Wranglen G., *Podstawy korozji i ochrony metali*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1975;
24. <http://www.edtmp.com/>;
25. Zieliński R. *Surfaktanty. Budowa, właściwości, zastosowania*, Wydawnictwo UE w Poznaniu, Poznań 2009;
26. Tadros Th.F., *Applied Surfactants: principles and applications*, Weinheim, Wiley VCH Verlag 2005;
27. Farn R.J., *Chemistry and Technology of Surfactants*, Oxford, Ames, Carlon; Blackwell Publishing 2006;
28. PN-EN 1568-1:2010, Pianotwórcze środki gaśnicze Część 1: Wymagania dotyczące środków pianotwórczych do wytwarzania piany średniej służącej do powierzchniowego gaszenia cieczy palnych i nie mieszających się z wodą.

dr inż. Joanna RAKOWSKA w 2011 obroniła doktorat na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Obecnie pracuje w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowarowej - PIB w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych. Specjalność- technologia preparatów gaśniczych.

mgr inż. Zuzanna Ślosorz w 2011 ukończyła studia na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Obecnie odbywa staż w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowarowej - PIB w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych. Może napisać, że staż Pani ukończyła a teraz realizuje zadania badawcze w CNBOP.

Recenzenci

prof. dr hab. inż. Władysław Harmata
dr Ryszard Grosset

mł. bryg. mgr inż. Przemysław WYSOCZYŃSKI
mł. bryg. mgr inż. Aleksander ADAMSKI
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

METODY WYZNACZANIA WYDATKU GAŚNICZEGO

Methods of calculating needed fire flow

Streszczenie

W swoich działaniach strażak-ratownik dysponuje zbiorem aktywnych i pasywnych środków zmierzających do likwidacji pożaru. Do środków pasywnych zaliczyć można: techniczne środki ochrony indywidualnej, sprzęt asekuracyjny czy środki łączności. Te elementy spełniają wiele ważnych funkcji, niemniej nie służą do bezpośredniej likwidacji zdarzenia – mają charakter bierny. Aktywnymi elementami są środki gaśnicze oraz urządzenia do ich podawania, dzięki którym strażak podejmuje bezpośrednie działania gaśnicze. Dużym problemem podczas akcji gaśniczych, szczególnie podczas pożarów średnich, dużych i bardzo dużych, jest określenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę. Woda podczas pożaru może być podawana w celu przeprowadzenia natarcia, opóźniania jego rozwoju, obrony sąsiednich obiektów lub obszarów czy też do osłony rot ratowniczych i ewakuacyjnych. Nie powinno się również lekceważyć obszarów ryzyka i niepewności, towarzyszących każdemu zdarzeniu. Częstym zjawiskiem jest występowanie, co najmniej dwóch form podawania środka gaśniczego jednocześnie. Odpowiedni margines w postaci zapasu (rezerwy wydatku) jest świadectwem profesjonalizmu i należytego przygotowania do realizacji zadań ratowniczo-gaśniczych. Przy skomplikowanej akcji gaśniczej wpływ na sumaryczny wydatek wody ma wiele czynników. Autorzy zadali sobie pytanie. Czy istnieją metody, które dają szansę KDR i pozwalają na wyznaczenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę dla akcji gaśniczej? W artykule przedstawiono klasyfikację metod, którą uszeregowano według koncepcji „od nauki do praktyki”. Żadna z nich nie jest jednak na tyle wiarygodna, żeby zdejmowała z kierującego akcją ciężar podejmowania decyzji i odpowiedzialności. Przedstawione metody wyznaczania zapotrzebowania na wodę do celów gaśniczych nie aspirują do miana doskonałych. Wyznaczenie optymalnej wartości wydatku gaśniczego zawsze będzie poważnym zadaniem dla kierującego akcją. Istniejące metody i rozwiązania są tylko narzędziem dającym wskazówki. Pod każdą metodą powinien znajdować się napis ostrzegawczy „Metoda nie daje żadnych gwarancji, nie zwalnia kierującego z trzeźwego myślenia, nadal jest on wyłącznie odpowiedzialny za własne decyzje”. Poznawanie metod praktycznych i teoretycznych jest natomiast jak najbardziej właściwą drogą do poszerzania wiedzy i wyobraźni w tym temacie.

Summary

In rescue operation firefighter have the class of active and passive agents aiming to the liquidation of the fire. The passive agents include personal protective and insurance equipment and communication equipment. These elements perform many important function, but do not provide to direct liquidation of the events – they have passive character. The active elements are extinguishing agents and equipment which give it to the fire, so a firefighter take a direct extinguishing operation. The large problem during extinguishing action, particularly during average, large and very large fire, is to define a water demand. Water during fire can be used to carry out the attack, delay its development, the defense neighborhood objects or area or also to protection of rescue and evacuation units. A common phenomenon is the occurrence of at least two forms of giving the extinguishing agents simultaneously. Adequate margin of water flow (water reserve) is the certificate of professionalism and appropriate preparedness for the rescue and firefighting tasks. During complicated firefighting action a lot of factors has influence on water flow. The authors asked themselves: Are there exist any methods that allow calculate a total water flow for extinguishing action? The article presents the classification of methods, which are ranked according to the concept “from science to practice”. None of them is so credible to takes off from commander the weight of decision-making and responsibility. The presented methods for calculating water supply for extinguishing purposes do not aspire to the name of perfect. Appointment of the optimum value of the water flow for extinguishing purposes will always be serious task for commander. Existing methods and solutions are only a tool that gives guidance. Under each method should be a warning inscription “method makes no warranty, does not relieve the commander from a sound mind, he still is exclusively responsible for own decisions.” Exploring the practical and theoretical methods is the most appropriate way to increase knowledge and imagination in this topic.

Słowa kluczowe: wydatek gaśniczy, zaopatrzenie wodne, dowodzenie;

Keywords: fire flow, fire command, water supply;

1. Wprowadzenie

W swoich działaniach strażak-ratownik dysponuje zbiorem aktywnych i pasywnych środków do realizacji jednego z głównych celów – likwidacji pożaru. Wśród środków pasywnych można wymienić: techniczne środki ochrony górnych dróg oddechowych oraz twarzy, ubranie ochronne, przyrządy pomiarowe i wykrywcz, sprzęt asekuracyjny, środki łączności. Te elementy spełniają wiele ważnych funkcji, niemniej nie służą do bezpośredniej likwidacji zdarzenia – mają charakter bierny. Aktywnymi elementami są środki gaśnicze oraz urządzenia do ich podawania, dzięki którym strażak podejmuje bezpośrednie działania ratowniczo-gaśnicze.

Dużym problemem jest określenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę, będącą dominującym środkiem gaśniczym. Przy skomplikowanej akcji gaśniczej wpływ na sumaryczny wydatek wody ma wiele czynników które przedstawiono na rysunku nr 1. Poza czynnościami gaśniczymi, może zaistnieć realna potrzeba zastosowania prądów wodnych do zapewnienia szeroko pojętego bezpieczeństwa i ratownictwa. Nie powinno się również lekceważyć obszarów ryzyka i niepewności, towarzyszących każdemu zdarzeniu. Odpowiedni margines w postaci zapasu (rezerwy wydatku) jest świadectwem profesjonalizmu i odpowiedniego przygotowania do realizacji zadań ratowniczo-gaśniczych.

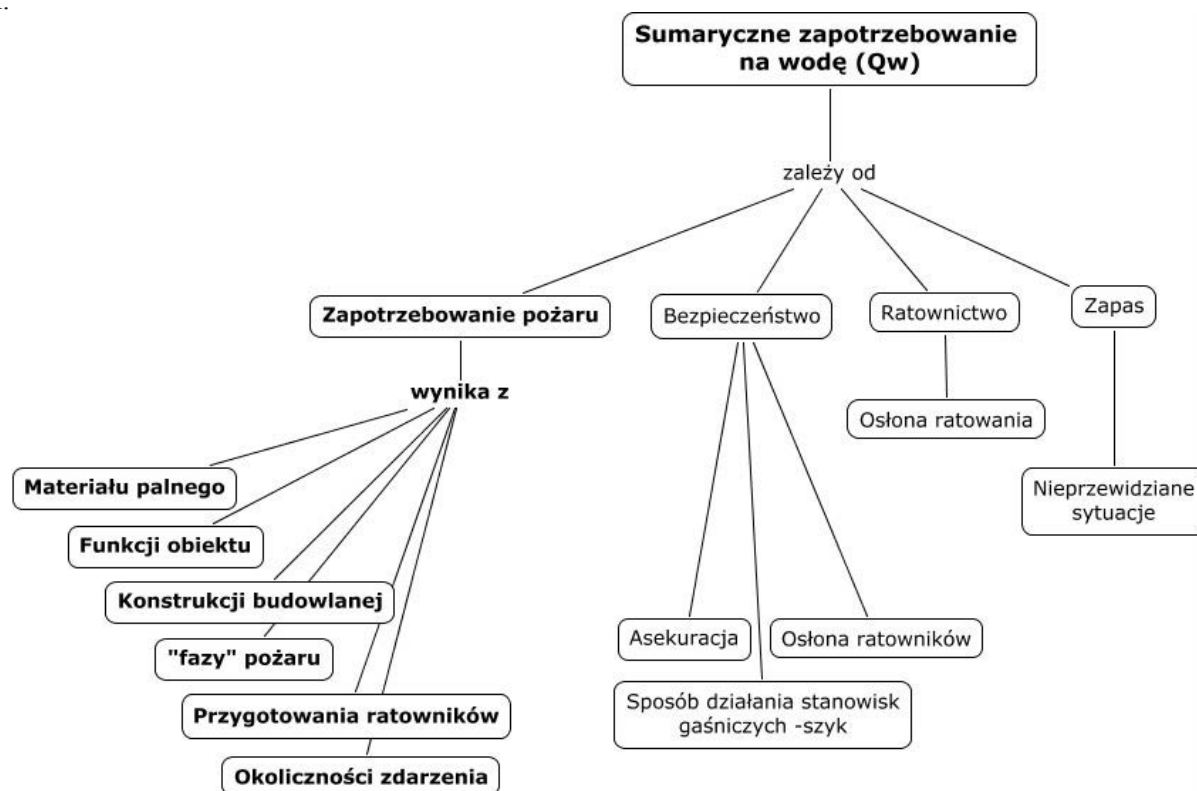
Każdy z powyższych pól schematu można rozbudować i bez większych problemów ujawnić elementy mające wpływ na wydatek gaśniczy takie jak:

- topień opanowania technik podawania,
- dobór i stan urządzeń do podawania,
- doświadczenie zawodowe ratowników,
- pogoda, pora dnia, pora roku,
- dostęp do ogniska pożaru,
- gęstość obciążenia ogniowego,
- wilgotność, stan skupienia, skład materiału palnego,
- skuteczność dowodzenia,

Praktycznie lista ta jest nieograniczona. W szczególnych okolicznościach, znaczenie pojedynczego elementu można zaważyć w postępach całej akcji. Czy w takim razie istnieją metody, które dają szansę wybrnięcia z tego złożonego problemu i pozwalają na wyznaczenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę dla akcji gaśniczej?

Odpowiedź na tak postawione pytanie jest następująca – istniejące metody wyznaczania zapotrzebowania na wodę nie aspirują do miana doskonałych. Można je pogrupować do następujących kategorii:

- a. naukowe – opierające się na fizykochemicznych modelach rozwoju pożaru, skupione na analizie bilansu masy, ciepła, wymiany gazowej;
- b. kalkulacyjne – metody rachunkowe, zawierające znaczne uproszczenia, opierające się najczęściej na podstawowych właściwościach fizycznych;
- c. operacyjne – skrajnie uproszczona kalkulacja, oparta na subiektywnej ocenie;
- d. wartości – najczęściej w formie stabelaryzowanej gotowe wielkości;



Ryc.1. Główne składniki sumarycznego zapotrzebowania na wodę podczas akcji ratowniczo-gaśniczej;

Fig. 1. The main components of a summary of water demand during fire fighting actions

Źródło: Opracowanie własne

- e. prawne – regulacje obowiązujące w państwie, na podstawie których ustalana jest wielkość zaopatrzenia w wodę do celów przeciwpożarowych;
- f. specjalistyczne – metody o różnym stopniu złożoności, mające zastosowanie w wąskim zakresie, np. pożary gazów, cieczy, lasów, składowisk.

Żadna z nich nie jest jednak na tyle wiarygodna, żeby zdejmowała z kierującego akcją ciężar podejmowania decyzji i odpowiedzialności. Powyższa klasyfikacja metod jest uszeregowana według koncepcji „od nauki do praktyki”, z wyłączeniem podpunktów – e oraz f, które są lokalną klasyfikacją i jako takie nie są tematem niniejszego artykułu. W tabeli nr 1 przedstawiono zestawienie cech poszczególnych grup.

2. Metody naukowe

Metody naukowe rozwijane są w postaci teoretycznych modeli, głównie na potrzeby oceny skuteczności stałych instalacji wykrywczych, wentylacyjnych i gaśniczych. Od pewnego czasu burzliwie rozwijane są symulacyjne narzędzia komputerowe. Dąży się do uwzględnienia coraz większej liczby zmiennych, do opisu zjawisk fizycznych, oraz badania coraz bardziej złożonych struktur, w których przebiega symulacja. Metody obejmują stosunkowo proste modele dwustrefowe, aż po analizę cząstek elementarnych, w której analizowaną przestrzeń wypełnia się milionami komputerowych obiektów symulujących cząsteczki gazów, par, ciał stałych, każda ze zdefiniowanymi właściwościami, które wzajemnie swobodnie oddziałują na siebie. Dzięki temu

można przedstawiać skomplikowane procesy i zjawiska, niemożliwe do uzyskania metodami tradycyjnych równań. Metody naukowe są silnie deterministyczne, dlatego najczęściej wykorzystuje się je do dowodzenia hipotez w znanym środowisku. Wykorzystanie wprost metod naukowych w działaniach interwencyjnych jest praktycznie niemożliwe, natomiast trzeba mieć świadomość, że postęp wielu obszarów techniki w zakresie środków gaśniczych, urządzeń do podawania, ochron osobistych ma podstawę w postaci dowodów naukowych.

3. Metody kalkulacyjne

Jest to najbardziej rozbudowana grupa metod. Uproszczenie sposobu prowadzenia obliczeń sprzyja ich upowszechnianiu i doskonaleniu. Kalkulacje podlegają specjalizacji. Są metody przeznaczone do sporządzania planów i wykorzystywane w prewencji. Do najbardziej popularnej należy NFPA 1231 „Standard on Water Supplies for Suburban and Rural Fire Fighting” (Norma przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego dla obszarów podmiejskich i wiejskich), wydana przez NFPA (The National Fire Protection Association). Popularna metoda, na której wzoruje się wiele krajów w swoich lokalnych regulacjach. Do 1999 roku wzór stosowany w tej normie był następujący:

$$\frac{V}{OHC} \times CCN \times EF = TWS$$

gdzie:

TWS – sumaryczne zaopatrzenie wodne

V – objętość obiektu

Tabela 1

Główne cechy metod wyznaczania zapotrzebowania na wodę do celów gaśniczych

Table 1.

The main features of methods for determining the demand for water for fire fighting;

Źródło: Opracowanie własne.

Grupa	Metoda	Szybkość	Dokładność	Wykorzystanie
a)	Naukowe	Czasochłonna, wymaga przygotowania, danych,	Bardzo dokładna w obszarze objętym metodą, nie bywają kompleksowe	Rozwój nauki i wiedzy, dochodzenia, symulacje
b)	Kalkulacyjne	Kilkanaście minut, wymaga kilku danych	Przybliżone wyniki pozwalają na wystarczające określenie przedziału wartości, nie kompleksowe	Ograniczone operacyjnie do dużych zdarzeń, plany, analizy, wybrane kraje - prewencja
c)	Operacyjne	Bardzo szybka	Wartości orientacyjne, oparte na praktyce, w dużym zakresie kompleksowe	Proste narzędzie dla kierującego poziomem interwencyjnym
d)	Wartości	Błyskawiczna	bardziej wskazówka niż wartość	operacyjna „ściaga” skierowana głównie dla jednostek ochotniczych

OHC – współczynnik obciążenia ogniowego
związany z funkcją obiektu

CCN – współczynnik konstrukcji

EF – współczynnik zwartości zabudowy

Większość współczynników została dla ułatwienia stabelaryzowana i opisana. Jak widać na wielkość zaopatrzenia wodnego – a z tego wynika także wydatku gaśniczego – wpływ mają czynniki funkcjonalne, konstrukcyjne i gabaryty obiektu. Ponadto dostrzega się problem zagrożenia pożarem dla sąsiadujących budynków. W Normie NFPA 1142 zastępującej NFPA 1231 sposób wyznaczania zaopatrzenia uległ zmianie, zrezygnowano z kompleksowego wzoru, choć składniki kalkulacji pozostały. Dodatkowo w załączniku do normy została przedstawiona alternatywna metoda, pochodząca z opracowania innej organizacji – ISO (Insurance Services Office), której podstawowy wzór wygląda następująco:

$$NFF = (C_i) (O_i) [(1.0 + (X + P)_i)]$$

gdzie:

NFF – wymagany wydatek wody

C_i – współczynnik konstrukcji

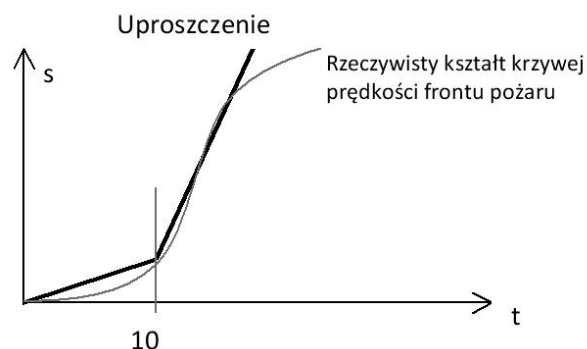
O_i – współczynnik obciążenia ogniowego związany z funkcją obiektu

X – współczynnik zwartości zabudowy

P – współczynnik układu stref przeciwpożarowych

Jak widać, zbiór parametrów jest zbliżony do wcześniejszej wersji normy NFPA. Należy podkreślić zgodę pomiędzy administracją, która przyjmuje na zasadzie dobrowolności całość albo część norm stowarzyszenia i nadaje im charakter krajowy, a jednostkami ochrony przeciwpożarowej, które swoje plany operacyjne również opierają na powyższych metodach. Dzieje się tak, ponieważ wyniki uzyskiwane w kalkulacji dają wiarygodne (operacyjnie) wielkości. Nie dochodzi do zachwiania równowagi pomiędzy sprzecznymi interesami ekonomicznymi (koszty budowy i utrzymania infrastruktury o odpowiednich parametrach) a wymaganiami realnych sytuacji pożarowych.

W Polsce także stosowana jest metoda kalkulacyjna, opracowana jeszcze w latach sześćdziesiątych w Związku Radzieckim, opierająca się na wyznaczaniu geometrycznego kształtu powierzchni pożaru w rzucie poziomym z uwzględnieniem liniowej prędkości rozwoju pożaru, charakterystyczna dla wybranych grup materiałów palnych lub obiektów. Jest to metoda posiadająca wiele uproszczeń, przede wszystkim zakłada prędkość przesuwania się frontu pożaru jako liniową, rozróżniając jedynie początkową fazę pierwszych dziesięciu minut, jako połowę docelowej prędkości. Takie podejście ma na celu oddanie dynamiki rozwoju pożaru w zarodku i w fazie rozgorzenia.



Ryc. 2. Prędkości frontu pożaru i uproszczenie metody kalkulacyjnej

Fig. 2. Fire front speed and simplify the calculating method

Źródło: Opracowanie własne

Ponadto zakłada się, że kształt powierzchni pożaru można sprowadzić do prostych figur geometrycznych. Powyższe uproszczenia nie są dla metody kalkulacyjnej błędem. Uzyskiwane wyniki wydatków gaśniczych mieszczą się w przedziałach wartości uzyskiwanych w innych metodach. Ważniejsze jest to, że nie ma wystarczająco bogatego katalogu materiałów palnych scharakteryzowanych dla tej metody. Jest to istotna słabość tego rozwiązania. W myśl metody, każdy materiał palny posiada także intensywność gaśniczą (liniową i powierzchniową), przy której następuje efekt lokalizacji pożaru. W tabeli 2 przedstawiono wyniki metody geometrycznej dla pożaru przestrzeni biurowych i mieszkalnych, obliczone dla wartości prędkości liniowej $V_l=1,2$ m/min, intensywności powierzchniowej $I_p=4,8$ l/(min*m²), liniowej $I_l=9,8$ l/(min*m), dla przykładowych czasów trwania pożaru w przedziale 15-25 minut.

Tabela 2.

Przykładowe wyniki wydatku dla pożaru mieszkania

Table 2.

Sample results of the fire flow for apartment fire

Źródło: opracowanie własne.

Czas [min]	Powierzchnia [m ²]	Długość linii frontu [m]	Q powierzchniowe [l/min]	Q front [l/min]
15	226,19	37,70	1085,73	904,78
16	273,70	41,47	1313,74	995,26
17	325,72	45,24	1563,46	1085,73
18	382,27	49,01	1834,89	1176,21
19	443,34	52,78	2128,04	1266,69
20	508,94	56,55	2442,90	1357,17
21	579,06	60,32	2779,48	1447,65
22	653,70	64,09	3137,77	1538,12
23	732,87	67,86	3517,78	1628,60
24	816,56	71,63	3919,50	1719,08
25	904,78	75,40	4342,94	1809,56

Jako sposób rozprzestrzeniania się pożaru w powyższym scenariuszu przyjęto półkole. Wielkość powierzchni i obwodu pożaru przyrastają w czasie zgodnie z regułami geometrii. W odniesieniu do konkretnego przypadku należy uwzględnić wpływ przegród budowlanych w postaci ścian z ich wartością odporności ogniowej.

4. Metody operacyjne

Metody operacyjne są specyficzną kategorią. Nie mają wymiaru naukowego, natomiast są narzędziem praktycznego, interwencyjnego zastosowania. Wśród niewielkiej liczby prób określania takich metod, na pierwsze miejsce wysunęła się jedna, której obecnie można przyznać międzynarodowy zasięg. Autorem koncepcji jest niekwestionowany w środowisku pożarników praktyk angielski Paul Grimwood. Metoda polega na określeniu wydatku gaśniczego wzorem:

$$Q_w = 4 * P_p$$

gdzie:

Q_w – wydatek gaśniczy [l/min]

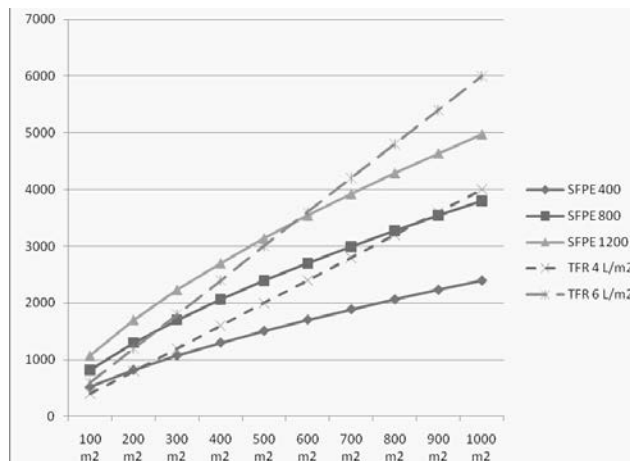
P_p – pole powierzchni pożaru [m²]

Grimwood o swojej metodzie pisze wyczerpująco w licznych artykułach [9]. Przedstawia genezę jej powstania, ograniczenia i modyfikacje. Przede wszystkim powołuje się na wykonane w swojej czterdziestoletniej karierze zawodowej studium przypadków kilkuset dużych pożarów podczas pracy w różnych krajach. Wskazuje na określone przez doświadczenie minimum wydatku, wynoszące 2 l/min, jako krytyczną dolną granicę. Poniżej tej wartości więcej niż połowa analizowanych pożarów nie zakończyła się lokalizacją pożaru w trakcie interwencji straży pożarnej. Metody operacyjne nie mogą zawierać innych parametrów niż te uzyskane w wyniku oceny sytuacji, dostępne dla kierującego działaniami ratowniczo-gaśniczymi. Grimwood wskazuje na sens modyfikacji wzoru do postaci:

$$Q_w = 6 * P_p$$

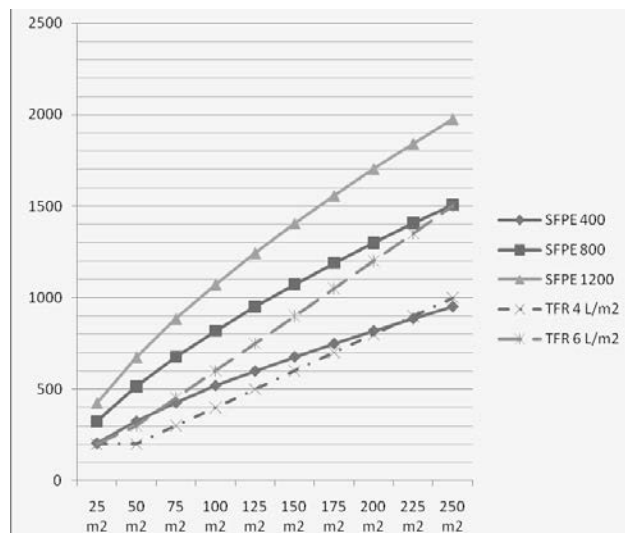
w przypadku pożarów „trudnych”. Pod tym pojęciem rozumie pożary kondygnacji budynków z pomieszczeniami o *dużych, otwartych* powierzchniach, w których pożar rozwija się szczególnie dynamicznie, z uwagi na brak barier budowlanych. Najczęściej są to hale produkcyjne, magazynowe, widowie teatralne, wystawy. Dodatkowo ważny w jego ocenie jest dostęp powietrza do pożaru. *Znaczne* przeszklenie powierzchni ścian jest w tu wskazówką zastosowania większego mnożnika. Zastosowana ocena pod postacią sformułowań „trudny”, „duża”, „znaczne” dla metod operacyjnych jest jak najbardziej do przyjęcia, większej precyzji nie można się domagać od osoby dokonującej oceny wzrokowo.

Wielkości wydatków wynikające ze wzorów operacyjnych Grimwooda zostały porównane przez Cliffa Barnetta, fizyka z Nowej Zelandii, specjalizującego się w zagadnieniach bilansu cieplnego, autora metod naukowych z zakresu pożarnictwa. Zestawienie wyników porównawczych w postaci wykresów przedstawia **rysunek 3 i 4**.



Ryc. 3. Porównanie w układzie wydatek-powierzchnia pożaru wyników metody Grimwooda (TFR4 i TFR6) z krzywymi modelu teoretycznego Barnetta dla wartości obciążenia ogniowego 400, 800, 1200 MJ/m², dla pożarów do 1000m²;

Fig. 3. the flow rate curves for SFPE (NZ) TP 2004/1 compared with the TFR fire ground „rule of thumb” formulae by Grimwood for fires ranging between 100-1000m²; *Biuletyn techniczny, Firesafetyengineer.com, FSE/1/200*.



Ryc. 4. Porównanie w układzie wydatek-powierzchnia pożaru wyników metody Grimwooda (TFR4 i TFR6) z krzywymi modelu teoretycznego Barnetta dla wartości obciążenia ogniowego 400, 800, 1200 MJ/m², dla pożarów do 250m²;

Fig. 4. The flow rate curves for SFPE (NZ) TP 2004/1 compared with the TFR fireground „rule of thumb” formulae by Grimwood. The theory curves of TP 2004/1 conform closely with the empirical curves of TFR 1989/1. The vertical axis displays LPM requirements for control and suppression of building and enclosure fires, prior to reaching the decay stages of the fire development curve; *Biuletyn techniczny, Firesafetyengineer.com, FSE/1/2009*

Z uwagi na empiryczny charakter badań, zakres wyników rekomendowanych do stosowania wzorów Griwooda określono dla pożarów do 600 m² powierzchni pożaru. Mimo wszystko jest to obecnie jedyna, prosta, mająca umocowanie w praktyce i w dużym zakresie potwierdzalna teoretycznie metoda operacyjna do wyznaczania wydatku gaśniczego.

5. Wartości

Przygotowane wartości są najprostszą z form dostarczenia kierującemu działaniami ratowniczo-gaśniczymi informacji o przewidywanym wydatku gaśniczym. Jest to sposób praktykowany we wielu krajach. Funkcjonuje na zasadzie niewielkiej tabeli z zestawieniem najbardziej popularnych obiektów, z przypisaną im wielkością wydatku gaśniczego. Nie jest to w rzeczywistości metoda, a wartość praktyczna tego rozwiązania jest dyskusyjna. Jednak tam, gdzie się stosuje to rozwiązanie, jest doceniane z innego powodu. Chodzi przede wszystkim o unikanie grubych błędów, przez strażaków w głównej mierze ochotników, którzy w wielu przypadkach są pierwsi na miejscu zdarzenia, podejmują istotne decyzje i wielokrotnie biorą na siebie odpowiedzialność za skuteczność i efektywność prowadzonych działań. Dla tych osób, mając na uwadze różny poziom wiedzy i doświadczenia, tworzy się proste wytyczne, funkcjonujące na zasadzie „ściagi” przechowywanej w kieszeni ubrania, aby dysponowali orientacyjną wartością.

Tabela 1.

Przykłady metody „wartości”

Table 2.

Examples of methods of “values”;

Źródło: Opracowanie własne

Obiekt	Wskazówka
Domy mieszkalne	1-2 kondygnacji – 500 l/min Więcej – do 2100 l/min
Warsztaty, garaże, parkingi, stacje obsługi	1500 l/min
Zakłady przemysłowe	Do 1 ha – 1200 l/min Od 1 do 2 ha – 2100 l/min Od 2 do 3 ha – 3000 l/min Powyżej 3 ha – 4500 l/min Pozostałe wysokiego ryzyka - indywidualnie
Sklepy, biura, wypoczynek, rekreacja	Od 1200 do 4500 l/min (w zależności od obiektu)
Szkoła, przychodnia, szpital, kino, teatr, sale widowiskowe	Parterowe – 900 l/min
Szkoły podstawowe, parterowe przychodnie	1200 l/min
Uczelnie, pozostałe szkoły, szpitale itd.	2100 l/min

6. Zakończenie

Wyznaczenie optymalnej wartości wydatku gaśniczego zawsze będzie poważnym zadaniem kierującego akcją. Istniejące metody i rozwiązania są tylko narzędziem dającym wskazówki. Pod każdą metodą powinien znajdować się napis ostrzegawczy „Metoda nie daje żadnych gwarancji, nie zwalnia kierującego z trzeźwego myślenia, nadal jest on wyłącznie odpowiedzialny za własne decyzje”. Poznawanie metod praktycznych i teoretycznych jest natomiast jak najbardziej właściwą drogą do poszerzania wiedzy i wyobraźni w tym temacie.

Literatura

1. Fangrat J., *Rozwój pożaru w pomieszczeniach. Rozprzestrzenianie płomienia przez okładziny ścienne i sufitowe*, Politechnika Krakowska, Kraków 2001;
2. Adamski A., *Naliczanie sił i środków – warianty taktyczne*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2007;
3. Brunacini A., *Fire Command*, NFPA, 2002;
4. Carter H., Murnane L.: *Fire fighting strategy and tactics*. Oklahoma, 1998;
5. *Essential of firefighting*, 4th Ed., IFSTA1998.
6. Eckman W. F., *The fire department water supply handbook*, Fire Engineering Books&Video, NJ 1994;
7. Konecki M., *Kilka uwag na temat dynamiki & modelowania pożarów*, WIBP, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, www.sgsp.edu.pl/uczelnia/wyklady/wyklad_prof_konecki.pdf
8. *Guide for determination of needed fire flow*; www.isomitigation.com/downloads/ppc3001.pdf, edition 05-2008
9. www.euro-firefighter.com/topics.htm

bryg. mgr inż. Aleksander ADAMSKI starszy wykładowca w Zakładzie Działań Gaśniczych; Katedry Działań Ratowniczych w SGSP. Absolwent SGSP z 1992 r., specjalizacja taktyczno-dowódcza. Pracę zawodową rozpoczynał w JRG gdzie awansował do stanowiska dowódcy zmiany. W roku 1997 przeszedł do pionu dydaktycznego gdzie pracuje do dnia dzisiejszego. Specjalizuje się w zagadnieniach z zakresu dowodzenia i taktyki pododdziałów gaśniczych.
ml. bryg. mgr inż. Przemysław WYSOCZYŃSKI kierownik Pracowni Działań Gaśniczych w Zakładzie Działań Gaśniczych; Katedry Działań Ratowniczych w SGSP. Absolwent SGSP z 1997r. Informatyk i specjalista programowania. Od roku 2005 związany z pionem dydaktycznym gdzie pracuje do dnia dzisiejszego. Specjalizuje się w zagadnieniach z zakresu dowodzenia i taktyki pododdziałów gaśniczych.

Recenzenci

st. bryg. mgr inż. Tadeusz Jopek
bryg. mgr inż. Tomasz Krasowski

dr Renata WŁODARCZYK
Wyższa Szkoła Policji, Szczytno
Police Academy, Szczytno

ANALIZA OPARZEŃ CIAŁA ORAZ DOJŚCIA DO ZGONU MĘŻCZYZNY NA PODSTAWIE PODJĘTYCH W SPRAWIE USTALEŃ I ZDJĘĆ

Analysis of bodily burn injuries and death of a man on the basis of findings and images made in the case

Streszczenie

Artykuł traktuje o problematyce związanej z wykorzystaniem ognia do dokonania czynów przestępnych i ich maskowania, ustaleniem przyczyn wystąpienia poparzeń na ciele zwłok ludzkich, rodzaju śmierci gwałtownej, tożsamości ofiary i potencjalnego sprawcy tego czynu. Wszelkie działania w trakcie zabezpieczenia terenu, oględzin miejsca zdarzenia, z obecnymi tam zwłokami, powinny być tak ukierunkowane, żeby później jak najbardziej efektywnie można było wykorzystać ujawnione i pobrane dowody, stworzyć wersję kryminalistyczną i wyjaśnić wszystkie okoliczności danej sprawy.

Problemy z fachowością i rzetelnością ekip pracujących na poszczególnych etapach postępowania związanego z pożarem (nie tylko zresztą) ciągle się przewijają w doniesieniach literaturowych, opisujących przypadki z praktyki kryminalistycznej. Nieustannie są więc aktualne, bo z jednej strony – nie do wszystkich dociera fakt konieczności solidnego przeprowadzenia czynności oględzinowych na miejscu zdarzenia, z drugiej zaś strony – brak przepływu informacji na dalszych etapach poznawczych sprawia, że skutkuje to negatywnie na przebieg całego procesu. Na przykład często biegli z zakresu medycy sądowej, mający przeprowadzić sekcję, nie mają żadnych informacji na temat sposobu ujawnienia i zmian stwierdzanych na ciele zwłok, podczas oględzin miejsca zdarzenia. Autopsja najczęściej prowadzona jest kilka dni po śmierci osoby, dlatego skutkuje to w ten sposób, że część istotnych informacji (w tym wypadku o zmianach termicznych z pęcherzami oparzelinowymi, przy pojawianiu się pęcherzy gnilnych – pochodzących od bakterii z otoczenia denata) nie jest przez nich w ogóle „odczytywana”. Dotyczy to również biegłych z innych dziedzin, którzy nie mając przekazanej wiedzy na temat specyfiki powstania i cech charakterystycznych pożaru, lokalizacji i rozmieszczenia względem siebie śladów i/lub dowodów rzeczowych, oddziaływania czynników środowiskowych etc., nie są w stanie wyjaśnić pewnych okoliczności, a tym bardziej odnieść się do motywu, jakim kierował się sprawca (-cy).

Do podjętej problematyki z pożarnictwa dołączono kazus, wydaną na ten temat opinię biegłego, dwa zdjęcia i ich analizę. Ma to na celu „zasianie wątpliwości” co do sprawcy czynu. Przyjęto bowiem, że był nim sam denat. Rzeczywiście, na ujawnionych zwłokach występują rozległe ślady oparzeń, ale jednoznacznie nie ma podstaw twierdzić, że mamy do czynienia z samobójstwem, a nie z zabójstwem. Przyczyną zaistniałego stanu rzeczy było nie tylko działanie wysokich temperatur na ciało ofiary, z różnym stopniem nasilenia, ale również czas, jaki upłynął od momentu zdarzenia do ujawnienia zwłok, warunki atmosferyczne i środowiskowe panujące w terenie oraz brak dostatecznej wiedzy na temat sposobu prowadzenia procesu wykrywczego i zgromadzonego w sprawie materiału.

Summary

This paper discusses the issues related to the use of fire in committing criminal acts and their masking, finding the causes of burns on the body of human corpse, the type of violent death, the identity of the potential victim and the potential perpetrator. Any and all actions while sealing off the scene, inspecting it, including the human corpse as found there should be so targeted that, thereafter, disclosed and collected traces could be used as effectively as possible, to create a forensic concept and to explain all circumstances of the case in question. In the fire-related issues a *casus*, an expert's advice, two pictures and their analysis were incorporated. The aim was to "arouse doubt" as regarded the perpetrator. For it was assumed, that he was the deceased himself. Indeed, on the corpse found, extensive traces of burns were discovered, but clearly there was no basis whatsoever to say that we were dealing with suicide, not murder. The reason of the given *status quo* was not only the effects of high temperatures on the victim's body, with varying degrees of severity, but also the time elapsed between the incident and the discovery of the corpse, weather and environmental conditions which prevailed in the area and the lack of sufficient knowledge on both the discovering process and the evidence collected in the matter.

Słowa kluczowe: ogień, pożar, podpalenie, spalanie, oparzenie, oddziaływanie wysokiej temperatury, zmiany termiczne, motyw, zwłoki, ślady kryminalistyczne, oględziny miejsca zdarzenia, oględziny ciała;

Keywords: flame, fire, arson, burning, burns, high temperature effects, temperature variations, the theme remains, traces of forensic examination of the scene, visual inspection of the body;

1. Wprowadzenie do kazusu

Ogień – ten ujarzmiony, to fundament naszej cywilizacji, której rozwój rozpoczął się od momentu opanowania przez człowieka sztuki podtrzymywania płomienia i wkrótce sztuki jego rozniecania. Pierwotnie wykorzystywany jako źródło ciepła i światła, przyczynił się do rozwoju rzemiosła, ewoluującego od najprostszych rozwiązań po formy bardziej rozwinięte, wykorzystywane w wielu gałęziach gospodarki. Jednak ogień nie jest tylko dobrodziejstwem czy fascynującym efektem świetlnym, ale też budzi przerażenie. Pałacy się w kominku, tworzy miłą i ciepłą atmosferę pomieszczenia, natomiast niekontrolowany – sieje spustoszenie i śmierć. Z czasem więc wykorzystywano go do działań walczących ze sobą plemion, wojen między nacjami, wymierzania kar (palenie na stosie), dokonywania przestępstw oraz zacierania po nich śladów. Z tego też powodu najpierw przedstawiciele stojący na straży utrzymania porządku publicznego, a potem instytucje państwowe powoływane do ścigania sprawców przestępstw zaczęły kontrolować czyny bezprawne inicjowane z udziałem ognia, a przez to niszczące życie, zdrowie oraz mienie bezbronnym ludzi. Na potrzeby walki z przestępcami na bazie innych nauk powstała kryminalistyka jako dziedzina o wypełnianiu, dochodzeniu i zapobieganiu czynom niezgodnym z przepisami prawa. Jednym z zagadnień będących w kręgu jej zainteresowania są zdarzenia z udziałem ognia, który nie tylko niszczy, ale też pozostawia po sobie wiele różnorodnych śladów. Trzeba było więc wypracować metody do prawidłowego ich ujawniania, zabezpieczania i „odczytywania” zawartych w nich informacji. Do osiągnięcia takiego celu należało poznać motywy kierujące postępowaniem sprawców, specyfikę powstania i cech charakterystycznych pożaru, oddziaływania czynników środowiskowych itp. W efekcie prowadzonych działań — doprowadzić do stworzenia określonej wersji kryminalistycznej zdarzenia. Zasadniczym elementem w dochodzeniu do poznania ww. procesu okazała się motywacja sprawcy do sprowadzenia ognia, która jest bardzo różna.

Brunon Hołyst jest polskim kryminalistyką interesującym się m.in. problematyką pożarniczą, dlatego w jednym ze swoich opracowań wprowadził następującą systematykę motywów podpałów:

- motywy ekonomiczne,
- zagrożenie bezpieczeństwa lub honoru (zemsta),
- uniknięcie odpowiedzialności karnej za inne przestępstwa,
- motywy erotyczne,
- wyróżnienie się w akcji ratowniczej,

- motywy polityczne,
- stworzenie warunków do popełnienia innego przestępstwa,
- motywy mieszane¹.

Jednak praktyka kryminalistyczna wykazuje, że najczęściej akt podpalenia nie jest wynikiem pojedynczego motywu, a wynikiem współdziałania kilku motywów. W sprawie o podpalenie ważne jest, aby ustalić motyw główny, który doprowadził do dokonania tego czynu. Sprawca, podejmując zamiar wzniesienia pożaru, powoli dojrzewa do decyzji i w końcu „zwycięża” konkretny motyw, dzięki któremu chce osiągnąć swój cel. Choć nie wszyscy się z tym zgadzają, to jednak T. Sawicki twierdzi, że żaden podpalacz nie jest „typowy”, gdyż każdym rządzą inne motywy i inne cele. Dlatego, według tego autora, ustalenie motywu i celu daje szansę na wytyczenie właściwego kierunku postępowania procesowego i wpływa na jego ostateczny wynik². Niezbędnym elementem w takich okolicznościach jest również poznanie i właściwe stosowanie reguł prowadzenia czynności na miejscu zdarzenia oraz wszelkich działań zmierzających do wyjaśnienia przyczyn zaistniałego pożaru, szczególnie wtedy, gdy w grę wchodzi spowodowanie zagrożenia dla życia i zdrowia ludzkiego. Chodzi tutaj przede wszystkim o zdarzenia związane z dojściem do oparzeń, nadpaleń, spaleń czy zwęgleń tkanek człowieka, jego identyfikacją osobniczą, określeniem stanu zaszłych zmian termicznych i innych na ciele ofiar(-y) oraz wyjaśnieniem bezpośredniej przyczyny zgonu. Jak wspomniano, na etapach pośrednich w dążeniu do uzasadnienia okoliczności śmierci jednej lub większej liczby osób ustala się motyw, przyczynę powstania oraz rozprzestrzeniania się pożaru. W toku tych czynności do najważniejszych zadań, oprócz ustalenia cech śladów charakterystycznych dla ogniska pożaru, jest wskazanie źródła energetycznego mogącego zainicjować płomień w konkretnych warunkach. Podczas oględzin miejsca pożaru należy też zwrócić szczególną uwagę na ślady mogące ewidentnie wykazać podpalenie. Przyjmuje się, że procesy niszczenia spowodowanego ogniem są zwykle nierównomiernie rozłożone na całym obszarze pożaru, co jest podstawowym założeniem przy określeniu miejsca jego powstania. Z reguły z obszarem największych wypaleń i ogólnego zniszczenia wiąże się najczęściej ognisko pożaru. W takim wypadku wycho-

¹ B. Hołyst, *Kryminalistyczna problematyka pożarów*, Warszawa 1962, Wyd. ZK KGP, s. 82.

² T. Sawicki, Warszawa 2006, „Biuletyn Informacyjny” nr 121, Wyd. CLK KGP, s. 92.

dzi się z założenia, że najbardziej wypalone miejsce poddane było najdłużej działaniu ognia i jednocześnie najdłuższemu oddziaływaniu wysokiej temperatury. Niestety, nie we wszystkich przypadkach założenie to jest trafne, ponieważ wiele zależy od charakteru i ilości materiału łatwopalnego, dostępu powietrza oraz obecności czynników hamujących płomień. Dlatego w sytuacji, kiedy pożar jest wynikiem celowego podpalenia, uczestnicy oględzin koncentrują się na odnalezieniu środka łatwopalnego oraz materiału lub urządzenia o potencjale mogącym zainicjować ogień w konkretnych warunkach. Z kolei, podczas oględzin terenu wokół centrum wzniesienia płomienia trzeba zabezpieczyć samo podłoże jako materiał kontrolny (w celu wyeliminowania jego wpływu na ślad), występujące w otoczeniu pojemniki, przedmioty oraz wszelkie ślady wskazujące na związek ze zdarzeniem i na obecność potencjalnego sprawcy. Na przykład występowanie śladów osmologicznych czy traseologicznych może doprowadzić do identyfikacji obuwia lub użytego środka transportu. Wtedy istnieje możliwość użycia psa tropiącego i potraktowania tej czynności jako składowej oględzin, gdzie poza notatką urzędową sporządzaną na tę okoliczność przez przewodnika psa służbowego, zamieszcza się stosowną wzmiankę w protokole oględzin³. Poza tym, przy częściowym spaleniu przedmiotów i/lub odzieży, można ujawnić pozostałości płynów łatwopalnych za pomocą specjalnego proszku, tzw. rodokrytu. Barwi on na czerwono rzeczy, na których znajdują się ślady nafty, benzyny, oleju napędowego itp. W powietrzu na obszarze obejmującym pogorzelisko mogą także znajdować się gazy lub pary płynów łatwopalnych, których próbki pobiera się do laboratoryjnych badań chemicznych. Na przykład w sprawach o podpalenia przy identyfikacji pochodnych ropy naftowej duże znaczenie będą miały badania za pomocą chromatografii gazowej i spektrometrii masowej⁴.

Praktyka kryminalistyczna wykazuje, że każde zdarzenie charakteryzuje się własnymi, indywidualnymi cechami, na podstawie których, po przeprowadzeniu wielokierunkowych badań, trzeba wnioskować o przyczynie i konsekwencjach spowodowania ognia.

2. Kazus z praktyki kryminalistycznej

Poniżej opisano przypadek, w którym najprawdopodobniej mężczyzna połał się płynem łatwopalnym i podpalił. W wyniku instynktu samozachowawczego i bezwarunkowej reakcji na ból, biegnąc i zdejmując z siebie płonące części garderoby. Nie-

stety, rozległe oparzenia termiczne jego ciała spowodowały zejście śmiertelne. Efektem przeprowadzonych oględzin miejsca znalezienia N.N. zwłok było ujawnienie fragmentów odzieży, dokumentów i przedmiotów stanowiących własność, jak się później okazało, denata H.B. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że w sytuacjach, gdy od momentu podpalenia do znalezienia ofiary śmiertelnej upłyne kilkanaście do kilkudziesięciu godzin, przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych i/lub środowiskowych, znacznie zmniejsza się możliwość określenia cech wskazujących na działanie osób trzecich. Ponadto jednoznacznie nie udało się ustalić, czy przed przybyciem ekipy oględzinowej nie doszło do zmian na miejscu ujawnienia N.N. zwłok przez obecność w tym terenie co najmniej kilku osób zbierających grzyby.

Opis przypadku – *Postanowienie o dopuszczeniu dowodu z opinii biegłego* wydane przez Komendę Powiatową Policji w R. dnia 02 grudnia 2009 r., dotyczące namawiania H.B. do targnięcia się na własne życie, tj. art. 151 k.k., skierowane do biegłego z zakresu BHP - ochrona przeciwpożarowa z następującymi pytaniami:

1. Czy w wyniku obłania się przez człowieka benzyną lakową w ilości 0,5 litra, a następnie podpalenia może dojść do takich obrażeń jakich doznał w tym przypadku H.B.?
2. Czy nieznalezione części garderoby H.B. w postaci koszuli, podkoszulka czapki oraz korpusu kurtki i swetra mogły ulec całkowitemu spaleni w tych warunkach pogodowych i przy takiej ilości benzyny?
3. Czy w miejscu znalezienia zwłok H.B., pod jego ciałem powinny być spalone liście przy tych warunkach i przy takiej ilości benzyny? Jeżeli nie to z czego to wynika?
4. Dlaczego znalezione w lesie klucze oraz monety, które zwyczajowo H.B. nosił w kieszeni kurtki nie noszą śladów okopcenia i osmolenia, skoro kurtka najprawdopodobniej uległa spaleni?

Na podstawie analizy dostarczonej dokumentacji powołany biegły wydał opinię, w której zamieścił następujące ustalenia:

- Z notatki urzędowej wynikało, iż w dniu 27 października 2009 r., podczas grzybobrania cztery osoby zauważyły ciało człowieka. W odległości około 35 – 40 m od ścieżki, ujawniono zwłoki mężczyzny w wieku około 45 – 50 lat. Martwy mężczyzna posiadał poparzenia na całym ciele i osmolenia w okolicach głowy. W odległości około 5 m od ścieżki w kierunku zwłok ujawniono portfel koloru czarnego. Na głównej ścieżce obok polany ujawniono foliową reklamówkę, w której znajdowała się butelka po rozpuszczalniku, butelka po wodzie mineralnej oraz dalsza zawartość.

³ Z. Choroszewski, *Taktyka wykrywania sprawców pożarów*, Szczytno 2005, WWiP WSPol., s. 36.

⁴ T. Sawicki, *Podpalenie za pomocą płynów łatwopalnych jako kryminalistyczna przyczyna pożarów*, Warszawa 2003, „Biuletyn informacyjny” nr 117, Wyd. CLK KGP, s. 64-66.

- Z notatki urzędowej wynikało, iż denat znajdował się w pozycji leżącej na lewym boku. Miał opuszczone spodnie i slipy do wysokości podudzi. W okolicach łydek nóg znajdowały się fragmenty nadpalonego swetra i kurtki ortalionowej. Na ciele denata znajdowały się liczne oparzenia I° i II°, a czas zgonu określono na około 12 godzin do jednej doby przed badaniem. Jako przypuszczalną przyczynę zgonu podano rozległe oparzenia obejmujące około 50 - 60% powierzchni ciała oraz rozległe oparzenia szyi prawdopodobnie z narastającym obrzękiem tkanek. W znalezionym portfelu znajdowała się legitymacja emeryta-rencisty SW wydana na nazwisko H.B., karta Śląskiej Kasy Chorych na nazwisko H.B., nadpalony banknot o nominale 100 zł oraz inne przedmioty. W trakcie wykonywanych czynności procesowych ustalono personalia mężczyzny, którego zwłoki ujawniono. Był nim rzeczywiście H.B.
- Z protokołu oględzin miejsca zdarzenia wynikało, iż w odległości około 3 m od ujawnionej reklamówki znajdowała się ławka wykonana z desek. Oparcie ławki posiadało nieregularne zacieńnienia.
- Z protokołu oględzin zwłok wynikało, iż zwłoki posiadały opuszczone spodnie do wysokości podudzi, w obrębie pośladków i spalone. Slipy koloru szarego spalone w obrębie tylnej części, fragmenty nadpalonego swetra i kurtki ortalionowej.
- Z protokołu oględzin miejsca zdarzenia wynikało, iż w odległości około 10 m od polany ujawniono wzrokowo (wśród liści) fragment nadpalonego rękawa kurtki ortalionowej koloru granatowego z fragmentem swetra (także rękawa), koloru niebieskiego.
- Z protokołu oględzin i sekcji zwłok wynikało, iż oparzenia skóry obejmują w sumie powierzchnię około 90 %: „...Na tylnej powierzchni kończyn górnych i dolnych, grzbiecie oraz pośladkach, a także na bocznej i przedniej powierzchni szyi, bocznej powierzchni klatki piersiowej po stronie lewej, przedniej powierzchni prawej okolicy naramiennej, przedniej powierzchni uda lewego oraz obu podudzi widoczne są rozległe, powierzchniowe zwęglenia powierzchownej warstwy skóry. W pozostałym obszarze, poza twarzoczaszką, widoczna są zmiany poparzeniowe o charakterze I° i II°...”, „...przyczyną zgonu H.B. stało się rozległe oparzenie termiczne ciała.”

Komentarz oraz uwagi biegłego do sporządzonej dokumentacji zdjęciowej:

- Najsilniejsze ślady zwęglenia ciała denata można zaobserwować na dolnych powierzchniach głowy oraz na części potylicznej czaszki. Wskazuje to na fakt, iż w momencie zainicjowania ognia oraz w trakcie przebiegu zdarzenia, H.B. znajdował się w pozycji stojącej (lub siedzącej) z głową uniesio-

ną do góry. Tułów jednak z pewnością znajdował się w pozycji pionowej.

- Sweter, w który ubrany był H.B. wykonany był z tworzywa sztucznego. W przebiegu zdarzenia materiał, z którego został wykonany – uległ stopieniu. Palące się, roztopione krople materiału swetra wywoływały punktowe, owalne ślady oparzeń znajdujące się na plecach. Charakterystyczne owale posiadają silniejsze ślady zwęglenia od strony pośladków, co świadczy o wyprostowanym tułowi w przebiegu zdarzenia.
- Silne ślady oparzeń znajdują się na plecach w okolicy pasa. Podobny wygląd oparzeń można zauważyć przy ramieniu nad prawym obojczykiem. Ślady te świadczą, iż H.B. ubrany był w sweter oraz podkoszulek na ramiączkach. Materiał użyty w tych miejscach posiada podwójną warstwę.
- Ślady występowania oparzeń wskazują, iż ciecz palna została wylana głównie w okolicach karku oraz na plecy. Niewielka ilość cieczy palnej uległa rozlaniu na tors.
- Niewielkie ślady oparzeń obejmują powierzchnie przedramion oraz górnej części ud. Świadczy to, że H.B. w przebiegu zdarzenia przemieszczał się. Główna część energii cieplnej obejmowała głowę (wskutek konwekcji) oraz tylnej części ciała.
- Ww. ślady świadczą o tym, że H.B. w trakcie zdarzenia siedział lub biegł. W związku z tym ubranie paliło się na całej powierzchni nasączonej cieczą palną. W trakcie przebiegu pożaru większość nasączonej garderoby uległa całkowitemu spaleni. Nienasączone natomiast były rękawy kurtki oraz swetra. Zostały one najprawdopodobniej zdjęte (zerwane) w trakcie spalania.
- Podjęta została również przez denata próba zdjęcia spodni wraz z bielizną.”

Zamieszczone przez biegłego wnioski do opinii:

Podsumowując wyniki dokonanej (w ramach ekspertyzy) analizy do sprawy – biegły we wnioskach do opinii zamieścił odpowiedź na postawione przez organ procesowy pytania – stwierdził on mianowicie, co następuje:

1. Benzyna lakowa podobnie jak inne ciecze niepolarne posiada niskie napięcie powierzchniowe. Skutkuje to tym, że stosunkowo niewielka ilość cieczy rozlana na materiał powoduje nasączenie dużej powierzchni. Przy oblaniu benzyną lakową w ilości 0,5 litra, a następnie podpalenia może dojść do takich obrażeń jakich doznał H.B.
2. W mojej ocenie nieznalezione części garderoby H.B., w postaci koszuli podkoszulka oraz korpusu kurtki i swetra, mogły ulec całkowitemu spaleni, w tych warunkach pogodowych oraz przy tej ilości benzyny. Wynika to z pionowej pozycji poszkodowanego w trakcie przebiegu zdarzenia.
3. Poszkodowany w trakcie przebiegu zdarzenia przemieszczał się, w związku z tym nie uległy za-

paleniu liście znajdujące się w ściółce. W mojej ocenie poszkodowany upadł na ziemię przy próbie ściągania spodni, w momencie, kiedy powierzchnia spodni oraz bielizny uległa zagazowaniu.

4. Klucze oraz monety, które prawdopodobnie znajdowały się w kieszeni kurtki nie noszą śladów okopcenia, z uwagi na to, że nie były one w żaden sposób przytwierdzone do ciała. W momencie przepalenia materiału, przedmioty te wypadły na podłoże, zanim zdążyły ulec okopceniu bądź osmoleniu”.



Ryc. 1. Zdjęcie obrazujące oparzenia górnych części ciała denata H.B. Owalem zaznaczono ślad po ramiączku podkoszulka i ślady zwęgleń powstałe podczas spalania się (topienia) tworzywa sztucznego, z którego był wykonany sweter – w miejscu jego bezpośredniego przylegania do ciała ofiary.

Picture 1. Picture is showing Burns of upper part of the body. The circle shows traces of undershirt and charred sweater on the body

Źródło: z materiałów udostępnionych (własnych).



Ryc. 2. Zdjęcie obrazujące oparzenia tylnych części ciała denata H.B. Owalem zaznaczono oparzenia powstałe podczas spalania się (topienia) tworzywa sztucznego pochodzącego ze swetra.

Picture 2. Picture is showing Burns of back parts of the body. The circle shows burns caused by the combustion of plastic sweater

Źródło: z materiałów udostępnionych (własnych).

3. Analiza zdjęć zaprezentowanych w kazusie

Autorka nie jest w stanie odnieść się do przeprowadzonej przez biegłego analizy zebranych w sprawie i dostarczonych mu materiałów. Jednakże po przejrzeniu (zamieszczonej powyżej) wydanej przez niego opinii niewątpliwie należy stwierdzić: fachowość, znajomość tematyki z zakresu posiadanych uprawnień, dociekliwość, rzetelność i sumienność jej wykonawcy. Możliwe jest natomiast odniesienie do dwóch zaprezentowanych tutaj zdjęć, na podstawie których stwierdzić można co następuje:

1. Substancja łatwopalna – zidentyfikowana jako benzyna lakowa, niewątpliwie została wylana na okolicę ciemieniową i w mniejszej ilości spłynęła na część czołową głowy denata. Spowodowała ona wraz z oddziaływaniem wysokiej temperatury całkowite wypalenie włosów i rozwarstwianie się skóry z miękkimi tkankami podskórnymi (tzw. *decollement*) od powierzchni kości czaszki. Benzyna, spływając i paląc się na coraz niżej położonych, głównie tylnych partiach: głowy (silne ślady zwęgleń potylicy, prawdopodobnie w mniejszym procencie oparzenia okolic twarzy), linijne pęknięcie skóry i głębiej położonych tkanek szyi, na ramionach, karku, plecach, lewej stronie klatki piersiowej itd. – spowodowała oparzenia i zmiany, które były uzależnione od spionizowanej postawy osoby, bezpośredniego oddziaływania termicznego na szybko odkrywane części ciała („zdzieranie” błyskawicznie zajmowanego płomieniem ubrania), rodzaju tkaniny, z której wykonana była garderoba i stopnia przylegania jej do skóry (obrażenia na plecach, linijne – w okolicach pasa), ilości docierającej tam substancji oraz czasu oddziaływania wysokiej temperatury na ciało ofiary. Zaobserwowane zmiany wyraźnie wskazują na kierunek pionowego działania od góry do dołu i brak większych uszkodzeń kończyn górnych – zakryte okolice przedramion i dłoni „zajętych” manewrami w trakcie zdejmowania elementów odzieży oraz kończyn dolnych – uda i podudzia zasłonięte tkaniną spodni, która w mniejszym stopniu została nasączona środkiem łatwopalnym (mniej jego spłynęło w te okolice nóg), prędkości ruch poruszających się w luźnych nogawkach kończyn nie sprzyjał ich raptownemu zajęciu ogniem, dlatego ofiara mogła swobodnie przemieścić się na pewną odległość. Dopiero zajęcie płomieniem materiału, z którego uszyte były spodnie, zdecydowało o przystąpieniu do ich ściągania. Stąd górne partie nóg wykazują intensywniejsze ślady oparzeń, aniżeli dolne, w okolicach pośladków – delikatnej skóry z przyległymi warstwami (II^o – pokrycie pęcherzami oparzelinowymi), które widoczne są jako przekrwione, obrzęknięte obrażenia, z silnym odwarstwianiem się poparzonych termicznie tkanek skóry, co dodatkowo spotęgowały wilgotne warunki środowiska leśnego o tej porze roku.

2. Nie bez znaczenia na poziom oparzeń był materiał, tj. sztuczne tworzywo, z którego wykonano sweter. Rozgrzane do wysokiej temperatury sztuczne włókna tworzy topiące się i rozpryskujące krople. Taka chemiczna materia podgrzana do fazy topnienia wywołuje punktowe, o różnym kształcie ślady (w zależności od budującej ją struktury, nakładających się warstw w miejscach szwów, bliskości i przylegania do okolic – o różnej wrażliwości tkanek ciała), a tym samym oparzenia z bardziej wyrazistym skutkiem odwzorowania, np. obserwowane na plecach denata H.B. Ślady o charakterystycznym wyglądzie zwęgleń wywołały silniejsze oparzenia w miejscach wtapienia się tworzywa w powierzchnię skóry, co m.in. wskazywało na wyprostowanie tułowia w momencie przemieszczania mężczyzny – płonącego i szybko próbującego rozebrać się w czasie zaistniałego zdarzenia.

3. Widoczne na zdjęciach ciało leżącego mężczyzny – w zgiętej pozie ułożony na lewym boku, nogi podciągnięte oraz skrupowane niezdjętymi slipami i spodniami, jak też dłonie zaciśnięte w pięści – nie są efektem spalania osoby i dzięki temu powstania pozycji „kolankowo-łokciowej”, lecz po prostu objawem cierpienia i bezsilności umierającego z powodu rozległych oparzeń człowieka. Do takiego stanu przyczyniło się również stężenie pośmiertne, w przebiegu którego zwłoki zostały ujawnione. Natomiast, w wyniku tego typu „spływającego” oddziaływania termicznego, raczej w nieznacznym stopniu doszło do ściągnięcia skóry, czyli zmniejszenia jej powierzchni w minimalnym zakresie i to jedynie w obrębie górnych partii ciała. Bynajmniej nie zaobserwowano tutaj objawów wskazujących na ingerencję osób trzecich, które próbowałyby ruszać ciało H.B. po jego śmierci.

Podsumowanie danych na temat analizy zaprezentowanego przypadku

Przedstawiony w niniejszym artykule przypadek ma uzmysłowić Czytelnikowi, jak trudno jest wyjaśnić biegłemu medykowi sądowemu, po przeprowadzonej sekcji, kwestie dotyczące rodzaju śmierci gwałtownej (samobójstwo, zabójstwo, nieszczęśliwy wypadek), gdy ma do czynienia z oddziaływaniem wysokiej temperatury na ciało ludzkie. Zresztą, problem spraw związanych z podpaleniem i śmiercią człowieka nurtuje (spinające w całość wszystkie działania procesowe) organy ścigania karnego, które próbują dotrzeć do prawdy obiektywnej. Z samej złożoności tematyka dotycząca pożarów należy do najtrudniejszych przestępstw do ustalenia i udowodnienia winy. Do przyczyn takiego stanu rzeczy można zaliczyć czynnik obiektywny, dotyczący sposobu vzniesienia pożaru i umiejętności maskowania się sprawcy oraz czynnik subiektywny, dotyczący poziomu pracy wykonywanej przez prowadzących czynności na miejscu związanym z oddziaływaniem

wysokiej temperatury. Najwięcej błędów związanych z wyjaśnianiem okoliczności pożaru pojawia się już w trakcie wstępnych czynności oględziny, których niewłaściwe przeprowadzenie będzie negatywnie skutkowało na dalszych etapach postępowania procesowego.

Ciągle wzrasta poziom intelektualny przestępców, którzy doskonale znają zarówno obowiązujące przepisy prawa, jak i metody wykrywcze stosowane przez organy ścigania karnego. Dlatego nie bez powodu, zresztą od tysięcy już lat, dokonują wszelkich form przestępstw z udziałem pożaru, jak również wykorzystują go do zacierania po sobie śladów. Mimo wypracowywania coraz nowszych metod badawczych z pożarnictwa, kryminalistyki, medycyny sądowej i innych dziedzin pokrewnych ciągle mamy wiele niewiadomych, gdy dojdzie do działania nieujarzmionego jeszcze ognia, we wszystkich jego postaciach. Do tego dochodzą pary i gazy wydzielające się po użyciu środków energotwórczych i przyspieszających proces palenia się płomienia (efekt spalania lotnych składników materiału palnego). Dzięki sprzyjającym ku temu okolicznościom powstające produkty spalania mogą doprowadzić do zatrucia człowieka, stanowią zatem duże zagrożenie dla życia i zdrowia ludzkiego. Zatem bezpośrednią przyczyną zgonu ofiary uczestniczącej w pożarze nie musi być tylko: oparzenie tzw. *obszarów wstrząsotwórczych* jej ciała (do nich zalicza się okolice twarzy i płciowe), rozległość okolic poddanych działaniu termicznemu, wielkość obszaru i głębokość załęgania w skórze ciała, poddanie oparzeniom wyższego stopnia (II°, III°, IV°), lecz również możliwość zatrucia toksynami wydzielanymi podczas procesu spalania.

Powracając do przypadku, warto wspomnieć, że jednym z zadań służb wykonujących swoje obowiązki było określenie bezpośredniej przyczyny śmierci, jaką okazały się rozległe oparzenia termiczne ciała H.B. Kolejnym zadaniem była stosunkowo szybka identyfikacja denata. Ale czy wyjaśniono wszystkie okoliczności sprawy i w konsekwencji stworzono konkretną wersję kryminalistyczną? Wydaje się, że kwestia, czy rzeczywiście mamy tutaj do czynienia z samobójstwem czy zabójstwem, nadal pozostaje otwarta i czeka na wyjaśnienie.

Organ procesowy po zebraniu materiałów dotyczących ujawnienia zwłok H.B., kierując postanowieniem do biegłego napisał, że sprawa dotyczy „namawiania H.B. do targnięcia się na własne życie”, a więc istniały przesłanki budzące wątpliwość co do dobrowolnego aktu pozbawienia się życia przez denata. Motyw doprowadzenia do śmierci miał najprawdopodobniej inne „oblicze”. Poza tym z treści pytań postawionych przez prowadzącego sprawę do biegłego można wnosić o jego wątpliwościach i przyjmowaniu wersji, jakoby ze zdarzeniem związane były osoby trzecie. Natomiast w zamieszczo-

nych do opinii cytatach z: notatki urzędowej, protokołu oględzin miejsca znalezienia zwłok (określonego jako „protokół oględzin miejsca zdarzenia”) oraz protokołu sądowo-lekarskich oględzin zewnętrznych i otwarcia zwłok (określonego jako „protokół oględzin i sekcji zwłok nr KMS .../2009”) brak jest odniesienia, co do możliwości wzięcia udziału w polaniu benzyną lakową i podpaleniu H.B. przez inną osobę. Jednakże na podstawie tej stosunkowo skromnej ilości materiału w zaprezentowanym kasusie, dokonanie analizy zdjęć pozwoliło wyłącznie na stwierdzenie, że poparzenia osoby H.B. rzeczywiście nastąpiły wskutek polania cieczą łatwo palną i podpalenia ofiary (przez środek inicjujący zapłon), czego mogła też „od tyłu” dokonać co najmniej jedna osoba trzecia. Nie wyklucza się takiej ewentualności, skoro ofiara była emerytowanym pracownikiem służb więziennych, próbowała się ratować ucieczką, świadomie i to błyskawicznie starała się zdejmować płonące elementy odzieży, a polanie jej przez kogoś „od tyłu” jest całkiem prawdopodobnym wariantem. Wystarczył motyw kierujący innego człowieka do zabójstwa H.B., ponieważ z zamieszczonych materiałów wyraźnie wynika cel, jakim było dla H.B. uratowanie własnego ciała przed oparzeniami i śmiercią. Można też przyjąć odmienną wersję, tj. ulegnięcie namowom i podjęciu przez H.B. próby targnięcia się na własne życie, ale pod wpływem bólu i cierpienia „przerosła” ona samego wykonawcę. Niestety, najczęściej w sytuacjach związanych z ofiarami pożarów takie wątpliwości występują i... pozostają bez odpowiedzi. Wtedy niezmiernie ważny jest dokładny opis samego miejsca znalezienia poparzonej lub spalonej ofiary (z warunkami tam panującymi), sposób ułożenia zmienionych termicznie części ciała w stosunku do obiektów i przedmiotów znalezionych na miejscu zdarzenia oraz opis stanu nadpalonych lub spalonych zwłok (po wykonanej autopsji). Czynniki te mają ogromne znaczenie podczas oceny okoliczności zdarzenia i dojścia do zgonu osoby o nieustalonej tożsamości (dokumenty, rzeczy osobiste, wygląd, cechy szczególne)⁵. Poza tym należy sporządzić wykaz przedmiotów stwierdzonych na zwłokach i/lub ich pobliżu, określić ewentualny wpływ warunków atmosferycznych i/lub środowiskowych, zamieścić informacje o użytym sprzęcie, sposobie utrwalenia zastanego stanu zwłok i wszelkich innych wykonanych czynnościach⁶.

⁵ I. Sołtyszewski, B. Młodziejowski, *Problematyka identyfikacji NN zwłok i szczątków ludzkich*, [w:] I. Sołtyszewski /red./, *Badania kryminalistyczne (wybrane aspekty)*, Olsztyn 2007, rozdz. II, s. 43-52.

⁶ Zarządzenie nr 1426 Komendanta Głównego Policji z dn. 23 grudnia 2004 r. w sprawie metodyki wykonywania czynności dochodzeniowo-śledczych przez służby policyjne wyznaczone do wykrywania przestępstw i ścigania ich sprawców (Dz. Urz. KGP z 2005 r., nr 1, poz. 1), rozdz.4, s. 26-31.

Jeżeli chodzi o stan ujawnionych zwłok H.B., to nie ma wiedzy, czy w dokumentacji sporządzonej na tę okoliczność ograniczono się jedynie do opisów ogólnych i czy nie pominięto istotnych opisów szczegółowych. Z przytoczonych w opinii biegłego fragmentów dokumentacji wynika, że tak duży procent poparzenia ciała doprowadził do śmierci H.B. Istniała w związku z tym przeszkoda związana z ustaleniem mechanizmów, miejsca i przyczyn zgonu (motywu wykonawcy). Nie można też ustalić, czy osoba, która hipotetycznie mogła dokonać zabójstwa, pozostawiła w takim stanie zwłoki i zatarła ślady swojego działania skoro, jak napisano, do zgonu doszło od 12 do 24 godzin wcześniej.

Spostrzeżenia własne, połączone z teorią i praktyką dowodzą, że niezbędna i ukierunkowana wiedza nawet w trudnych sprawach z zakresu pożarnictwa niewątpliwie pozwala zbliżyć nas do prawdy obiektywnej. Zaprezentowany kasus uzmysławia sens budowania wersji zdarzenia z każdego pozyskanego materiału, który da podstawę do wyciągnięcia właściwych wniosków zamykających proces wykrywczy w danej sprawie.

Wyrażam serdeczne podziękowania Panu Kapi-tanowi inż. Andrzejowi Bąkowi, biegłemu sądowemu z zakresu BHP – ochrona przeciwpożarowa przy Sądzie Okręgowym w Gliwicach, za udostępnienie materiałów w celu ich wykorzystania w niniejszym opracowaniu.

Literatura

1. Choroszewski Z., *Taktyka wykrywania sprawców pożarów*, Szczytno 2005, W.W.i.P. WSPol., s. 36;
2. Hołyst B., *Kryminalistyczna problematyka pożarów*, Warszawa 1962, Wyd. ZK KGP, s. 82;
3. Sawicki T., *Podpalenie za pomocą płynów łatwopalnych jako kryminalistyczna przyczyna pożarów*, Warszawa 2003, „Biuletyn informacyjny” nr 117, Wyd. CLK KGP, s. 57-83;
4. Sawicki T., *Badanie przyczyn pożarów*, Warszawa 2006, „Biuletyn Informacyjny” nr 121, Wyd. CLK KGP, s. 92;
5. Sołtyszewski I., Młodziejowski B., *Problematyka identyfikacji NN zwłok i szczątków ludzkich*, [w:] I. Sołtyszewski /red./, *Badania kryminalistyczne (wybrane aspekty)*, Olsztyn 2007, rozdz. II, s. 43-52;
6. Zarządzenie nr 1426 Komendanta Głównego Policji z dn. 23 grudnia 2004 r. w sprawie metodyki wykonywania czynności dochodzeniowo-śledczych przez służby policyjne wyznaczone do wykrywania przestępstw i ścigania ich sprawców (Dz. Urz. KGP z 2005 r., nr 1, poz. 1), rozdz.4, s. 26-31.

Podinsp. dr inż. Renata Włodarczyk – adiunkt Zakładu Kryminalistyki Instytutu Badań nad Przestępczością Zorganizowaną i Terroryzmem WBW i A WSPol. Po ukończeniu studiów pracowała m.in. na stanowisku specjalisty Pracowni Serologicznej Zakładu Medycyny Sądowej Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie. Od 1992 r. podjęła współpracę z Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym KGP w Warszawie. W 2001 r. otrzymuje stopień doktora nauk prawnych, po obronie pracy doktorskiej pt. „Kryminalistyczne badania uszkodzeń i zmian włosów ludzkich”. Od 2004 roku pracuje w Wyższej Szkole Policyjnej w Szczytnie. Bierze także czynny udział w różnego rodzaju formach

kształcenia grup studenckich (prawa, bezpieczeństwa wewnętrznego, administracji), podyplomowych z uczelni krajowych i zagranicznych, prawników, przygotowań do wykonywania czynności procesowych przez ekspertów kryminalistycznych, funkcjonariuszy ruchu drogowego, służb różnych pionów Policji, Straży Granicznej, Państwowej Straży Pożarnej i innych.

Recenzenci

dr inż. Barbara Ościłowska

dr inż. Norbert Tuśnio

Wskazówki dla Autorów

Maszynopis: Maszynopis w języku ojczystym Autora nie powinien przekraczać 22 stron (formatu A4, Times New Roman 12 pkt.), pisany bez podziału na kolumny, (łącznie 40 000 znaków razem ze spacjami). Artykuły prosimy przysyłać w wersji drukowanej oraz w postaci elektronicznej w formacie Word.

Autor: Przy nazwisku autora/ów należy podać pełną nazwę i adres instytucji, a w przypadku autora wiodącego także adres korespondencyjny (tel., fax oraz e-mail) - do wiadomości redakcji.

Tytuł: Tytuł powinien być krótki i zwięzły. (Times New Roman 16 pkt).

Abstrakt: Abstrakt w języku angielskim i polskim (lub języku ojczystym i angielskim), długości do 250 słów, powinien odzwierciedlać strukturę i treść pracy. (Times New Roman 10 pkt)

Słowa kluczowe: Należy podać słowa kluczowe, zarówno w języku polskim, jak i angielskim, zawierające łącznie do 10 wyrazów. Słowa kluczowe nie powinny być powtórzeniem tytułu.

Tekst: Struktura artykułu musi odpowiadać ogólnym zasadom przygotowywania publikacji naukowych. Wstęp powinien zawierać syntetyczną prezentację stanu wiedzy na dany temat oraz określenie celu i zakresu pracy. Informacje na temat materiałów i metod badań powinny umożliwiać powtórzenie procedur i otrzymanie porównywalnych wyników. Wyniki powinny być przedstawione wyczerpująco i jasno, a ich interpretacja porównana z wynikami innych autorów. Zakończenie powinno przedstawiać jasno sformułowane wnioski wynikające z uzyskanych wyników i ich interpretacji.

Literatura: Odwołania do literatury w tekście artykułu powinny zawierać nazwisko autora i rok publikacji. W dołączonym spisie „Literatura” należy zamieścić wszystkie cytowane pozycje w porządku alfabetycznym wg nazwisk (pierwszego z autorów w przypadku prac zespołowych), wymieniając wszystkich autorów. Nazwiska pisane cyrylicą powinny być podane w transkrypcji zgodnie z normą PN-83/N-01201. Zalecane jest odwoływanie się głównie do publikacji recenzowanych. Tytuły czasopism należy podawać w pełnym brzmieniu.

Tabele, ryciny, ilustracje: Tabele należy dodatkowo przygotować w oddzielnym załączniku. Rysunki, zasadniczo czarno-białe, należy nadsyłać w formie gotowej do druku. Wszystkie tytuły, opisy i podpisy tabel i rysunków muszą być maksymalnie krótkie ze względu na konieczność dublowania ich w wersji angielskiej.

Copyright: Razem z korektą autor przesyła do Wydawcy oświadczenie, że składa przedłożoną wersję do druku, przekazuje zbywalne prawa autorskie na rzecz CNBOP oraz, że praca nie była wcześniej publikowana, a także że praca nie narusza praw autorskich innych osób.

Egzemplarze autorskie: Autor (razem ze współautorami) otrzymuje bezpłatnie po 1 egzemplarzu autorskim swojej pracy. Podobnie autorzy recenzji otrzymują 1 egzemplarz autorski

Zapraszamy Autorów, niezależnie od afiliacji, do nadsyłania swoich prac.

Artykuły należy przysyłać na adres:

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

ul. Nadwiślańska 213

05-420 Józefów k/Otwocka

Kwartalnik CNBOP

e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl

Requirements for authors

Manuscripts should not exceed 22 pages (A4 size) of standard typescript, 40,000 total characters including spaces and should be written in Polish or in the other conference language. A paper manuscript should come along with an electronic one in the Word format.

Author: The name of the author/authors should be accompanied by the name and address of the institution, also by his/her correspondence address (phone, fax and e-mail) - information only for Secretary of Edition.

Title: The title should be short and concise.

Abstract: The abstract should be in English and Polish or in the mother's tongue of the author and English, have no more than 250 words, depict the paper's structure and contain the most essential information.

Key words: The paper should include key words or phrases (in English and mother's tongue of the author) counting in total no more than 10 words. The key words should not repeat the title of the paper.

Text: The main body of the article should follow the general rules of scientific writing and be adequately structured. The Introduction should define the scope of the work in relation to other relevant works done in the same field. Material and Methods content should allow the replication of observations/experiments. Results should be presented with clarity and precision, followed by Discussion containing interpretation of obtained results.

References: Literature citations in the text should contain the name of the author and the year of publication. At the end of the paper, under the "References" heading all items men-

tioned in the text should be placed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors. The names and titles written in Cyrillic alphabet should be given in transliteration according to the PN-83/N-01201 standard. It is recommended to refer to the reviewed publications only. Journal titles should be given in full.

Tables, figures and illustrations: Tables should be in the text **and additionally prepared separately, out of the text** (and sent as an enclosure). Figures, black-white as a rule should be printing ready, taking not too much space. Photographs are allowed provided that they contribute essential information to the text. If a figure is to be minimized in size, its legend should be big enough to make it readable after minimizing.

Copyright: Along with the correction, the author shall send to the Publisher a declaration form by which he/she sends a paper to press and confirms that the paper has not been published before. The authors are requested to attach to their scientific papers a declaration that the paper does not infringe other persons' copyrights.

Author's copies: The author (and the co-authors) receives for free 1 author's copies of the article.

We invite Authors, regardless of their affiliation, to submit their papers.

The papers should be sent to:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpozarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Nadwiślańska 213
05-420 Józefów k/Otwocka
CNBOP's Quarterly
e-mail: jcybulska@cnbop.pl; cnbop@cnbop.pl

Wykaz recenzentów kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” 2011 r.

1. dr inż. Bartłomiej Bednarz, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie;
2. dr inż. Andrzej Białoń, Instytut Kolejnictwa;
3. bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej-Państwowy Instytut Badawczy;
4. dr inż. Zbigniew Ciekankowski, Akademia Obrony Narodowej;
5. mł. bryg. mgr inż. Piotr Chudy, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
6. bryg. mgr inż. Dariusz Czerwienko, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej-Państwowy Instytut Badawczy;
7. dr Anna Dmochowska, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
8. dr inż. Dariusz Dmochowski, Politechnika Warszawska;
9. dr inż. Jerzy Gałaj, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
10. mgr Maciej Godlewski, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej;
11. dr Ryszard Grosset, Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa im. Heleny Chodkowskiej;
12. prof. dr hab. inż. Władysław Harmata, Wojskowa Akademia Techniczna;
13. dr inż. Jadwiga Popławska – Jach, Instytut Chemii Przemysłowej;
14. dr inż. Paweł Janik, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej;
15. dr inż. Ewa Jaska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego;
16. dr inż. Waldemar Jaskółowski, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
17. bryg. mgr inż. Jacek Jesionek, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
18. bryg. mgr inż. Tadeusz Jopek, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej;
19. dr Marek Juszczyk, Akademia Obrony Narodowej;
20. mgr inż. Jan Kielin, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej – Państwowy Instytut Badawczy;
21. prof. dr hab. inż. Stanisław Kłosowicz, Akademia Obrony Narodowej;
22. mł. bryg. mgr inż. Tomasz Kołodziejczyk, Komenda Główna PSP;
23. prof. dr hab. Marek Konecki, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
24. prof. dr hab. Mirosław Kosior, Politechnika Warszawska;
25. dr hab. inż. Paweł Kozakiewicz, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego;
26. dr inż. Bogdan Kosowski, Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy
27. dr hab. Lech Kościelecki, Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania;
28. bryg. mgr inż. Tomasz Krasowski, Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej w Siedlcach, Dowódca JRG 2;
29. dr inż. Bernard Król, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
30. dr inż. Tomasz Krysztofiak, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu;
31. st. kpt. mgr inż. Przemysław Kubica, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
32. dr inż. Mieczysław Laskowski, Instytut Kolejnictwa;
33. prof. dr hab. Kazimierz Lebecki, Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy
34. prof. dr hab. Tadeusz Maciak, Politechnika Białostocka;
35. mgr inż. Jerzy Maciak, Zarząd Główny Związku Ochotniczych Straży Pożarnych RP;
36. dr inż. Adam Majka, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej-Państwowy Instytut Badawczy;
37. st. kpt. mgr inż. Daniel Małozieć, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej – Państwowy Instytut Badawczy;
38. prof. dr hab. inż. Adam Markowski,
39. dr inż. Czesław Ochenduska, Prywatna Wyższa Szkoła Biznesu i Administracji;
40. dr inż. Paweł Oleszczak, Politechnika Warszawska
41. bryg. dr Barbara Ościłowska, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
42. dr Elżbieta Pietraszek, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej-Państwowy Instytut Badawczy;
43. dr inż. Kazimierz Piotrkowski, Wojskowa Akademia Techniczna;
44. st. kpt. mgr inż. Rafał Porowski, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej – Państwowy Instytut Badawczy;
45. kpt. mgr inż. Janusz Popis, Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Otwocku;
46. dr hab. Marzena Półka, prof. SGSP, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
47. dr inż. Eugeniusz W. Roguski, Polskie Centrum Akredytacji;
48. mgr Marcin Słupek, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej;

49. dr Marcin M. Smolarkiewicz, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
50. dr inż. Mariusz Smolarkiewicz, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
51. dr hab. inż. Ryszard Szczygieł, prof. IBL, Instytut Badań Leśnictwa;
52. mgr inż. Krzysztof Szelągowski, Zarząd Główny Związku Ochotniczych Straży Pożarnych RP;
53. prof. dr hab. inż. Stanisław Śladkowski, Akademia Obrony Narodowej;
54. prof. dr hab. Andrzej Teodorczyk, Politechnika Warszawska;
55. dr inż. Tadeusz Terlikowski, prof. nadzw., Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej-Państwowy Instytut Badawczy;
56. st. kpt. dr inż. Norbert Tuśnio, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
57. bryg. mgr inż. Zbigniew Tuzimek, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
58. dr Tomasz Węsierski, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
59. dr inż. Stefan Wilczkowski, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej – Państwowy Instytut Badawczy;
60. dr hab. inż. Bernard Wiśniewski, Wyższa Szkoła Policyjna w Szczytnie;
61. bryg. dr inż. Waldemar Wnęk, Szkoła Główna Służby Pożarniczej;
62. st. bryg. mgr inż. Piotr Wojtaszewski, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej;
63. dr n. techn. Władysław Wołkowski, Lotnicze Pogotowie Ratunkowe;
64. mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej – Państwowy Instytut Badawczy;
65. dr inż. Marek Zbieć, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego;
66. mł. bryg. mgr inż. Jacek Zboina, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej – Państwowy Instytut Badawczy;

Problem z bezpieczeństwem? My go rozwiążemy!

✚ Badania wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej, m.in.:

- o prototypów urządzeń sygnalizacji pożarowej i innych,
- o elementów składowych i całych systemów wykrywania pożaru, dźwiękowych systemów ostrzegawczych,
- o materiałów budowlanych, środków gaśniczych, sorbentów i dyspergentów, sprzętu podręcznego,
- o pojazdów pożarniczych, pomp pożarniczych,
- o sprzętu ratowniczego, ewakuacyjnego i ochrony osobistej strażaka,
- o elementów armatury pożarniczej,
- o stałych urządzeń gaśniczych;



- ✚ **Aprobaty techniczne;**
- ✚ **Certyfikacja wyrobów** służących do ochrony przeciwpożarowej;
- ✚ **Certyfikacja podmiotów** wykonujących usługi z zakresu ochrony przeciwpożarowej;
- ✚ **Prace normalizacyjne;**

- ✚ **Prace naukowe** dotyczące ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności;
- ✚ **Prace badawcze** w zakresie sprzętu i środków stosowanych przez jednostki straży pożarnych, a także w zakresie technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych;
- ✚ **Opinie i ekspertyzy techniczne** w zakresach j.w.;
- ✚ **Analizy przyczyn** powstawania pożarów;



- ✚ **Działalność** w zakresie propagowania wiedzy pożarniczej i ochrony ludności;
- ✚ **Szkolenia specjalistyczne** (certyfikaty kwalifikacji).

Nasze osiągnięcia w 2010 roku:

Srebrny medal na 109 Międzynarodowych Targach Wynalazczości w Paryżu



Kryształowa statuetka MNIŚW na Międzynarodowych Targach Wynalazczości 2010 w Warszawie



Złoty medal na Międzynarodowych Targach Innova 2010 w Brukseli



**Centrum Naukowo – Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego**

Państwowy Instytut Badawczy

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

tel. (22) 76 93 200, 76 93 300, fax (22) 76 93 356

e-mail: cnbop@cnbop.pl, www.cnbop.pl



Zakład Szkoleń realizuje misję CNBOP-PIB w obszarze edukacyjno – dydaktycznym, poprzez organizowane szkolenia, konferencje, warsztaty oraz seminaria.

Podejmowane przez Zakład Szkoleń CNBOP – PIB przedsięwzięcia edukacyjne organizowane są w oparciu o tematykę wynikającą z **prac badawczo-rozwojowych** Zakładów – Laboratoriów Instytutu, a także **specjalistyczną wiedzę pracowników** Instytutu jak i jednostek partnerskich w zakresie ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności.

Do głównych szkoleń organizowanych przez Zakład Szkoleń można zaliczyć:

❖ **Szkolenie dla projektantów, instalatorów i konserwatorów:**

- systemów sygnalizacji pożaru
- dźwiękowych systemów ostrzegawczych
- systemów wentylacji pożarowej w obiektach budowlanych

❖ **Szkolenie dla konserwatorów:**

- podręcznego sprzętu gaśniczego I i II stopnia
- hydrantów wewnętrznych i węży

❖ **Szkolenie z zakresu sporządzania instrukcji bezpieczeństwa**

❖ **Szkolenie „Stale urządzenia gaśnicze tryskaczowe w ochronie ppoż.”**



Do zakresu działań Zakładu Szkoleń należy również organizowanie **Ogólnopolskich Seminariów**, w ramach których poruszane są różnorodne kwestie – począwszy od tematyki związanej bezpośrednio z ochroną przeciwpożarową, po tematy z obszaru zarządzania zasobami ludzkimi.

Dodatkową działalnością spójną ze wspomnianymi przedsięwzięciami edukacyjnymi są także **wydawnictwa** w postaci materiałów szkoleniowych czy też standardów CNBOP – PIB przeznaczonych dla członków Ochotniczych Straży Pożarnych RP.

Motywy przewodnim naszych działań jest stałe podnoszenie jakości świadczonych usług w ramach organizowanych szkoleń - odpowiedni poziom merytoryczny wykładów oraz warsztatów praktycznych.

Zakład Szkoleń CNBOP-PIB

tel. (22) 76 93 304, 76 93 221

fax (22) 76 93 221

e-mail: edukacja@cnbop.pl