

ISSN 1895-8443



Wydawnictwo  
Centrum Naukowo-Badawczego  
Ochrony Przeciwpożarowej

kwartalnik 03 (15)/09

# **Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza**

**Kwartalnik CNBOP**



---

**Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego  
Ochrony Przeciwpowodzi**

**Józefów 2009**

## KOMITET REDAKCYJNY

dr inż. Eugeniusz W. ROGUSKI – przewodniczący – PCA  
mł. bryg. dr inż. Dariusz WRÓBLEWSKI – redaktor naczelny  
dr inż. Stefan WILCZKOWSKI  
mł. bryg. mgr inż. Tomasz SOBIERAJ  
mgr Joanna CYBULSKA – sekretarz redakcji

Przygotowanie do wydania  
mgr Joanna Cybulska

Zamówienia na kolejne wydania oraz prenumeratę przyjmuje  
Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa  
tel. 022 850 11 12, fax 022 433 50 09  
e-mail: edura@edura.pl

ISSN 1895-8443

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

Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego  
Ochrony Przeciwpowozarowej  
*im. Józefa Tuliszkowskiego*  
05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślńska 213  
centrala: +48 22 769 32 00  
internet: [www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl)  
e-mail: [cnbop@cnbop.pl](mailto:cnbop@cnbop.pl)  
Projekt okładki: B. Dominowska

Nakład 300 egzemplarzy

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

**Wydawnictwo dofinansowywane ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.**

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

**Kwartalnik CNBOP „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” jest czasopismem punktowanym  
z listy Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (4 pkt.)  
Informacja na podstawie Komunikatu nr 8 Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego  
z dnia 31 marca 2009 roku.**

## SPIS TREŚCI

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

### I. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE

|                              |                                                                                                    |    |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. R. Grosset<br>M. Ansztzak | Zastosowanie metody matrycowania jako droga do sprawnego systemu bezpieczeństwa wewnętrznego ..... | 7  |
| 2. J. Wołeszo                | Praca kierownika w organizacji zhierarchizowanej .....                                             | 19 |
| 3. J. Klimiuk                | Rola kierownika projektu oraz zespołu projektowego w zarządzaniu projektami .....                  | 35 |

### II. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

|                    |                                                                                                                                            |    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Z. Ciekankowski | Działania asymetryczne jako źródło zagrożeń bezpieczeństwa .....                                                                           | 47 |
| 2. M. Sobol        | Multimedialny trening decyzyjny „MeToDa” jako przykład wykorzystania w nauczaniu metod aktywizujących i twórczości własnej studentów ..... | 73 |

### III. BADANIA I ROZWÓJ

|                                            |                                                                                                |     |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. R. Szczygieł<br>B. Ubysz<br>J. Piwnicki | Kryteria oceny ryzyka zagrożenia pożarowego lasu .....                                         | 83  |
| 2. P. Zbrozek<br>J. Prasula                | Wpływ wielkości średnic kropli mgły wodnej na efektywność tłumienia pożarów i chłodzenie ..... | 133 |

### VI. CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE

|                                |                                                 |     |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|-----|
| 1. Jednostka Certyfikująca     | Wykaz świadectw dopuszczenia III/2009 .....     | 149 |
| 2. Jednostka Certyfikująca     | Wykaz certyfikatów CNBOP III/2009 .....         | 155 |
| 3. Zakład Aprobat Technicznych | Wykaz Aprobat Technicznych CNBOP III/2009 ..... | 158 |

#### **IV. TECHNIKA I TECHNOLOGIA**

|                                                  |                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. D. Cygankiewicz<br>W. Grabysz<br>Z. Klimasara | Uniwersalne zasilanie urządzeń alarmowych<br>i automatyki pożarniczej z zasilaczy<br>instalowanych poza centralą sygnalizacji pożarowej.<br>Problemy i nowe możliwości ..... 161 |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **V. Z PRAKTYKI DLA PRAKTYKI**

|                 |                                                                                  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. G. Koziół    | Działania ratownicze w ograniczonych<br>przestrzeniach ..... 201                 |
| 2. T. Krasowski | Wykorzystanie węży tłocznych do zbudowania<br>mobilnej zapory olejowej ..... 208 |

**Szanowny Czytelniku,**

Wszyscy pragniemy się czuć bezpiecznie. Jest to jedna z podstawowych potrzeb każdego człowieka. Państwowa Straż Pożarna jest jedną ze służb zapewniających bezpieczeństwo powszechne. Warto jednak zastanowić się czym właściwie jest bezpieczeństwo? co się na nie składa? Czy jest to tylko wyposażenie techniczne i stała gotowość do niesienia pomocy innym? W znacznej mierze tak właśnie jest. Jednakże na stałą gotowość PSP składają się również doskonała organizacja i umiejętność korzystania z wyników innych dziedzin nauki dla podniesienia własnej wiedzy, organizacji i umiejętności działania. Strażak, podobnie jak specjaliści z wielu innych dziedzin, uczy się przez całe swoje życie zawodowe. Przecież technika i technologia idą ciągle na przód. Również wiedza na temat zarządzania i organizacji pracy własnej rozwija się nieustannie.

Nasz kwartalnik, który słowo „**bezpieczeństwo**” ma w tytule, stara się prezentować wszelkie poglądy i dokonania nauki dotyczące wspomnianych powyżej aspektów bezpieczeństwa powszechnego i roli, jaką w tej dziedzinie odgrywa Państwowa Straż Pożarna.

W bieżącym numerze prezentujemy kilka artykułów właśnie z owych „dziedzin pokrewnych”. Na szczególną uwagę zasługuje naszym zdaniem artykuł **Pana prof. dr hab. inż. Jarosława Wolejszo, dziekana Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej pt. „Praca kierownika w organizacji zhierarchizowanej”**. Jest to tekst wskazujący jak ważną rolę odgrywa organizacja pracy kadry kierowniczej, jakie najczęstsze błędy popełnia się w tej dziedzinie i jak ogromny wpływ ma to na podległych pracowników. Komitet Redakcyjny kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” ten właśnie artykuł wybrał jednogłośnie jako najlepszy w bieżącym numerze.

Polecamy również artykuły z obszaru nauk humanistycznych dotyczące działań asymetrycznych i ich wpływie na bezpieczeństwo, a także typowo techniczny artykuł poświęcony zasilaniu urządzeń alarmowych i automatyki pożarniczej.

Bieżący numer kwartalnika jest doskonałym dowodem na to, że jest on coraz bardziej ceniony wśród specjalistów pracujących w obszarze bezpieczeństwa, ponieważ coraz większa liczba autorów zewnętrznych składa swoje materiały do druku właśnie u nas. Cieszy nas to niezmiernie, podobnie jak artykuły nadsyłane przez praktyków ratownictwa (rozdział „Z praktyki dla praktyki”), w których dzielą się swoimi przemyśleniami na temat nowych

rozwiązań, nietypowego wykorzystania standardowego sprzętu, kreatywnego i profesjonalnego podejścia do każdej, nawet najbardziej trudnej i skomplikowanej sytuacji. Nie oznacza to oczywiście, iż nie prezentujemy także ciekawych artykułów pracowników CNBOP (w bieżącym numerze na temat zarządzania projektami finansowanymi ze źródeł zewnętrznych oraz artykuł na temat wpływu wielkości średnic kropli mgły wodnej na efektywność tłumienia pożarów i chłodzenie).

Polecamy uwadze Państwa cały bieżący numer i życzymy interesującej, pełnej refleksji lektury.

**Komitet Redakcyjny:**

**dr inż. Eugeniusz W. Roguski – Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego – PCA**

**ml. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski – Redaktor Naczelny**

**dr inż. Stefan Wilczkowski – Członek Komitetu Redakcyjnego**

**ml. bryg. mgr inż. Tomasz Sobieraj – Członek Komitetu Redakcyjnego**

**mgr Joanna Cybulska – Sekretarz Redakcji**

nadbryg. w st. spocz. dr **Ryszard GROSSET**  
WSZiP w Warszawie  
kpt. mgr inż. **Marcin ANSZCZAK**  
KW PSP Białystok

## **ZASTOSOWANIE METODY MATRYCOWANIA JAKO DROGA DO SPRAWNEGO SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA WEWNĘTRZNEGO**

### **Streszczenie**

Artykuł p.t. „Zastosowanie metody matrycowania, jako droga do sprawnego systemu bezpieczeństwa wewnętrznego” stanowi propozycję stworzenia siatek bezpieczeństwa dla konkretnych zdarzeń. Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa ciągle się rozwija, a mimo to powstają coraz to nowsze zagrożenia. W przypadku, kiedy należy przeciwdziałać różnego typu zagrożeniom proponuje się zastosować matryce bezpieczeństwa. W artykule tym przedstawiono przykładowe siatki bezpieczeństwa dla zdarzeń z użyciem broni chemicznej czy biologicznej, jak również siatki bezpieczeństwa dla wybranego miasta w podejściu zdarzeniowym oraz zadaniowym.

### **Summary**

The article titled „The application of the safety metrical tables” as the method of the improving of the Home Security System of Poland. The system of The Home Security of Poland is developing all the time. Despite this progress our country is at risk of being attacked. The safety metrical tables may serve as the preventive method. In the following article the examples of such metrical tables prepared in case of the attack with the chemical or biological weapon will be presented. Moreover, the safety metrical tables will display the possible solutions in case of the attack and the methods of actions prepared for a particular city.

Żyjemy coraz szybciej, w świecie zmiennej rzeczywistości i gwałtownego rozwoju cywilizacji i technologii. Każdy dzień przynosi nowe informacje, a postęp techniczny coraz częściej nas zaskakuje. To niewątpliwie cieszy, ale nie możemy zapominać, że zmiany, z którymi mamy do czynienia to nie tylko zmiany na lepsze. Bez mała każdy dzień generuje nowe zagrożenia czyhające na nas dosłownie wszędzie. Towarzyszą nam one nieodmiennie i rosną wraz z doskonałością otaczającego nas świata. Czy jesteśmy na nie skazani? Niewątpliwie tak. Czy możemy ich uniknąć? Niekiedy, ale czy nam się to uda jest kwestią



naszej wiedzy i umiejętności logicznego myślenia. Pewnym jest, że musimy nauczyć się życia i w miarę bezkolizyjnego „poruszania się” w świecie otaczających nas niebezpieczeństw i co nie podlega żadnej dyskusji, wypracować metody kompleksowego i prostego budowania przestrzeni bezpieczeństwa wokół nas samych, naszych najbliższych, społeczności, w której żyjemy. Dysponujemy szerokim katalogiem służb, inspekcji, straży i innych instytucji współodpowiedzialnych za budowanie i utrzymanie tej przestrzeni. Coraz szerszy katalog i specyfika zagrożeń powoduje powstawanie nowych, nowszych i najnowszych form i sposobów odpowiedzi na nie i sposobów łagodzenia ich skutków. Jak grzyby po deszczu rosną na wszelkich poziomach społecznego zorganizowania rozmaite centra monitoringowe i koordynacyjne, obejmujące swoimi kompetencjami szeroko pojętą sferę bezpieczeństwa. To bardzo dobrze, lecz niekiedy w działaniach tych instytucji daje się zauważyć brak spójności i jednolitej koordynacji. Wyzwaniem staje się zatem potrzeba stworzenia swoistej metodyki koordynacji działań w obszarze bezpieczeństwa oraz instrumentarium, które pozwoliłoby ową koordynację sprawować w spójny i kompleksowy sposób. Metodyka prowadząca do stworzenia tego instrumentarium musi być przy tym prosta, logiczna, zrozumiała dla wszystkich i na dodatek, jak to w kryzysowych czasach, niskonakładowa. Owa niskonakładowość wydaje się być w czasie ogólnoswiatowego „zaciskania pasa” elementem o niebagatelnym znaczeniu. Czy w ogóle możliwe jest rozwiązanie tak postawionego problemu? Oczywiście i to w stosunkowo prosty sposób. Sposobem tym jest wykorzystanie tzw. matrycy bezpieczeństwa. Spróbujmy wyjaśnić na czym to polega. Otóż w przypadku wystąpienia większości zagrożeń, zarówno o charakterze naturalnym jak i technologicznym, warunkiem skutecznej i optymalnie przygotowanej reakcji jest sprawne, szybkie i skoordynowane działanie wielu komponentów systemu bezpieczeństwa. Ich ilość i stopień zaangażowania zależy w wielu przypadkach od lokalizacji zdarzenia, jego rozmiarów i oczywiście charakteru. Posłużmy się dwoma prostymi przykładami o zupełnie odmiennych charakterach. Pierwszym niech będzie rozszczelnienie magistrali gazowej. W wariancie pierwszym magistrala rozszczelnia się na poboczu wiejskiej drogi w nisko zaludnionej miejscowości. Kogo wezwiemy na pomoc? Oczywiście pogotowie gazowe, straż pożarną i policję, która zamknie ruch na odcinku drogi.... No może jeszcze pogotowie energetyczne, które odetnie zasilanie do budynków znajdujących się w strefie zagrożenia. Popatrzmy teraz na wariant drugi, to samo zdarzenie ale na ruchliwym skrzyżowaniu dużego miasta. W tym wypadku może nam być potrzebna znacznie większa ilość komponentów budowy obszaru bezpieczeństwa. Być może trzeba będzie wyłączyć zasilanie trakcji tramwajowej, być może sygnalizację świetlną, a nie daj Boże nad skrzyżowanie może

przebiegać linia kolejowa..... I inny z kolei przykład: zachorowanie na chorobę wysoce zakaźną. W pierwszym przypadku w domowych pieleszach i tu procedura jest jasna: lekarz pierwszego kontaktu lub pogotowie, transport na oddział zakaźny chorego i poddanie obserwacji jego najbliższych. A teraz to samo, ale na pokładzie samolotu. W takim przypadku jako pierwsza, wspólnie ze służbą medyczną powinna zadziałać straż pożarna organizując dekontaminację pasażerów, zaś współpasażerowie powinni zostać poddani obserwacji na równi z najbliższymi chorego. Dlaczego przytaczamy te przykłady? Otóż chcielibyśmy udowodnić, że w większości przypadków z jakimi „zderza” nas życie reagować musi **system bezpieczeństwa** i to reagować w myśl przemyślanych wcześniej i przygotowanych procedur. Jak je przygotować? To też nie specjalnie trudne, choć bez wątpienia pracochłonne zadanie. Każdemu, nazwijmy je, zdarzeniu destrukcyjnemu można przypisać podmiot odgrywający kluczową rolę w reakcji na nie. Rola ta wynika z obszaru kompetencji ustawowych tego podmiotu, jego wyposażenia, wiedzy, a w skrajnych przypadkach ze zdrowego rozsądku. Owemu wiodącemu podmiotowi w „obsłudze” zdarzenia towarzyszą nieodmiennie inne podmioty, których zaangażowanie, ilość i charakter działań zależą od szczegółowych cech zdarzenia. Każdy z uczestników ma jednak do wykonania charakterystyczne dla swojego obszaru kompetencji i sprzętu zadania. Procedury wykonania tych zadań powinny być spójne, skoordynowane i komplementarne, ponieważ od tego zależy powodzenie całej akcji. Jak do tego doprowadzić? Oczywiście konstruować je w porozumieniu z pozostałymi uczestnikami działań i pod swoistym „dyktatem” podmiotu wiodącego w odniesieniu do danego typu zagrożenia. Podmioty uczestniczące w akcji można „posegregować” jeszcze dokładniej, dzieląc je n.p.: na koordynujący, wiodący, pomocniczy obligatoryjnie lub fakultatywnie, w zależności od rozmiarów, potrzeb czy szczególnego charakteru zdarzenia. Takie „uporządkowanie sfery reagowania bez wątpienia pozwoliłoby na znacznie skuteczniejsze przygotowanie planowanych działań, a co za tym idzie na znacznie sprawniejsze ich przeprowadzenie. Sprawniejsze znaczy w tym wypadku także krótsze, a czas niekiedy bywa głównym czynnikiem decydującym o ludzkim życiu i zdrowiu. Widzimy więc ,że uporządkowanie działań dla pojedynczego rodzaju zdarzenia jest sprawą wykonalną i niezbyt trudną. Zgoda, ale ile mamy takich zdarzeń? Teoretycznie – nieskończenie wiele, bo poszczególne rodzaje zagrożeń mogą różnić się szeregiem mniej lub więcej znaczących szczegółów. Podobnie jest z liczbą uczestniczących w działaniach podmiotów, która różnić się będzie w zależności od miejsca wystąpienia zagrożenia, jego rozmiarów i innych subtelności. Stały będzie na pewno „szkielet” systemu bezpieczeństwa wewnętrznego czyli pogotowie, policja i straż pożarna.

Mamy więc z jednej strony ogromną liczbę zróżnicowanych przypadków, z drugiej zaś wcale nie małą i stale rosnącą liczbę komponentów składających się na „parasol bezpieczeństwa” nad naszymi głowami. I oto znaleźliśmy się w miejscu gdzie musi pojawić się określenie **rozwiązanie systemowe**. Proponujemy, aby do rozwiązania tej łamigłówki zastosować metodę matrycowania i pokusić się o budowę **siatki bezpieczeństwa**. (Ryc. 1) Przykład ogólnej siatki bezpieczeństwa dla ataków z użyciem broni masowego rażenia. Jednakże należy pamiętać do czego nam będzie ona potrzebna. Wiele Centrów Zarządzania Kryzysowego robi duży błąd opracowując siatki bezpieczeństwa dla wszystkich faz zarządzania kryzysowego tj. zapobiegania, reagowania, odbudowy i przygotowania. Dlatego też należy pamiętać, że siatka bezpieczeństwa powinna być załącznikiem dokumentu zwanego planem reagowania kryzysowego, który jest elementem planowania czyli fazy przygotowania zarządzania kryzysowego. Plan reagowania kryzysowego składa się z czterech głównych części:

- część pierwsza – zawierająca plan główny;
- część druga – zawierająca plany operacyjne;
- część trzecia – zawierająca załączniki funkcjonalne;
- część czwarta – zawierające informacje dodatkowe.

| Zdarzenie/<br>służba | PSP – Krajowy System Ratowniczo - Gaśniczy | Jednostki ochrony ppoż. poza systemem | Policja | Pogotowie Ratunkowe | Jednostki wojskowe MON | Stacje ratownictwa chemicznego | Straż Graniczna | Lekarz Dyżurny      | Służby Ochrony Środowiska | Służby Ratownicze PKP | Służba Awaryjna Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych (PAA) | Państwowa Inspekcja Sanitarna | Bazy sprzętu budowlanego | Służby komunalne | Służby weterynaryjne | Samorząd terytorialny i Obrona Cywilna | PCK | Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej | Właściciel, organ założycielski | Inne pozarządowe organizacje ratownicze i humanitarne |
|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------|---------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|----------------------------------------|-----|-------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                      | Atak biologiczny                           | P                                     | WS      | P                   | WS                     | P                              | WS              | P                   | WS                        |                       |                                                        | W                             |                          | WS               | W                    | P                                      | WS  | WS                                        | WS                              | WS                                                    |
|                      | Atak chemiczny                             | W                                     | P       | P                   | P                      | P                              | WS              | WS                  | WS                        | WS                    |                                                        | WS                            |                          | WS               | WS                   | WS                                     | WS  | P                                         | WS                              | WS                                                    |
|                      | Atak bronią jądrową                        | P                                     | WS      | P                   | WS                     | P                              | P               | WS                  | WS                        | WS                    | W                                                      | P                             | P                        | WS               | WS                   | P                                      | WS  | WS                                        |                                 |                                                       |
|                      | Atak bronią konwencjonalną                 | P                                     | WS      | W                   | P                      | WS                             | WS              | WS                  |                           | WS                    | WS                                                     |                               | WS                       | WS               | WS                   | P                                      | WS  |                                           | WS                              | WS                                                    |
|                      | Formacja wiodąca                           |                                       |         |                     |                        |                                | P               | Formacja pomocnicza |                           |                       |                                                        |                               | WS                       |                  |                      | Formacja współdziałająca wg. potrzeb   |     |                                           |                                 |                                                       |
|                      |                                            | W                                     |         |                     |                        |                                |                 |                     |                           |                       |                                                        |                               |                          |                  |                      |                                        |     |                                           |                                 |                                                       |

Ryc. 1. Siatki bezpieczeństwa dla ataków z użyciem broni masowego rażenia.

Najprościej jest konstruować ogólne siatki bezpieczeństwa, które zawierają główne służby i instytucje mające przypisane określone zadania. Jednakże dokładne zaprojektowanie siatek bezpieczeństwa w kilku podejściach pozwala na uzyskanie lepszych efektów współpracy między służbami podczas działań ratowniczych. Rozróżniamy dwa rodzaje podejść:

- podejście zdarzeniowe – w bocznej części tabeli umieszcza się poszczególne rodzaje zdarzeń lub też zagrożeń, które mogą wystąpić na terenie danego obiektu czy też miasta; natomiast w górnej części umieszcza się różnego typu podmioty, które mogą być użyte do działań ratowniczych; środkowa część stanowi przypisanie określonych zdarzeń do służb ratowniczych z wyodrębnieniem ich funkcji. (Ryc. 2 Przykład siatki bezpieczeństwa dla miasta – podejście zdarzeniowe)
- podejście zadaniowe – w tym przypadku w postaci tabelarycznej w górnej części umieszczona są podmioty, którym przypisuje się odpowiednie zadania do wykonania w trakcie zwalczania i usuwania skutków sytuacji nadzwyczajnych. Ze względu na różnorodność działań ratowniczych, kompetencji służb ratowniczych oraz podział terenu akcji na różne strefy podejście zadaniowe musi być podzielone na minimum dwie strefy, a mianowicie na tzw.:
  - strefę bezpośredniego działania – strefę gorącą (wypadek lub inne zdarzenie), jest to obszar najbardziej niebezpieczny czyli bezpośredniego działania służb w akcji; (Ryc. 3 Przykład siatki bezpieczeństwa dla miasta – podejście zadaniowe w strefie gorącej),
  - strefę pośredniego działania – strefę zimną (konsekwencje techniczne i społeczne), jest to obszar bezpieczny czyli pośredniego działania służb w akcji. (Ryc. 4 Przykład siatki bezpieczeństwa dla miasta – podejście zadaniowe w strefie zimnej).

Możliwa do wydzielenia jest także trzecia strefa – strefa chłodna (pogranicze strefy gorącej i zimnej, charakterystyczna dla organizacji terenu akcji podczas działań z zakresu ratownictwa chemicznego – ekologicznego), ale zazwyczaj nie powinno się dla niej tworzyć odrębnej siatki bezpieczeństwa.









W powyższych siatkach bezpieczeństwa możemy zauważyć, że w głównej mierze funkcję wiodącą w podejściu zdarzeniowym jak i zadaniowym pełni Państwowa Straż Pożarna i inne jednostki ochrony przeciwpożarowej. W wyniku powstania Krajowego Systemu Ratowniczo - Gaśniczego stała się ona formacją ratowniczą, która nie tylko gasi pożary, ale także usuwa inne miejscowe zagrożenia takie jak w komunikacji drogowej, chemiczne, ekologiczne czy powstałe w wyniku działań siły natury.

Najważniejszą rolę w zabezpieczeniu zdarzeń jak i w przypadkach związanych z terroryzmem czy innymi zdarzeniami związanymi z materiałami wybuchowymi pełni Policja.

Jak widać szczególnie w podejściu zadaniowym w strefie chłodnej ogromna rola w sytuacjach kryzysowych została przypisana Prezydentowi miasta. To on jest odpowiedzialny za zapewnienie m. in. zastępczych miejsc zakwaterowania dla osób ewakuowanych, dostawy wody i żywności dla poszkodowanych, transportu czy szacowaniu strat po zdarzeniach kryzysowych.

Rola i zadania innych służb regulują odrębne umowy i podpisane deklaracje.

Analizując powyższe siatki bezpieczeństwa możemy zauważyć trzy podstawowe funkcje przypisane konkretnym służbom. W podsumowaniu spróbujmy wyodrębnić podstawowe obowiązki i zadania instytucji koordynującej, wiodącej oraz pomocniczej.

Jeżeli chodzi o funkcję koordynującą instytucji, to do jej obowiązków należy:

- pełnienie funkcji koordynatora działań;
- administracyjne, logistyczne i operacyjne wsparcie działań ratowniczych i antykryzysowych;
- koordynacja działań na administrowanym terenie w podległych ogniach;
- koordynacja pozyskiwania dodatkowych środków;
- koordynacja dysponowania sił i środków oraz dystrybucja zasobów;
- pełnienie funkcji źródła informacji, analiz i prognoz;
- nadzór nad szacowaniem strat i szkód powstałych w wyniku sytuacji kryzysowej.

W odniesieniu do instytucji wiodącej - jest ona organizatorem działań odpowiedzialnych za reagowanie w przypadku wystąpienia konkretnego zagrożenia lub likwidacji skutków. Do podstawowych zadań instytucji wiodącej w działaniach ratowniczych należy:

- pełnienie funkcji organizatora działań;
- opracowanie i aktualizacja „Planu działania” na wypadek wystąpienia konkretnego zagrożenia;
- opracowanie propozycji decyzji w stosunku do innych instytucji w zakresie współdziałania;
- utrzymywanie kontaktu ze środkami masowego przekazu, opracowanie i przekazywanie komunikatów dla ludności o sposobach zachowania się;
- wyznaczenie miejsca i organizacji stanowiska dowodzenia na miejscu zdarzenia;
- opracowanie struktury kierowania i działania taktycznego w odniesieniu do zaistniałego zdarzenia;
- analiza i ocena zagrożenia dla osób bezpośrednio zaangażowanych w działaniach ratowniczych i zapewnienie im właściwych środków bezpieczeństwa;
- zbieranie i opracowywanie kompletnych informacji na miejscu zdarzenia, dotyczących zaistniałej sytuacji włącznie z przyczynami o rozmiarze zdarzenia;
- określenie potrzeb w zakresie ewakuacji ludzi i mienia z rejonu zdarzenia, a także z najbliższej okolicy, wydanie polecenia lub zarządzanie uruchamianiem ewakuacji z obszaru objętego akcją ratowniczą;
- podejmowanie decyzji o zakończeniu akcji;
- dokonywanie kompleksowej oceny szkód.

Jeżeli chodzi o instytucję pomocniczą, to jest ona współuczestnikiem działań realizowanych na rzecz konkretnego zagrożenia lub likwidacji skutków. Do podstawowych zadań instytucji pomocniczej w działaniach ratowniczych należy:

- merytoryczne wspieranie instytucji koordynującej i wiodącej;
- koordynacja specjalistycznych, zgodnych z kompetencjami działań wsparcia oraz pomocy w tym zakresie;
- udział w opracowywaniu i aktualizacji w zakresie kompetencyjnym procedur działania w odniesieniu do wszystkich przewidywalnych typów zagrożeń pozostających w obszarze kompetencji danej instytucji;
- wspieranie i ułatwienie, w uzgodnieniu z instytucją wiodącą, prowadzenia działań ratowniczych z wykorzystaniem posiadanych sił i środków;
- utrzymywanie stałej łączności z instytucją wiodącą;
- współdziałanie ze wszystkimi podmiotami biorącymi udział w reagowaniu, w celu zapewnienia bezpieczeństwa, ludzi, mienia i środowiska w rejonie zdarzenia;

- dostarczanie potrzebnych informacji instytucji wiodącej w celu zlikwidowania zagrożenia;
- udział, zgodnie z właściwością rzeczową, w działaniach ewakuacyjnych ludzi i mienia;
- udział w kompleksowej ocenie szkód.

Nie ulega wątpliwości, że matryce bezpieczeństwa powinny być częściej opracowywane. Dzięki nim, wiele korzyści mogą odnieść nie tylko służby ratownicze, które nabierają wprawy w styczności z poszczególnymi zdarzeniami i zadaniami, ale również służby cywilne i inne podmioty ratownicze gromadząc informacje do tworzenia i weryfikacji procedur postępowania.

## Literatura

1. Ansztzak M., „Metro warszawskie potencjalne zagrożenie ataków terrorystycznych” praca dyplomowa napisana pod kierunkiem dr Ryszarda Rosseta, SGSP, Warszawa 2004r.;
2. Ansztzak M., Kondracki P., „Rola poszczególnych elementów systemu bezpieczeństwa wewnętrznego miasta Białegostoku w procesie zarządzania kryzysowego w oparciu o konstrukcję siatki bezpieczeństwa”, praca dyplomowa napisana pod kierunkiem dr Ryszarda Rosseta, SGSP, Warszawa 2005r.;
3. Ansztzak M., Grosset R., „Bioterroryzm a Euro 2012” – prezentacja multimedialna, Częstochowa 2008r.;
4. Ansztzak M., Czekanowski Z., Grosset R., Karolczak K., „Zabić tysiące, przestraszyć miliony. Zagrożenia terrorystyczne i szansa na skuteczną obronę”, WSZiP, Warszawa 2009r.;
5. Grosset R., „Zarządzanie bezpieczeństwem w odniesieniu do zagrożeń bioterrorystycznych związanych z organizacją EURO 2012”, materiał konferencyjny „Akty terroru a infrastruktura krytyczna, CS PSP Częstochowa, 06-07.10.2008r.;
6. Roguski E. W., „Planowanie cywilne. Matryca Bezpieczeństwa. Zarządzanie skutkami. Zarządzanie bezpieczeństwem na poziomie lokalnym”, cz. 2, SGSP, Warszawa 2002r.;

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

## **PRACA KIEROWNIKA W ORGANIZACJI ZHIERARCHIZOWANEJ**

### **Streszczenie**

Artykuł opisuje rolę organizacji pracy kadry kierowniczej, najczęściej popełniane przez kierownika błędy i ich wpływ na pracę całego zespołu podległych pracowników.

### **Summary**

The article describes the role of organization of manager's work, the most often mistakes and their influence on work of whole team.

O słuszności tezy traktującej o tym, że organizacja dnia pracy kierownika rzutuje na wiele kwestii nie trzeba nikogo przekonywać. To nie tylko budowanie własnego image, lecz także oddziaływanie na wiele spraw związanych z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa lub jego elementu. Kierownik może bowiem z racji swego stanowiska w sposób dość istotny rzutować na to, co się dzieje na „dole” u podwładnych.

Trzeba też mieć na uwadze fakt, iż istnieje związek między charakterem pracy i specyfiką przedsiębiorstwa, a osobowością dowódcy. On to przy wyborze stylu zarządzania jest niejednokrotnie zdeterminowany charakterem pracy i rozstrzyganych kwestii. Istotne sprzężenie zwrotne funkcjonuje między subkulturą kierowanych, a pewnymi cechami osobowościowymi i przyzwyczajeniami kierownika. Z praktyki wynika, iż dobrze byłoby, aby szef dobierał styl zarządzania stosownie do zastanej subkultury. Jest bowiem wiele uwarunkowań, które rzutują na organizację pracy kierownika, jego relacje w pionie i poziomie. Nie jest więc zasadne burzyć wszystkiego, co przez poprzedników zostało wykształcone, z chwilą objęcia stanowiska przez nowego szefa.

W wielu opracowaniach traktujących o kierowaniu i funkcjonowaniu organizacji nie dokonuje się „przywiązania” do określonego zakładu (firmy, przedsiębiorstwa). Z reguły ukazywane są kwestie ogólne, gdzie funkcja kierownika jest różnie określana. Z tego, co przybliżyłem przed chwilą, jednoznacznie wynika, że sprawna organizacja pracy własnej kierownika jest ważnym czynnikiem sprawności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Takie stwierdzenie to wynik przede wszystkim tego, iż kierownik nieracjonalnie organizujący swoje własne działanie może popełnić wiele błędów merytorycznych, ale również oddziałuje dezorganizująco na pracę swych bezpośrednich podwładnych i całego przedsiębiorstwa. Jego zły przykład może doprowadzić do zupełnego załamania sprawności instytucji. Nawet przysłowie ludowe, będące uogólnieniem wielowiekowego doświadczenia, zwraca uwagę na to zjawisko stwierdzeniem: „**Jaki pan, taki kram**”.

Zagadnienie sprawnej organizacji już od wielu lat jest przedmiotem badań organizacyjnych. W Polsce w ciągu ostatnich lat przeprowadzono dużo badań dotyczących zarówno pracy dyrektorów przedsiębiorstw przemysłowych, handlowych i usługowych, jak i dyrektorów zjednoczeń, departamentów w ministerstwach, dyrektorów oddziałów banków, kierowników wydziałów administracyjnych ogniw terytorialnych. W wyniku tych badań okazało się, że niezależnie od szczebla kierowania i charakteru jednostki organizacyjnej występują pewne typowe prawidłowości uprawniające do przedstawienia „statystycznego kierownika”, którego cechują jednolite tendencje w sposobie organizacji pracy własnej.

Krytyczna analiza organizacji pracy własnej statystycznego kierownika i dowódcy stwarza podstawę do wyciągnięcia szeregu wniosków. Sprowadzają się one do tego, że:

W układzie bilansu dnia pracy poszczególnych dyrektorów polskich wiele elementów jest podobnych. Statystyczni kierownicy pracują dłużej, niż wynosi ich nominalny czas pracy. Dzień ich pracy jest rozczłonkowany na wiele różnorodnych czynności, poważną część swego czasu pracy poświęcają na posiedzenia i konferencje. To skutkuje tym, że mają mało czasu na spokojną pracę koncepcyjną. Kierownicy **na pracę własną poświęcają nie więcej niż 7% czasu ogólnego**. Są więc oni ludźmi działania pracującymi w sposób nie usystematyzowany, ciągle przerzucający się od jednej do drugiej czynności, w dodatku nie mający dostatecznie dużo czasu na gruntowne osobiste przemyślenie problemów i spokojne podjęcie decyzji. Wskazuje to na występujące zjawisko żywołowości w pracy kierowniczej, a także stwarza obawę pochyłości podejmowania decyzji.

Powyższy styl pracy, z punktu widzenia zasad higieny pracy umysłowej, nie jest w stanie zapewnić długotrwałej efektywności pracy.

Na podstawie wspomnianych badań, przeprowadzonych w Polsce i w innych krajach, można stwierdzić, że **w pracy i organizacji działań kierowniczych występuje szereg nieprawidłowości**. Sprowadzają się one do tego, że:

- czas pracy jest systematycznie przekraczany;
- planowanie pracy własnej występuje w niewielkim procencie;
- niemal cały dzień jest wypełniony rozwiązywaniem spraw operacyjnych;
- brak jest dostatecznej ilości czasu na własną pracę koncepcyjną. Na samodzielną pracę planistyczną, organizacyjną, ogólnie przygotowawczą większość kierowników poświęca nie więcej **niż 90 minut** dziennie. Są wśród nich i tacy, którzy przeznaczają na te czynności zaledwie kilkanaście minut dziennie;
- występuje nadmierne rozczłonkowanie dnia pracy, czyli ciągła zmienność różnego rodzaju czynności. Średni czas niczym nie przerwanej pracy wynosi, jak to wykazały badania, **7-8 minut**;
- dość powszechne jest marnotrawstwo czasu na rozmowy z różnymi osobami. Znaczny procent tych rozmów mogliby przeprowadzić pracownicy niższego szczebla w ramach swych kompetencji;
- nadmierne jest zapotrzebowanie na kontakt i rozmowy z przełożonymi, którym zajmują czas i ujawniają tym samym brak samodzielności;
- występuje marnotrawstwo czasu wynikające z dużego zapotrzebowania podwładnych na kontakt z przełożonymi;
- zbyt duże jest absorbowanie korespondencją i konferencjami, których większość jest organizowana z inicjatywy osób spoza instytucji;
- występuje niepewność (zbyt dużo czasu kierownicy przeznaczają na „zabezpieczanie się”, zbyt mało na produktywną pracę);
- obserwuje się napięcie nerwowe, fizyczne i umysłowe zmęczenie.

Profesor Z. Dowgiłło podaje, za lekarzem naczelnym Londynu, że 40% osób, które przeszły pierwszy zawał pracowało 60 godzin tygodniowo. Z kolei w Holandii (H. Luijk) badania wykazały, iż czas pracy dyrektorów wynosił do 70 godzin tygodniowo. Stwierdzono przy tym, że 32 procent czasu pracy było wykorzystane niewłaściwie<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Z. Dowgiłło, *Praca menedżera*, Szczecin 1999, s. 133.

Wielce interesujące są także wyniki badań przeprowadzone w Szwecji (Sume Carlson). Wykazały one duże rozcłonkowanie dnia roboczego dyrektorów naczelných, nadmierne zaabsorbowanie konferencjami, zwoływanymi z inicjatywy osób spoza zakładu. Z badań tych wynika także, że na samodzielną pracę koncepcyjną mogą poświęcić około 80 minut dziennie<sup>2</sup>. Szczegółowe wyniki badań umożliwiły skonstruowanie poglądowej tabeli (por. tabela 1) obrazującej statystycznie wielkości poszczególnych parametrów organizacji pracy własnej. Niezbyt duża ścisłość danych nie przeszkadza ujawnić tendencji kształtowania się poszczególnych wielkości, co jest przydatne do zaprojektowania wzorca sprawnej organizacji, nawiązywania do preferowanych współcześnie metod zarządzania przez cele, wyjątki i zadania. Wzorzec ten będzie stanowił podstawę do usprawniania pracy kierowniczej. Należy podkreślić intuicyjny charakter hipotezy, podbudowanej jednak logicznymi przesłankami wynikającymi z analizy kształtowania się poszczególnych parametrów w praktyce.

Tabela 1

**Wzorzec organizacji pracy kierowników na tle stanu faktycznego  
(wg KIEŻUNA)**

| Lp. | Kryteria oceny pracy                               | Jak jest                             | Jak powinno być                      |
|-----|----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|     |                                                    | Wyniki badań                         | Wzorzec                              |
| 1.  | Efektywne czas pracy                               | 8,48-14,43 godz. dziennie            | 8-9 godz. dziennie                   |
| 2.  | Struktura dnia pracy (liczba zmian czynności)      | 43-62 dziennie                       | 10-15 dziennie                       |
| 3.  | Czas na pracę koncepcyjną                          | 5-13,6% czasu efektywnego            | 60% czasu efektywnego                |
| 4.  | Formy przygotowania decyzji – stopień kolegalności | 20-60% <b>te</b> na konferencjach    | 10-20% <b>te</b>                     |
| 5.  | Stopień planowości pracy                           | 20% <b>te</b> na czynności planowane | 70% <b>te</b> na czynności planowane |
| 6.  | Rozszerzanie horyzontów myślowych                  | 2-4% <b>te</b> na samokształcenie    | 20% <b>te</b> na samokształcenie     |
| 7.  | Zakres centralizacji decyzji                       | 50% decyzji nie w kompetencji        | zgodnie z zakresem kompetencji       |
| 8.  | Formy kontaktu z podwładnymi                       | 12 <b>te</b> na wizytacje instytucji | 15% <b>te</b> na wizytacje           |
| 9.  | Zaabsorbowanie czynnościami kontrolnymi            | 40% <b>te</b>                        | 10-15 <b>te</b>                      |

<sup>2</sup> Tamże, s. 134.

Czas efektywny „te” jest sumą czasu nominalnego i czasu dodatkowego, niezależnie od tego, gdzie ona ma miejsce. Pozycja 4 przedstawia czas poświęcony na wszelkiego rodzaju działania kolegalne, a więc narady, zebrania, odprawy, konferencje w propozycji do czasu efektywnego. Pozycja 7 ukazuje zakres centralizacji decyzji, określa procentowo liczby decyzji, które podjął kierownik, z które nie leżą w jego kompetencjach. Pozycja 9 obejmuje zaabsorbowanie czynnościami kontrolnymi, a więc zarówno ujętymi w plany kontroli wewnętrznej, jak i związanymi z załatwieniem bieżących spraw.

Zasadne jest więc zastanowić się nad tym, gdzie tkwią **źródła niesprawnej organizacji** pracy własnej kierownika. Pozwala na to krytyczna analiza jego pracy własnej. Ona to określa przyczyny nieracjonalnego stylu pracy, które na gruncie wojskowym można ogólnie podzielić na dwie grupy.

- wewnętrzne,
- zewnętrzne.

Przyczyny **wewnętrzne** to głównie **centralistyczny styl pracy i scentralizowana struktura kierowania**, którą stworzył sobie sam szef. Nie dzielenie się kompetencjami, powoduje, iż najdrobniejsze nawet sprawy załatwia ON osobiście, decyduje w maksymalnej liczbie przypadków o podejmowanych przedsięwzięciach, wyręcza nawet w pracy innych, mimo, że posiada wyspecjalizowanych, dobrze przygotowanych podwładnych – swoich zastępców i szefów podległych komórek. To sposób postępowania, który zmusza by szefa informować o wszystkim, bo ON chce „trzymać rękę na pulsie”. Taki sposób postępowania ma zapewnić mu autorytet wśród podwładnych, zademonstrowanie swojej fachowości i niezastąpioności. W konsekwencji prowadzi do „zagonienia” osoby stojącej na czele przedsiębiorstwa. Wykazywanie w ten sposób operatywności rodzi z kolei szereg ujemnych następstw:

- obniża jakość wykonywanej pracy przez podwładnych (ponieważ szef i tak to poprawi po swoim);
- zabiera czas przełożonemu, ponieważ podwładny pozbawiony najprostszych kompetencji musi się z nim komunikować, aby uzyskać aprobatę wysuniętej propozycji;
- tłumi inicjatywę i inwencję twórczą podwładnych, powoduje rozgoryczenie, nie daje zadowolenia z wykonywanej pracy, zniechęca do przełożonego i pracy w ogóle;



- ogranicza uprawnienia pośrednich szczebli kierowania sprowadzając ich rolę do ogniwa przekazującego odgórne polecenia do wykonawców i z powrotem. W ten sposób pewna liczba dobrze przygotowanych podwładnych nie jest wykorzystywana w procesie zarządzania i nie zawsze wystarczająco obciążona;
- dezorganizuje pracę własną kierownika.

Przyczyny wewnętrzne to także przechwytywanie i wykonywanie zadań, do których ani kierownik ani podległa mu komórka organizacyjna nie jest pod względem fachowym przygotowana i bezkrytyczne przyjmowanie wszystkich przekazywanych odgórnie poleceń. Zdarza się to najczęściej nowym szefom, niedoświadczonym, będącym na tzw. „dorobku”. Chcąc wykazać się konkretnymi osiągnięciami podległej komórki (jednostki), często z pobudek ambicjonalnych, jak i z braku rozeznania możliwości podwładnych, deklarują gotowość wykonania każdej pracy. Dezorganizuje to oczywiście prace podwładnych nie przygotowanych do zrealizowania postawionego zadania, nie znających problematyki i improwizujących jego wykonanie, w tym czasie, gdy kompetentna do tego osoba zrobiłaby to na pewno lepiej i szybciej. Rezultat takiego postępowania – rozgoryczenie ludzi, utrata autorytetu kierownika i dezorganizacja jego pracy własnej i podległych mu ludzi.

Wydaje się, że w podobnych przypadkach kierownik powinien podpowiadać przełożonym pewne właściwe rozwiązania w sytuacjach, kiedy ich decyzje mogłyby ujemnie wpływać na styl i metody jego pracy, powodować dezorganizację w kierowaniu podległym zespołem i ujemnie oddziaływać na realizację założonego celu działania.

Spośród subiektywnych przyczyn tendencji do osobistego załatwiania wielu spraw ważna jest **nadmierna wiara w swoją sprawność oraz przeświadczenie, że kierownik musi manifestować fachowość po to, aby utrzymać autorytet**. Jest to błąd organizacyjny określany jako wykonywanie przez kierownika prac zbyt trudnych dla niego, które powinni wykonywać specjaliści, lepiej znający konkretne zagadnienia niż ich kierownik. Tendencja ta ma niezwykle starą tradycję, sięgającą pierwotnych formacji gospodarczych, a wyraźnie ukształtowaną w systemie cechowym.

Nie jest przypadkiem, że kierownik zakładu rzemieślniczego nazywany był „mistrzem”. Był to zawsze najlepszy fachowiec, ktoś, kto po mistrzowsku znał rzemiosło i oprócz funkcji kierowniczych spełniał w zespole pracowników (czeladników) rolę nauczyciela zawodu. W ten sposób utrwalił się wzorzec autorytetu kierownika w środowiskach przemysłowych, oddziałując również i na inne środowiska zawodowe. Jest rzeczą oczywistą, że na obecnym etapie złożoności procesu funkcjonowania

przedsiębiorstw **nierealna jest koncepcja kierownika – najlepszego specjalisty w firmie**. Niemniej tendencję do takiej mistyfikacji obserwuje się u wielu osób.

Wydaje się, że w naszych warunkach dość często występuje jednak zjawisko odwrotne. J. Rudniański pisze, że zwierzchnik, który z powodu lęku nie podejmuje decyzji należących do jego kompetencji, wyżywa się w decyzjach drobnych należących do kompetencji jego podwładnych, tu bowiem czuje się bezpieczny. W tym też można by szukać wytłumaczenia dialektycznej sprzeczności między tendencją do zbiorowego dyskusowania (a tym samym poważnego rozszerzania odpowiedzialności) i tendencją do centralizowania decyzji w sprawach drobnych. W tej sytuacji zagadnienia istotne, wchodzące w zakres osobistych kompetencji kierownika, są przedmiotem niezmiernie pracochłonnych roztrząsań kolektywnych, natomiast zagadnienia prostsze, które z powodzeniem mogłyby być rozstrzygnięte samodzielnie przez podwładnych, są załatwiane przez przełożonego.

Ściśle z brakiem pryncypialności w polityce kadrowej wiąże się **nieznajomość podległego zespołu zarówno od strony cech charakterologicznych, jak i możliwości wykonywania określonych zadań**. Znając dobrze ludzi, ich cechy, kierownik może łatwiej wpływać na kształtowanie pozytywnych stosunków międzyludzkich, zapobiegać konfliktom, które w konsekwencji musi przecież sam rozwiązywać tracąc nieproduktywnie własny cenny czas. Znajomość zespołu ludzkiego pozwala na optymalne wykorzystanie przez kierownika kwalifikacji zawodowych pracowników i tą drogą wygospodarowanie czasu dla organizacji pracy własnej. Ma to znaczenie zwłaszcza wówczas, gdy zachodzi potrzeba wykonania poważnego zadania w czasie najkrótszym i przy minimalnym zaangażowaniu kierownika.

Kolejną, **wewnętrzną przyczyną** jest niewłaściwe planowanie pracy oraz swoiste formy i metody kierowania. Wynikają one często z braku zdolności organizatorskich, jak i nieumiejętności załatwiania spraw operatywnie i szybko. Typowymi tego przejawami są nieusystematyzowany dzień pracy, wzywanie podwładnych w najbardziej błahych sprawach i częste odrywanie ich od pracy, przekazywanie poleceń na gorąco bez przemyślenia, często ingerowanie w proces produkcji, częste zmiany w terminach wykonawstwa, rozpatrywanie wielu spraw naraz. Utrapieniem dla podwładnych stają się organizowane przez niektórych szefów (w imię pseudokolektywnego kierownika) częste narady, posiedzenia, odprawy i „wytapianie” drogocennego czasu podwładnych. Ograniczają się one z reguły do wysłuchania i przyjęcia poleceń wykonawczych. Są to więc narady głuche, nie przynoszące żadnej korzyści. A przecież dobrze przygotowana

narada, w atmosferze nieskrępowanej wymiany myśli może w dużym stopniu pomóc kierownikowi w usprawnieniu pracy i likwidowaniu braków i niedociągnięć.

Kolejnym mankamentem jest **gorączkowy rytm pracy**. Z badań wynika, iż jest to typowy dla większości instytucji styl pracy, który jest niczym nieuzasadniony. Brak opanowania, spokoju, wzajemne pretensje wynikające w dużej mierze ze złego planowania i organizacji oraz powodujące zdenerwowanie udziela się podwładnym, zniechęca, paraliżuje inicjatywę i dezorganizuje działalność całego zespołu, a w konsekwencji pracę własną kierownika.

**Negatywne cechy charakterologiczne kierownika** są istotnym czynnikiem wpływającym ujemnie na powstawanie niesprawności w organizowaniu jego pracy własnej. Do szczególnie negatywnych zaliczyć można nadmierną wiarę szefa we własną sprawność, nie uznawanie racji podwładnych, ograniczenie inicjatyw oddolnych, bezkrytyczna ocena własnej osobowości, nieskromność i brak taktu, krytyka osiągnięć innych, równych stanowiskiem osób, a także cechy zawodowe, jak np.: słabe przygotowanie specjalistyczne, nie podnoszenie kwalifikacji, zastępowanie umiejętności rutyną czy też unikanie dyskusji nad problemami zawodowymi.

Z kolei **nadmierna wiara kierownika we własną sprawność i nie przyznawanie racji podwładnym** powoduje niechętnie wykonawstwo poleceń, prowadzi do niełojalności wobec przełożonego i obniżania sprawności działania zespołu. Natomiast, który nadmiernie chce demonstrować pracowitość poprzez efekciarskie postępowanie, rozrzutność sił i środków oraz nie liczenie się z pracą podwładnych może liczyć tylko na krótkotrwałe efekty. Zapominają niektórzy kierownicy o tym, że nie można bezmyślnie i przez ignorancję trwonić entuzjazmu i wysiłku ludzi. Ileż to razy wypruwa się siły tzw. szarych pracowników, aby wykonać pracę w ciągu kilku dni, gdy tymczasem jest ona potrzebna czy wykorzystywana przez przełożonych dopiero po kilku tygodniach, a zdarza się, że nie jest w ogóle wykorzystywana.

O subiektywnych czynnikach dezorganizujących pracę kierownika i podwładnych można mówić w konsekwencji bardzo poważnej, pokazując naukowo udowodnione przyczyny i skutki bałaganu, niefrasobliwości lub ignorancji, można też te zjawiska ukazywać w formie żartobliwej. Przykładem takiej konwencji jest typologia błędów, „grzechów” szefa szkodzących jego pracy i najbliższemu otoczeniu. Autor typologii, K. Haberkern, na pierwszym miejscu stawia: **odkładanie spraw do jutra**. Wynika ono najczęściej z wad charakteru lub zahamowań i obaw przez rozpoczęciem spraw niejasnych, mglistych lub przekraczających kompetencje. Gromadzenie spraw

i odkładanie ich do jutra prowadzi do spiętrzenia problemów nie rozwiązanych, co przy presji nadawców tych problemów może odbić się ujemnie na rytmiczności pracy i jakości rozwiązań. Cierpi na tym praca podwładnych. Skutki negatywne odczuwają inni, najczęściej współpracownicy, bowiem bardzo często ze wspomnianym grzechem sprzęga się drugi grzech.

Jest nim **połowiczne wykonywanie pracy**. Z reguły jest ono powodowane neurotycznym (występujących na skutek zaburzeń nerwicowych) usposobieniem, niemożnością ukończenia rozpoczętej pracy lub sprawy, trudnością w mobilizacji energii koniecznej do zakończenia dzieła. Połowiczne wykonywanie pracy oznacza tyle co powierzchowne, pozorowane lub oparte na „spychotechnice”. Taki system nie sprzyja kształtowaniu dobrych wzorów organizacji, obniża wydajność pracy całego zespołu. Zewnętrzna presja na wydajność, krążenie spraw niezakończonych, przybywanie nowych sprzyja powstawaniu następnego grzechu. Można go określić jako chęć **opracowywania wszystkiego jednocześnie**. Bezpośrednią osobowościową przyczyną tego grzechu jest brak odporności psychicznej i selektywnego spojrzenia na sprawy, feler umysłu, gonitwa myśli itd. Brak mechanizmów organizacyjnych kompensujących te wady osobowości, np. strukturalnego wymuszenia korzystania z doradztwa, nacisku na kolektywne formy decydowania, może sprzyjać kształtowaniu się arogancji organizacyjnej, orientacji na siebie itd. Kolejnym grzechem jest **chęć załatwienia wszystkiego osobiście**. Uzupełniając przyczyny pojawiania się postawy, można wskazać na poczucie zagrożenia, nieufność do pracowników, w szczególności do specjalistów, niedoceniaanie ich kwalifikacji, przeciwstawianie im kultu własnych kwalifikacji, własnej fachowości, co bardzo często powoduje nadmierne obciążenie pracą kierownika. Z tym bezpośrednio wiąże się **przekonanie, że wie się wszystko najlepiej**. Z punktu widzenia organizacji postawa „wiem lepiej” grozi katastrofą; jest odbiciem kosztownej dumy, poczucia nadmiernej pewności siebie, często próżności (Voltaire mawiał: wątpliwość nie jest przyjemnym stanem umysłu, lecz pewność jest stanem śmiesznym).

Grzechem jest też **pretensja do wszechstronnej kompetencji**. Ten grzech wynika po części z osobowości, np. rozbudzonej potrzeby władzy, dominacji, motywów rządzenia, a po części z nieprzestrzegania zasad rozgraniczenia zadań, obowiązków i uprawnień, co prowadzi do bałaganu i chaosu kompetencyjnego.

Jednym z mankamentów w funkcjonowaniu kierownika jest **przerzucanie całej winy na innych**. Ten grzech jest oznaką ludzi słabych, o zawyżonej potrzebie pozytywnej oceny własnego działania. Wyraża się tym, że tego pokroju osoby zajmują

się rzeczami bezużytecznymi, zbędnymi, tracą czas i energię na wykonanie zadań szczegółowych, drobnych. Sprawy poważne umykają ich uwadze, są zaniedbywane, a winę za taki stan rzeczy przerzuca się na innych. Taka postawa uwarunkowana jest silnie rozbudzoną potrzebą osiągnięć, małą odpornością innych na stany frustracji i stresy, łatwością obarczania innych winą za własne niepowodzenia.

Skrajnym przykładem patologicznego zachowania się kierownika jest tzw. „**niezastąpiony człowiek**”. Niezastąpiony człowiek cieszy się w ciągu swej kariery autorytetem i poważaniem w swoim środowisku, bywa ceniony na wagę złota. Chorobliwie kocha władzę, pragnie jej posiadać jak najwięcej, nie tylko kosztem swych współpracowników, ale również kosztem swych przełożonych. Stwarza wokół siebie pustkę legalnie przysługującymi mu środkami działania, zagarniając w zasięg swych kompetencji wszystko co się da, nie uwzględniając interesów instytucji, na czele której stoi. Zabiega dla siebie o maksimum informacji nie udostępniając jej innym, bo stanowi to siłę, a on chce być silny. Boi się nieustannie, czy ktoś inny nie staje się dobrze poinformowany, a więc równie przydatny. Nikogo ze swych podwładnych nie usamodzielnia, ponieważ podwładny usamodzielniony to aktualna, a co najmniej potencjalna konkurencja – on zaś musi być „niezastąpiony”. Odstrasza od swej instytucji ludzi zdolnych i ambitnych, otacza się miernotami, by móc błyszczeć na ich tle i odgrywać rolę męża opatrnościowego, bez którego nie sposób się obyć. Demoralizuje słabe osoby, jakimi się otacza, ponieważ są one w stanie współpracować z nim nie dzięki reprezentowanym wartościom merytorycznym, ale dzięki umiejętności przypodobania się. Powstaje błędne koło: zdemoralizowany przez „niezastąpionego” personel pogłębia demoralizację samego przełożonego metodą pochlebców i służalstwa. Ktoś napisał, iż „niezastąpiony człowiek robi wrażenie generała otoczonego samymi podoficerami. Żaden pułkownik nie jest mu potrzebny. Stanowiłby przecież co najmniej potencjalną konkurencję”. Tego typu postawa kierownika jest czynnikiem, które dezorganizuje i niszczy organizację. Kształtowaniem się takich zachowań kierowniczych należy zdecydowanie przeciwdziałać na wszystkich szczeblach kierowania.

Dalszym źródłem niesprawności jest **subiektywna nieumiejętność korzystania z pomocy sekretarskiej, czy asystenckiej**. Tego rodzaju ludzie powinni odciążyć kierownika od wielu spraw porządkowych, ograniczając jednocześnie dopływ interesantów zewnętrznych i wewnętrznych do przełożonego oraz prowadząc podręczne archiwum szefa. Funkcja ochrony czasu kierownika sprawnie spełniana przez wykwalifikowanego adiutanta lub sekretarkę zapobiega wielu niesprawnościom w jego pracy.

Nieprawidłowości w organizacji pracy własnej kierownika i dowódcy mają również swe **przyczyny zewnętrzne** i jak pokazuje praktyka są one w dużym stopniu źródłem ich powstawania. Przeciwdziałanie im z pozycji podwładnego jest bardzo trudne. Można do nich zaliczyć przede wszystkim **odgórne dezorganizowanie pracy własnej kierownika**. Dyrektywne polecenia władz nadrzędnych i przełożonych nakazujące taki, a nie inny sposób postępowania zmuszają kierownika do zmiany warunków i środków działania dla osiągnięcia celów doraźnych żądanych przez przełożonych. Powoduje to opóźnienie lub nie wykonanie uprzednio zaplanowanych prac, osłabia stopień sprawności sił i środków oraz nieoptymalne ich wykorzystanie. Takie decyzje, oprócz nieuniknionych w takich przypadkach strat, podrywają autorytet i zaufanie do szefa wśród podległego zespołu, a niekiedy wzbudzają niechęć i niewiarę do wszelkich jego poleceń. Ta forma kierowania, burząca wypracowane skrupulatnie plany jest bardzo często stosowana. To stawianie poleceń odgórnych, nie planowanych, nie przemyślanych, nie skonkretyzowanych, na wykonanie których daje się bardzo krótki czas (niekiedy ze względów asekuracyjnych skracany do minimum). Ofiarna kadra chcąc wywiązać się z nałożonych zadań wykonuje je w godzinach pozanormalnych, kosztem wolnego czasu. Przyjęcie takiego stylu pracy na dłuższą metę sprzyja improwizacji, obniżeniu jej jakości i jest społecznie szkodliwe – demobilizujące.

Kolejną przyczyną zewnętrzną jest **niejasne i nieprecyzyjne stawianie zadań przez instytucje nadrzędne**. Stawianie mglistych, ogólnych i w wielu przypadkach niejasnych zadań, a precyzowanie ich dopiero wówczas, gdy propozycje przygotowuje podwładny – co ma rzekomo wyzwać inicjatywę oddolną – prowadzi do marnotrawstwa siły i czasu podwładnego. Poprzedza je z reguły szereg kolejnych przeróbek, przepracowań i kolejnych wersji opracowania, na przykład jakiegoś zagadnienia. Następuje w ten sposób odwrócenie kolejności stawiania zadań i wykonawstwa, obniżając w sposób wyraźny sprawność działania zespołu.

Poruszając ten problem należy przytoczyć wiążącą się w pewnym stopniu z nim jedną z ważnych postaci sprawności działania – pewność stosowania nakładów i pewność działania. Podwładny wykonuje zadanie, ale nie jest pewien, czy jego praca, nakład, wysiłek nie pójdzie na marne.

Dość istotną, coraz rzadziej spotykaną przyczyną zewnętrzną, jest **stawianie określonych zadań jednostkom organizacyjnym lub podwładnym nie kompetentnym do ich wykonania**. Takie przypadki wynikają najczęściej z braku rozeznania możliwości podległych instytucji czy personelu i poleganiu na wypróbowanym wykonawcy.

Podwładny nie chcąc narazić się na zarzut nie wykonania polecenia, a podejmuje się tego trudu, jakkolwiek kompetentny pracownik wykonałby to zadanie i lepiej i szybciej. Jest to znów oczywiście powód do uzasadnionych pretensji ludzi zmuszonych do wykonywania nie swoich zadań.

Na zakończenie nie sposób pominąć **nadmierną sprawozdawczość**. Jest ona wykonywana najczęściej dla celów wewnętrznych, statystycznych. To głównie żądanie pisemnych sprawozdań, podczas, gdy sprawę mógłby załatwić telefon, czy meldunek ustny. W tym zbiorze mieści się niewłaściwy obieg informacji – przetrzymywanie pism, dosyłanie ich w ostatniej chwili przed terminem wykonania (a niekiedy i po terminie). To także ingerencje wprowadzające zmiany do zaczętych lub skończonych już prac oraz zbyt duża liczba pism i wytycznych, jak i zmian do opracowanych już uprzednio zarządzeń. Jak wykazuje praktyka te drobne, ale jakże uciążliwe poczynania dezorganizują działalność przedsiębiorstwa; nie służą dobrze racjonalnej, planowej pracy własnej kierownika.

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że **typową organizację dnia pracy kierownika cechuje rozdrobnienie** w wykonywaniu szeregu czynności, niedostateczna koncentracja na zagadnieniach kluczowych, przekraczanie nominalnego dnia pracy. Jest to model kierownika „operatywnego”, realizującego wiele czynności, zapracowanego, a nie wykonującego w pełni swoich zadań. Zasadniczą sprawą jest więc zaplanowanie **modelu kierownika**, który przede wszystkim planuje, inspiruje i zajmuje się zagadnieniami kluczowymi w skali organizacji. W tej sytuacji zakres interwencji kierownika w codzienny tok czynności ogranicza się do sytuacji awaryjnych i nietypowych oraz do wykonywania tych działań, które mieszczą się w obrębie jego kompetencji. Docelowe parametry charakterystyki pracy takiego kierownika powinny zbliżyć się do wzorca zaproponowanego na poprzednich stronicach. Jest to wzorzec pracy uregulowanej, o wysokim stopniu planowości (70%), ale z poważną rezerwą na czynności nie przewidziane, o ograniczonym czasie pracy (do 9 godzin dziennie). **Wzorcowy kierownik nie rozprasza się w powodzi czynności**, umie skoncentrować się na ważnych, kluczowych zagadnieniach, dlatego nie wykonuje dziennie więcej niż 10-15 czynności i znaczną część czasu poświęca na pracę koncepcyjną, analizę, prognozę, decyzje. Jednocześnie trzyma on „rękę na pulsie” w problematyce dotyczącej rozwoju teorii i to zarówno w zakresie nauki organizacji i zarządzania, jak i dyscypliny podstawowej dla profilu działalności danej organizacji. Poświęca na samokształcenie średnio 20% czasu. Poprawnie funkcjonujący kierownik ogranicza zdecydowanie czas zebrań i konferencji, eliminuje konferencje zbędne i usprawnia tok działania kolegiального. Przy tym wszystkim utrzymuje bezpośredni kontakt z załogą, spędzając około 15-20%

w pomieszczeniach pracowników, wizytując, załatwiając sprawy osobowe, informując o celach zakładu, interesując się potrzebami i troskami pracowników. Realizacja takiego wzorca wymaga również modelowego ustawienia proporcji funkcji kierowniczych. W związku z tym każdy kierownik powinien sporządzić sobie zestawienie swoich funkcji organicznych, a także określić stopień szczególności swojego zaabsorbowania poszczególnymi sprawami organizacji.

Jedną z zasad organizacji pracy własnej kierownika jest **planowość działania**. Kierownik musi starać się ograniczać optymalnie czynności spontaniczne, nieprzewidziane, niezaplanowane. Wiąże się to z postawą wymagającą dużej osobistej dyscypliny i opanowania. Niejednokrotnie widzimy, ileż to rozgardiaszu potrafi wywołać kierownik „nerwowi”, reagujący natychmiast na każdy impuls.

Informacje uzyskane przez kierownika powodują, że konieczne jest wydanie odpowiednich dyspozycji czy uzupełnienie posiadanych informacji w kontakcie z podwładnymi. Nerwowi, niedostatecznie opanowany kierownik natychmiast nawiązuje kontakty z podwładnymi (telefonicznie, osobiście), nie czekając na planowy kontakt przewidziany na przykład określonym harmonogramem spotkań, choć w większości wypadków ta operatywność nie była konieczna. Efektem takiego trybu działania jest częste odrywanie podwładnych od planowej pracy, stwarzanie atmosfery niepewności, napięcia, swoistego stresu psychicznego, stałego oczekiwania na doraźne wezwanie przez kierownika. Jednocześnie w ten właśnie sposób powiększa się rozczłonkowanie dnia pracy kierownika i zwiększa się nasilenie jego nieplanowości. Styl ten sprzyja wydawaniu decyzji niedostatecznie przemyślanych, a więc często błędnych lub niejasno sprecyzowanych i sformułowanych.

Efektywne wykorzystanie czasu pracy wymaga przede wszystkim odejścia od tzw. **zasady otwartych drzwi**, ścisłego przestrzegania czasu na kontakty służbowe telefoniczne i osobiste, selektywnego podejścia do spraw ważnych i pilnych.

Pierwszą czynnością po przybyciu do pracy powinno być uściślenie kalendarza czynności na dany dzień, z jednoczesnym poinformowaniem zainteresowanych o terminie spotkań, przyjęć, przyjazdów itp. Jest to dla nich nieodzowne z uwagi na konieczność uściślenia ich własnych kalendarzy przedsięwzięć.

Następną czynnością powinno być zapoznanie się z korespondencją wchodzącą z jednoczesnym nałożeniem na niej stosownych dekretacji i wyciągnięciem wniosków do dalszej pracy. Najważniejsze wnioski i spostrzeżenia powinny być odnotowane w zeszycie



pracy lub w specjalnie założonej ewidencji. W ślad za tym powinna być rozpatrzona ta część korespondencji wychodzącej, która nie wymaga osobistego przedstawiania jej podwładnym.

Po wykonaniu tych czynności **pora na pracę koncepcyjną**. W tym czasie kierownik i inne osoby na stanowiskach kierowniczych powinny samodzielnie (niekiedy wspólnie) przemyśleć (lub omówić) najważniejsze kwestie, wynikające z decyzji przełożonego lub podjęte z własnej inicjatywy i sprecyzować sposób ich realizacji. W większości wypadków będą to czynności o charakterze prognostyczno-planistycznym lub organizacyjnym, wyznaczające perspektywę dalszego działania.

Czas na realizację wyżej wymienionych zadań może być różny. Pożądane jednak, ażeby w zależności od szczebla kierowania nie przekraczał – wspomniane wcześniej – **2-3 godzin**. W tym czasie powinna panować absolutna **cisza telefoniczna**. W zależności od potrzeb może być ona przedłużona także na czas wykonywania kolejnego zadania – przyjmowania podwładnych w celu rozpatrzenia referowanych przez nich spraw.

Każdy podwładny, zwłaszcza w organach kierowania wyższych szczebli, powinien mieć określone terminy przyjęć przez przełożonego i ustalony czas ich trwania. Częstotliwość przyjęć powinna być wypadkową możliwości czasowych przełożonego i potrzeb podwładnego. W wypadku wprowadzenia częstszych przyjęć czas ich trwania może być krótszy, na przykład 15-25 minut, natomiast, gdy przyjęcia będą rzadsze – powiedzmy raz na 1-2 tygodnie wówczas czas ich trwania powinien być dłuższy i wynosić 1-2 godz.

Przełożeni nie powinni dopuszczać do przekraczania czasu przyjęć, a podwładni powinni tak ułożyć „swój referat”, ażeby mieć niezbędną rezerwę czasu na przykład na pytania ze strony przełożonego, konieczność złożenia dodatkowych wyjaśnień itp.

Po zakończeniu przyjmowania podwładnych, sprowadzającego się przeważnie do rozpatrywania przygotowanych przez nich propozycji, podejmowania decyzji, stawiania dodatkowych zadań oraz przekazywania wytycznych lub wskazówek może być wydzielony czas na samokształcenie (jeśli nie zrealizowano tego w ramach działalności koncepcyjnej) lub można przystąpić do tzw. zarządzania bieżącego. Będzie ono zwykle polegało na załatwianiu różnych spraw u przełożonych, ze współdziałającymi instancjami, a także ukierunkowaniu podległych instytucji. Przy takiej organizacji dnia pracy bieżące kierowanie w większości wypadków będzie przypadało na **drugą część dnia pracy**, gdzie uwidacznia się **spadek wydajności pracy umysłowej**.

Kierownicy w zależności od szczebla kierowania i przeznaczenia są zmuszeni do codziennego podejmowania różnych decyzji. Ich ranga może być zróżnicowana. Mogą to być decyzje proste (zrutynizowane), nie wymagające większego wysiłku albo trudne i bardzo

odpowiedzialne, a nawet ryzykowne. Doskonaląc organizację dnia pracy, należy dążyć do tego, żeby poprzez właściwe rozdzielenie kompetencji wykluczyć lub ograniczyć konieczność podejmowania przez tę samą osobę decyzji o znacznie zróżnicowanym poziomie trudności. Należy także dążyć do dostosowania liczby podejmowanych decyzji do możliwości danego kierownika. Przeoczenie tego i dopuszczenie do naruszeń może doprowadzić do obniżenia procesu decyzyjnego, a w konsekwencji stać się przyczyną strat lub szkód.

Na poziom wydajności poważnie rzutuje częstotliwość zmieniania czynności w ciągu dnia pracy. Gdy zadania (czynności) prostsze, nie wymagające większego wysiłku umysłowego, częstotliwość może być większa. Natomiast, gdy zadania trudniejsze, wymagające zastanowienia się, wówczas liczba różnych czynności (zadań) wykonywania w ciągu dnia pracy powinna być ograniczona.

Sprawny kierownik stara się utrzymać zasadę planowanych kontaktów z podwładnymi, przygotowując starannie materiał decyzyjny zebrany na podstawie własnych przemyśleń i informacji doraźnych. Atmosfera spokoju, uregulowanego trybu działania kierownika udziela się całemu zakładowi pracy, staje się istotnym elementem jego działania.

Uregulowany tryb działania kierownika wiąże się ze stosowaniem przez niego osobistego planu pracy. Możliwość planowania pracy kierownika występuje wówczas, gdy:

- wiemy dokładnie, co ma być zrobione,
- wiemy, kiedy to ma być wykonane,
- gdy możemy ocenić, jak długo to potrwa.

Na podstawie wyników badań organizacji pracy kierowników i przeprowadzonych eksperymentów możemy stwierdzić, że w pracy kierownika występują wyraźnie dwie grupy czynności:

- stałe,
- sporadyczne.

Czynności **stałe** możemy z kolei podzielić na: regularne, których czas i rodzaj jest znany, i nieregularne, o nieznanym z góry czasie występowania. Do pierwszych należy na przykład czytanie korespondencji, studiowanie zarządzeń, niektóre konferencje, a do drugich telefony, delegacje.

Z kolei czynności **sporadyczne** możemy podzielić na przewidywane, tzn. o znanym czasie i rodzaju występowania (np. konferencje dotyczące planów okresowych) lub nagle o nieznanym czasie i rodzaju występowania.

Z przedstawionych wyżej typów czynności część nadaje się do uprzedniego zaplanowania w okresowych harmonogramach, do nich należą: przewidywane czynności regularne i sporadyczne.

Jak wynika z dotychczasowych rozważań, pewien procent czasu kierowników może być precyzyjnie zaplanowany w harmonogramach dziennych lub okresowych, tygodniowych, miesięcznych, kwartalnych. Przy stosowaniu harmonogramów konieczne jest jednak uświadomienie sobie ich pewnej umowności, tzn. wystarczającej elastyczności i realności. Przede wszystkim plany te nie mogą być zbyt napięte i zbyt drobiazgowe. Przyjęcie tych założeń nie zwalnia jednak kierownika od obowiązku zachowania odpowiedniej dyscypliny osobistej w ich respektowaniu, jak również w egzekwowaniu honorowania ich przez personel przedsiębiorstwa.

Jednym z podstawowych źródeł niesprawności w organizowaniu własnej pracy kierowników jest nadmierne obciążenie konferencjami, zebraniami. Przy takiej ocenie zachodzi potrzeba optymalnego usprawnienia organizacji narad i konferencji w celu skrócenia czasu ich trwania z jednoczesnym podniesieniem ich efektywności. Niezależnie od zabiegów technicznych konieczne jest systematyczne wdrażanie wszystkich uczestników do krótkiego formułowania swoich myśli. Stała praca nad sobą kierownika, jego dbałość o precyzyjny, zwarty styk wypowiedzi mają tu duże znaczenie dydaktyczne.

Przedstawione wskazówki, swego rodzaju „podpowiedzi” jak ma postępować kierownik (dowódca) są oczywiście paletą propozycji nie związaną z konkretnym środowiskiem i organizacją. Nie uwzględniają też osobowości kierownika. Wiele więc zależeć będzie od tego, jak jest on przygotowany do spełniania swej funkcji, na ile jest „elastyczny” i na ile może być elastyczny w konkretnym środowisku.

## **Literatura:**

1. Davidson, J.P., Zarządzanie czasem. Praktyczny poradnik dla tych, którzy nie lubią tracić czasu, K.E. Liber, Warszawa 2002
2. Dowgiałło, Z., Praca menedżera, Szczecin 1999,
3. Drucker, P.F., Zarządzanie w XXI wieku, Muza S.A., Warszawa 2000
4. Kuc, B.R., Od zarządzania do przywództwa, Wydawnictwo menagera PTM, Warszawa 2004
5. Ścibiorek, Z., Inwestowanie w personel, wyd. A. Marszałek, Toruń 2006

mgr **Jolanta KLIMIUK**  
Dział Obsługi Badań CNBOP

## **ROLA KIEROWNIKA PROJEKTU ORAZ ZESPOŁU PROJEKTOWEGO W ZARZĄDZANIU PROJEKTAMI**

### **Streszczenie**

W materiale opisano rolę i funkcje oraz kompetencje jakimi powinien cechować się kierownik projektu oraz jaką rolę pełni zespół zarządzania projektem.

### **Summary**

The material describes the role, functions and competitions that should characterize the project leader and the role of project's managing team.

### **Wstęp**

Każdy z nas jest kierownikiem swoich „prywatnych” projektów, począwszy od tych najmniejszych jakim jest np. zakup telewizora, poprzez większe typu nowoczesne urządzenie mieszkania, aż po te największe i wymagające większego nakładu pracy jakim jest przykładowo budowa domu. Projekty, które planujemy i realizujemy w życiu codziennym bazując na życiowym doświadczeniu i intuicji zwykle kończą się sukcesem. Nieświadomie podejmujemy trafne decyzje przekładające się na pozytywne zakończenie projektu. Gdyby jednak planowanie każdego projektu wspomóc wiedzą metodyczną i odpowiednimi narzędziami, zwiększymy w ten sposób swoją skuteczność, a prawdopodobieństwo sukcesu wyraźnie wzrośnie. Jednak nie tylko znajomość narzędzi i technik gwarantuje sukces i powodzenie ale przede wszystkim prawidłowy i odpowiedni nadzór. Kluczową osobą kontrolującą i nadzorującą wszystkie czynności w trakcie realizacji projektu jest kierownik projektu (Project Manager). Oprócz kierownika projektu ważną rolę w projekcie pełni zespół realizujący projekt, bez którego powodzenie i zakończenie sukcesem przedsięwzięcia byłoby całkowicie niemożliwe.

## Czym jest projekt?

Rozpoczynając przygotowania do realizacji projektu musimy wiedzieć czym jest projekt i jakie posiada charakterystyczne cechy? Gdyby zapytać każdego z nas co rozumiemy pod pojęciem projekt, myślę, że każda odpowiedź byłaby inna, ale każda jednocześnie byłaby prawidłowa. Inne znaczenie pojęcia projekt przyjmie ekonomista, architekt, artysta czy malarz. Zgodnie z definicją Project Management Institute projekt to działanie „podejmowane w celu stworzenia niepowtarzalnego wyrobu lub usługi”<sup>1</sup>, inna definicja, którą przedstawia G.D. Oberlander to „działanie podejmowane dla spowodowania rezultatów oczekiwanych przez stronę zamawiającą”<sup>2</sup>. W literaturze istnieje jeszcze wiele różnych definicji a porównując dwie wymienione można stwierdzić, że nie istnieje jedna jednoznaczna definicja projektu. Przyjmuje się, że **projekt to przedsięwzięcie złożone, niepowtarzalne, kompleksowe, mające swój określony początek i koniec, zakończone osiągnięciem założonego na wstępie celu**. Zatem realizacja projektu to przedsięwzięcie o charakterze tymczasowym z określonym początkiem i końcem. Od zakończenia powodzeniem projektu decyduje wiele cech osobowościowych, posiadanego doświadczenia i kompetencji kierownika projektu oraz zespołu realizującego projekt.

## Kto to jest kierownik projektu?

Kierownik projektu to główny decydent odpowiedzialny za prawidłowy przebieg realizacji projektu, na bieżąco monitorujący działania związane z harmonogramowaniem, budżetowaniem i przebiegiem merytorycznym prac. To osoba potrafiąca współpracować z zespołem, mająca wpływ na uczestników, jednocześnie umiejąca pozytywnie odbierać oddziaływanie na niego członków zespołu projektowego oraz posiadająca silny autorytet.

Jak już wcześniej wspomniałam decydującą osobą w projekcie jest kierownik projektu, który odpowiada za:

- planowanie i organizację pracy oraz koordynowanie pracy członków zespołu projektowego;
- prawidłowy przebieg realizacji projektu (finansowy i merytoryczny);
- motywowanie zespołu projektowego;
- uzyskanie zakładanego efektu końcowego.

---

<sup>1</sup> W.R. Duncan, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, Four Campus Boulevard 1996, s.4

<sup>2</sup> G.D. Oberlander, *Project Management for Engineering and Construction*, McGraw-Hill, Boston 2000, s. 4-5

Poza wyżej wymienionymi zadaniami jakie stoją przed kierownikiem projektu jest jeszcze odpowiedzialność w zespole za zapewnienie pozytywnej atmosfery w relacji: kierownik – członek zespołu projektowego. Kierownik to kluczowa postać w organizacji projektu i warunek udanego wdrożenia.

Kierownik zespołu projektowego powinien posiadać następujące cechy i umiejętności:

1. komunikatywność,
2. autorytet,
3. odpowiedzialność,
4. elastyczność,
5. pewność siebie,
6. twórcze rozwiązywanie problemów,
7. umiejętność budowania zespołu oraz kierowania zespołem,
8. umiejętność planowania,
9. umiejętność koordynacji,
10. umiejętność motywowania ludzi,
11. zdolność do podejmowania ryzyka,
12. stanowczość,
13. ukierunkowanie na zysk,
14. poczucie humoru,
15. znajomość psychologii.

Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że nie ma takiej doskonałej osoby posiadającej wszystkie wyżej wymienione cechy i umiejętności, jednakże należy je w sobie kształtować w celu prawidłowego przygotowania się do zarządzania projektem.

Tabela 1

**Przykład profilu umiejętności kierownika projektu**

| Wyszczególnienie                 | Poziom |   |        |        |   |
|----------------------------------|--------|---|--------|--------|---|
|                                  | Niski  |   | średni | wysoki |   |
|                                  | 1      | 2 | 3      | 4      | 5 |
| Umiejętności kierownicze         |        |   |        |        | ● |
| Umiejętności organizacyjne       |        |   | ●      |        | ● |
| Umiejętności biznesowe           |        |   | ●      |        |   |
| Bezkonfliktowość                 |        |   | ●      |        | ● |
| Umiejętności komunikacyjne       |        |   |        |        | ● |
| Elastyczność                     |        |   |        | ●      | ● |
| Mobilność                        |        |   |        |        | ● |
| Przejrzystość działań, uczciwość |        |   |        | ●      |   |
| Ogłada                           |        | ● |        |        |   |
| Nastawienie prospołeczne         |        |   | ●      |        |   |
| Myślenie globalne                |        |   | ●      |        |   |

Źródło: A. Küchle, R.J. Frank, Anforderungen an einen Projektmanager, Dornier Deutsche Aerospace, Berlin 1993r

Tabela przedstawia przykładowy profil umiejętności kierownika projektu, który stworzony na początku realizacji pozwoli w szybki sposób zobrazować kwalifikacje jakie posiada osoba desygnowana do bycia kierownikiem projektu.

Niewątpliwie najważniejszą cechą dobrego kierownika projektu jest dążenie do zrealizowania przedsięwzięcia zgodnie z wyznaczonym zakresem przedmiotowym wraz z ograniczeniami czasowymi i kosztowymi<sup>3</sup>. Charakterystyka kierownika projektu według J.R. Meredith'a i S.J. Mantel'a przedstawia się według czterech wymienionych obszarów zdolności i umiejętności.

Pierwszy z nich to wiarygodność, którą powinien posiadać kierownik jako osoba doświadczona i posiadająca szeroko pojętą wiedzę (wiarygodność techniczna) i jako skuteczny menedżer (wiarygodność administracyjna). To na nim spoczywa odpowiedzialność podziału obowiązków na członków zespołu projektowego, oraz reprezentowania wszystkich stron zainteresowanych przedsięwzięciem (klientów, najwyższego kierownictwa, pracowników działów funkcjonalnych, członków zespołu projektowego) wobec siebie nawzajem<sup>4</sup>. Często spotykanym błędem jest podejmowanie działań projektowych i powierzanie roli kierownika projektu zupełnie przypadkowym ludziom. Kierownictwo

<sup>3</sup> J.R. Meredith, S.J. Mantel, Project Management – a Managerial Approach, John Wiley & Sons, New York 2000, str.107

<sup>4</sup> M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek „Zarządzanie projektami” Warszawa 2003, str. 100

organizacji, powierzając projekt pracownikowi, który nie posiada wiedzy na temat zarządzania projektem, już na starcie skazuje projekt na porażkę. Nowo mianowany kierownik projektu może być wybitnym fachowcem w swojej dziedzinie, ale tylko w ramach swojej branży, jednak zaplanowanie i skoordynowanie działań wszystkich uczestników projektu może być dla niego zadaniem ponad jego możliwości. Dlatego ważne jest aby kierownik był wiarygodny, znający się na stylach kierowania oraz powinien posiadać autorytet wśród organizacji w jakiej pracuje.

Drugim obszarem jest identyfikacja sytuacji problemowych. Dobry kierownik powinien potrafić dostrzec sytuacje konfliktowe, które mają miejsce podczas realizacji projektu, starać się je zupełnie wykluczyć lub przynajmniej zminimalizować. Wszystkie negatywne cechy osobowościowe oddziałujące wzajemnie na siebie mają wpływ na zakończenie projektu. Nie powinno dopuścić się do sytuacji problemowych, które poprzez wspólną realizację projektu doprowadzą do zaniedbań mających wpływ na zakończenie projektu. W zaistniałych sytuacjach konfliktowych nie wolno kierownikowi zespołu projektowego zostawić uczestników samym sobie, bez pomocy rozwiązania zaistniałego problemu. Ma to duży wpływ na relacje między osobami, tym samym przekłada się na działania podejmowane na rzecz przebiegu realizacji projektu.

Trzecim obszarem jest przywództwo i style kierowania. Kierownik projektu to lider grupy mający największy wpływ na komunikację w zespole, potrafiący wykorzystać swoje stanowisko jako decydenta w realizowanym przedsięwzięciu. Ma silny wpływ na współpracowników pracujących na rzecz powodzenia projektu w zakresie motywowania ich do wzajemnej współpracy. Jako główny prowadzący projekt może nagradzać lub karać w miarę potrzeby oraz potrafić rozpoznawać, kiedy należy się komunikować ze współpracownikami, a kiedy nie.

Kierownik zespołu jest również odpowiedzialny za jakość efektów pracy. Musi także posiadać umiejętność kontrolowania efektywności zespołu po to by mieć pewność, że efekty i tempo pracy zespołu są właściwe. Musi także sam mieć dość pewności siebie i odporności, by jednocześnie uczyć się na błędach i nie poddawać się krytyce pod własnym adresem.

Na styl kierowania zespołem projektowym wpływają różnorakie czynniki w tym<sup>5</sup>:

**- czynniki zadaniowe:**

- zadania są czasowo ograniczone, określone dokładnie i wykonywane pod presją czasu,
- zadania są obszerne, bardzo złożone,

---

<sup>5</sup> M. Trocki, B. Gruzca, K. Ogonek „Zarządzanie projektami” Warszawa 2003, str. 113



- zadania są innowacyjne i obarczone ryzykiem dla przedsiębiorstwa;

**- czynniki osobowe:**

- realizacja projektu wymaga współpracy ekspertów różnych specjalności,
- wymagania co do kompetencji kierownika są zróżnicowane w zależności od formy realizacji projektu funkcjonującej w danej firmie,
- wymagania co do uczestników są wyższe od przeciętnych co do zdolności komunikacyjnych oraz kooperacyjnych;

**- czynniki organizacyjne:**

- w ramach projektów wykorzystuje się różnorodne zasoby znajdujące się w dyspozycji różnych jednostek organizacyjnych przedsiębiorstwa,
- realizacja projektu narzuca często podporządkowanie służbowe,
- istotnym elementem realizacji projektu są problemy motywacji pracowników.

Nie można wskazać jednego i optymalnego stylu kierowania reprezentowanego przez kierownika projektu. Każdy styl kierowania może dotyczyć zarówno działalności bieżącej czyli zarządzania przedsiębiorstwem jak i projektu i każdy styl kierowania może być w danej sytuacji prawidłowy.

W kierowaniu i zarządzaniu projektem bardzo ważna jest etyka. Każdy kierownik projektu powinien znać i przestrzegać Kodeksu etycznego kierownika projektu<sup>6</sup>. Kodeks etyczny zobowiązuje postępować zgodnie z najwyższymi osobistymi i zawodowymi normami etycznymi wobec członków zespołu, kolegów, pracowników, pracodawców, klientów i społeczeństwa. Kodeks etyczny dla kierownika powinien być przewodnikiem postępowania podczas realizacji projektu.

Wracając do obszarów umiejętności wymaganych od kierownika zespołu projektowego, kolejny dotyczy zdolności i umiejętności pracy w sytuacji stresowej. Od kierownika projektu wymaga się umiejętności rozwiązywania sytuacji konfliktowych, jak również panowania nad prawidłowym przebiegiem realizacji projektu, co może również wywołać stres. Sytuacja stresowa wywołana może być nie tylko problemami powstałymi w zespole. Może dotyczyć także spraw organizacyjnych lub merytorycznych związanych np. z terminowym zrealizowaniem zadania, zmianą budżetu w trakcie realizacji projektu, zmianą kluczowych wykonawców poszczególnych zadań/etapów, pozyskaniem kluczowych ekspertów do zrealizowania lub nadzorowania konkretnych zleceń, ograniczeniami

---

<sup>6</sup> Źródło: <http://www.smpm.org.pl/node/260>

czasowymi i terminowością oddania sprawozdań i rozliczenia i wszystkimi innymi nie wymienionymi sytuacjami, które mogą wpłynąć na stres i konflikt.

Kierownik projektu jako główna osoba zarządzająca projektem musi mieć świadomość, że na zarządzanie projektem składa się:

- Zarządzanie czasem - gwarantuje wykonanie określonych zadań w założonym terminie. Składa się na to definiowanie zadań do wykonania, szeregowanie zadań w czasie, szacowanie czasu wykonania poszczególnych prac, harmonogramowanie oraz kontrola opracowanego harmonogramu.
- Zarządzanie kosztami - gwarantuje utrzymanie projektu w zaplanowanym budżecie. Polega to na planowaniu wymaganych do realizacji zasobów, szacowaniu kosztów realizacji, budżetowaniu kosztów i kontrola realizacji budżetu.
- Zarządzanie jakością projektu - gwarantuje spełnienie oczekiwań użytkownika poprzez planowanie cech jakościowych, zapewnianie ich osiągnięcia i kontrola cech jakościowych wykonanych prac projektowych.
- Zarządzanie zasobami ludzkimi ma na celu efektywne wykorzystanie ludzi biorących udział w projekcie, poprzez planowanie organizacji zespołu, pozyskiwanie pracowników, tworzenie zespołu wykonawców projektu.
- Zarządzanie komunikacją polega na doborze właściwych sposobów przepływu informacji w zespole zaangażowanym w projekt. Polega to na planowaniu komunikacji, dystrybucji informacji wśród uczestników projektu, raportowaniu oraz administrowaniu procedury zamknięcia projektu.
- Zarządzanie ryzykiem polega na identyfikacji zagrożeń, analizie i ocenie ryzyka, planowaniu działań zapobiegawczych oraz kontroli ich realizacji. Proces ten wykonywany jest cyklicznie w całym cyklu życia projektu<sup>7</sup>.

Prawidłowa realizacja projektu nie może przebiec bez prawidłowego doboru uczestników zespołu projektowego. Kto poza uczestnikami projektu ma najlepszą wiedzę o tym, jakie efekty powinny zostać osiągnięte oraz co może zakłócić ich pracę oraz kto najlepiej rozplanuje podział obowiązków? Kierownik projektu kompletując zespół powinien odpowiedzieć sobie na pytania kogo należy zatrudnić, na jaki okres, o jakich umiejętnościach i jakim kosztem?

Struktura zespołu zarządzania projektem poprzez jasno określony podział obowiązków odpowiada na pytanie – kto i w jakim zakresie rządzi w projekcie i za jakie

---

<sup>7</sup> W.R. Duncan, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK Guide*, Project Management Institute, Four Campus Boulevard 1996

czynności odpowiada, eliminując przez to błędy w zarządzaniu wynikające z braku podziału obowiązków.

### **Czym jest zespół zarządzania projektem?**

Zespół Zarządzania Projektem jest to jeden z najistotniejszych komponentów projektu. Stanowi gwarancję odpowiedniego zaangażowania wszystkich zainteresowanych stron w realizację przedsięwzięcia i podstawę do stworzenia odpowiedniej platformy komunikacyjnej pomiędzy interesariuszami<sup>8</sup> projektu. Przez jasno określony podział ról, obowiązków, kompetencji i odpowiedzialności eliminuje problemy związane z decyzyjnością oraz uprawnieniami do wykonywania określonych prac zarządczych. Nie bez powodu zespół projektowy jest powoływany jeszcze przed ustanowieniem samego projektu. Osoby zaangażowane w zarządzanie projektem, czy to w kwestii finansowej czy też merytorycznej będą musiały podejmować istotne decyzje już od samego początku przygotowując przedsięwzięcie do realizacji. Będą zapewniać kontrolę nad inwestycją oraz bezpieczeństwo dla wszystkich stron biorących udział w projekcie.

Członkowie zespołu projektowego, niezależnie od stopnia złożoności powierzonych im działań, zupełnie inaczej będą się angażować w projekt, jeżeli poznają cel swojej pracy. Traktowanie ich na zasadzie: „masz to zrobić, ale wcale nie musisz wiedzieć, po co to robisz i do czego będzie to potrzebne”, powoduje zniechęcenie i spadek zaangażowania. Z kolei poczucie, że wykonywana praca jest częścią jakiegoś większego przedsięwzięcia, podnosi morale zespołu i jego entuzjizm. Kształtowanie takiego poczucia u członków zespołu projektowego należy przede wszystkim do kierownika projektu. Dobrą formą informowania pracowników o realizowanych projektach jest wydawanie ulotek informacyjnych, biuletynów oraz zamieszczanie informacji na tablicy ogłoszeniowej, na stronie internetowej w formie wyróżniającej się od pozostałych mających mniejsze znaczenie. Wtedy nawet pracownicy nie biorący udziału w projekcie mają jasny obraz tego, co się dzieje w firmie i mogą uzyskać potwierdzenie, że ich praca także jest potrzebna i służy osiągnięciu konkretnych celów.

Pracownicy, którym zostało powierzone bycie członkiem zespołu projektowego powinni posiadać kwalifikacje, aby móc starannie i rzetelnie pracować na rzecz projektu. Uczestnicy projektu stanowią zwarty zespół uzupełniający się wzajemnie, jednocześnie każda osoba powinna wiedzieć co należy do jej obowiązków i na za co odpowiada. Dobrym

---

<sup>8</sup> Interesariusze (ang. stakeholders) - są to osoby lub inne organizacje, które uczestniczą w tworzeniu projektu (biorą czynny udział w jego realizacji) lub są bezpośrednio zainteresowane wynikami jego wdrożenia. Interesariusze mogą wywierać wpływ na daną organizację.

przykładem jest angażowanie osób, które w przeszłości brały czynny udział w realizacji innego projektu. Osoby te, mogą zwrócić większą uwagę na kluczowe czynniki zagrażające powodzeniu projektu oraz wzorując się na poprzednio realizowanych projektach potrafią przewidzieć ewentualne przeszkody. Nie należy jednak wykluczać osób początkujących, rozpoczynających swoją przygodę z projektami. Ich spojrzenie na nowe przedsięwzięcie niekiedy potrafi wskazać inny kierunek postępowania i działania w projekcie oraz zmienić samą organizację pracy na skuteczniejszą i prostszą.

Osoby zaangażowane w projekt muszą mieć świadomość, że od ich pracy i wysiłku zależy powodzenie całego przedsięwzięcia. Muszą być to osoby dokładne, odpowiedzialne i skoncentrowane na przebiegu realizacji projektu. Należy mieć świadomość, że powierzając czynności w projekcie pracownikowi bez żadnego zaangażowania oraz sumienności narażamy projekt na niepowodzenie. Jednocześnie trzeba pamiętać, że przypisując uczestnictwo osobie o wysokich kwalifikacjach oraz dużym doświadczeniu trudno będzie wyegzekwować od niej wykonanie zadania poniżej jej poziomu kwalifikacji.

Każdy członek zespołu projektowego powinien posiadać:

- kwalifikacje,
- umiejętność pracy w zespole,
- odporność na stres,
- wysoką kulturę osobistą,
- odpowiedzialność za powierzone mu zadania do wykonania,
- umiejętność rozwiązywania problemów,
- umiejętność porozumiewania się z kierownikiem projektu.

Aby ocenić zaangażowanie pracownika realizującego projekt stosuje się różne techniki. Poniżej przedstawiona jest przykładowa technika oceny punktowej cech członka zespołu projektowego.

Tabela 2

Przykładowe cechy członka zespołu projektowego

| Pożądane cechy                                   | Poziom cech |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|
|                                                  | 0           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Umiejętności pracy w zespole                     |             |   |   | ◆ |   |   |
| Odpowiedzialność                                 |             |   |   |   |   | ◆ |
| Podatność na oddziaływanie kierownictwa projektu |             |   | ◆ |   |   |   |
| Umiejętność rozwiązywania problemów              |             |   |   | ◆ |   |   |
| Zaangażowanie w prace w projekcie                |             | ◆ |   |   |   |   |
| Umiejętności związane z realizacją projektu      |             |   | ◆ |   |   |   |
| Konsekwencje w działaniu                         |             |   |   | ◆ |   |   |

Metoda ta polega na wyznaczeniu pożądanych cech członka zespołu projektowego. Kierownik projektu bądź koordynator lub inna osoba zajmująca znaczące stanowisko w projekcie, wyznaczona przez kierownika określa pożądane cechy, za pomocą których oceniać się będzie zaangażowanie i poświęcenie w projekcie. Następnie dokonuje się oceny, w jakim stopniu każdy uczestnik spełnił kryterium związane z poświęceniem oraz swoimi umiejętnościami jakie wykazane zostały podczas realizacji projektu. W taki sposób możemy sprawdzić poświęcenie i pracę każdej osoby uczestniczącej w projekcie. Metoda ta dobrze obrazuje całkowite zaangażowanie w projekt już po jego zakończeniu. Przyjmuje się, że nie każda osoba uczestnicząca w projekcie w danym etapie czy zadaniu wykazuje maksymalne zaangażowanie w prace projektu. Właśnie po to został powołany zespół i stworzony zakres prac, aby każdy był świadomy swojej odpowiedzialności i wytężonej pracy w określonym czasie. Ocenianie członków zespołu po etapowym zakończeniu pracy nie da rzetelnego przedstawienia cech wykazywanych podczas pracy przy projekcie, gdyż nie wykazują oni pełnego poświęcenia i nie widać ich całkowitego zaangażowania w prace projektowe.

Tak jak wyznaczenie kierownika projektu tak i odpowiednie dobranie członka zespołu projektowego nie jest zadaniem prostym. Osoby przyglądające się realizacji projektów nie zdają sobie sprawy z odpowiedzialności i pracy jaką muszą włożyć dwie strony (kierownik i zespół projektowy), aby doprowadzić przedsięwzięcie do pozytywnego zakończenia, napotykać jednocześnie po drodze różnego rodzaju ryzyka.

## Podsumowanie

Na temat zarządzania projektami, charakterystyki kierownika projektu, jego roli, którą pełni w projekcie oraz na temat zespołu projektowego poświęcono dużo publikacji. W powyższym artykule starałam się zwrócić uwagę na te najważniejsze i kluczowe cechy jakimi powinien charakteryzować się każdy kierownik nowego przedsięwzięcia. Należy zdawać sobie sprawę, że nie ma idealnej osoby łączącej w sobie wszystkie cechy wymienione wyżej w artykule, nie ma też idealnie realizującego zespołu projektowego. Jeśli jednak jest motywacja i chęć do pozyskania nowej wiedzy i nowego doświadczenia, jest to pierwszy krok do przyczynienia się do właściwej i prawidłowej realizacji projektu.

Zakończony sukcesem projekt to nie tylko dobrze skonstruowany budżet, odpowiednio dobrane miejsce realizacji ale także odpowiednio dobrany zasób osobowy. Tak naprawdę to już sam wybór kierownika i skompletowanie zespołu jest projektem, ponieważ to od nich zależy dalszy postęp prac i prowadzenie projektu.

## Literatura

1. Duncan, W.R, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute, Four Campus Boulevard 1996,
2. Meredith, J.R, S.J. Mantel, Project Management – a Managerial Approach, John Wiley & Sons, New York 2000,
3. Oberlander, G.D, Project Management for Engineering and Construction, McGraw-Hill, Boston 2000,
4. Trocki, M., Grucza, B., Ogonek, K. „Zarządzanie projektami” Warszawa 2003.



dr **Zbigniew CIEKANOWSKI**  
Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa  
im. Heleny Chodkowskiej w Warszawie

## **DZIAŁANIA ASYMETRYCZNE JAKO ŹRÓDŁO ZAGROŻEŃ BEZPIECZEŃSTWA**

### **Streszczenie**

Autor opisuje co to są zagrożenia asymetryczne, jakie jest ich znaczenie we współczesnym świecie. Omawia także jak są one postrzegane przez pakt NATO oraz przez wybrane państwa takie jak Stany Zjednoczone, Wielka Brytania, Chiny czy Polska.

### **Summary**

Author describes what asymmetric threats are, what is their meaning in present world. He also discuss how they are perceived by NATO pact as well as by chosen states such United States, Great Britain, China or Poland.

Koniec zimnej wojny oznaczał gruntowną zmianę realiów politycznych w skali globalnej, a zarazem poważne przekształcenia stosunków międzynarodowych. Większość procesów i zjawisk, które w największym stopniu decydują dziś o charakterze rzeczywistości międzynarodowej, została zapoczątkowana jeszcze w czasie zimnej wojny lub nawet w okresach wcześniejszych, czego najlepszym przykładem jest globalizacja. Niemniej jednak to właśnie rozpad układu dwublokowego zdynamizował tego rodzaju przekształcenia, prowadząc w konsekwencji do głębokiej rekonstrukcji ładu międzynarodowego. W znacznym stopniu przemiany te dotknęły sfery bezpieczeństwa, czego rezultatem była nie tylko zmiana hierarchii zagrożeń stabilności międzynarodowej oraz poszczególnych państw, ale również poszerzenie zbioru zjawisk oraz podmiotów mogących stanowić źródło niebezpieczeństw. Stopniowo rosnące przez cały okres po zimnowojenny znaczenie nietradycyjnych, nowych zagrożeń bezpieczeństwa, zwłaszcza ich form wynikających z aktywności podmiotów pozapaństwowych, dobitnie unaoczyliły zamachy z 11 września 2001r. Doszło bowiem nie tylko do modyfikacji globalnego środowiska bezpieczeństwa, ale przede wszystkim do



zmiany jego percepcji w świecie. Do tej pory tego rodzaju przemiany środowiska bezpieczeństwa nie były przedmiotem głębokiej refleksji naukowców oraz osób odpowiedzialnych za opracowywanie i realizację polityk bezpieczeństwa państw. To zrodziło konieczność uzupełnienia instrumentarium naukowego opisu współczesnych problemów bezpieczeństwa o elementy odnoszące się właśnie do takich zjawisk, a więc dające możliwość uchwycenia specyfiki nowych lub też zyskujących w ostatnim czasie na znaczeniu zagrożeń stanowiących przez podmioty pozapaństwowe albo wiążących się z ich działalnością. Jednym z najważniejszych narzędzi o takim uzupełniającym charakterze jest koncepcja zagrożeń asymetrycznych, rozwijana od pewnego czasu głównie w ośrodkach anglosaskich, a zapożyczona od badaczy stosunków międzynarodowych z języka wojskowych studiów strategicznych.

### **Istota asymetrii środowiska bezpieczeństwa**

Rozważania na temat koncepcji zagrożeń asymetrycznych należy rozpocząć od wyjaśnienia pojęcia „bezpieczeństwo”. To jak rozumiane jest bezpieczeństwo, do jakich zjawisk i aspektów się odnosi oraz jakich podmiotów dotyczy, warunkuje sposób postrzegania jego rzeczywistych lub potencjalnych zagrożeń oraz zakres ich rodzajów i źródeł.

Mimo tak wielkiego znaczenia dla nauki o stosunkach międzynarodowych, pojęcie „bezpieczeństwo” nie ma jednoznacznej definicji. Możemy wyróżnić dwa główne nurty rozumienia pojęcia „bezpieczeństwo”:

- tradycyjne – paradygmat zimnowojenny;
- współczesne – elementy formułującego się paradygmatu po zimnowojennego.

### **Tradycyjne(realistyczne) rozumienie pojęcia „bezpieczeństwo” – paradygmat zimnowojenny**

Pierwsze spójne i całościowe koncepcje bezpieczeństwa w teorii stosunków międzynarodowych wykształciły się w okresie zimnowojennym. Ówczesne pojmowanie bezpieczeństwa było konsekwencją istniejących w tym czasie realiów ładu dwubiegunowego oraz utrzymująca się groźba konfliktu zbrojnego między rywalizującymi blokami.

W takim środowisku, ze względu na naturalną groźbę wybuchu konfliktu, uczestnicy – państwa-znajdowali się w stanie ciągłego niepokoju i niepewności co do własnego przetrwania oraz intencji innych państw. Zapewnienie sobie bezpieczeństwa stawało się

najważniejszym celem aktywności państw, a tym samym głównym problemem stosunków międzynarodowych.<sup>1</sup>

Osiągnięciu tych celów miał służyć polityka siły, prowadząca do maksymalizacji przez państwa ich potęgi rozumianej jako zdolność do realizacji własnego interesu narodowego i narzucania swej woli pozostałym uczestnikom stosunków międzynarodowych.

O istocie realistycznej koncepcji bezpieczeństwa decydowały dwa czynniki. Po pierwsze, pojęcie „bezpieczeństwo” odnoszono wyłącznie do sfery polityczno-wojskowej. Przez zagrożenia rozumiano przede wszystkim niebezpieczeństwo agresji militarnej ze strony innych państw<sup>2</sup>.

Po drugie, realiści zakładali, że państwa mogą uzyskiwać określony stan bezpieczeństwa przez działania samodzielne, czyli rozwój własnej potęgi, głównie w drodze rozbudowy potencjału wojskowego.

Realistyczne ujęcie terminu „bezpieczeństwo” przez cały okres zimnej wojny nie było podważane przez badaczy kierujących się innymi przesłankami.

W ramach głównego nurtu realistycznego powstał jednak konkurencyjny, liberalny (idealistyczny) nurt w teorii stosunków międzynarodowych, który modyfikował paradygmat realistyczny.

Różnice polegały na odrzuceniu założenia o podzielnosci bezpieczeństwa i podkreśleniu występowania między państwami w tym zakresie ścisłych związków i zależności. Liberalowie wskazywali inne metody budowy przez państwa swego bezpieczeństwa. Według nich właściwym sposobem jego osiągnięcia nie była rywalizacja o potęgę, zbrojenia i utrzymanie równowagi sił. Lepiej służyć temu mogła współpraca i łączenie wysiłków oraz potencjałów w celu zapobieżenia agresji przez tworzenie odpowiednich instytucji międzynarodowych.

Drugą istotną modyfikacją realistycznego paradygmatu bezpieczeństwa, pod naciskiem nurtu idealistycznego było stopniowe odchodzenie od rozumienia bezpieczeństwa państwa wyłącznie w kategoriach wojskowych. Przede wszystkim dokonało się to przez uwzględnienie wpływu ekonomicznego na sferę bezpieczeństwa. Mimo modyfikacji można uznać, iż w okresie zimnej wojny dominowało państwowcentryczne rozumienie pojęcia „bezpieczeństwo”, skoncentrowane prawie wyłącznie na płaszczyźnie wojskowej, przy tym negatywne oraz statyczne. Na takim gruncie nie powstały warunki sprzyjające rozwojowi

---

<sup>1</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa państw obszaru atlantyckiego* Polski Instytut Spraw Międzynarodowych Warszawa 2007 s.23

<sup>2</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit.*s.25

koncepcji zagrożeń asymetrycznych, zwłaszcza w kształcie wiążącym ją z działalnością podmiotów pozapaństwowych.<sup>3</sup>

### **Współczesne rozumienie pojęcia „bezpieczeństwo” - paradygmat po zimnowojenny**

Zmiany w sposobach rozumienia pojęcia „bezpieczeństwo” w nauce o stosunkach międzynarodowych, zaczęły się dokonywać w schyłkowym okresie zimnej wojny oraz w późniejszych latach. Nie oznaczały one całkowitego zerwania z tradycyjnym, realistycznym paradygmatem. Przemiany te nie prowadziły do wykrystalizowania się spójnego i całościowego paradygmatu po zimnowojennego. Można jednak wskazać pewne tendencje w sposobach definiowania podstawowych elementów koncepcji bezpieczeństwa powodujące, iż jej obecny obraz różni się od kształtu dominującego w okresie zimnowojennym<sup>4</sup>.

Obecnie odchodzi się od wąskiego pojmowania bezpieczeństwa jako dotyczącego wyłącznie sfery militarnej, uzupełnionej o aspekt ekonomiczny. W definicji pojęcia, oprócz przetrwania państwa jako jednostki geopolitycznej i utrzymania integralności terytorialnej, bierze się pod uwagę takie elementy jak szeroko rozumiana jakość życia ludności, jej dobrobyt, zachowanie tożsamości czy pewność szans dalszego rozwoju. Wartości te nie mogą być ani w pełni zagwarantowane za pomocą środków militarnych, ani też zagrożenia dla nich nie ograniczają się wyłącznie do tej sfery, przeciwnie, rozwijają się na innych płaszczyznach stosunków międzynarodowych.

Współcześnie wyróżnia się, oprócz obejmującego sferę wojskową, twardego bezpieczeństwo, także jego miękki wymiar, uwzględniający wiele innych aspektów, m.in. kulturowy, ekologiczny, technologiczny, humanitarny czy demograficzny.

Obecnie zakres znaczeniowy pojęcia „bezpieczeństwo” podlega poważnym przeobrażeniom. Odchodzi się od państwocentryczności paradygmatu zimnowojennego, widzącego w państwie w zasadzie jedyny podmiot, jak i obiekt bezpieczeństwa. W rezultacie za odrębne obiekty uznaje się obecnie nie tylko państwa, ale też system międzynarodowy ujmowany całościowo oraz podmioty pozarządowe – określone zbiorowości ludzkie, grupy społeczne czy pojedyncze jednostki<sup>5</sup>.

W wyniku wspomnianych przemian krystalizuje się współczesna definicja pojęcia „bezpieczeństwo”, bardziej systemowa, całościowa i wszechstronna. Złożoność

---

<sup>3</sup> Militarny Magazyn Specjalny „KOMANDOS” 2002 nr 3 str. 38

<sup>4</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. s.27*

<sup>5</sup> Tamże, s. 28

i wieloaspektowość współczesnych sposobów rozumienia terminu „bezpieczeństwo” lepiej odpowiada obecnemu kształtowi stosunków międzynarodowych, w których relacje między poszczególnymi ich uczestnikami dalece odbiegają od jednoznaczności okresu zimnowojennego. Wielowymiarowość ta umożliwiła uwzględnienie w analizach wielu fenomenów mających wpływ na poziom bezpieczeństwa państw oraz ich podmiotów, które przy zachowaniu tradycyjnego jego rozumienia zostałyby najprawdopodobniej pominięte lub uznane za zagadnienia drugorzędne (jako nie stanowiące poważnego zagrożenia dla samego przetrwania państwa, pojmowanego tradycyjnie w kategoriach polityczno-terytorialnych). Dotyczy to zjawisk, do których odnosi się koncepcja zagrożeń asymetrycznych, takich jak terroryzm czy transnarodowa przestępczość zorganizowana, wcześniej uznawana za problemy o stosunkowo małej randze lub w ogóle nie rozpatrywanych w kategoriach polityki bezpieczeństwa państw.

Zachodząca obecnie ewolucja pojęcia „bezpieczeństwo”, na płaszczyźnie teoretycznej, oprócz zmian w międzynarodowym środowisku bezpieczeństwa doprowadziła do wykształcenia się właściwego kontekstu dla koncepcji zagrożeń asymetrycznych i umożliwiła jej powstanie.

#### **Zagrożenia asymetryczne (definicja)**

Bardzo trudno jest jednoznacznie zdefiniować termin zagrożenia asymetryczne. Wynika to ze stosowania wielu terminów w odniesieniu do różnych aspektów problemu asymetrii. Prowadzi to do dowolności w użyciu słów „asymetria” i „asymetryczny”. Trudności te nie dotyczą każdego elementu koncepcji w tym samym stopniu. Większych wątpliwości nie budzi definicja konfliktu asymetrycznego bądź wojny, czy też strategii asymetrycznych lub sposobów prowadzenia wojny. Największy problem stanowi kwestia zdefiniowania dwóch kluczowych pojęć – asymetrycznych metod, technik lub taktyk oraz zagrożenia asymetrycznego. Wynika to z faktu, iż w dominującym zwłaszcza w USA nurcie badań nad asymetrią i zagrożeniami asymetrycznymi te dwa terminy utożsamiają się, definiując zagrożenia asymetryczne jako zastosowanie określonej, asymetrycznej metody lub techniki działania. Takie ujęcie można znaleźć m.in. jednym z pierwszych znaczących opracowań amerykańskich poświęconych problematyce tego typu zagrożeń, corocznym raporcie Strategic Assessment z 1998 r., wydanym przez National Defense University w Waszyngtonie<sup>6</sup>. W publikacji tej termin „zagrożenie asymetryczne” stosuje się wymiennie z pojęciem „technika działania” i definiuje jako „wersję walki nie fair”, co może obejmować

---

<sup>6</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str.45*

wykorzystywanie zaskoczenia we wszystkich jego operacyjnych i strategicznych wymiarach oraz użycie broni w sposób nieplanowany przez Stany Zjednoczone”. W zbliżony sposób zagrożenia asymetryczne definiują również polscy autorzy P. Gawliczek i J. Pawłowski z Akademii Obrony Narodowej, uznając je za „myślenie, organizowanie i działanie odmienne od przeciwnika, w tym wykorzystywanie wszelkiego rodzaju różnic w szeroko pojmowanych potencjałach”.

Rozumienie zagrożeń asymetrycznych wyłącznie jako określonej metody lub techniki (taktyki) działania nie wydaje się w pełni uzasadnione. Zagrożenie dla jednego podmiotu stanowi nie sama metoda, lecz inny podmiot ją stosujący. Tym samym zagrożenie asymetryczne to podmiot (obecnie utożsamiany ze słabszą stroną określonego konfliktu) wykorzystujący pewne niekonwencjonalne z punktu widzenia swego oponenta (podmiotu zagrożonego) środki i techniki, nie zaś sama nietypowa, nietradycyjna metoda działania<sup>7</sup>.

Zagrożenia asymetryczne można podzielić na dwie kategorie:

1. Zagrożenia asymetryczne sensu largo (ujęcie wojskowe).
2. Zagrożenia asymetryczne sensu stricte (ujęcie politologiczne).

#### **Zagrożenia asymetryczne sensu largo.**

Zgodnie ze stanowiskiem definiującym zakres podmiotowy zagrożeń asymetrycznych, zagrożeniem tego typu jest każdy podmiot stosujący metody uznawane w danych okolicznościach za asymetryczne. Oznacza to, że dla danego kraju zagrożeniem asymetrycznym może być zarówno inne państwo, jak i podmiot pozapaństwowy (np. ugrupowanie terrorystyczne). O tym czy dany podmiot stanowi tego typu groźbę decyduje sam fakt stosowania przez niego pewnego rodzaju niekonwencjonalnych sposobów działania, przy czym głównymi powodami wyboru takich metod prowadzenia konfliktu jest dysproporcja między potencjałami wojskowymi przeciwników. Stanowisko takie dominuje w kręgach wojskowych. Jest to konsekwencją ograniczania zagrożeń asymetrycznych do metod i technik działania oraz koncentracji na problematyce tradycyjnie rozumianych konfliktów zbrojnych, w których strony posługują się wojskami regularnymi.

Wśród zagrożeń asymetrycznych wymienia się wiele zjawisk, przy czym kryterium wyodrębniania poszczególnych grup stanowi nie rodzaj podmiotu stwarzającego zagrożenie, lecz specyficzny charakter użytych przez niego środków lub metod działania. Zgodnie z najprostszym podziałem istnieją trzy podstawowe kategorie:

---

<sup>7</sup> Militarny Magazyn Specjalny "KOMANDOS" 2002 nr 3 str.39

- posłużenie się przez podmiot stanowiący zagrożenie asymetryczne bronią masowego rażenia;
- działania z użyciem technologii informatycznych;
- inne koncepcje taktyczne (np. terroryzm, oraz działania polegające na wykorzystaniu wyjątkowych warunków terenowych w rejonie konfliktu).

### **Zagrożenia asymetryczne sensu stricte**

Ujęcie politologiczne wiąże zagrożenia asymetryczne wyłącznie z aktywnością podmiotów pozapaństwowych, trans- lub subnarodowych. W takiej sytuacji odmiennosc metod działania i sposobów prowadzenia konfliktu oraz dysproporcja potencjałów (militarnych) stron układu wynika z faktu, iż podmiot zagrożony (państwo) i stanowiący zagrożenie należą do różnych kategorii uczestników stosunków międzynarodowych. Takie ujęcie zagrożeń asymetrycznych umożliwia podkreślenie specyfiki gróźb ze strony podmiotów pozapaństwowych oraz pozwala na bardziej jednoznaczne ich odróżnienie od tradycyjnych niebezpieczeństw stanowiących przez państwa.

Wśród tak rozumianych zagrożeń asymetrycznych wyróżnia się najczęściej:

- terroryzm międzynarodowy
- transnarodową przestępczość zorganizowaną (handel narkotykami)
- użycie przez podmioty pozapaństwowe broni masowego rażenia
- wrogie zastosowanie technologii informatycznych.<sup>8</sup>

Zagrożenia asymetryczne stanowią bardzo niejednorodną grupę zjawisk. Istotne różnice występują nie tylko między ich głównymi rodzajami, ale także między poszczególnymi podmiotami należącymi do tego samego typu zagrożeń asymetrycznych.

Można jednak wskazać pewne cechy wspólne podmiotów będących zagrożeniami asymetrycznymi. Natężenie ich występowania różni się w zależności od typu zagrożenia oraz konkretnego podmiotu stanowiącego jego źródło. Te wyróżniki są ściśle ze sobą związane, nierzadko wynikają jedno z drugich oraz wzajemnie się wzmacniają. One też w największym stopniu decydują o odmienności zagrożeń asymetrycznych od tradycyjnych gróźb dla bezpieczeństwa państw. Czynnikiem najmocniej oddziałującym są pozapaństwowy charakter podmiotów je stanowiących, a także łącząca się z nim ich transnarodowość oraz terytorialność, czyli brak jasno określonego obszaru występowania czy też definiowanego geograficznie terytorium, nad którym podmioty te sprawowałyby wyłączną zwierzchność i egzekwowały suwerenność. Zagrożenie ze strony podmiotów pozapaństwowych, określane

---

<sup>8</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str. 50*

jako asymetryczne, nie przyjmuje postaci groźby ataku regularnych sił zbrojnych, co nie pozwala uznać go za zagrożenie militarne w tradycyjnym tego słowa znaczeniu. Jednak istotnym składnikiem działań tego rodzaju podmiotów, koniecznym do osiągnięcia celów i realizacji interesów, jest stosowanie siły oraz przemocy zbrojnej. Uzyskanie przez podmioty pozapaństwowe siły (militarnej) oznacza, że przeciwdziałanie tego rodzaju zagrożeniom ze strony państw także będzie się łączyć z wykorzystaniem posiadanych środków militarnych. Transnarodowość podmiotów pozapaństwowych stanowiących zagrożenia asymetryczne oznacza, iż ich struktury mogą być rozwijane niezależnie od granic państwowych, na terytorium więcej niż jednego państwa. Ta cecha zagrożeń asymetrycznych powoduje jednocześnie, iż w wypadku konfliktu między podmiotem stanowiącym zagrożenie asymetryczne, a państwem, któremu ono zagraża, nie ma jasno określonego obszaru działań, teatru walk i frontu. Rywalizacja ma charakter totalny, może się toczyć na całym obszarze państwa będącego podmiotem ataku, jak również na wszelkich terytoriach poza jego granicami. Zagrożenia asymetryczne cechuje również znaczna nieprzewidywalność miejsca i czasu wystąpienia oraz formy i sposobu realizacji konkretnych działań. Cechę tę wzmacniają jeszcze duże zdolności adaptacyjne podmiotów pozapaństwowych stanowiących zagrożenia asymetryczne – stosunkowo szybkie przystosowywanie się do zmian w środowisku działania oraz modyfikowanie sposobów operowania, w zależności od aktualnej sytuacji, jak i reakcji na posunięcia atakowanych państw. Istotnym wyróżnikiem zagrożeń asymetrycznych, zwłaszcza w kontekście możliwości skutecznego im przeciwdziałania ze strony państw, jest bardzo niska podatność podmiotów będących ich źródłem na odstraszenie czy też inne strategie zapobiegania i zwalczania niebezpieczeństw przez przymus lub groźbę jego zastosowania. Jest to konsekwencją terytorialności podmiotów pozapaństwowych i ich specyficznego kształtu organizacyjnego, czyniącego z nich struktury wysoce rozproszone. Nie oznacza to, że podmioty pozapaństwowe są całkowicie odporne na wszelkie formy odstraszenia. Jednak, aby strategie te były skuteczne, muszą mieć formę dostosowaną do charakteru konkretnego podmiotu stanowiącego zagrożenie.<sup>9</sup>

W przypadku zagrożeń asymetrycznych, w większym stopniu niż przy zagrożeniach tradycyjnych, można mówić o swego rodzaju synergii wpływu na bezpieczeństwo państw będących przedmiotem ich aktywności. Jest to konsekwencją faktu, iż na bezpieczeństwo określonego państwa jednocześnie może oddziaływać wiele podmiotów powodujących powstanie zagrożeń, a w wypadku bytów pozapaństwowych, ze względu na ich wielość,

---

<sup>9</sup> Militarny Magazyn Specjalny "KOMANDOS" 2002 nr 3 str.39

liczba ta będzie zdecydowanie wyższa niż wtedy, gdy mamy do czynienia z tradycyjnymi zagrożeniami ze strony państw. Do synergii wpływu dochodzi także w sytuacji, gdy podmioty stanowiące zagrożenia asymetryczne nie współpracują ze sobą, a nawet się zwalczają. Tak rozumianą synergii wpływu można uznać za zjawisko charakterystyczne dla zagrożeń asymetrycznych. Tym samym synergia wpływu, quasi – militarny charakter, odmiennosć metod działania stosowanych przez podmioty pozapaństwowe stanowiące zagrożenia asymetryczne, totalność tych zagrożeń, zatarcie różnic między bezpieczeństwem wewnętrznym a zewnętrznym, stanem wojny a pokoju oraz wojskowymi a niewojskowymi celami ataku, niska podatność na strategię przeciwdziałania oparte na przymusie oraz względnie niewielka intensywność niebezpieczeństwa, jest jednym z kluczowych elementów, decydujących zarówno o samej specyfice tych zagrożeń, jak i ich randze strategicznej.

### **Czynniki kształtujące środowisko działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne**

Zagrożenia asymetryczne pojawiły się lub szczególnie rozwinęły w okresie po zimnowojennym. Choć pewne formy występowały już wcześniej (terroryzm, transnarodowa przestępczość zorganizowana), to dopiero po zakończeniu zimnej wojny zyskały one nowy charakter. Zmieniła się ich ranga jako zagrożeń bezpieczeństwa państw, a także systemu międzynarodowego. Było to wynikiem działania wielu związanych ze sobą i wzajemnie wzmacniających się czynników. Koniec zimnej wojny jest czynnikiem o podstawowym znaczeniu dla kontekstu działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne. Rezultatem zakończenia zimnej wojny była gruntowna zmiana realiów międzynarodowych, zwłaszcza w sferze bezpieczeństwa.<sup>10</sup>

Zakończenie zimnej wojny i rozpad układu dwubiegunowego oznaczały istotne obniżenie ryzyka wybuchu wojny ogólnosiwiatowej. Spadek ten natomiast pociągał za sobą relatywny wzrost znaczenia zagrożeń stabilności państw ze strony zjawisk i podmiotów postrzeganych dotąd jako powodujące problemy drugorzędne, nieraz w ogóle nie uznawanych za zagrożenia ze sfery bezpieczeństwa. Wśród tych zjawisk jedną z najważniejszych grup stanowią działania podmiotów będących źródłem zagrożeń asymetrycznych.

Koniec zimnej wojny oznaczał również ograniczenie znaczenia ideologii jako czynnika kształtującego ład międzynarodowy. Stosunki zimnowojenne były postrzegane przez pryzmat istnienia dwóch rywalizujących ze sobą bloków. W rezultacie inne zarysowujące się linie podziałów społeczności międzynarodowej, także powodujące

---

<sup>10</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str.71*



powstawanie konfliktów między poszczególnymi państwami lub społecznościami, były traktowane jako mniej istotne. Upadek znaczenia ideologii po zimnej wojnie spowodował, iż te mniej liczące się czynniki (społeczno-ekonomiczne, cywilizacyjno-kulturowe), zyskały na znaczeniu jako uwarunkowania kształtu międzynarodowego środowiska bezpieczeństwa, a tym samym jako determinanty rozwoju podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne.<sup>11</sup>

Rozpad układu dwublokowego zaowocował wykształceniem się jednej z najważniejszych cech współczesnego środowiska międzynarodowego w sferze bezpieczeństwa – wyjątkowej pozycji USA, jako jedyne supermocarstwa globalnego. Wyjątkowa pozycja USA na świecie stanowi jeden z najważniejszych determinantów obecnego kształtu stosunków międzynarodowych w zakresie bezpieczeństwa i ma ogromne znaczenie w kontekście rozwoju zagrożeń asymetrycznych. Stany Zjednoczone stały się globalnym policjantem, utrzymującym aktualny porządek międzynarodowy, ale równocześnie głównym winnym za wszelkie pojawiające się na świecie niedoskonałości i niesprawiedliwości. Fakt, iż od czasu zakończenia zimnej wojny i rozpadu układu bipolarnego Stany Zjednoczone, wspierane przez inne państwa Zachodu, zajmują wyjątkową pozycję w światowym porządku, doprowadził do wyraźniejszego zarysowania się nowej osi podziału społeczności międzynarodowej. Ma ona przy tym konfliktogeny charakter, gdyż przyczynia się do uformowania społeczności dwóch grup uczestników o sprzecznych interesach i znacznie różniących się możliwościami oddziaływania na rzeczywistość międzynarodową. Pierwszą, zdolną skutecznie wpływać na kształt polityki światowej zarówno przez działania samodzielne, jak i z wykorzystaniem struktur i organizacji międzynarodowych, stanowią USA i ich partnerzy. Drugą, wewnątrz bardzo zróżnicowaną, tworzą kraje i społeczeństwa o znacznie mniejszych możliwościach wpływu<sup>12</sup>.

Po spadku rangi ideologii jako czynnika decydującego o kształcie globalnego środowiska bezpieczeństwa wzrosło znaczenia procesów i przemian na innych płaszczyznach, prowadzących do wykształcenia się nowych rozwarstwień w ramach społeczności międzynarodowej. Szczególnie istotny w tym kontekście jest rozwój sytuacji międzynarodowej i zarysowujące się trendy na płaszczyźnie społeczno-ekonomicznej. Stanowią one przyczynę powstania w świecie nowych podziałów, wpływających na kształt globalnego środowiska bezpieczeństwa, a więc warunkujących w pewnej mierze także charakter i rangę zagrożeń asymetrycznych. Koniec zimnej wojny pokazał prawdziwą skalę

---

<sup>11</sup> Internet

<sup>12</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str.76*

i wagę różnic w stopniu zamożności oraz poziomie rozwoju gospodarczego i społecznego poszczególnych państw i ich społeczeństw. Nastąpił podział społeczności międzynarodowej na bogatą, wysoko rozwiniętą Północ, o relatywnie wysokim standardzie życia mieszkańców, oraz ubogie Południe. Dysproporcje rozwojowe w świecie w oczywisty sposób wpływają na środowisko bezpieczeństwa, gdyż tworzą warunki do konfliktu między posiadającymi, a nie posiadającymi. Współczesne rozmiary dysonansów rozwojowych w świecie oraz tempo ich narastania wykluczają możliwość rywalizowania na równych zasadach państw i społeczeństw z Północy i Południa. Dodatkowo stopień niedorozwoju i zasięg ubóstwa, których oddziaływanie potęguje fakt przenikania się strefy biedy i bogactwa i utrzymywania ciągłego kontaktu między nimi, przyczyniają się do ukształtowania środowiska sprzyjającego rozwojowi takich zjawisk jak przestępczość czy korupcja. To potwierdza wpływ podziałów na płaszczyźnie socjoekonomicznej na wykształcenie się podmiotów stanowiących źródła zagrożeń asymetrycznych oraz możliwości rozwoju ich zdolności do działania.<sup>13</sup>

Wraz z zakończeniem zimnej wojny na wadze jako wskaźnik kształtu i struktury porządku międzynarodowego, także w sferze bezpieczeństwa, zyskało również zróżnicowanie w wymiarze cywilizacyjno – kulturowym. Odnosi się to przede wszystkim do odmienności między państwami i społeczeństwami należącymi do różnych kręgów kulturowych, czy też cywilizacyjnych, zakresu hierarchii podstawowych wartości, a także sposobów organizacji życia społecznego. Rozbieżności między poszczególnymi społeczeństwami, powstałe w wyniku tego rodzaju różnic stanowią jedną z najważniejszych przyczyn napięć i konfliktów w świecie, przyjmując zarówno formę tradycyjnej rywalizacji międzypaństwowej jak i postać starć z udziałem podmiotów pozapaństwowych. Czynniki kulturowe ma szczególne znaczenie w kontekście bezpieczeństwa państw obszaru transatlantyckiego, które w zasadzie należą do zachodniego kręgu cywilizacyjnego lub są z nim mocno związane. Jest większe prawdopodobieństwo, że zagrożenia asymetryczne – przeważnie względem nich zewnętrzne – będą pochodzić ze społeczeństw reprezentujących inne kultury. Fakt zróżnicowania społeczności międzynarodowej na płaszczyźnie cywilizacyjno-kulturowej nie oddziałuje na charakter globalnego środowiska bezpieczeństwa całkiem niezależnie od pozostałych czynników. Podziały zarysowujące się w tej sferze nakładają się na inne. W rezultacie kształt globalnego środowiska bezpieczeństwa jest wypadkową oddziaływania wszystkich tych podziałów, przez co również ich wpływ na to środowisko trzeba rozpatrywać łącznie.

---

<sup>13</sup> Tamże , str. 80

**Czynniki wpływające na środowisko działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne.**

1. Czynnikiem, który wywiera większy wpływ na środowisko bezpieczeństwa niż podziały w społeczności międzynarodowej, są procesy globalizacyjne.

Globalizacja stanowi w znacznym stopniu żywiołowy, nie podlegający kontroli i sterowaniu, a przy tym wielowymiarowy trend rozwojowy we współczesnej rzeczywistości międzynarodowej, dokonujący się na wszystkich płaszczyznach życia społecznego. Istotą globalizacji jest narastanie współzależności między objętymi nią podmiotami – członkami społeczności międzynarodowej, nieograniczonej wyłącznie do państw, najważniejszym zaś jej skutkiem jest spadek znaczenia aspektu przestrzennego i dystansów geograficznych we współczesnym życiu międzynarodowym oraz odterytorialnienie dużej części procesów społecznych. Oznacza to, że procesy globalizacyjne muszą oddziaływać na możliwości rozwoju podobnie aterytorialnych i transnarodowych w charakterze zagrożeń asymetrycznych.<sup>14</sup>

2. Erozja suwerenności państwowej.

Erozja (transformacja) suwerenności państwowej jest jedną z najważniejszych konsekwencji procesów globalizacyjnych w kontekście przemian środowiska i możliwości działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne. Oznacza istotną zmianę proporcji sił oraz relacji między państwami, a podmiotami pozapaństwowymi; np. korporacjami transnarodowymi, organizacjami pozarządowymi, jak również podmiotami stanowiącymi zagrożenia asymetryczne. Państwa obecnie tracą przynajmniej częściowo rzeczywistą kontrolę nad swym potencjałem i określającymi go zasobami, a także nad przebiegiem procesów społecznych na własnym terytorium. Spadek zdolności państw do regulowania przebiegu procesów społecznych i życia politycznego na własnym terytorium oznacza dla podmiotów pozapaństwowych szersze perspektywy rozbudowy struktur transnarodowych oraz nowe obszary, formy i rodzaje aktywności (rośnie łatwość prowadzenia i atrakcyjność nielegalnego przemytu ludzi i towarów, stanowiącego źródło dochodów grup terrorystycznych i organizacji przestępczych)<sup>15</sup>. Szczególne znaczenie w kontekście ogólnej tendencji do erozji suwerenności państwowej ma problem państw w stanie rozkładu lub upadłych. Są to kraje, w których władze centralne całkowicie lub w znacznej mierze utraciły zdolność do utrzymywania porządku na własnym terytorium i wykonywania swych podstawowych funkcji. Powszechnie uważa się, że państwa upadłe są dla terrorystów,

---

<sup>14</sup> Tamże, str. 86

<sup>15</sup> Tamże, str.87

zorganizowanych grup przestępczych lub innego rodzaju podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne bardzo atrakcyjnym obszarem działania. Umiejscowienie części struktur w krajach będących w stanie rozkładu umożliwia grupom terrorystycznym i przestępczym tworzenie punktów szkolenia, rekrutacyjnych i przerzutowych, a współczesne środki komunikacji pozwalają na budowę bezpiecznego centrum dowodzenia. Chaos panujący w państwach upadłych ułatwia podmiotom pozapaństwowym stosunkowo swobodnie rozwijać działalność przestępczą i eksploatować zasoby naturalne kraju-gospodarza, co odgrywa istotną rolę w finansowaniu i gromadzeniu zaplecza materialnego. Nie należy przeceniać znaczenia państw upadłych dla rozwoju podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne. W rzeczywistości terroryści i transnarodowe grupy przestępcze starają się lokować swoje struktury nie w krajach upadłych (zbyt niestabilne), lecz w państwach słabych, czy też chylących się ku upadkowi. Są one w takim stopniu zdeorganizowane, że nie mogą się skutecznie przeciwstawić takim podmiotom, lecz zarazem zachowują zdolność utrzymania minimalnego poziomu stabilności wewnętrznej oraz gwarantowania poszanowania swej suwerenności przez inne państwa. W związku z tym, choć państwa upadłe stanowią istotny problem w zakresie bezpieczeństwa międzynarodowego, to w kontekście rozwoju podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne odgrywają mniejszą rolę niż ta, jaką się im przypisuje. Faktycznie większe znaczenie mają kraje słabe i bliskie upadkowi albo państwa rządzone przez reżimy stabilne i efektywne, lecz zainteresowanymi współpracą z organizacjami terrorystycznymi lub przestępczymi<sup>16</sup>.

### 3. Swoboda przepływów transgranicznych.

Rosnąca swoboda międzynarodowego ruchu osobowego oraz towarowego jest jednym z najbardziej oczywistych i zauważalnych przejawów procesów globalizacyjnych. Jest ona przede wszystkim konsekwencją postępu technologicznego w dziedzinie transportu i komunikacji, prowadzącego do ogromnego rozwoju odpowiedniej infrastruktury w skali globalnej. Istotną rolę odegrały także zmiany w postępowaniu państw dostosowujących się do nowych warunków funkcjonowania, określanych przez zwiększające się współzależności w skali świata, oraz starających się maksymalizować swoje korzyści z uczestnictwa w tak przekształconym życiu międzynarodowym przez przyzwolecie na rozluźnienie kontroli nad własnymi granicami. Powyższe zagadnienia są bardzo istotne w kontekście rozwoju podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne. Względnie proste stało się przygotowanie oraz wykonanie ataku lub prowadzenie nielegalnych interesów. Łatwość

---

<sup>16</sup> Internet

podrózowania oraz transportu międzynarodowego zwiększa też możliwość ewakuacji, czyli przenoszenia zagrożonych wykryciem i eliminacją struktur oraz członków<sup>17</sup>.

Na uwagę zasługuje również wpływ procesów globalizacyjnych na kształt i skalę przepływów finansowych. Dla podmiotów będących źródłem zagrożeń asymetrycznych uzyskanie odpowiednio dużych zasobów finansowych oraz zdolność do zapobieżenia ich wykryciu przez właściwe służby państwowe jest jednym z podstawowych warunków skutecznego działania. Dzisiejsza szybkość i skala międzynarodowych transferów finansowych, jak i złożoność życia gospodarczego zwiększa możliwości terrorystów oraz transnarodowych organizacji przestępczych w tym zakresie, oferując im wiele sposobów zdobycia, ukrycia, przemieszczenia i wyprania potrzebnych funduszy. Istnieją także tzw. „raje podatkowe”. Są to państwa (lub wydzielone obszary czy miasta) specjalizujące się w offshore banking i gwarantujące swoim klientom daleko posuniętą dyskrecję.

#### 4. Wrażliwość państw na działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne.

W ramach procesów globalizacyjnych można wskazać kilka elementów i zjawisk im towarzyszących, które szczególnie wpływają na wrażliwość współczesnych państw, a zwłaszcza krajów wysoko rozwiniętych, na działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne. Wśród elementów tych wymienia się najczęściej infrastrukturę transportową, telekomunikacyjną, sieci energetyczne, wodociągowe oraz sektor bankowy. Każdy z tych składników infrastruktury stanowi wieloelementową całość z wielką liczbą potencjalnych celów ataku i punktów wrażliwych na zniszczenie, a istotnych w kontekście funkcjonowania całości układu.

Ważną kwestią przy omawianiu rosnącej wrażliwości państw na działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne jest rola mediów, zwłaszcza sieci telewizyjnych ze stacjami o globalnym charakterze i zasięgu. Generalną cechą oddziaływania mediów na rozwój podmiotów stanowiących tego typu zagrożenia, powodującą przy tym wzrost wrażliwości państw na ich poczynania, jest fakt, iż dzięki tym mediom i ich globalnemu zasięgowi społeczeństwa zamieszkujące mniej rozwinięte i uboższe części świata uzyskały możliwość poznania lepszych warunków życia panujących w bardziej zamożnych krajach.<sup>18</sup> To zaś, wzbudzając poczucie niesprawiedliwości oraz chęć szybkiego zdobycia podobnego statusu, tworzy dobre warunki dla działalności propagandowej i rekrutacji nowych członków przez podmioty pozapaństwowe stanowiące zagrożenia asymetryczne. Ponadto media o globalnym zasięgu w większości zostały utworzone w państwach najbardziej

---

<sup>17</sup> M. Madej *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str.102*

<sup>18</sup> Tamże, str. 103

zglobalizowanych, a tym samym dostarczają wielu informacji na temat zasad organizacji i funkcjonowania tych krajów oraz sposobu myślenia i działania typowych dla ich mieszkańców, władz oraz podległych im służb. Media pozwalają więc lepiej poznać przeciwnika podmiotom stanowiącym zagrożenia asymetryczne, z których znaczna część pochodzi z innych kręgów kulturowych i ze stosunkowo mało zglobalizowanych społeczeństw. Równie ważna jest rola współczesnych mediów w poszerzaniu możliwości psychologicznego oddziaływania podmiotów będących źródłem zagrożeń asymetrycznych na społeczeństwa poszczególnych państw. Aspekt psychologiczny ma w wypadku takich zagrożeń kluczowe znaczenie i decyduje w dużym stopniu o ich randze oraz skuteczności działań stanowiących je podmiotów. Współczesne media masowe są zdolne do ciągłego i szybkiego, a przy tym wysoce sugestywnego, informowania o wydarzeniach dziejących się w zasadzie w każdym miejscu na świecie, co zwiększa potencjalny zakres i intensywność oddziaływania psychologicznego podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne. Dotyczy to szczególnie ich wpływu na społeczeństwa państw wysoko rozwiniętych i demokratycznych, w których dostęp do mediów masowych jest raczej powszechny. Dzięki temu media mogą w tych krajach silnie oddziaływać na opinię publiczną, dysponując realnymi zdolnościami nacisku na rządy. Bardzo istotną kwestią jest duży wpływ mediów poprzez przedstawienie sytuacji, sposoby działania i podejmowania decyzji przez rządy, zwłaszcza najbardziej zglobalizowanych krajów zachodnich. Współczesny model informowania powoduje nie tylko spłylenie relacji dziennikarzy, ale także powstanie swoistej presji społecznej na rządy, by jak najszybciej reagowały. Rezultatem tego jest konieczność częstego podejmowania przez rządzących decyzji mimo braku wystarczających danych o sytuacji oraz kierowanie się przy wyborze sposobów reakcji nie tylko ich legalnością i skutecznością, ale w coraz większym stopniu wartością medialną, oceną ze strony mediów. To może oznaczać częściowe przejmowanie kontroli nad kierunkiem polityki poszczególnych rządów przez sieci medialne, zwłaszcza najpotężniejsze koncerny o zasięgu globalnym, co dodatkowo zwiększa podatność państw na działania podmiotów pozapaństwowych.<sup>19</sup>

Rola procesów globalizacyjnych w kształtowaniu środowiska działania podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne nie ogranicza się do określenia warunków ich funkcjonowania, tzn. decydowania o sposobach organizowania przez nie struktur, zasobach pozostających w ich dyspozycji, prawdopodobieństwie zastosowania przez nie konkretnych metod i taktyk czy też skali ewentualnego wpływu na bezpieczeństwo państw. W wypadku

---

<sup>19</sup> Militarny Magazyn Specjalny "KOMANDOS" 2002 nr 3 str.41

części tych podmiotów globalizacja jest swego rodzaju przyczyną czy motywem ich powstania i rozwoju (np. organizacje i grupy tworzące ruch anty/alterglobalistyczny).

### **Zagrożenia a działania asymetryczne**

Do najważniejszych zagrożeń asymetrycznych zaliczamy:

- terroryzm międzynarodowy;
- transnarodową przestępczość zorganizowaną (handel narkotykami);
- użycie przez podmioty pozapaństwowe broni masowego rażenia ;
- wrogie zastosowanie technologii informatycznych.

#### **Terroryzm międzynarodowy**

Terroryzm jest to służąca realizacji określonego programu politycznego przemoc lub groźba jej użycia ze strony podmiotów niepaństwowych (sub- lub transnarodowych), która ma wzbudzić strach w grupie szerszej niż bezpośrednio atakowana i przez taką presję skłonić poddawane jej rządy do ustępstw lub też doprowadzić do zniszczenia dotychczasowego porządku politycznego. Rozróżniamy dwa rodzaje terroryzmu: wewnętrzny i międzynarodowy. Za terroryzm wewnętrzny uznaje się działania o zasięgu ograniczonym do jednego państwa, dokonywane na jego terytorium, przez jego mieszkańców i wymierzone w jego obywateli lub też w politykę rządu. Terroryzm międzynarodowy definiuje się jako „świadomie i celowo wymierzony w obywateli, terytorium lub mienie państwa innego niż kraj pochodzenia jego sprawców”. Tak rozumiany terroryzm międzynarodowy najbardziej decyduje o obecnym znaczeniu terroryzmu jako problemu bezpieczeństwa światowego<sup>20</sup>.

Motywy tworzenia i działania ugrupowań terrorystycznych są różne. Najczęściej mówi się o motywacji religijnej, ideologicznej (prawicowej lub lewicowej), etnonacjonalistycznej, propaństwowej czy też terroryzmie jednej sprawy. Jednak poszczególne ugrupowania bardzo rzadko odwołują się tylko do jednego rodzaju uzasadnień i przeważnie ich działalność jest usprawiedliwiona zbiorem wartości należących do różnych kategorii. Motywacja terrorystów jest istotna z tego względu, iż warunkuje wybór taktyk grup terrorystycznych, bezpośrednich celów ataku, a częściowo także takie kwestie jak selekcja używanych podczas zamachów środków oraz struktura organizacyjna grupy.

Jednym z najważniejszych problemów dla grup terrorystycznych jest zapewnienie środków finansowych pozwalających na skuteczne prowadzenie działań. Współczesne ugrupowania terrorystyczne finansowane są w różny sposób. Możemy wyróżnić trzy podstawowe rodzaje: pomoc finansową ze strony państw, uzyskiwanie środków dzięki

---

<sup>20</sup> M. Madej, *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str.133*

wszelkiego rodzaju działalności kryminalnej oraz wykorzystanie zasobów legalnie funkcjonujących podmiotów.

Znaczenie terroryzmu jako zagrożenia bezpieczeństwa międzynarodowego przez cały czas stopniowo się zwiększa. Aktywność terrorystyczna szczególnie nasiliła się po 11 września 2001r. Zwiększyła się częstotliwość ataków, zwłaszcza zaś wzrosła liczba bezpośrednich ofiar tych ataków.<sup>21</sup>

### **Transnarodowa przestępczość zorganizowana.**

Nie ma jednej ogólnej definicji zorganizowanej przestępczości międzynarodowej. Możliwe jest natomiast określenie kilku podstawowych cech i składników wspólnych wszystkim formom przestępczości zorganizowanej.

Najważniejszym wśród głównych wyróżników przestępczości zorganizowanej – poza jej nielegalnością, jest jej zorganizowany i trwały charakter. Oznacza to, że za przejawy przestępczości zorganizowanej powinno się uznawać wyłącznie posunięcia grup o ustalonej, choć nie koniecznie sformalizowanej i złożonej strukturze. Grupy te muszą cechować się trwałością, tzn. istnieć i działać w sposób ciągły oraz być tworzone nie w celu dokonania jednorazowego przestępstwa, lecz z zamiarem dłuższej i ciągłej współpracy, wielokrotnego popełniania określonych czynów zakazanych<sup>22</sup>. W takich grupach z reguły dochodzi do podziału zadań między poszczególnymi elementami składowymi oraz funkcjonalnej specjalizacji. Równie istotnym wyróżnikiem przestępczości zorganizowanej, co fakt zorganizowania jej sprawców, jest ranga dokonywanych przez nich przestępstw. Przyjmuje się, iż termin „przestępczość zorganizowana” dotyczy przede wszystkim aktywności grup zorganizowanych, ale zarazem odpowiedzialnych za przestępstwa ciężkie, zagrożone wyższymi karami oraz powodujące poważniejsze skutki społeczne (np. produkcja i sprzedaż narkotyków, handel ludźmi lub bronią), nie odnosi się zaś do działań podmiotów dokonujących mniej szkodliwych społecznie przewinień. O specyfice przestępczości zorganizowanej decyduje też charakter stosowanych przez te grupy środków i metod. Jedną z najbardziej charakterystycznych cech przestępczości zorganizowanej jest osiąganie przez tego typu struktury celów za pomocą przemocy fizycznej lub innego rodzaju nielegalnej presji (zastraszanie, szantaż, korupcja).

Motywy działania takich grup są głównie ekonomiczne, tzn. dążą do nielegalnych dochodów. Grupy uznawane za stricte przestępcze nie mają skonkretyzowanych planów politycznych czy programów ideologicznych, bądź w bardzo ograniczonym stopniu dążą do

---

<sup>21</sup> Militarny Magazyn Specjalny „KOMANDOS” 2002 nr 3 str.43

<sup>22</sup> M. Madej, *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str.197*



osiągnięcia tego rodzaju celów. Przede wszystkim kierują się interesem ekonomicznym i szukają sposobu na maksymalizację nielegalnych dochodów. Ta właśnie cecha przestępczości zorganizowanej – ekonomiczna, pozapolityczna, a ideologiczna – ma szczególne znaczenie w kontekście rozważań na temat zagrożeń asymetrycznych oraz wpływu przestępczości na bezpieczeństwo państw. Pozwala odróżnić ją od politycznego terroryzmu, jak i w największym stopniu decyduje o naturze jej następstw dla stabilności państw, wskazując, iż największa część tego oddziaływania dokonuje się na płaszczyźnie gospodarczej.<sup>23</sup>

O specyfice oddziaływania transnarodowej przestępczości zorganizowanej na bezpieczeństwo państw, w największym stopniu decyduje ekonomiczny charakter motywacji takich grup oraz celów, którym ich działania służą. Oznacza to, że podjęcie przez nie jakichkolwiek działań, bądź świadomie wymierzonych w bezpieczeństwo poszczególnych państw, bądź też pośrednio powodujących obniżenie jego poziomu, będzie z ich perspektywy zasadne jedynie wówczas, gdy przyczyni się do osiągnięcia celu priorytetowego (maksymalizacja zysków materialnych) lub przynajmniej temu nie przeszkodzi.

Wspomniane organizacje rzadko decydują się na działania wymierzone wprost w stabilność zagrożonych przez nie państw. Między grupami przestępczymi a państwami w zasadzie nie dochodzi do otwartego ostrego konfliktu. Bardzo rzadko grupy przestępcze wykorzystują przemoc fizyczną w sposób bezpośredni, a więc w formie działań zbrojnych lub zbliżonych do nich charakterem. Jeśli już do tego dochodzi, to podejmowane wówczas akcje są przeważnie defensywne i służą ochronie dotychczasowych wpływów oraz możliwości działania.

Siła i intensywność oddziaływania grup przestępczych na bezpieczeństwo poszczególnych państw w znacznej mierze zależy od ogólnej sytuacji danego kraju, a więc stabilności systemu politycznego i gospodarczego, posiadanych zasobów oraz zdolności do przeciwdziałania przestępczości transnarodowej, a także postaw przyjmowanych wobec tego zjawiska. Dlatego transnarodowa przestępczość zorganizowana będzie stanowić większe wyzwania dla krajów o słabszych strukturach państwowych, mniej ustabilizowanym życiu politycznym i gospodarczym oraz dysponujących bardzo ograniczonymi zasobami, zwłaszcza zaś dla państw targanych konfliktami wewnętrznymi lub przechodzących transformację ustrojową<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> M. Madej, *Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa...op. cit. str.199*

<sup>24</sup> Tamże, str. 250

### **Użycie przez podmioty pozapaństwowe broni masowego rażenia**

Broń masowego rażenia (BMR) to środki bojowe o potencjalnej sile oddziaływania umożliwiającej spowodowanie w zaatakowanej populacji albo na obszarze poddanym ich działaniu zgonów lub zniszczeń na masową skalę. Przyjmuje się, iż tak rozumianą BMR mogą stanowić trzy podstawowe rodzaje niekonwencjonalnych środków rażenia: broń nuklearna, biologiczna i chemiczna<sup>25</sup>.

Przy ocenie możliwości podjęcia przez podmioty pozapaństwowe działań z użyciem BMR trzeba wziąć pod uwagę dwie kluczowe kwestie. Pierwszą z nich stanowi problem uzyskania przez takie podmioty odpowiednich zdolności i środków do przeprowadzenia akcji z wykorzystaniem BMR. Drugą jest sprawa woli poszczególnych podmiotów pozapaństwowych do podjęcia tego rodzaju kroków. Nie wszystkie podmioty pozapaństwowe stanowiące zagrożenia asymetryczne będą w równie dużym stopniu zainteresowane wykorzystaniem potencjału środków niekonwencjonalnych. Użycie środków BMR, a więc z zamiarem doprowadzenia do możliwie najwyższej liczby ofiar oraz jak najpoważniejszych zniszczeń, będzie atrakcyjną opcją przede wszystkim dla tych grup terrorystycznych, przestępczych i im podobnych, które faktycznie zmierzają do osiągnięcia takich właśnie rezultatów. Inaczej mówiąc środki te mogą stać się preferowaną, choć niekoniecznie realnie dostępną, bronią dla podmiotów, których podstawowym zadaniem, niezależnie od motywów przyjęcia takiego stanowiska oraz stopnia jego utopijności, jest całkowite zniszczenie przeciwnika lub wyrządzenie mu jak największych szkód, maksymalizacja ofiar i zadawanych strat. Takie nastawienie cechuje jednak tylko pewną część podmiotów stanowiących zagrożenia asymetryczne, głównie niektóre grupy terrorystyczne uzasadniające swoje działania religijnie. Dla części podmiotów będących źródłem zagrożeń asymetrycznych znaczącą zachętą do podjęcia prób uzyskania i zastosowania BMR może być również skala potencjalnych następstw ekonomicznych takich działań, a więc zarówno bezpośredni, jak i pośredni, długofalowy wpływ na gospodarkę atakowanych państw. Teoretycznie użycie BMR (lub sama groźba) może być uznane za skuteczne narzędzie szantażu i sposób na poprawę swojej pozycji w negocjacjach ze zwalczanym rządem, wymuszenia na nim ustępstw politycznych lub materialnych.

Dotychczasowe rozważania wskazują, iż poziom zagrożenia użyciem BMR ze strony podmiotów pozapaństwowych – zwłaszcza z przyczyn techniczno-organizacyjnych – jest stosunkowo niewielki. Oczywistym tego świadectwem jest mała liczba wszelkiego rodzaju

---

<sup>25</sup> Tamże, str. 255

incydentów wiążących się z deklarowanym lub faktycznym użyciem środków niekonwencjonalnych. Według międzynarodowych danych w całym XX wieku na świecie doszło do 475 udokumentowanych incydentów tego typu.<sup>26</sup>

Jak trudno zdobyć i użyć broń masowego rażenia można zobaczyć na przykładzie największej i najbardziej zdeterminowanej grupy terrorystycznej ostatnich lat – Al - Kaidy. Mimo wielotorowo prowadzonych starań, zmierzających do uzyskania BMR, zarówno przez zakup gotowych egzemplarzy, jak i samodzielną produkcję, Al - Kaidzie nie udało się wyjść poza wstępne fazy rozwoju broni niekonwencjonalnej. W okresie, gdy Al - Kaida dysponowała największymi możliwościami organizacyjno- technicznymi ze wszystkich grup terrorystycznych na świecie (do 2001 r.), ani ona sama, ani też żadna z organizacji z nią współpracujących nie przeprowadziła ani jednego ataku z użyciem środków niekonwencjonalnych, ograniczając się co najwyżej do tego typu gróźb i fałszywych alarmów.

### **Wrocie zastosowanie technologii informatycznych**

Cyberprzestrzeń, powstała w wyniku upowszechniania się technologii informatycznych, jest dla uczestników stosunków międzynarodowych zupełnie nową płaszczyzną aktywności i wymiarem środowiska działania o bardzo specyficznym charakterze, znacznie różniącym się od tradycyjnego świata fizycznego. Oznacza to, że duża część zasobów stanowiących składniki potęgi w świecie realnym nie odgrywa żadnej roli w sferze wirtualnej lub też ich znaczenie jest bardzo ograniczone. Wydaje się to szczególnie ważne w kontekście rozważań nad zagrożeniami asymetrycznymi, gdyż świadczy, iż wiele czynników, które decydowały o większej wartości potencjałów, a co za tym idzie przewadze państw w ewentualnych konfliktach z podmiotami pozapaństwowymi, wraz z przeniesieniem rywalizacji do cyberprzestrzeni traci na znaczeniu lub też w ogóle przestaje być istotna.<sup>27</sup>

Operacje z użyciem IT, prowadzone przez podmioty pozapaństwowe można podzielić na dwie podstawowe grupy. Pierwszą z ich byłyby przypadki zastosowania IT w roli pomocniczej, wzmacniającego efekt posunięć innego rodzaju albo zwiększającego wartość posiadanych zasobów. Druga kategoria obejmuje operacje, w których IT są bezpośrednio wykorzystywane jako środek rażenia, broń. Do pierwszej grupy należą operacje nie mające charakteru jednoznacznie ofensywnego i bezpośrednio nie wywołujące u określonych podmiotów negatywnych konsekwencji, lecz pozwalające ich sprawcom na poszerzenie własnych możliwości operacyjnych oraz zwiększenie efektywności podejmowanych działań.

---

<sup>26</sup> Tamże, str. 310

<sup>27</sup> Tamże, str. 324

Najważniejszymi formami takiego zastosowania IT byłoby wykorzystanie do prowadzenia propagandy, rekrutacji i uzyskiwania środków finansowych, komunikacji wewnątrzgrupowej, mobilizacji sympatyków, planowania operacji oraz dowodzenia i nadzoru w trakcie ich realizacji<sup>28</sup>. Do drugiej grupy działań w cyberprzestrzeni zaliczają się operacje zmierzające bezpośrednio do spowodowania negatywnych następstw dla określonych podmiotów. Konsekwencje te jednak niekoniecznie muszą mieć fizyczny charakter. Z tego względu wśród takich operacji z użyciem IT znalazłyby się ataki informatyczne, których bezpośrednie skutki ograniczałyby się do sfery wirtualnej (uszkodzenie cudzej strony internetowej) oraz działania za pośrednictwem cyberprzestrzeni powodujące także następstwa fizyczne w świecie rzeczywistym.

Możliwość wrogiego użycia IT przez podmioty pozapaństwowe w zasadzie nie stanowi obecnie poważnej groźby dla bezpieczeństwa państw i systemu międzynarodowego. Decydują o tym przede wszystkim niewielkie zdolności tych podmiotów posługiwania się cyberprzestrzenią do działań jednoznacznie ofensywnych. Znaczący jest fakt, iż podmioty pozapaństwowe intensywnie wykorzystują swoją obecność w sferze wirtualnej do szeroko rozumianych celów pomocniczych. Oznacza to wzrost strategicznej rangi ich działalności innego rodzaju, głównie bardziej tradycyjnej, fizycznie prowadzonej aktywności terrorystycznej lub przestępczej. Oczywiście tempo rozwoju IT oraz rosnący wpływ cyberprzestrzeni na funkcjonowanie współczesnych państw, zwłaszcza zaś ich społeczeństw i gospodarek, pozwala przypuszczać, iż ranga zagrożeń wiążących się z aktywnością podmiotów pozapaństwowych w tej sferze będzie systematycznie rosła.

## **Asymetria środowiska bezpieczeństwa w poglądach paktu NATO i wybranych państw.**

### **NATO**

Istotą podejścia NATO do zagrożeń asymetrycznych jest założenie możliwości użycia przez jedną stronę nietypowych środków i taktyki działania skierowanych przeciwko newralgicznym punktom drugiej strony. Potencjalnych zagrożeń asymetrycznych, odnoszących się do państw członkowskich NATO, upatruje się w możliwościach pozyskania przez kolejne państwa technik i technologii dotyczących broni masowego rażenia, balistycznych pocisków raketowych i pocisków manewrujących. Jednocześnie wiedza

---

<sup>28</sup> Tamże, str.345

o dysponowaniu przez nie taką bronią działa odstrasza­jąco i może osłabić zaangażowanie sojuszników w wypadku ewentualnych akcji podejmowanych przeciwko agresorowi.

Kolejnym elementem jest możliwość niekontrolowanego pozyskania nowoczesnego uzbrojenia oraz środków wykrywania celów, a także łączności. Ponadto istnieje prawdopodobieństwo wykorzystywania różnych koncepcji walki informacyjnej, skierowanej przeciwko systemom informacyjnym państw Sojuszu, a także przenoszenia sfery konfrontacji i walk na obszar dużych aglomeracji miejskich.

Typowe działania asymetryczne, które mogą być podejmowane w okresach zwiększonego napięcia, organizowania ataków terrorystycznych, w wojnach partyzanckich i w otwartych konfliktach, polegają na:

- wprowadzeniu zamieszania lub obezwładnieniu w wybranym czasie kluczowych elementów infrastruktury cywilnej lub wojskowej przeciwnika;
- uniemożliwianiu przeciwnikowi rozwinięcia jego wojsk w okresie otwartego konfliktu lub opóźnianiu tego rozwinięcia;
- zrywaniu interoperacyjności w celu utrudnienia prowadzenia działań koalicyjnych;
- osłabieniu skuteczności wojskowej przeciwnika, w tym zwłaszcza przez ograniczenie możliwości użycia techniki przed podjęciem działań bojowych i w czasie ich prowadzenia;
- zwiększenie kosztów operacji w wymiarze politycznym przez nadmierne angażowanie zasobów ludzkich i materialnych;
- ograniczenie tempa prowadzenia operacji;
- uniemożliwienie przeciwnikowi osiągnięcia przewagi informacyjnej i oceny sytuacji bojowej;
- osłabieniu poparcia politycznego udzielonego przez sojuszników.<sup>29</sup>

### **Stany Zjednoczone**

Pojęcie „asymetria” w kontekście zaangażowania sił zbrojnych, pojawiło się w USA oficjalnie w 1995 r. w publikacji „Połączona walka sił zbrojnych USA”. Zostało zdefiniowane jako starcie między sobą różnych rodzajów sił zbrojnych, na przykład sił powietrznych z lądowymi czy morskimi. W szerszym wymiarze zjawisko to zostało opisane w „Narodowej strategii wojskowej” i wskazywało na takie zagrożenia asymetryczne jak terroryzm, wykorzystanie (lub groźba użycia) broni masowego rażenia i walka informacyjna. W miarę upływu czasu zagrożenia asymetryczne zaczęły skupiać coraz większą uwagę analityków

---

<sup>29</sup> Militarny Magazyn Specjalny „KOMANDOS” 2002 nr 3 str. 45

i ekspertów. W toku dyskusji eksperci doszli do wniosku, że USA nie mogą zostać pokonane w wyniku ataku symetrycznego, mogą być natomiast pokonane w wyniku ataku asymetrycznego. Podkreślono także, że dysponowanie nowoczesnymi technologiami może stanowić poważną słabość w sytuacjach walki asymetrycznej. Sposobem odniesienia sukcesu jest zrozumienie istoty zagrożeń, a w rezultacie uzyskania zdolności zapobiegania im. Ważna też była konstatacja, że administracja amerykańska nie jest właściwie przygotowana, wyposażona i zorganizowana do sprostania nowym zagrożeniom. Z tego wynikła konieczność opracowania koncepcji, doktryn oraz zasad organizacyjnych dotyczących współpracy wykraczającej poza dotychczasowe granice kulturowe, prawne i budżetowe<sup>30</sup>.

### **Francja i Wielka Brytania**

Podejście Francji i Wielkiej Brytanii do problematyki zagrożeń asymetrycznych jest bardzo zbieżne. Według ocen francuskich zagrożenia asymetryczne są utożsamiane w pierwszym rzędzie z terroryzmem, nazywanym bronią biednych, stającym się coraz groźniejszym potężniejszym, lepiej zorganizowanym i wymierzonym w najsłabsze punkty świata zachodniego, jakimi są jego ludność oraz terytorium.

Również koncepcja sił zbrojnych Wielkiej Brytanii ma się ogniskować na problematyce zdolności do skutecznej obrony (lub działań uprzedzających) przed środkami asymetrycznymi. W strategii nauk wojskowych i innowacji stwierdza się, że rosnące tempo cywilnego postępu technologicznego powoduje, iż osiągnięcie celów wojskowych staje się coraz bardziej możliwe i to w różny sposób. Z drugiej strony dostęp potencjalnych przeciwników do nowoczesnych technologii komercyjnych powoduje, że jeśli zostałyby one efektywnie wykorzystane, wtedy przeciwnicy mogliby, w pewnych obszarach, dysponować zdolnościami porównywalnymi z NATO. Z pewnością potencjalni przeciwnicy zwiększą zdolność walki asymetrycznej, szczególnie w obszarach informacji, elektroniki, łączności oraz biotechnologii.<sup>31</sup>

### **Chiny**

Chiny są jednym z pierwszych państw, które poczyniły kroki w kierunku właściwego sprostania wymogom działań asymetrycznych. Nie tylko wyposażają swoje siły zbrojne w nowoczesne systemy uzbrojenia i sprzętu, lecz także dostrzegają potencjalne skutki, jakie mogą przynieść takie działania, szczególnie dla powodowania zagrożeń Stanom Zjednoczonym, względnie ich sojusznikom. W książce „Walka nieograniczona” wskazano szczegółowo zasady ewentualnego prowadzenia walki ze Stanami Zjednoczonymi, przy

---

<sup>30</sup> Tamże, str.46

<sup>31</sup> Internet

wykorzystaniu strategii asymetrycznej. Jej istotą ma być to, że nie ustanawia ona ścisłych reguł, upatrując przyszłe pole walki we wszystkich elementach obszaru występowania czynnika asymetryczności.<sup>32</sup>

### **Polska**

Problematyka zagrożeń asymetrycznych, również w naszym kraju, zaczyna być coraz szerzej podejmowana przez przedstawicieli świata nauk wojskowych. Wskazuje się na to, że strategiczny potencjał nuklearny nie na wiele może się przydać do obrony przed potencjalnymi przeciwnikami nienuklearnymi, asymetrycznymi, a zwłaszcza przeciwnikami nie będącymi państwami (np. międzynarodowe organizacje terrorystyczne). W kontekście dyskusji nad przyszłością NATO wskazuje się, że reakcja na ataki terrorystyczne w USA umocniła Sojusz. Należy przyspieszyć adaptację Paktu tak, aby był on zdolny przeciwdziałać zagrożeniom asymetrycznym.<sup>33</sup>

We współczesnym świecie coraz więcej regionów może być spychanych w anarchię: przez grupy wojowników czwartej generacji, niepaństwowe i transnarodowe ugrupowania bazujące na ideologii, religii, fanatyzmie oraz nielegalnej działalności gospodarczej. Można przypuszczać, że asymetria gospodarcza, określana często „konfliktem Północ-Południe”, pozostanie jeszcze przez długi czas jedną z przyczyn sprawczych zagrożeń. Taka sytuacja wymaga od społeczności światowej szczególnej uwagi, którą należy zwrócić przede wszystkim na zagrożenia ze strony szeroko pojętego megaterroryzmu (biologicznego, chemicznego, jądrowego i informacyjnego), mogącego skutkować katastrofalnymi konsekwencjami.

Sposobem skutecznego zapobiegania zagrożeniom powinna być odpowiednia strategia. Dlatego wymogiem staje się, aby NATO, zwłaszcza jego siły zbrojne, było w pełni przygotowane - mentalnie i organizacyjnie - do prowadzenia operacji wojskowych o zróżnicowanym stopniu intensywności i w złożonych warunkach. W ostatnich latach Sojusz podjął szereg nowych inicjatyw związanych z zapobieganiem nowym wyzwaniom bezpieczeństwa.<sup>34</sup>

W okresie po zimnowojennym, w wyniku oddziaływania wielu bardzo zróżnicowanych procesów i zjawisk, doszło do znaczących przemian międzynarodowego środowiska bezpieczeństwa, zarówno w skali ogólnoświatowej, jak i poszczególnych regionów. W rezultacie stopniowo zmieniała się nie tylko sytuacja krajów, ale również ich

---

<sup>32</sup> Internet

<sup>33</sup> Internet

<sup>34</sup> Internet

percepcja własnego bezpieczeństwa, sposoby jego rozumienia oraz oceny jego najważniejszych zagrożeń. Bezpieczeństwo państw zaczęto pojmować szerzej, nie ograniczając tej problematyki niemal wyłącznie do zagrożeń polityczno-wojskowych. Stopniowo zaczęto uwzględniać także jego kolejne aspekty pozamilitarne, powiększając tym samym zestaw podstawowych wartości chronionych stanowiących o treści pojęcia „bezpieczeństwo państwa” o takie elementy jak jakość życia społeczeństw czy też posiadanie przez nie odpowiednich możliwości rozwojowych.

To w dużym stopniu wyjaśnia, dlaczego tak silne wrażenie wywołały wydarzenia z 11 września 2001 r., udane zamachy terrorystyczne o niespotykanej dotąd skali, wymierzone bezpośrednio w Stany Zjednoczone, będące największą potęgą wojskową świata, zorganizowane przez Al. - Kaidę, podmiot pozapaństwowy o zdecydowanie mniejszym od swego przeciwnika potencjale oraz w relatywnie niewielkim stopniu korzystającym ze wsparcia państw. Wrześniowe ataki stanowiły nie tylko bardzo czytelny dowód zmian zachodzących w okresie po zimnowojennym na płaszczyźnie bezpieczeństwa, a zwłaszcza rosnącego znaczenia w jej ramach aktywności podmiotów pozapaństwowych, ale też unaocznili pewnego rodzaju nieodpowiedniość, nieprzystawalność, w konsekwencji zaś ograniczoną użyteczność w obecnych relacjach międzynarodowych istotnej części instrumentów i środków polityki bezpieczeństwa państw.

Niezależnie od prawdziwych lub domniemyanych przyczyn tego stanu rzeczy oraz jego odpowiedniości do współczesnych realiów można stwierdzić, iż częściowo w wyniku przeobrażeń sytuacji przez cały okres po zimnowojenny, przede wszystkim jednak w następstwie wydarzeń z 2001r., zagrożenia niekonwencjonalne, stanowione przez określonego typu podmioty pozapaństwowe, zostały uznane za jeden z najpoważniejszych, jeśli nie najważniejszy obecnie problem polityki bezpieczeństwa krajów oraz największą groźbę dla ich stabilności. W konsekwencji zaś próby uchwycenia specyfiki tego rodzaju zagrożeń oraz stworzenia właściwego instrumentarium do ich opisu, którego jednym z najistotniejszych elementów jest koncepcja zagrożeń asymetrycznych, uważa się za szczególnie ważne zagadnienia studiów nad bezpieczeństwem.

Zagrożenia asymetryczne stanowią dziś najpoważniejsze, a przynajmniej najbardziej palące, bezpośrednie i realne groźby dla stabilności krajów. Należy mieć świadomość realności zagrożeń asymetrycznych oraz starać się je skutecznie zwalczać, jednak nie można ich znaczenia przeceniać i przywiązywać do nich większej wagi niż na to rzeczywiście zasługują.



## Literatura

1. Madej M., Zagrożenia asymetryczne bezpieczeństwa państw obszaru atlantyckiego, Polski Instytut Spraw Międzynarodowych Warszawa 2007 s.23 i następne,
2. Militarny Magazyn Specjalny "**KOMANDOS**", 2002 nr 3 str. 38 i następne.

st. kpt. mgr inż. **Marceli SOBOL**  
Kierownik Pracowni Kształcenia Ustawicznego  
Centrum Edukacji Bezpieczeństwa Powszechnego  
Szkola Główna Służby Pożarniczej

## **MULTIMEDIALNY TRENING DECYZYJNY >>MeToDa<< JAKO PRZYKŁAD WYKORZYSTANIA W NAUCZANIU METOD AKTYWIZUJĄCYCH I TWÓRCZOŚCI WŁASNEJ STUDENTÓW**

### **Streszczenie**

Artykuł dotyczy metodycznych podstaw Multimedialnego Treningu Decyzyjnego >>MeToDa<< i twórczości własnej studentów. Skoncentrowano się na podstawowych informacjach na temat samego treningu, jak i uzasadniono oparcie jego konstrukcji na aktywizujących metodach nauczania, w tym w szczególności, na grach dydaktycznych.

### **Summary**

The article concerns methodical basis of The Multimedial Decision-Making Training >>MeToDa<< and student's creation. There are described primary information about training and justified there using activity teaching methods, particularly teaching games.

*Nie istnieje nic, czego nie mogłoby  
dokonać ćwiczenie.*

**S.L. Clemens**

Kreatywność, słowo to jest powtarzane obecnie dosyć powszechnie i można odnieść wrażenie, że gdziekolwiek się człowiek nie obróci na pewno natknie się na jej przejaw. Szczególnie świat wszelakich mediów, a zwłaszcza reklamy, jest kreowany właśnie tak, aby przekonać nas o tym, iż nasze funkcjonowanie na każdym kroku powinno być kreatywne.

Tymczasem, czy jest ona aż tak ważna? Czy nie wystarczy może solidna twórczość, a nawet wytwórczość i zaangażowanie w to, co się robi? Nie trzeba chyba silić się na pozorną oryginalność, będącą wyznacznikiem kreatywności. Wystarczy po prostu oddać się jakiemuś zajęciu z pasją i doprowadzić je do końca. *Nigdy nie wiemy, co jest, a co nie jest twórczością*, jak powiedział podobno Stefan Kisielewski, którego niewątpliwie możemy uznać za twórcę w każdym tego słowa rozumieniu. Warto więc wciąż zachęcać siebie i dopingować studentów do wszelkich działań, które będą dla nich twórcze. Nawet wtedy, gdy nie zostanie to uznane przez nikogo za twórczość, w rozumieniu sztuki, ale będzie skłaniało do poszukiwań i refleksji – jednym słowem głębszego myślenia.

Szkoła Główna Służby Pożarniczej przez wiele minionych lat, a przez wielu również i obecnie, kojarzona była jako uczelnia, której podstawowym zadaniem jest przygotowanie kadry dowódczej na potrzeby Państwowej Straży Pożarnej. W związku z tym, liczyć powinna się przede wszystkim: karność, sprawność w wykonywaniu specjalistycznych zadań z zakresu ratownictwa i opanowanie sztuki radzenia sobie w warunkach niesprzyjających naszej psychofizjologii. Z pewnością, wymienione kryteria kształcenia są bardzo ważne, ale nie mogą przesłonić tego, co w studiowaniu najważniejsze – swobody poszukiwań i kształtowania siebie poprzez własną wytwórczość. Umyślnie użyto w poprzednim stwierdzeniu określenia wytwórczość, która może stać się twórczością jedynie w warunkach temu sprzyjających. Oczywiście, korzystanie ze swobody studiowania i wykorzystywanie twórczości w nauczaniu-uczeniu się powinny być, mimo wszystko, w pewien sposób regulowane. Chodzi po prostu o to, aby nie dążyć usilnie do stworzenia sytuacji, w której nie zważamy zbyt na treści i cele kształcenia oraz adekwatne do nich metody, kosztem zrealizowania postulatu twórczości i swobody. Niekiedy, chodzi przecież o to, żeby przyswoić pewien zakres wiadomości lub umiejętności w sposób ściśle określony, a wręcz nawet definicyjny. Z obserwacji własnych autora wynika niestety, że stosowanie oryginalnych zabiegów edukacyjnych, bardzo często, zaczyna się i kończy na wyświetlaniu prezentacji multimedialnych. Wtedy, studenci, w bardzo krótkim czasie, przyjmują postawę widza w niemym kinie, gdzie za akompaniament tapera służy monotonne odczytywanie przez wykładowcę treści poszczególnych slajdów. W najlepszym wypadku, rozpoczyna się sesja fotograficzna, rejestrująca zmieniające się na ekranie slajdy, której twórcami stają się wprawdzie studenci, ale wydaje się, iż z twórczością nie ma to naprawdę wiele wspólnego.

Abstrahując chwilowo od stanu aktywizacji studentów, którzy powinni być równoprawnymi uczestnikami procesu nauczania-uczenia się, a nie jedynie nauczanymi, skupmy się przez moment na głównym celu kształcenia. Wydaje się, że niezależnie od

miejsca i sposobu realizacji, wszelkie stosowane i projektowane metody dydaktyczne powinny mieć przede wszystkim na celu dążenie do maksymalizacji skuteczności nauczania-uczenia się. Pamiętając z kolei, iż uczenie się to, zmiana w zachowaniu i wiedzy, która nie jest spowodowana wrodzonymi czynnikami, a reakcją na otoczenie<sup>1</sup>, musimy zadbać o to, aby wywoływana reakcja była jak najsilniejsza. Mało tego, nie chodzi jedynie o wywołanie jakiegokolwiek bądź odzewu, byle silnego, który będzie wprawdzie świadczył o aktywności osoby uczestniczącej w procesie nauczania-uczenia się, ale nie będzie zmierzał do zmiany w jej zachowaniu i wiedzy. Pożądane jest raczej przygotowanie sytuacji, w której uczący się będzie mógł, poprzez swój wysiłek, dążyć do wyznaczonego przez nas celu, który będzie jednocześnie paralelny z jego oczekiwaniami i najlepiej również z jego zainteresowaniami. Oczywiście, nie jest to sprawa prosta do realizacji, ale przecież nie niemożliwa.

Powyższe założenie, tzn. dążenie do sprawnego i efektywnego nauczania-uczenia się jest także istotne w kształceniu kadr dla potrzeb zarządzania kryzysowego i ochrony ludności. Poszukiwanie sposobów realizacji takiego zamiaru jest tym bardziej słuszne, że w owym obszarze mamy zazwyczaj do czynienia z sytuacjami, w których występują: ograniczenia w zasobach i czasie, presja otoczenia oraz złożoność całej sytuacji. Jednym z rozwiązań, przyjętych w tym zakresie w Centrum Edukacji Bezpieczeństwa Powszechnego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, jest Multimedialny Trening Decyzyjny >>MeToDa<<.

U podstaw wszelkich założeń konstrukcyjnych całego treningu legło przekonanie, że studenci to osoby dorosłe, które posiadają niezbędny zakres wiedzy z określonych dziedzin, sprawdzony na wcześniejszych etapach kształcenia, oraz same decydują o zaangażowaniu w proces weryfikacji tejże wiedzy i przekształcania jej w umiejętności. Tym samym, skupiono się na stworzeniu możliwości rozwoju osobistego w trakcie działań własnych studentów. Wykładowcy mają za zadanie zapoznać z modelem treningu i samym treningiem opracowanym przez nich, a następnie służyć pomocą i wskazówkami przy samodzielnej realizacji pomysłów grupy studenckiej.

Jednak zanim przejdziemy do prezentacji treningu, który powinien spełniać postulat sprawności i skuteczności w nauczaniu-uczeniu się, warto pamiętać, że podlegamy tym samym procesom, które wprawdzie mogą zachodzić różnie w naszej świadomości, ale przebiegają identycznie, jeśli chodzi o samo kodowanie informacji w naszym mózgu. Najprościej jest przyjąć poniższą kolejność zachodzenia procesu zapamiętywania. Przedstawiona kolejność ma bezpośredni związek z fizyczną budową naszego mózgu<sup>2</sup>:

1. Zdarzenie wywołujące;
2. Bodziec inicjujący przepływ informacji;

3. Pierwotna informacja;
4. Rejestracja informacji w pamięci ultrakrótkiej;
5. Przechowywanie informacji w pamięci krótkoterminowej;
6. Wzmacnianie bądź uzupełnianie informacji pierwotnej;
7. Zachowanie informacji w pamięci długoterminowej – WIEDZA.

Z powyższego schematu wynika wyraźnie, że poza samą inicjacją i pojawieniem się informacji pierwotnej, najistotniejszym elementem całego procesu są: pamięć krótkoterminowa i pamięć długoterminowa. Odsączając poszczególne fakty, działają one na zasadzie sitka, którego wielkość oczek jest związana z naszymi zdolnościami intelektualnymi i chęcią, czy też wytrenowaniem przyswajania nowych danych. Informacje nieistotne, zazwyczaj są nimi informacje pojedyncze i nie związane z naszymi emocjami lub działaniem, mają mniejszą szansę na zadowolenie się w naszej pamięci. Stąd też, najistotniejsze okazują się być informacje mocno nacechowane emocjonalnie, często powtarzające się (przy tym, najlepiej, jeżeli powtarzają się w nieznacznie zmienionej formie lub treści), działające na kilka zmysłów, posiadające wiele atrybutów i przekazywane w sposób dyskretny (nieciągły)<sup>3</sup>.

W odróżnieniu od komputera, nie jesteśmy w stanie przyjąć i przyswoić dużej ilości danych w krótkim czasie. I nie jest to tyle kwestia ograniczonej pojemności naszej pamięci, co raczej kwestia jej organizacji i wielowątkowości, oraz często nieuświadomionego, przetwarzania bodźców (sygnałów). Jasne jest więc, że percepcja nowych wiadomości nie jest pełna i zależy od tego, jak wiele zmysłów i w jaki sposób zaangażujemy. Wyniki badań w tym zakresie są różne i najczęściej uzależnione od sposobu przeprowadzenia samego badania.

Zależność między ilością aktywnych zmysłów, analizowanych informacji i jej źródeł a zapamiętywaniem zauważył już Konfucjusz, który w starożytności radził m.in., aby<sup>4</sup>:

- łączyć to, co najlepsze w nowym i starym;
- uczyć się poprzez działanie;
- wykorzystywać cały świat jako szkołę;
- stosować muzykę i poezję do uczenia się i nauczania;
- łączyć pracę umysłu z ćwiczeniami fizycznymi;
- uczyć się, jak się uczyć;
- nie ograniczać się do poznawania faktów.

W naszych czasach zajmowało się i nadal zajmuje się tym problemem wielu. Za klasyka, w dziedzinie badań nad możliwościami pamięciowymi ludzi w zależności od sposobu prezentacji informacji, może uchodzić Edgar Dale. W latach 50. ubiegłego stulecia,

stwierdził on, iż procent percepcji nowych wiadomości spada wraz ze zubożeniem sposobu ich przekazu. Swoją teorię zobrazował on za pomocą stożka, którego poszczególne wycinki symbolizują – poprzez objętość powstałej bryły – ilość przyswojonych informacji. Na rysunku 1, przedstawiono oryginalny stożek Dale'a w formie piramidy absorpcji informacji.



**Ryc. 1.** Piramida absorpcji informacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie oryginalnego stożka Dale'a w C. Fadel (ed.): *Multimodal Learning Through Media: What the Research Says*. USA 2008, s. 4-6.

Generalizując, zgodnie zresztą z powyżej prezentowanym zestawieniem, możemy stwierdzić, iż ludzie zapamiętują<sup>5</sup>:

- 10% tego, co czytają (książki, broszury, prospekty, podręczniki);
- 20% tego, co słyszą (wykłady, prelekcje, pokazy);
- 30% tego, co widzą (obrazy, schematy, przezrocza, slajdy);
- 50% tego, co widzą i słyszą (prelekcja ze slajdami i komentarzem);
- 70% tego, co powiedzą (dyskusja);
- 90% tego, co powiedzą i zrobią (inscenizacja).

Zazwyczaj, ilość przyswojonych informacji oscyluje wokół wymienionych wartości i nie jest dokładnie taka jak przedstawiona powyżej. Należy sobie zdawać sprawę, iż występują przecież różnice indywidualne. Nieprzeceniony wpływ na zapamiętywanie ma jakość źródła, z którego czerpiemy. Można za nie uznać chociażby osobowość nauczyciela, czy też, jak kto woli, jego charyzmę. Może mieć ona kluczowe znaczenie w procesie nauczania-uczenia się i podnieść znacząco wynik uczącego się.

Wiedząc o tym wszystkim, powinniśmy tak konstruować przebieg procesu nauczania-uczenia się, aby zapewnić odpowiednią przyswajalność informacji. Informacje te, po zinterioryzowaniu, przekształca się w wiedzę, ta natomiast z łatwością przełoży się na umiejętności. Doskonale do tego celu nadają się tzw. gry dydaktyczne, których postępująca powszechność, na niższych poziomach nauczania, jest wyraźnie zauważalna i godna pochwały. Niestety, zazwyczaj wraz z osiąganiem dojrzałości i przechodzeniem na wyższe stopnie kształcenia, przestajemy być uczestnikami procesu nauczania-uczenia się i stajemy się odbiorcami suchych faktów i informacji. Te z kolei, w najlepszym przypadku, trafiają do pamięci krótkoterminowej, a po pewnym czasie obracają się w niwecz. Szkoda jest tym większa, iż czysto psychofizycznie, jako osoby dorosłe, jesteśmy lepiej przygotowani do aktywnego przyswajania wiedzy niż w dzieciństwie. Być może czynnikiem ograniczającym jest tutaj nasza świadomość, że jesteśmy uczestnikami procesu uczenia się. Po prostu, staramy się przyswoić maksymalnie dużą dawkę faktów i specjalizujemy się w tym kierunku, blokując jednocześnie inne kanały, które, w naszej ocenie, są zbędne w danym momencie. Zapominamy o tym, że uczenie się to postrzeganie świata wszystkimi zmysłami, co pozwala naszemu mózgowi na swobodniejszą pracę i tworzenie mnogich powiązań między docierającymi do niego informacjami. Ich liczba ma niepoślednie znaczenie dla naszej przyszłej wiedzy. Pośrednio, stajemy się w ten sposób „upośledzeni” w stosunku do dzieci, które w swej naiwności są ciekawe tego, co je otacza i chłoną to wszystkimi zmysłami. Ich wrodzona ciekawość świata jest wciąż niezaspokojona i sama w sobie stanowi naturalne – acz nieuświadomione – źródło motywacji. Dorośli muszą pracować nad tym, aby osiągnąć odpowiedni efekt motywacyjny<sup>6</sup>.

Receptą na racjonalizm właściwy dorosłym miały być aktywizujące metody nauczania, których gry dydaktyczne są istotnym elementem. Nie skupiając się na różnicach w nazewnictwie poszczególnych metod nauczania zaliczanych często do gier, a stosując jedynie podejście metodologiczne, możemy skorzystać z szerszego pojęcia gry dydaktycznej. Mam tu na myśli wszystkie te metody, które bazują na pewnych charakterystycznych elementach, obecnych zresztą w każdej grze – nie tylko dydaktycznej.

Przyjęło się, że każda zabawa, czy też rozrywka towarzyska, która odbywa się według ściśle określonych zasad i jej nadrzędnym celem jest czerpanie przyjemności z udziału w niej, jest określana mianem gry. Jednak wiadomo również, iż gry mogą przyjmować charakter bardziej formalny. Z zasady, mamy wtedy do czynienia ze zobowiązaniem, które, zgodnie z regułami gry, polega na wykonaniu pewnego świadczenia (korzyści) jednych jej uczestników wobec drugih. W przeważającej większości, gry mają charakter losowy i uzyskanie

konkretnych korzyści jest uzależnione od przypadku. Aczkolwiek równie popularne są gry, w których o wyniku decyduje głównie przygotowanie i wytrenowanie grającego, jak ma to miejsce w większości gier sportowych. Obowiązek spełnienia określonego świadczenia spoczywa także na stronach, które biorą udział w zakładzie, przy czym chodzi tutaj raczej o nagrodę za przewidywania lub twierdzenia dla strony, która miała rację.

Gra dydaktyczna, nie inaczej, jest określana jako zabawa prowadzona według ściśle określonych zasad postępowania, zwanych najczęściej regułami i – tutaj pojawia się cecha charakterystyczna dla dydaktyki – pozwala zrealizować założony cel dydaktyczno-wychowawczy<sup>7</sup>. Można się również spotkać z definicjami, które mówią o tym krótko, iż *gra jest celowo organizowaną sytuacją, w której osoby uczące się konkurują ze sobą w ramach określonych reguł gry*<sup>8</sup>. Jednak w tym drugim przykładzie nacisk zostaje położony na element rywalizacji, a nauka odbywa się niejako przy okazji. Wprawdzie, mimo, iż nauczanie-uczenie się rzeczywiście powinno się odbywać bez specjalnego nacisku to, jasno sprecyzowany i realizowany cel dydaktyczno-wychowawczy wydaje się być tu jednak nadrzędny.

Niezależnie od tego, jaką definicję przyjmiemy za zasadniczą, lub które klasyfikacje, typologie i charakterystyki gier wydadzą się nam słuszne, możemy wyróżnić pewne ich wspólne elementy, a mianowicie:

- pierwiastek zabawy – rozrywka lub przyjemność;
- wyraźnie określone zasady (reguły) – najlepiej z arbitrem;
- określoną stawkę (świadczenie) lub nagrodę;
- konkurowanie – często bez wyłaniania zwycięzców.

Jeśli przeanalizujemy przykłady konkretnych gier dydaktycznych i ich użyteczności w procesie nauczania-uczenia się to, najważniejsze okazują się być: jasne reguły i element rozrywki. Jeżeli w grze bierze udział kilka osób, konkurowanie pojawia się niejako samoistnie. Natomiast wystarczającym substytutem nagrody może być pochwała na forum najlepszej osoby lub grupy grającej (ćwiczącej).

Gry dydaktyczne, a można by nawet zaryzykować twierdzenie, że aktywizującą metodą nauczania-uczenia się jest Multimedialny Trening Decyzyjny >>MeToDa<<. Jako taki, nie stanowi on konkretnego tematycznego rozwiązania, a określa jedynie metody i formy pracy dydaktycznej oraz środki stosowane w procesie nauczania-uczenia się. Jest to system, który określa sposób przygotowania, organizacji i realizacji treningów przeznaczonych dla konkretnej grupy odbiorców lub poświęconych wybranemu tematowi. Opiera się on na twórczym wykorzystywaniu aktywizujących metod nauczania-uczenia się i multimedialnych środków dydaktycznych.



O ile oparcie systemu >>MeToDa<< na modelu gry dydaktycznej zostało powyżej wystarczająco uzasadnione to, wykorzystywanie w nim multimediów może stwarzać wrażenie zbytniego przeładowania i tym samym, budzić pewien niepokój. Obawa ta może wynikać z faktu, iż zbytnie przeładowanie multimediami i elementami zabawy koliduje z celem dydaktycznym. Jednakże, jak dowodzą wyniki badań dotyczących stosowania technik multimedialnych w procesie kształcenia w odniesieniu do tradycyjnych metod, pierwsze z nich dają lepsze wyniki nauczania-uczenia się, w tym<sup>9</sup>:

- oszczędność czasu 38 – 70%;
- nieporozumienia przy przekazywaniu wiedzy są rzadsze o 20 – 40%;
- zrozumienie tematu wzrasta o 50 – 60%;
- zakres przyswojonej wiedzy jest wyższy o 25 – 50%;
- tempo uczenia się jest szybsze o 60%;
- skuteczność nauczania jest wyższa o 56%.

Powiązanie zalet gier dydaktycznych i aktywizujących metod nauczania oraz powszechnych obecnie multimediów, pozwoliło stworzyć „systemowe narzędzie”, które niewątpliwie jest rozwiązaniem umożliwiającym efektywną naukę i trenowanie w zakresie zarządzania kryzysowego. Intencją jego autorów, nigdy nie było i nadal nie jest, zastępowanie stosowanych do tej pory rodzajów ćwiczeń, ale raczej zachęcanie do szukania rozwiązań, które łącząc wiele technik pozwalają skupiać się na ich zaletach, a eliminować wady. System >>MeToDa<< nie jest pozbawiony niedociągnięć, ale dostrzec w nim można również korzyści. Najlepiej oddadzą tą kwestię wybrane opinie osób ćwiczących w ramach niniejszego treningu, zebrane w tabeli 1.

Tabela 1.

#### Zestawienie cech systemu >>MeToDa<< w opinii uczestników treningów

| Zalety                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Wady                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• prezentuje pracę na konkretnych stanowiskach;</li> <li>• przygotowuje do podejmowania szybkich decyzji;</li> <li>• uczy pracy w stresie i w grupach;</li> <li>• obnaża braki w wiedzy;</li> <li>• pozwala na zaangażowanie się;</li> <li>• ujawnia problemy podczas podejmowania decyzji;</li> <li>• zapoznaje z procesem decyzyjnym i jego uczestnikami;</li> <li>• sprawdza predyspozycje i identyfikuje braki;</li> <li>• przygotowuje do realnej pracy.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• brak wyraźnego zakończenia (ciągle pozostają problemy do rozwiązania);</li> <li>• długi czas trwania;</li> <li>• brak podanej struktury podejmowania decyzji;</li> <li>• nieznamość kompetencji przewidzianych w treningu podmiotów;</li> <li>• nierozwiązane kwestie zgodności z prawem podejmowanych decyzji;</li> <li>• brak wyraźnie określonych zadań;</li> <li>• wymaga odpowiednio przygotowanej grupy (wiedza i umiejętności).</li> </ul> |

Źródło: opracowanie własne na podstawie opinii osób trenujących.

Mając powyższe na uwadze, nasuwa się konstatacja, iż sam trening jest formą akceptowalną przez jego dotychczasowych uczestników. Jednocześnie jednak wymaga on od nich wcześniejszego samodzielnego przygotowania, opartego nie tyle na przyswojeniu informacji, co raczej na ich interpretacji (wiedzy). Multimedialny Trening Decyzyjny jest nie tyle zabawą i grą, ale raczej intelektualną rozrywką połączoną z rywalizacją i – co najważniejsze – nauką. Jest systemem nastawionym na pobudzenie jego uczestników do samokontroli i uświadamiania sobie własnych braków.

Realizacja procesu nauczania-uczenia się w ramach systemu >>MeToDa<< odbywa się zgodnie z poniższym schematem:

1. Przeprowadzenie co najmniej jednego treningu modelowego, według scenariusza przygotowanego przez nauczycieli akademickich. W trakcie tego treningu studenci mają okazję praktycznego zapoznania się z całym wyposażeniem technicznym i stosowanymi metodami pracy. Studenci nie są w tym czasie oceniani i na każdym etapie prowadzonego ćwiczenia mogą skorzystać z pomocy wykładowcy. Zazwyczaj, co najmniej dwie grupy, realizują identyczne zadania, których wyniki mogą zostać porównane. Bez wątpienia, taka rywalizacja działa mobilizująco.
2. Uzupełnienie dotychczasowego zasobu informacyjnego studentów niezbędnymi treściami teoretycznymi w trakcie wykładu do przedmiotu.
3. Projektowanie treningu przez studentów pod kierunkiem wykładowców. Efektem tego etapu jest szczegółowy scenariusz treningu.
4. Przygotowanie treningu i wszystkich materiałów dodatkowych niezbędnych do jego przeprowadzenia (dokumentacja, filmy, zdjęcia, multimedia itp.).
5. Przeprowadzenie treningu. Jedna grupa studentów realizuje zadania, które poprzednio były domeną wykładowców, a pozostałe grupy ćwiczą. Taki cykl powtarzany jest do momentu aż wszystkie przygotowane treningi zostaną zrealizowane. Wykładowcy oceniają zarówno grupę nadzorującą, jak i grupy trenujące. Dodatkowo, grupa nadzorująca ocenia ćwiczących, a zespoły ćwiczące autorów treningu.
6. Obrona projektu całego treningu przed komisją złożoną z wykładowców. Niekiedy, głównie ze względu na brak odpowiedniej liczby godzin dydaktycznych, ten punkt jest pomijany.

To, co powstaje w ramach projektowania, przygotowania a nawet przeprowadzania każdego treningu jest źródłem niewysłowionego zadowolenia wykładowców z tego, że wszyscy studenci starają się równie aktywnie uczestniczyć w zajęciach. Mało tego,

wzajemnie regulują oni swoje zaangażowanie, pomagają sobie i pilnują, aby nikt się nie nudził i nie trzymał ponad miarę.

## **Literatura**

1. Milerski B., Śliwerski B., (red.): Pedagogika, leksykon PWN. Warszawa 2000, s. 252,
2. Korzeniewski B.: Od neuronu do (samo)świadomości. Warszawa 2005, s. 13-51,
3. Greenspan S. I.: Rozwój umysłu. Emocjonalne podstawy inteligencji. Poznań 2000, s. 23-54,
4. Jingpan C. : Confucius as a Teacher. [W:] Dryden G., Vos J.: Rewolucja w uczeniu. Warszawa 2003, s. 508,
5. Dryden G., Vos J.: Rewolucja w uczeniu. Warszawa 2003, s. 3-7,
6. Dryden G., Vos J.: Rewolucja w uczeniu. Warszawa 2003, s. 227-268,
7. Okoń W., Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej. Warszawa 1998, s. 265-268,
8. Piskiewicz M., Zarys metodyki kształcenia ekonomistów. [W:] Goźlińska E.: Jak skonstruować grę dydaktyczną. Warszawa 2004, s. 5,
9. Siemieniecki B., Multimedia i hipermedia w edukacji. Toruń 2002, s. 255.

dr inż. **Ryszard SZCZYGIEŁ**,  
dr inż. **Barbara UBYSZ**,  
dr inż. **Józef PIWNICKI**  
Samodzielna Pracownia Ochrony Przeciwpozarowej Lasu  
Instytut Badawczy Leśnictwa

## KRYTERIA OCENY RYZYKA ZAGROŻENIA POŻAROWEGO LASU

### Streszczenie

W pracy przedstawiono analizę meteorologicznych warunków występowania pożarów lasu, będących obok wilgotności materiału palnego podstawowymi kryteriami oceny zagrożenia pożarowego obszarów leśnych. Badania przeprowadzono na podstawie danych o 2911 pożarach z lat 2000-2006 z terenu Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Zielonej Górze. Ich wyniki posłużą do opracowania metody oceny ryzyka zagrożenia pożarowego.

### Summary

The paper depicts an analysis of meteorological conditions of forest fire occurrence, which are, along with the combustible material humidity, the basic criteria of assessment of forest areas fire danger. Research was conducted on the basis of data on 2,911 fires from the years 2000-2006 from the area of the Regional Directorate of State Forests in Zielona Góra. Its findings will be used for development of a fire danger assessment method.

## 1. Wstęp

Pożary lasu są jednym z głównych czynników powodujących nie tylko długotrwałe, szkodliwe zmiany w ekosystemach roślinnych, ale wpływają także na pogorszenie się warunków życiowych społeczeństwa, szczególnie w razie wystąpienia pożarów wielkoobszarowych. W skali globalnej oddziałują one na zmiany w atmosferze wskutek emisji gazów szklarniowych, powstających w wyniku spalania, co przyczynia się do powstawania efektu cieplarnianego (Cahoon, Stocks, Levine, Cofer i Person 1994, Szczygieł, Ubysz i Zawila-Niedźwiecki 2009, Narayan, Fernandes, Brusselen i Schuck 2007). Niepokojąca jest, obserwowana na świecie, w tym i w Polsce, stała tendencja wzrostu zarówno liczby pożarów, jak i powierzchni spalonej, wynikająca przede wszystkim z ocieplenia się klimatu (Szczygieł, Ubysz i Piwnicki 2007).

Zagrożenie pożarowe lasu kształtują głównie czynniki meteorologiczne, wpływając na stan wilgotności leśnych materiałów palnych, od którego zależy możliwość inicjacji procesu spalania i samorzutnego rozprzestrzeniania się ognia. Szczególną rolę w tym względzie odgrywa ściółka sosnowa (*Pinus sylvestris* L.), która z powodu składu gatunkowego lasów Polski jest podstawowym materiałem palnym. Ze względu na rozdrobnienie, strukturę, ilość, a zwłaszcza wilgotność, proces inicjacji spalania prawie wszystkich rodzajów pożarów lasu przebiega w warstwie ściółki, która jest również głównym nośnikiem propagacji ognia, podczas gdy inne typy leśnych materiałów palnych intensyfikują bądź opóźniają ten proces. Potwierdzeniem tego jest fakt występowania 86,5% wszystkich notowanych w kraju pożarów lasu na siedliskach borowych.

Poznanie wpływu warunków meteorologicznych i wilgotności leśnych materiałów palnych (przede wszystkim martwych) na zagrożenie pożarowe decyduje o właściwej ocenie ryzyka powstania pożaru i jego rozprzestrzeniania się oraz podjęciu adekwatnych do tego stopnia działań zarówno prewencyjnych, jak i ratowniczo-gaśniczych poprzez odpowiednią gotowość operacyjną oraz dysponowanie sił i środków niezbędnych do jak najszybszego ugaszenia ognia. Niniejsza praca omawia wyniki badań dotyczących meteorologicznych uwarunkowań występowania pożarów lasu, będących podstawą do opracowania kompleksowej metody oceny ryzyka powstania pożaru lasu i jego rozprzestrzeniania się, co będzie tematem pracy habilitacyjnej. Wszystkie znane metody prognozowania zagrożenia pożarowego lasu uwzględniają warunki pogodowe jako podstawowe w ocenie możliwości powstania pożaru.

Badania były prowadzone w Samodzielnej Pracowni Ochrony Przeciwpożarowej Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa w ramach projektu badawczego własnego Nr 2 P06L 015 29 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

## 2. Stan zagadnienia w literaturze

Prognozowanie zagrożenia pożarowego lasu rozpoczęto w latach dwudziestych XX wieku. Pierwsze próby oceny ryzyka zagrożenia pożarem zmierzały do powiązania zjawiska powstawania pożaru z czynnikami meteorologicznymi i kształtowaną przez nie wilgotnością leśnych materiałów palnych. Pomimo licznych prób zdefiniowania pojęcia prognozy zagrożenia pożarowego lasu nie jest ono do dziś wystarczająco i w sposób jednoznaczny określone (Zieger i Lange 1960, Lange 1994, Wittich 1998, Silva 1998). Niektórzy autorzy widzą w niej tylko formalną ocenę czynników pogodowych stanowiących pomoc

w rozpoznaniu istniejącego zagrożenia pożarowego lasu. Inni rozumieją ją zarówno jako znajomość potencjalnej przyczyny zapalenia, jak też czynników związanych z czasem (porą roku oraz dnia i związaną z tym sytuacją pogodową) oraz miejscem (np. klasą zagrożenia pożarowego lasu). Jeszcze inni określają ją jako całe systemy oceny zagrożenia pożarem i jego rozwoju w środowisku leśnym. W literaturze przedstawiane są rozmaite podziały metod stosowanych do oceny zagrożenia pożarowego lasu, w różnym stopniu uwzględniające czynniki pogodowe. Wśród nich można wyróżnić:

1. Metody o długoterminowej (niemiecka metoda Käsego M-68 i rosyjska Nesterova), średnioterminowej (np. niemiecka metoda Baumgartnera stosowana w Bawarii) i krótkoterminowej tzw. pamięci warunków meteorologicznych (Lange 1994, Wittich 1998ab, Wiler 2000, 2007).
2. Metody empiryczne (np. metoda M-68 i Nesterova) lub półempiryczne (te ostatnie istnieją przede wszystkim w krajach o dużym nasileniu występowania pożarów lasu, jak Australia, Kanada czy USA, np. kanadyjski wskaźnik Forest Fire Weather Index).
3. Metody określające aktualne zagrożenie pożarowe lasu oraz wyprzedzające, mające rzeczywisty charakter prognostyczny (uwzględniając prognozę pogody), bądź też łączone (Langholz i Schmidt Mayer 1993, Sofronov, Volokitina, Fomina i Tartakovskaja 1994, Lex 1996, Wittich 1998a).
4. Metody proste (nie rozbudowane), podające jedynie wskaźnik zagrożenia pożarowego, lub uzupełniane innymi elementami, np. prognozą pogody na najbliższy okres (Niemcy - Lex 1996).
5. Metody systemowe oceny zagrożenia pożarowego lasu (np. amerykański National Fire Danger Rating System). Są one zbudowane na zasadzie modułów (w tym moduł uwzględniający czynniki meteorologiczne), stanowiących odpowiednie programy częściowe (Anon. 1970, 1976, Karlikowski i Szczygieł 1982, Lex 1996, Wittich 1998a, Andrews i Bevins 1998, Bosserti, Reisner, Linn, Winterkamp, Schaub i Riggan 1998, Fernandes 1998, Guarnieri, Andersen, Olampi i Chambinaud 1998, Lopes, Cruz i Viegas 1998, Wittich i Lex 2000), a wywodzące się jeszcze z idei Gisborne'a (1925, 1928), polegającej na sumowaniu ocen wielu różnych czynników wpływających na niebezpieczeństwo powstania pożaru.
6. Metody charakteryzujące się różną bezwładnością, tj. szybkością reakcji na zmiany warunków meteorologicznych (Wittich 1998a).

W ostatnich latach coraz częściej obserwuje się trend porównywania różnych metod przez poszczególne kraje, celem wyboru najbardziej optymalnej dla ich warunków przyrodniczośnych. Najpowszechniej testowana jest metoda kanadyjska bądź jej elementy, często z pozytywnym rezultatem (np. Grecja, Francja, Portugalia, Niemcy).

System kanadyjski oceny zagrożenia pożarowego (Canadian Forest Fire Danger Rating System – CFFDRS) jest najstarszym, obok, podobnego do niego, amerykańskiego, stosowanym na świecie. Metoda opiera się na pomiarach parametrów meteorologicznych w południe (temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza, prędkości wiatru i opadu atmosferycznego). Oprócz tego na podstawie opracowanych równań obliczane są wilgotności trzech zasadniczych typów materiałów palnych: górnej warstwy pokrywy dna lasu (Fine Fuel Moisture Code – FPMC), warstwy środkowej, w postaci częściowo rozłożonej ściółki (Duff Moisture Code – DMC) oraz warstwy dolnej, w formie zbitej substancji organicznej (Drought Code – DC). Wyodrębnienie trzech warstw ściółki do oceny zagrożenia pożarem w metodzie kanadyjskiej wynika zarówno z różnej prędkości pochłaniania przez nie wilgoci, jak też ich przesychania, co powoduje odmienny wpływ tych warstw na możliwość powstania pożaru, jego charakterystykę i intensywność spalania.

W Europie brakuje ujednoliconego podejścia do oceny zagrożenia pożarowego lasu, stąd w poszczególnych krajach opracowuje i stosuje się różne metody. Ze względu na to, że pożary lasów i terenów niezagospodarowanych są poważnym problemem w Unii Europejskiej (szczególnie dotyczy to południa Europy), Komisja Europejska zdecydowała o stworzeniu Europejskiego Systemu Informacji o Pożarach Lasu (European Forest Fire Information System – EFFIS). Funkcjonuje w nim podsystem oceny zagrożenia pożarowego lasów Europy (European Forest Fire Risk Forecasting System – EFRFS). Podsystem ten opracowano, by zapewnić ujednoliconą platformę służącą do wdrożenia wybranych wskaźników krajowych na terenie Europy, celem posiadania wspólnego systemu odniesienia do oceny zagrożenia pożarowego, a także wspierania współpracy służb krajowych w wypadku zaistnienia pożarów transgranicznych. Dane meteorologiczne wykorzystywane w ocenie zagrożenia pożarowego pochodzą z Meteo-France, a uzyskiwane są za pomocą Modelu Cyrkulacji Globalnej (ARPEGE), opracowanego we współpracy z Europejskim Centrum Prognoz Średnioterminowych (ECMWF). Model ten zapewnia codzienne prognozy odwzorowywane na siatce EURAT 5 o rozdzielczości przestrzennej  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ , co odpowiada komórkom siatki 40-50 km (Yessad 1998). W EFFIS prognozy temperatury powietrza i jego wilgotności względnej, opadów atmosferycznych, prędkości wiatru oraz nasłonecznienia wykorzystywane są do obliczania meteorologicznych wskaźników zagrożenia pożarowego

oraz do generowania map prognoz 1- i 3-dniowych. Wskaźniki meteorologiczne są odwzorowywane w pięciu klasach zagrożenia pożarowego lasów, które określone są po kalibracji każdego wskaźnika.

W Polsce problematyką prognozowania zagrożenia pożarowego lasu zaczęto się interesować dopiero w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Prace w tym zakresie zostały rozpoczęte w Zakładzie Ochrony Przeciwpożarowej Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa (Karlikowski 1981). Zmierzały one początkowo do przeanalizowania możliwości wykorzystania istniejących europejskich metod oceny zagrożenia pożarowego w warunkach polskich lasów. Próbowano także ustalić meteorologiczne kryteria oceny potencjalnego zagrożenia pożarowego lasu, na podstawie wskaźników uwilgotnienia atmosfery, które też nie przyniosły spodziewanych wyników (Przedpeńska, Gałka 1968). Te przyczyny spowodowały, że zdecydowano się na opracowanie rodzimej metody prognozowania zagrożenia pożarowego, nad którą prace prowadzono w latach 1964-1976 w Instytucie Badawczym Leśnictwa. W ich wyniku powstała metoda określania zagrożenia pożarowego, nazwana metodą IBL (Karlikowski 1981). Opierała się ona na trzech czynnikach: wilgotności ściółki sosnowej, wilgotności względnej powietrza i wielkości opadu atmosferycznego. W zależności od wartości wilgotności ściółki i wilgotności względnej powietrza ustalano stopień zagrożenia pożarowego lasu na podstawie tabeli lub wykresów, które zostały sporządzone dla dwóch terminów obserwacji, to jest na godzinę 9.00 i 13.00. W metodzie przyjęto, że pożary mogą powstawać do 60% wilgotności ściółki i do 100% wilgotności względnej powietrza. W zależności od wielkości zaistniałego opadu atmosferycznego dokonywano korekty ustalanego stopnia zagrożenia dla strefy prognostycznej (stosowanego w Lasach Państwowych, podzielonych na 34 takie strefy).

W 1993 roku dokonano modyfikacji metody IBL (Karlikowski, Santorski i Sakowska 1993), polegającej na zmianie progów wilgotności ściółki i wilgotności względnej powietrza. Zasadniczą zmianą było obniżenie progu wilgotności ściółki, przy którym istnieje zagrożenie pożarowe do wartości 40%, ale tylko dla obserwacji wykonywanej o godzinie 13.00.

Z praktyki stosowania obecnej metody wynika, że jest ona bardziej trafna przy stabilnej pogodzie. Natomiast jej trafność jest mała i zdecydowanie niewystarczająca przy zmianach pogodowych (nagłych zmianach związanych z przemieszczaniem się frontów atmosferycznych, co jest szczególnie groźne ze względu na możliwość powstawania w takich warunkach dużych pożarów lasu). Z powodu jej zbyt dużej bezwładności (reakcji na zmiany warunków atmosferycznych) odnotowywane są także pożary przy stopniu zerowym.



W metodzie aktualnie obowiązującej (Santorski 1999) przyjęto zbyt duże progi dla – podstawowego czynnika decydującego o możliwości powstania pożaru w lesie – wilgotności materiału palnego (ściółki sosnowej). Według tej metody nawet przy wilgotności ściółki wynoszącej 60% istnieje zagrożenie pożarowe. To zaś zmusza do podejmowania określonych czynności przez służby leśne i straże pożarne, podczas gdy wiadomo z badań, że próg wilgotności wynoszący 30% (Gisborne 1925, 1928, 1936ab, Stickel 1931, Ancyškin 1957, Byram 1957, Edlin 1958, Davis, Byram i Krumm 1959, Kurbatskij 1962, 1964, Anderson i Rothermel 1964, 1965, Anderson 1969, Rothermel i Anderson 1966, Rothermel 1972, Kessell 1979, Łonkiewicz 1979, Rothermel, Wilson, Morris i Sackett 1986, Frandsen 1987, Szczygieł 1988, 1989ab 1991ab, 1992abc, 1993, 1998, Furjaev 1996, Ubysz i in. 2000) jest tym, powyżej którego w normalnych warunkach nie jest możliwe powstanie ognia w lesie i jego samorzutne rozprzestrzenianie się. Obecnie stosowane rozwinięte metody prognostyczne, oprócz ustalenia zagrożenia pożarowego na bieżący dzień i dni następne, dają jednocześnie możliwość prognozowania rozprzestrzeniania się ognia w tych samych warunkach meteorologicznych, dla których sporządza się ocenę zagrożenia pożarowego.

### 3. Cel i metodyka badań

Celem badań było określenie meteorologicznych warunków powstawania pożarów lasu i wybór najistotniejszych z nich do opracowania metody oceny ryzyka powstania pożaru. Parametrami analizowanymi były: temperatura powietrza ( $T_p$ ), wilgotność względna powietrza ( $W_p$ ), zachmurzenie ( $Z$ ), opad atmosferyczny ( $O$ ), liczba dni bez opadu ( $L_{dbo}$ ). Oprócz czynników meteorologicznych w badaniach uwzględniono wilgotność ściółki sosnowej (*P. sylvestris* L.), będącą cechą materiału palnego, na którą mają wpływ warunki pogodowe. Opracowaniu poddano pożary lasu, jakie powstały w latach 2000 – 2006 w Nadleśnictwie Krzystkowie oraz na obszarze 7. strefy prognostycznej, obejmującej teren RDLP w Zielonej Górze. Wybór miejsca przeprowadzenia badań wynikał z lokalizacji na terenie nadleśnictwa leśnej stacji meteorologicznej i punktu prognozującego zagrożenie pożarowe dla 7. strefy prognostycznej oraz zaliczenia tego obszaru do najwyższej kategorii zagrożenia pożarami, jak też ich największym występowaniem w skali kraju. Przeprowadzenie badań dla nadleśnictwa i strefy prognostycznej podyktowane było koniecznością określenia adekwatności pomiarów wykonywanych dla Nadleśnictwa Krzystkowie (29 195 ha) i ich odniesienia do obszaru całej strefy prognostycznej, obejmującej teren 10 nadleśnictw (217 585 ha). Dla poszczególnych pożarów określono

wartości każdego z analizowanych parametrów. Pozwoliło to ustalić warunki jego powstania poprzez sporządzenie dla każdego analizowanego czynnika rozkładu liczby pożarów w postaci histogramów. Jednocześnie dokonano charakterystyki meteorologicznej i stanu kształtowania się wilgotności ściółki sosnowej w sezonach palności, przyjmowanych za okres od 1 marca do 30 września.

Przeprowadzono także badania terenowe, których celem było ustalenie wpływu czynników meteorologicznych na zawartość wody w ściółce sosnowej na trzech rodzajach powierzchni: w młodniku, drągowinie oraz starodrzewiu na siedlisku boru świeżego. Doświadczenia polegały na oznaczaniu wilgotności ściółki sosnowej w dwunastogodzinnych ciągach (od godziny 8.00 do 20.00) w dwugodzinnych odstępach. Próbkę ściółki pobierano z trzech miejsc (przy pniu, w obrębie rzutu koron, w lukach między koronami) na każdej z powierzchni, a następnie je mieszano i określano ich wilgotność metodą suszarkowo-wagową. Za wynik przyjmowano średnią z trzech prób. W godzinach pobierania prób na stacji meteorologicznej, zlokalizowanej około 500 metrów od powierzchni doświadczalnych, notowano wartości analizowanych parametrów meteorologicznych. Badania zmian wilgotności ściółki prowadzono w kilkudniowych ciągach obserwacyjnych wiosną, latem i jesienią, w różnych warunkach pogodowych, obejmujących okresy bezopadowe, wystąpienia deszczu, okresy wysokich i niskich temperatur, pełnego nasłonecznienia i w dni pochmurne, starając się prześledzić zmiany wilgotności ściółki w różnych warunkach meteorologicznych.

Na podstawie opracowanych danych, z lat 1997 – 2006, zawierających informacje o wartościach parametrów meteorologicznych i wilgotności ściółki sosnowej mierzonych w punkcie prognozującym zagrożenie pożarowe lasu, podjęto zadanie opisu matematycznego zależności pomiędzy czynnikami pogodowymi a stanem wilgotności materiału palnego. Celem było opracowanie równań dających możliwość prognozowania wilgotności ściółki na godziny popołudniowe, w których ryzyko powstania pożaru lasu jest największe (powstaje w tym czasie około 80% pożarów lasu). Założono, że opracowane równania matematyczne winny mieć charakter zależności regresyjnej, umożliwiając trafne prognozowanie wilgotności ściółki z maksymalną dokładnością w przedziale jej zapalności.

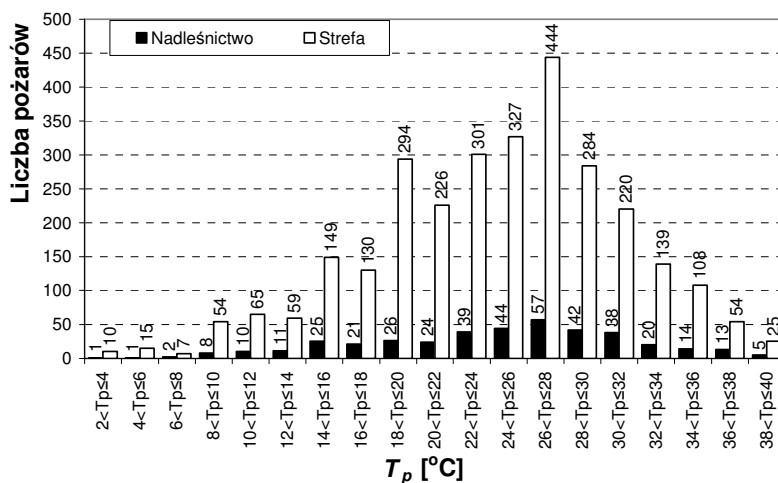
## 4. Wyniki badań

### 4.1. Warunki powstawania pożarów lasu

Badań dotyczących warunków meteorologicznych wystąpienia pożarów lasu dokonano dla 1397 dni w sezonach palności w latach 2000 – 2006, kiedy powstało 401 pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowie i 2911 pożarów w całej 7. strefie prognostycznej.

#### 4.1.1. Temperatura powietrza

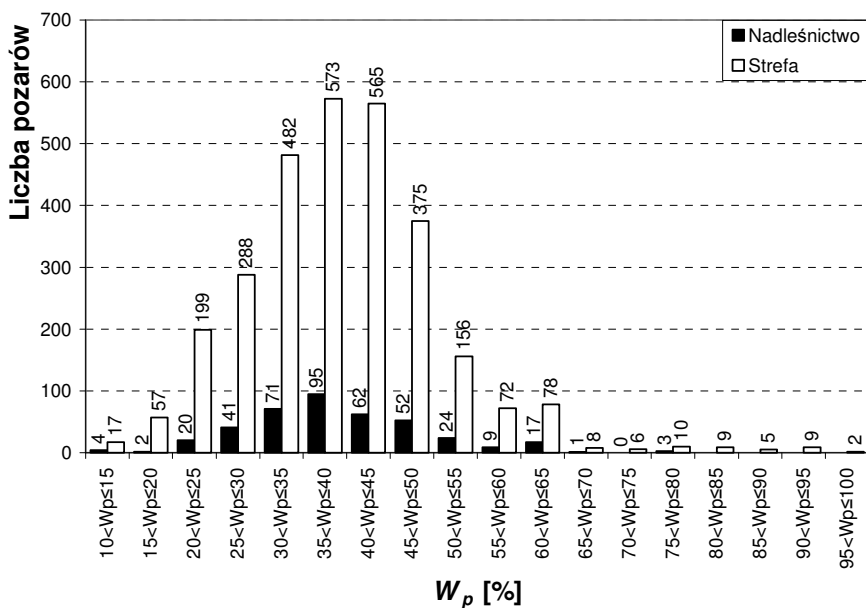
Rozkład ilościowy i procentowy pożarów powstałych na terenie Nadleśnictwa i strefy prognostycznej przedstawiono na rycinie 1. Z histogramu wynika, że pożary powstawały w przedziale temperatur od 2°C do 40°C. Najwięcej pożarów zarówno w nadleśnictwie, jak i w strefie prognostycznej odnotowano w przedziale temperatur 26 – 28°C (14,21% na terenie Nadleśnictwa i 15,39% na obszarze strefy). Natomiast najmniej pożarów powstało w niskich przedziałach temperatur od 2°C do 8°C i przy ekstremalnych temperaturach rzędu 38 – 40°C. Były to pożary suchych traw w okresie wczesnej wiosny. Niskie temperatury charakterystyczne są dla początku sezonu palności i podobnie, jak temperatury wysokie (powyżej 30°C), notowane przede wszystkim latem, występowały dość rzadko. Zdecydowana większość pożarów powstała w zakresie temperatur od 14 do 30°C. Na terenie Nadleśnictwa w tym przedziale powstało 69,32% wszystkich pożarów, a w strefie 74,08%.



**Ryc. 1.** Rozkład liczby pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowie i 7. strefie prognostycznej w zależności od temperatury powietrza ( $T_p$ )

#### 4.1.2. Wilgotność względna powietrza

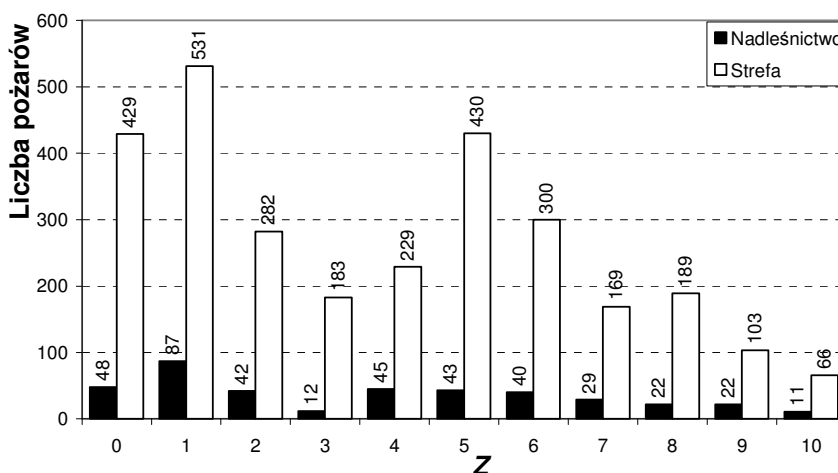
Rozkład występowania pożarów lasu w zależności od wilgotności względnej powietrza przedstawiono na rycinie 2. Pożary w Nadleśnictwie występowały w zakresie wilgotności powietrza wynoszącej od 10 do 80%, a w strefie prognostycznej od 10 do 100%. Najmniej pożarów powstawało w bardzo niskich (10 – 20%) i wysokich przedziałach wilgotności względnej powietrza (powyżej 65%). Podobnie, jak i dla temperatury powietrza, takie zakresy są charakterystyczne dla początku sezonu zagrożenia pożarowego lasu oraz okresów dłużej utrzymujących się susz i nie występowały często. Najwięcej pożarów w Nadleśnictwie powstało przy wilgotności względnej powietrza 35 – 40% (23,69% pożarów) i podobnie w strefie, gdzie nastąpiło niewielkie przesunięcie zakresu przedziału do 45% (39,54% wszystkich analizowanych pożarów). Nasilenie występowania pożarów lasu zarówno w Nadleśnictwie (75,82%), jak i w strefie (74,64%) przypadło dla wilgotności względnej powietrza wynoszącej od 30 do 55%.



**Ryc. 2.** Rozkład liczby pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowie i 7. strefie prognostycznej w zależności od wilgotności względnej powietrza ( $W_p$ )

### 4.1.3. Zachmurzenie

Występowanie pożarów lasu w zależności od zachmurzenia<sup>1</sup> przedstawiono na rycinie 3. Najwięcej pożarów wystąpiło, gdy zachmurzenie było małe i wynosiło 1 (tj. 1/10 pokrycia nieba), zarówno w Nadleśnictwie - 87 pożarów (21,70%), jak i w strefie prognostycznej - 531 (18,45% ogółu pożarów). Natomiast najmniej pożarów powstało przy pełnym zachmurzeniu (10). W nadleśnictwie wybuchło ich 11 (2,74%), a w strefie 66 (2,27%). Przy zachmurzeniu małym powstała blisko połowa wszystkich pożarów bez względu na wielkość obszaru objętego analizą. Natomiast przy zachmurzeniu określanym jako duże powstało najmniej pożarów - w Nadleśnictwie 55 (13,72%), a w strefie 358 (12,3%).



**Ryc. 3.** Rozkład liczby pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowie i 7. strefie prognostycznej w zależności od zachmurzenia (Z)

### 4.1.4. Opad atmosferyczny

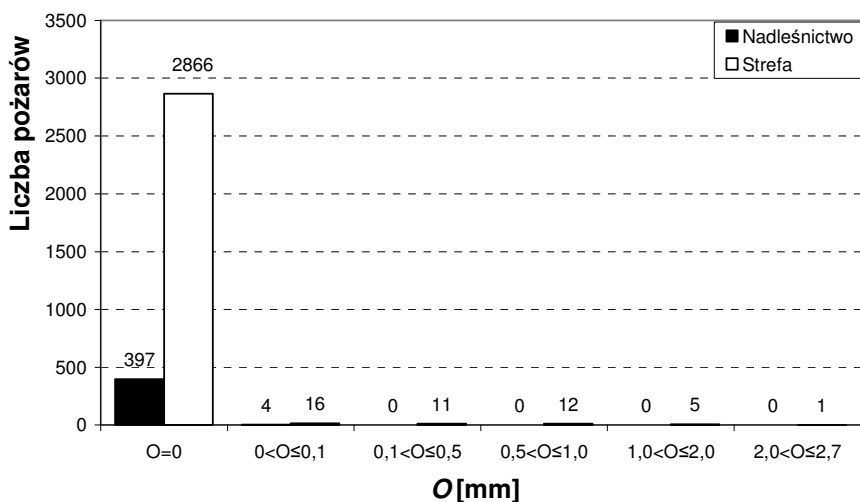
Wpływ opadu atmosferycznego na powstawanie pożarów analizowano na podstawie:

- jego wielkości z terminu obserwacji najbliższej godzinie wystąpienia pożaru,
- sumy opadów w dniu powstania pożaru ( $O_s$ ),
- liczby dni bez opadu do dnia, w którym wybuchł pożar.

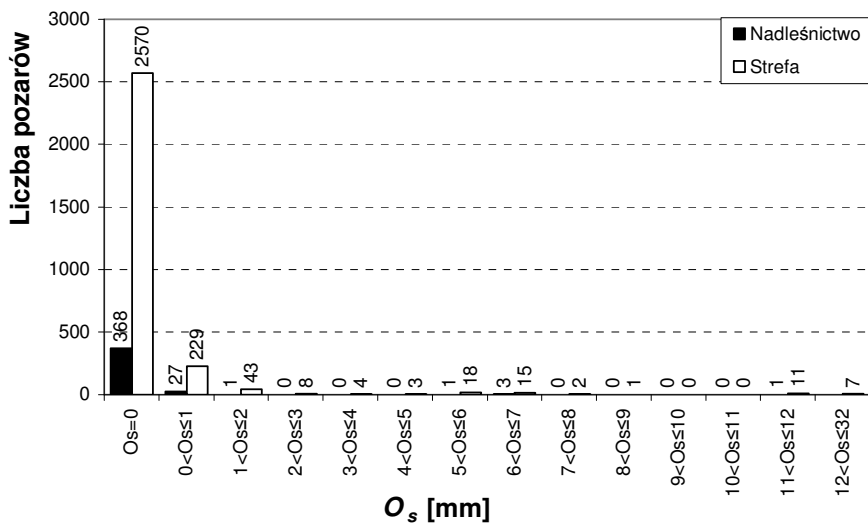
Wyniki badań zaprezentowano na rycinach 4 - 6. Z analizy wynika, że około 99% wszystkich pożarów (odpowiednio: w Nadleśnictwie – 397, w strefie – 2866) powstało, gdy nie

<sup>1</sup> Zachmurzenie na leśnych stacjach meteorologicznych było określane w dziesięciostopniowej skali pokrycia nieba chmurami. Zachmurzenie określa się jako małe, gdy stopień pokrycia nieba wynosi od 0 do 3, umiarkowane, gdy od 4 do 7 i duże - przy pokryciu od 8 do 10.

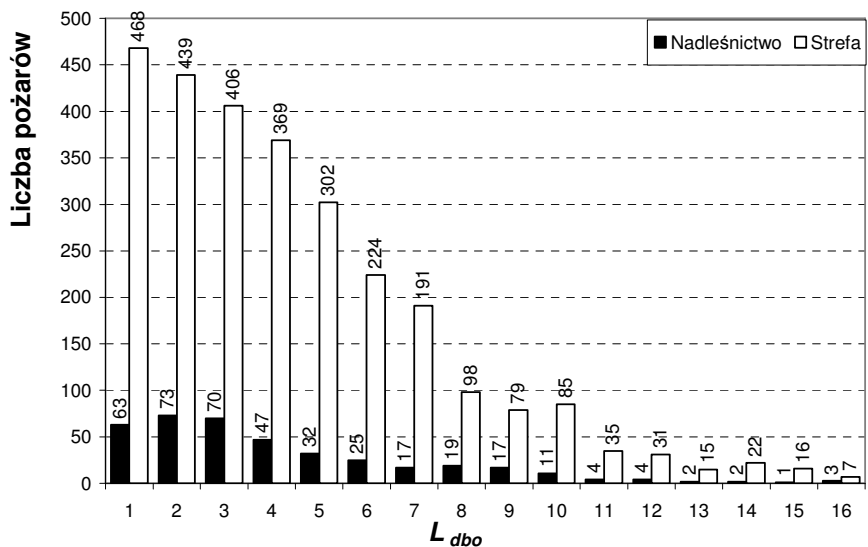
odnotowano opadu w godzinie obserwacji wykonywanej na stacji meteorologicznej najbliższej powstaniu pożaru. Cztery pożary powstały w Nadleśnictwie przy opadzie 0,1 mm (w strefie było ich 16), mierzonym na stacji meteorologicznej, co praktycznie nie powoduje zmian wilgotności pokrywy dna lasu i nie przeciwdziała możliwości inicjacji spalania. W strefie prognostycznej odnotowano też 1% pożarów, gdy opad był większy niż 0,1 mm, co zważywszy na wielkość strefy i to, że opad był mierzony w Krzystkowicach, a więc często daleko od miejsca powstania pożaru, uzasadnia pominięcie takich wypadków. Pozwala to na stwierdzenie, że pożary powstawały wówczas, gdy bezpośrednio (do kilku godzin) przed nimi nie było opadów deszczu.



**Ryc. 4.** Rozkład liczby pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowice i 7. strefie prognostycznej w zależności od opadu atmosferycznego ( $O$ )



Ryc. 5. Rozkład liczby pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowie i 7. strefie prognostycznej w zależności od sumy opadów atmosferycznych ( $O_s$ )



Ryc. 6. Rozkład liczby pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowie i 7. strefie prognostycznej w zależności od liczby dni bez opadu atmosferycznego ( $L_{dbo}$ )

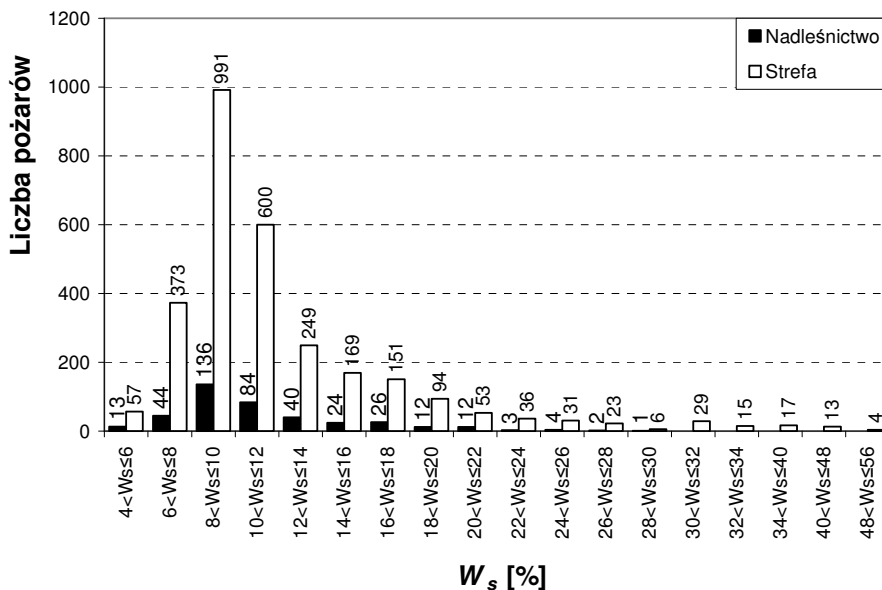
Określając z kolei wpływ sumy opadów, jakie wystąpiły w dniu powstania pożaru, należy stwierdzić, że podobnie jak to opisano wyżej, zdecydowana większość pożarów wybuchła, gdy nie było takich opadów. W Nadleśnictwie było to 368 pożarów (91,77%), a w strefie prognostycznej 2570 pożarów (88,29%). Przy opadzie wielkości do 1 mm, mierzonego na powierzchni otwartej, w Nadleśnictwie powstało 27 pożarów (6,73%), w strefie zaś 229 (7,87%). Tylko 1,5% (Nadleśnictwo) i 3,75% (strefa) spośród wszystkich pożarów powstało, gdy opad dochodził nawet do 32 mm. Świadczy to o tym, że pomiary opadu, który radykalnie wpływa na możliwość powstania ognia w lesie, nie były adekwatne dla obszaru całej strefy prognostycznej, szczególnie przy przechodzeniu frontów burzowych. Dokładna analiza pożarów powstałych na terenie Nadleśnictwa wykazała, że nieliczne pożary, jakie odnotowano, zaistniały przed wystąpieniem opadu.

Najwięcej pożarów powstało w okresie jednego lub dwóch dni od wystąpienia opadu, gdy jego wysokość nie przekraczała 1 mm. Im opad był większy tym liczba dni bezopadowych do momentu wystąpienia pożaru była większa. Mniejsza liczba pożarów przy długich okresach bez deszczu wynikała tylko z tego powodu, że te okresy były rzadkie i trwały najdłużej 16 dni.

#### **4.1.5. Wilgotność ściółki**

Wilgotność ściółki sosnowej (*P. sylvestris* L.), ze względu na skład gatunkowy lasów Polski, decyduje o możliwości powstania pożaru, o ile w lesie pojawią się bodźce energetyczne zdolne zainicjować proces spalania. W analizie rozkładu liczby pożarów, w zależności od wilgotności ściółki, wykorzystano dane z punktu prognostycznego, w którym mierzone były jej wartości. Wyniki przedstawia rycina 7.





**Ryc. 7.** Rozkład liczby pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowie i 7. strefie prognostycznej w zależności od wilgotności ściółki ( $W_s$ )

Prawie 34% wszystkich analizowanych pożarów powstało, kiedy wilgotność ściółki wynosiła od 8 do 10%. W tym przedziale wilgotności materiału palnego w Nadleśnictwie powstało 136, a w strefie prognostycznej 991 pożarów lasu. W zakresie do 20% wilgotności ściółki w Nadleśnictwie powstało 379 pożarów (94,51%), w strefie zaś 2684, co stanowiło 92,02% wszystkich wypadków. Wraz ze wzrostem wilgotności ściółki malała liczba pożarów. Powyżej wartości 30% wilgotności ściółki nie odnotowano pożarów na terenie Nadleśnictwa, co należy uznać za wartość progową, powyżej której niemożliwe jest powstanie pożaru od standardowych bodźców energetycznych i samorzutne rozprzestrzenianie się ognia. Potwierdzają to dane innych badań, zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Natomiast na obszarze strefy prognostycznej powyżej tej wartości progowej powstały 84 pożary (2,68%), co uwidacznia, że mierzone wartości wilgotności ściółki w punkcie prognostycznym nie zawsze są trafne w odniesieniu do całej strefy prognostycznej. Trafność ta jest tym większa im dotyczy mniejszego obszaru, dla którego określane są warunki możliwości powstania pożaru lasu. Ta nieadekwatność wynika przede wszystkim z nierównomierności przestrzennego rozkładu opadów atmosferycznych, co ma decydujący wpływ na stan wilgotności leśnych materiałów

palnych. Z przeprowadzonych badań wynika, że temperatura powietrza, wilgotność względna powietrza i zachmurzenie odznaczały się stabilnością na większym obszarze. Mierzone one były na leśnej stacji meteorologicznej i w punkcie prognostycznym (zlokalizowanych na terenie Nadleśnictwa) i okazały się adekwatne także dla całej strefy prognostycznej, o czym świadczą takie same lub bardzo zbliżone zakresy wartości tych parametrów, przy których pożary powstawały. Podobnie, zarówno na terenie Nadleśnictwa, jak i strefy prognostycznej, odnotowano najczęściej i najmniej pożarów lasu w zbliżonych przedziałach wartości meteorologicznych. Opad atmosferyczny i wilgotność ściółki okazały się parametrami, które szczególnie przy niestabilnej pogodzie, nie były w pełni adekwatne dla strefy prognostycznej, stąd też różnice w warunkach wystąpienia pożarów w Nadleśnictwie w porównaniu ze strefą. Jest to istotne dla trafności oceny ryzyka zagrożenia pożarowego i określenia wielkości obszaru objętego prognozowaniem.

Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic (na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ ) w wielkości średnich opadów (od godz. 13.00 do 8.00, od 8.00 do 13.00 oraz dobowych), średnim zachmurzeniu o godz. 8.00 w analizowanych miesiącach i latach, ponadto w wilgotności ściółki o godz. 13.00 w badanych latach. Pozostałe analizowane czynniki meteorologiczne, tj. temperatura i wilgotność powietrza, zachmurzenie o godz. 13.00, liczba dni bez opadów oraz wilgotność ściółki różniły się istotnie w poszczególnych miesiącach i latach.

#### **4.1.6. Charakterystyka meteorologiczna dni, w których wystąpiły pożary na tle sezonów palności**

W celu pełniejszego scharakteryzowania wpływu poszczególnych czynników meteorologicznych oraz wilgotności ściółki na powstawanie pożarów przeprowadzono badania wartości średnich tych parametrów w dniach, w których pożary wystąpiły oraz w sezonach palności lasu, przyjmowanych w Polsce jako okres od 1 marca do 30 września. Wyniki analizy dały także podstawę do opracowania założeń do metody oceny ryzyka powstania pożaru, w której wartości parametrów meteorologicznych i wilgotności ściółki określałyby stopień zagrożenia pożarowego lasu. Badania oparto na rocznych wykazach spostrzeżeń meteorologicznych ze leśnej stacji meteorologicznej i danych z punktu prognostycznego w Nadleśnictwie Krzystkowie. Wyniki przedstawia tabela 3. Według danych w niej zawartych średnie wartości badanych parametrów dla dni, w których powstały pożary zdecydowanie różnią się od tych dla sezonu palności. W tym okresie średnia dzienna temperatura powietrza wynosiła 14,3°C, wilgotność względna powietrza – 72%, zachmurzenie – 6, opad atmosferyczny – 1,7 mm, a wilgotność ściółki - 30%. W dniach, w których powstały pożary na terenie Nadleśnictwa,

średnia temperatura powietrza wynosiła 24,5°C, wilgotność względna powietrza – 40%, zachmurzenie – 4, opad – 0 mm, a wilgotność ściółki – 12%. Wartości średnie powyższych parametrów dla strefy prognostycznej w dniach z pożarami były inne, jak widać z tabeli, ale zbliżone. Wartości parametrów dla dni z pożarami przyjęto za charakteryzujące górną granicę tak zwanej „pogody pożarowej” (zdecydowano się na przyjęcie tych wartości dla obszaru Nadleśnictwa, jako bardziej dokładnych). Natomiast wartości średnie dla sezonów palności określiły jej dolny przedział. Na podstawie wartości tych dwóch przedziałów oraz histogramów frekwencyjnych ustalono liczbę i procent pożarów powstałych w tych warunkach, a także liczbę dni, podczas których panowały takie warunki. Wyniki przedstawiono w tabeli 4. W górnym przedziale „pogody pożarowej” powstała zdecydowana większość pożarów lasu, z tym że największy wpływ miała wilgotność ściółki, gdyż przy jej wartości wynoszącej 12% i mniej powstało 277 pożarów lasu (69,08%). Przy pozostałych czynnikach meteorologicznych powstała taka sama liczba pożarów. Zdecydowany wpływ wilgotności ściółki na liczbę pożarów lasu widać w dolnym przedziale warunków charakteryzujących powstawanie pożarów, kiedy jej wartość wynosi 30%. W takich warunkach nie odnotowano pożarów lasu, ponieważ ściółka osiągnęła wartość progową, przy której inicjacja spalania jest niemożliwa. Uzasadnia to, że wilgotność materiału palnego powinna być zasadniczym kryterium oceny ryzyka zagrożenia pożarowego, a czynniki meteorologiczne winny stanowić uzupełnienie, gdyż mają one wpływ na stan wilgotności leśnych materiałów palnych.

Tabela 1.

**Średnie wartości czynników meteorologicznych i wilgotności ściółki w sezonach palności oraz w okresie występowania pożarów w Nadleśnictwie Krzystkowice i na terenie 7. strefy progностycznej w latach 2000-2006**

| Lp. | Rodzaj parametru                                 | Wartość średnia dla            |      |      |      |      |      |      |           |       |  | Okres |           |
|-----|--------------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|-------|--|-------|-----------|
|     |                                                  | 2000                           | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2000-2006 | Okres |  |       |           |
|     |                                                  | 14,7                           | 14,0 | 14,6 | 14,6 | 14,1 | 14,2 | 14,0 | 14,3      |       |  |       |           |
| 1.  | Temperatura powietrza<br>( $T_{p\_sr}$ )         | sezonu w strefie 7.            |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 2006  | 2000-2006 |
| 2.  |                                                  | dni z pożarami w Nadleśnictwie |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 28,5  | 24,5      |
| 3.  |                                                  | dni z pożarami w strefie 7.    |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 25,7  | 23,2      |
| 4.  |                                                  | sezonu w strefie 7.            |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 70    | 72        |
| 5.  | Wilgotność względna powietrza<br>( $W_{p\_sr}$ ) | dni z pożarami w Nadleśnictwie |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 31    | 40        |
| 6.  |                                                  | dni z pożarami w strefie 7.    |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 38    | 45        |
| 7.  |                                                  | sezonu w strefie 7.            |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 6     | 6         |
| 8.  |                                                  | dni z pożarami w Nadleśnictwie |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 3     | 4         |
| 9.  | Zachmurzenie<br>( $Z_{sr}$ )                     | dni z pożarami w strefie 7.    |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 4     | 4         |
| 10. |                                                  | sezonu w strefie 7.            |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 1,9   | 1,7       |
| 11. |                                                  | dni z pożarami w Nadleśnictwie |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 0     | 0         |
| 12. |                                                  | dni z pożarami w strefie 7.    |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 0,05  | 0,02      |
| 13. | Wilgotność ściółki<br>( $W_{s\_sr}$ )            | sezonu w strefie 7.            |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 22    | 30        |
| 14. |                                                  | dni z pożarami w Nadleśnictwie |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 11    | 12        |
| 15. |                                                  | dni z pożarami w strefie 7.    |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 14    | 15        |
| 16. |                                                  | Nadleśnictwa                   |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 45    | 401       |
| 17. | Liczba pożarów<br>( $L_{p\_sr}$ )                | strefy 7.                      |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 527   | 2911      |
| 18. |                                                  | Nadleśnictwa                   |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 29    | 224       |
| 18. |                                                  | strefy 7.                      |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 118   | 721       |
| 19. |                                                  | Nadleśnictwa                   |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 154   | 1173      |
| 20. | Liczba dni bez pożarów<br>( $L_{dhp}$ )          | strefy 7.                      |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 65    | 676       |
|     |                                                  | Nadleśnictwa                   |      |      |      |      |      |      |           |       |  | 92    | 65        |

Tabela 2.  
**Rozkład liczbowy i procentowy pożarów w określonych przedziałach wartości poszczególnych czynników meteorologicznych**

| Lp. | Czynnik meteorologiczny                 | Rodzaj parametru                                                     | Wartości parametrów |                 |               |  |
|-----|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|---------------|--|
| 1.  | Temperatura powietrza ( $T_p$ )         | przedział wartości temperatury powietrza [°C]                        | $T_p \leq 14^2$     | $14 < T_p < 24$ | $T_p \geq 24$ |  |
| 2.  |                                         | liczba (procent) pożarów w określonym przedziale wartości $T_p$      | 33 (8,23%)          | 135 (33,67%)    | 233 (58,11%)  |  |
| 3.  |                                         | liczba dni w określonym przedziale wartości $T_p$                    | 274                 | 700             | 423           |  |
| 4.  |                                         | częstość występowania pożarów w określonym przedziale wartości $T_p$ | 0,12                | 0,19            | 0,55          |  |
| 5.  | Wilgotność względna powietrza ( $W_p$ ) | przedział wartości wilgotności względnej powietrza [%]               | $W_p \geq 72$       | $40 < W_p < 72$ | $W_p \leq 40$ |  |
| 6.  |                                         | liczba (procent) pożarów w określonym przedziale wartości $W_p$      | 3 (0,75%)           | 165 (41,15%)    | 233 (58,10%)  |  |
| 7.  |                                         | liczba dni w określonym przedziale wartości $W_p$                    | 272                 | 830             | 295           |  |
| 8.  |                                         | częstość występowania pożarów w określonym przedziale wartości $W_p$ | 0,01                | 0,20            | 0,79          |  |
| 9.  | Zachmurzenie ( $Z$ )                    | przedział wartości zachmurzenia [bezwymiarowe]                       | <b>8 - 10</b>       | <b>5 - 7</b>    | <b>0 - 4</b>  |  |
| 10. |                                         | liczba (procent) pożarów w określonym przedziale wartości $Z$        | 55 (13,72%)         | 112 (27,93%)    | 234 (58,35%)  |  |
| 11. |                                         | liczba dni w określonym przedziale wartości $Z$                      | 510                 | 475             | 412           |  |
| 12. |                                         | częstość występowania pożarów w określonym przedziale wartości $Z$   | 0,11                | 0,23            | 0,57          |  |
| 13. | Wilgotność ściółki ( $W_s$ )            | przedział wartości wilgotności ściółki [%]                           | $W_s \geq 30$       | $12 < W_s < 30$ | $W_s \leq 12$ |  |
| 14. |                                         | liczba (procent) pożarów w określonym przedziale wartości $W_s$      | 0 (0%)              | 124 (30,92%)    | 277 (69,08%)  |  |
| 15. |                                         | liczba dni w określonym przedziale wartości $W_s$                    | 540                 | 444             | 413           |  |
| 16. |                                         | częstość występowania pożarów w określonym przedziale wartości $W_s$ | 0                   | 0,28            | 0,67          |  |

<sup>2</sup> Wartości temperatur zaokrąglono do pełnych stopni.

## 4.2. Wpływ czynników meteorologicznych na wilgotność ściółki

Analizę wpływu czynników meteorologicznych na wilgotność ściółki oparto na doświadczeniach wykonanych w okresie 75 dni, w siedmiu terminach pomiarów, co daje łącznie 525 obserwacji dla każdego rodzaju powierzchni (młodnik<sup>3</sup>, drągowina<sup>4</sup>, starodrzew<sup>5</sup>). Do oceny wpływu poszczególnych czynników meteorologicznych na wilgotność ściółki zastosowano metodę korelacji jednoczynnikowej. Zestawienie współczynników korelacji pomiędzy poszczególnymi parametrami w zależności od rodzaju powierzchni i godziny obserwacji przedstawiono w tabeli 5. Sporządzono także dla badanych czynników wykresy ich średniego przebiegu w ciągu dnia.

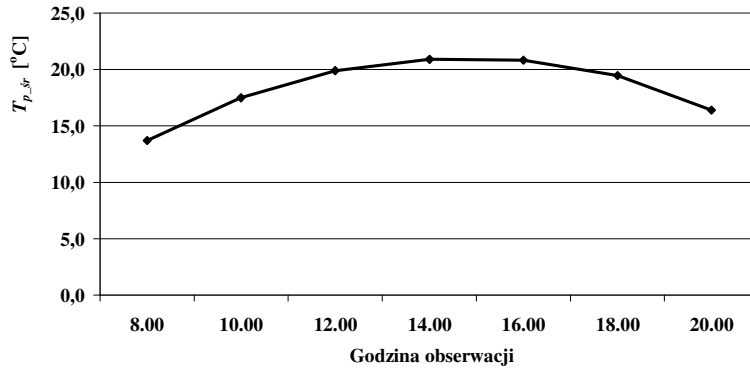
### 4.2.1. Temperatura powietrza

Z badań wynika, że wraz ze wzrostem temperatury powietrza malała wilgotność ściółki. Związek temperatury powietrza z wilgotnością ściółki był wysoki, gdyż współczynnik korelacji  $R$  dla wszystkich godzin obserwacji wynosił od  $-0,572$  do  $-0,598$  i był prawie jednakowy bez względu na rodzaj powierzchni. Maksymalną korelację pomiędzy wilgotnością ściółki i temperatury powietrza, wynoszącą  $-0,670$ , odnotowano w starodrzewiu o godzinie 14.00. Zbliżone do tej wartości były również korelacje dla drągowiny (też o godzinie 14.00) i dla młodnika, w którym ten związek był najsilniejszy w południe. Wartości minimalne współczynnik korelacji przyjął o godzinie 8.00 dla wszystkich trzech rodzajów powierzchni. Przebieg średniej temperatury w ciągu dnia przedstawiono na rycinie 8. Najniższe temperatury powietrza obserwowano rano (minimalna zanotowana temperatura wyniosła  $2,7^{\circ}\text{C}$ ), a najwyższe o godzinie 14.00 (maksymalna wyniosła  $35^{\circ}\text{C}$ ).

<sup>3</sup> Drzewostan w wieku do 20 lat.

<sup>4</sup> Drzewostan w wieku 41-60 lat.

<sup>5</sup> Drzewostan w wieku powyżej 80 lat.



**Ryc. 8.** Wartości średniej temperatury ( $T_{p\_sr}$ ) powietrza w dwunastogodzinnych ciągach obserwacji

Tabela 3.

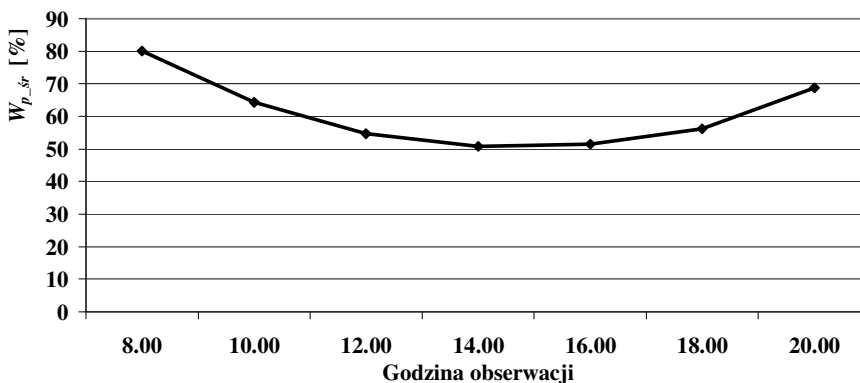
**Zestawienie współczynników korelacji czynników meteorologicznych i wilgotności ściółki w zależności od rodzaju powierzchni i godziny obserwacji**

| Parametr meteorologiczny      | Rodzaj drzewostanu | Współczynnik korelacji o godzinie |        |        |        |        |        |        | Współczynnik korelacji dla wszystkich godzin obserwacji |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------------------------------------|
|                               |                    | 8.00                              | 10.00  | 12.00  | 14.00  | 16.00  | 18.00  | 20.00  |                                                         |
| Temperatura powietrza         | młodnik            | -0,436                            | -0,620 | -0,646 | -0,638 | -0,552 | -0,594 | -0,556 | -0,597                                                  |
|                               | dragowina          | -0,431                            | -0,606 | -0,631 | -0,640 | -0,595 | -0,600 | -0,554 | -0,572                                                  |
|                               | starodrzew         | -0,459                            | -0,619 | -0,608 | -0,670 | -0,553 | -0,603 | -0,565 | -0,598                                                  |
| Wilgotność względna powietrza | młodnik            | 0,556                             | 0,777  | 0,843  | 0,837  | 0,811  | 0,739  | 0,750  | 0,706                                                   |
|                               | dragowina          | 0,512                             | 0,758  | 0,804  | 0,793  | 0,765  | 0,694  | 0,732  | 0,672                                                   |
|                               | starodrzew         | 0,581                             | 0,770  | 0,741  | 0,780  | 0,773  | 0,735  | 0,738  | 0,735                                                   |
| Zachmurzenie                  | młodnik            | 0,465                             | 0,564  | 0,552  | 0,590  | 0,488  | 0,537  | 0,383  | 0,423                                                   |
|                               | dragowina          | 0,399                             | 0,554  | 0,558  | 0,593  | 0,521  | 0,474  | 0,342  | 0,404                                                   |
|                               | starodrzew         | 0,438                             | 0,553  | 0,527  | 0,546  | 0,450  | 0,500  | 0,351  | 0,420                                                   |
| Opad atmosferyczny            | młodnik            | 0,454                             | 0,403  | 0,434  | 0,516  | 0,691  | 0,532  | 0,121  | 0,271                                                   |
|                               | dragowina          | 0,455                             | 0,355  | 0,364  | 0,449  | 0,622  | 0,474  | 0,114  | 0,246                                                   |
|                               | starodrzew         | 0,435                             | 0,327  | 0,258  | 0,446  | 0,608  | 0,479  | 0,129  | 0,272                                                   |



#### 4.2.2. Wilgotność względna powietrza

Spadek wilgotności względnej powietrza powodował zmniejszanie się wilgotności ściółki. Zależność pomiędzy nimi była wysoka, o czym świadczy wartość współczynnika korelacji  $R$  wynosząca od 0,672 (dragowina) do 0,735 (starodrzew). Największą zależność pomiędzy badanymi czynnikami notowano o godzinie 12.00 w młodniku (0,843), w dragowinie (0,804), a w starodrzewiu o godzinie 14.00 (0,780). Najmniejszy związek zachodził o godzinie 8.00 dla wszystkich rodzajów powierzchni. Wilgotność względna powietrza wahała się od 22 do 99%. Średnią wilgotność względną powietrza w godzinach obserwacji przedstawia rycina 9. Najwyższe wilgotności względne powietrza występowały o godzinie 8.00 (zakres od 43 do 98%), a najniższe o godzinie 16.00 (zakres od 22 do 98%).

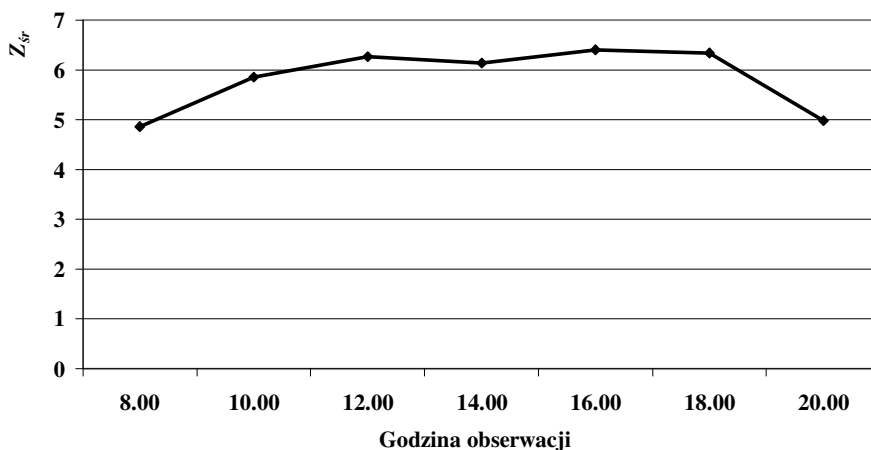


Ryc. 9. Wartości średniej wilgotności względnej powietrza ( $W_{p\_sr}$ ) w dwunastogodzinnych ciągach obserwacji

#### 4.2.3. Zachmurzenie

Zależność pomiędzy zachmurzeniem a wilgotnością ściółki okazała się przeciętna, ponieważ współczynnik korelacji dla całego dnia wynosił od 0,404 (dragowina) do 0,423 (młodnik). Największy wpływ na stan wilgotności ściółki zachmurzenie miało o godzinie 14.00, gdyż współczynnik korelacji przyjął wartości maksymalne bez względu na rodzaj powierzchni. Wynosił on od 0,546 w starodrzewiu do 0,593 w dragowinie. Najmniejszy wpływ na wilgotność ściółki zachmurzenie miało wieczorem o godzinie 20.00 w każdym rodzaju drzewostanu, odwrotnie zatem jak wcześniej omawiane temperatura i wilgotność względna powietrza. Wykres średniego kształtowania się zachmurzenia przedstawia rycina

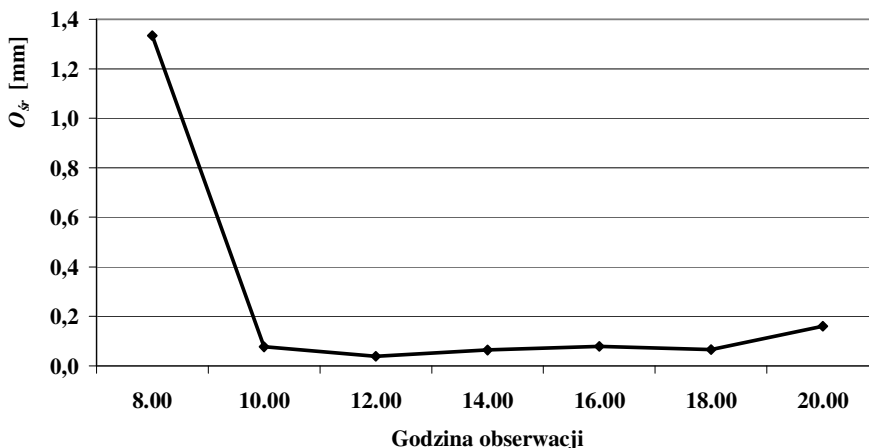
10. Widać z niego, że średnie zachmurzenie było stabilne, bo przebiegało w granicach od 5 do 6 stopni pokrycia nieba. Natomiast w trakcie badań notowano wszystkie wartości, jakie ono może przyjmować w dziesięciostopniowej skali.



**Ryc. 10.** Wartości średniego zachmurzenia ( $Z_{sr}$ ) w dwunastogodzinnych ciągach obserwacji

#### 4.2.4. Opad atmosferyczny

Opad atmosferyczny miał najmniejszy wpływ na wilgotność ściółki spośród wszystkich analizowanych czynników meteorologicznych. Współczynnik korelacji dla wszystkich godzin obserwacji wynosił od 0,246 (drągowina) do 0,272 w starodrzewiu. Największą korelację zaobserwowano o godzinie 16.00 (od 0,608 do 0,691), a najmniejszą o godzinie 20.00 (od 0,114 do 0,129) na wszystkich powierzchniach. Największy średni opad wystąpił rano, najmniejszy zaś w południe, co przedstawia rycina 11. Maksymalny opad w czasie prowadzonych doświadczeń wyniósł 28,1 mm. Wyjaśnienia wymaga przyczyna paradoksalnie słabego związku opadu z wilgotnością ściółki, chociaż bezsprzecznie opad jest tym czynnikiem, który w sposób bezpośredni i najszybciej wpływa na stan wilgotności leśnych materiałów palnych. Wynika to przede wszystkim z tego, że opad do pewnej granicy



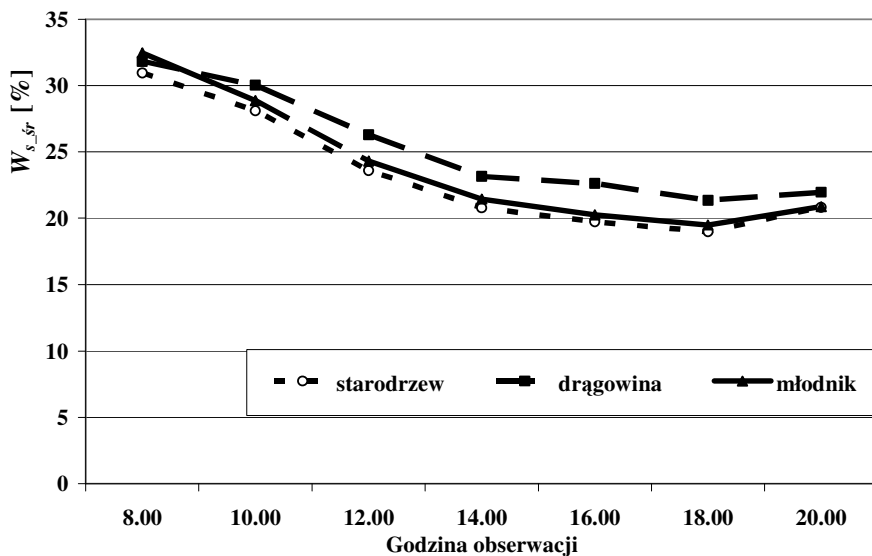
**Ryc. 11.** Wartości średniego opadu atmosferycznego ( $O_{sr}$ ) w dwunastogodzinnych ciągach obserwacji

(wynosi ona od 1 do 3 mm i zależy od początkowego stanu wilgotności ściółki w chwili wystąpienia opadu) wpływa wprost proporcjonalnie na zmianę zawartości wody w ściółce, która może osiągnąć stan maksymalnego uwilgocenia, wynoszący około 70%. Natomiast po przekroczeniu tej granicy bez względu na wielkość opadu nie powoduje on praktycznie żadnych dalszych zmian w wilgotności ściółki. Dlatego analiza wpływu opadu na jej wilgotność w całym zakresie notowanych wartości opadu nie jest w stanie w pełni i w sposób właściwy, z punktu widzenia analizy korelacji jednoczynnikowej, opisać tę zależność.

Z przeprowadzonych badań wynika, że największy wpływ na wilgotność ściółki miała wilgotność względna powietrza, następnie temperatura powietrza, zachmurzenie i opad. W szczegółowych analizach pominięto wiatr, ponieważ nie miał on wpływu na stan wilgotności pokrywy ściółkowej. Współczynnik korelacji dla tego związku był na poziomie 0,09.

#### 4.2.5. Wilgotność ściółki a rodzaj drzewostanu

Przebieg średniej wilgotności ściółki był zbliżony we wszystkich trzech rodzajach drzewostanu, co ilustruje rycina 12. Ocena istotności różnic pomiędzy wilgotnością ściółki w starodrzewiu ( $s$ ), drągowinie ( $d$ ) i młodniku ( $m$ ), przeprowadzona metodą testu



**Ryc. 12.** Wartości średnich wilgotności ściółki w zależności od rodzaju drzewostanu w dwunastogodzinnych ciągach obserwacji ( $W_{s\_sr}$ )

Kołmogorowa - Smirnowa wykazała brak istotnych różnic o godzinie 8.00, 10.00 i 20.00. Różnice wystąpiły pomiędzy młodnikiem i drągowiną oraz starodrzewiem i drągowiną w pozostałych porach obserwacji, co przedstawiono w tabeli 6. Różnice nie wystąpiły pomiędzy starodrzewiem a młodnikiem. Przeprowadzone badania wykazały, że najszybciej uwidaczniał się wpływ oddziaływania czynników meteorologicznych na spadek wilgotności pokrywy ściółkowej w starodrzewiu i młodniku, a wolniej reagowała ściółka w drągowinie. Wy tłumaczeniem tego jest zapewne to, że starodrzew odznacza się mniejszym zwarcie, co powoduje większe nasłonecznienie i szybsze przesychanie ściółki. Mniejsze zwarcie wpływa też na łatwiejsze docieranie opadu do dna lasu i szybszą zmianę wilgotności ściółki, ale także później na szybsze odparowywanie z niej wody. Natomiast młodnik, odznaczający się niską wysokością drzew, pełnym zwarcie koron i występującą małą cyrkulacją powietrza, powoduje, że temperatura wewnątrz niego jest wyższa w porównaniu ze starszymi drzewostanami, na co ma też wpływ silne nasłonecznienie. To wpływa na kształtowanie się niższego poziomu stanu wilgotności pokrywy ściółkowej w tym rodzaju drzewostanu.

Potwierdzeniem większej podatności młodników i starodrzewu na pożary jest fakt większej częstotliwości występowania pożarów w tych rodzajach lasu.

Tabela 4.

**Istotność różnic pomiędzy wilgotnością ściółki w starodrzewiu (s), drągowinie (d) i młodniku (m) określona na podstawie testu *Kolmogorowa-Smirnowa***

| Godzina obserwacji | Porównanie grup <sup>6</sup> | Wartość statystyki ( <i>D</i> ) | Liczebność grupy 1. ( <i>N1</i> ) | Liczebność grupy 2. ( <i>N2</i> ) | Wartość krytyczna statystyki <i>D</i> przy poziomie istotności 0,05 ( <i>D</i> <sub>0,05</sub> ) |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12.00              | d-m                          | 0,2207                          | 77                                | 77                                | 0,2192                                                                                           |
| 14.00              | d-m                          | 0,2337                          | 77                                | 77                                | 0,2192                                                                                           |
| 16.00              | s-d                          | 0,2337                          | 77                                | 77                                | 0,2192                                                                                           |
|                    | d-m                          | 0,2337                          | 77                                | 77                                | 0,2192                                                                                           |
| 18.00              | s-d                          | 0,2266                          | 75                                | 75                                | 0,2221                                                                                           |
|                    | d-m                          | 0,2266                          | 75                                | 75                                | 0,2221                                                                                           |

## 5. Podsumowanie

1. Występowanie pożarów lasu związane jest ściśle z warunkami pogodowymi, które określają przede wszystkim temperatura powietrza, wilgotność względna powietrza, a następnie zachmurzenie i opad atmosferyczny. Czynniki te wpływają na stan wilgotności pokrywy ściółkowej, który decyduje o możliwości powstania pożaru lasu.
2. Wilgotność ściółki wynosząca 30% jest progiem granicznym, powyżej którego powstanie pożaru w lesie od standardowych bodźców energetycznych i jego samorzutne rozprzestrzenianie się jest niemożliwe.
3. Stan tzw. „pogody pożarowej”, kiedy powstaje około 60% pożarów lasu, charakteryzują: wilgotność ściółki wynosząca  $\leq 12\%$ , temperatura powietrza  $\geq 24^{\circ}\text{C}$ , wilgotność względna powietrza  $\leq 40\%$ , zachmurzenie  $\leq 4$  i opad atmosferyczny równy zeru.

<sup>6</sup> s – starodrzew, d – drągowina, m – młodnik

4. Największy wpływ na wilgotność ściółki miała wilgotność względna powietrza, następnie temperatura powietrza, a w dalszej kolejności zachmurzenie i opad atmosferyczny. Parametry te (z wyjątkiem opadu) powinny zostać uwzględnione w opracowywanym modelu zależności pomiędzy nimi a wilgotnością ściółki, który pozwoliłby z zadowalającą trafnością prognozować jej wartość na godziny popołudniowe, gdy powstaje najczęściej pożarów lasu.
5. Wilgotność ściółki, temperatura i wilgotność względna powietrza, zachmurzenie i opad atmosferyczny są zasadniczymi elementami, które powinny być uwzględnione w ocenie ryzyka zagrożenia pożarowego lasu.

## Literatura

1. Anderson H. E. 1969, Heat transfer and fire spread. U.S. Forest Serv. Res. Pap. INT-69,
2. Anderson H. E., Rothmel 1964, Influence of moisture and wind upon the characteristics of free-burning fires. Tenth Symp. Int. on Combust. Proc., Cambridge, England. 10 pp,
3. Anderson H. E., Rothmel 1965, Influence of moisture and wind upon the characteristics of free-burning fires. Tenth Symp. (Int.) on Combust., pp. 1009-1019, Pittsburgh: The Combustion Institute,
4. Ancyškin S. P. 1957, Protivpožarnja ochrana lesa, Goslebumizdat, Moskva – Leningrad,
5. Andrews P. L., Bevins C. D. 1998, Update and Expansion of the Behave Fire Behaviour Prediction System, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Forest Fire Research and 14<sup>th</sup> Conference on Fire Forest Meteorology, Luso - Coimbra - Portugal 16 – 20<sup>th</sup> November 1998, pp. 733-740,
6. Anon. 1970, Canadian Forest Fire Weather Index 1970, Forest Fire Research Institute, Department of the Environment, Canadian Forestry Service, Ottawa,
7. Anon. 1976, Canadian Forest Fire Weather Index 1976, Forest Fire Research Institute, Department of the Environment, Canadian Forestry Service, Forestry Technical Report,
8. Bossert J. E., Reisner J. M., Linn R. R., Winterkamp J. L., Schaub R. and Riggan P. J. 1998, Validation of Coupled Atmosphere-Fire Behaviour Models, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Forest Fire Research and 14<sup>th</sup> Conference on Fire Forest Meteorology, Luso - Coimbra - Portugal 16 – 20<sup>th</sup> November 1998, pp. 647-659,
9. Byram G. M. 1957, Some principles of combustion and their significance in forest fire behaviour. Fire Control Notes N° 2,
10. Cahoon Jr. D. R., Stocks B. J., Levine J. S., Cofer III W. R., Person J. M. 1994, Satellite analysis of severe 1987 forest fires in northern China and southeastern Siberia, J. of Geophysical Research, Vol. 99, No. D9, September 20, p. 18,627-18638.

11. Davis K. P., Byram E. M., Krumm W. R. 1959, Forest fire: control and use. McGraw-Hill Co., New York, Toronto, London, 584 pp,
12. Edlin H. L. 1958, Forest fire: What burns and when? Quart. J. Forest N° 4,
13. Fernandes P.M. 1998, Fire Spread Modelling in Portuguese Shrubland, p. 611-628.
14. Frandsen W. H., 1987, The influence of moisture and mineral soil on the combustion limits of smoldering forest duff. Can. J. For. N° 12 pp. 1540-1544,
15. Furjaev V. V. 1996, Rol' požarov v processe lesoobrazovanija. Sibirskaja Izd. Firma "Nauka" Novosibirsk,
16. Gisborne H. T. 1925, Using weather forecasts for predicting forest-fire danger. Mon. Wea. Rev. 53, 58-60,
17. Gisborne H. T. 1928, Measuring forest fire danger in northern Idaho. U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 29, 64 pp,
18. Gisborne H. T. 1936a, Measuring fire weather and forest inflammability. U.S. Dept. Agr. Cir. 398,
19. Gisborne H. T. 1936b, The principles of measuring forest fire danger. Jour. Forestr., 34,: 786-793,
20. Guarnieri F., Andersen C. K., Olampi S. and Chambinaud N. 1998, Firelab, Towards a Problem Solving Environment to Support Forest Fire Behaviour Modelling, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Forest Fire Research and 14<sup>th</sup> Conference on Fire Forest Meteorology, Luso - Coimbra - Portugal 16 – 20<sup>th</sup> November 1998, pp. 483-496,
21. Karlikowski T. 1981, Prognozowanie zagrożenia pożarowego lasu metodą IBL, Prace IBL nr 578 s. 3-72,
22. Karlikowski T., Szczygiel R. 1982, Kryteria oceny zagrożenia pożarowego lasów w wybranych krajach. Biul. Inf. Tech. KG PSP Nauka i Technika nr 3 s. 3-11,
23. Karlikowski T., Santorski Z., Sakowska H. i Walczak D. 1993, Nowelizacja stopni wskaźnika zagrożenia pożarowego lasu (WZPL), sprawozdanie IBL, maszynopis, Warszawa,
24. Kessell S. R. 1979, Gradient Modelling. Resource and Fire Management. Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin, 432 pp,
25. Kurbatskij N. P. 1962, Technika i taktyka tuśenija lesnych požarov. Goslezhbumizdat, Moskva,
26. Kurbatskij N. P. 1964, Problema lesnych požarov. W: Vozniknonenije lesnych požarov.[red. N. P. Kurbatskij Izd. Nauka, Moskva, s. 5-60,
27. Lange S. 1994, Waldbrandprognose in Deutschland, Der Wald Jg 44, Nr 5, s. 172 –174,
28. Langholz H., Schmidtmayer E. 1993, Meteorologische Verfahren zur Abschätzung des Waldbrandrisikos, AFZ Nr 8, S. 394 –396,
29. Lex P. 1996, Bekämpfung von Waldbränden, Moorbränden, Heidebränden, Rotes Heft 26 (4. Auflage), Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 161 S,

30. Lopes A. M. G., Cruz M. G., Viegas D. X. 1998, Firestation – and Integrated System for the Simulation of Wind Flow and Fire Spread over Complex Topography, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Forest Fire Research and 14<sup>th</sup> Conference on Fire Forest Meteorology, Luso - Coimbra - Portugal 16 – 20<sup>th</sup> November 1998, pp.741-754,
31. Łonkiewicz b. 1979, Wpływ składu pokrywy gleby leśnej na powstawanie i rozprzestrzenianie się pożarów leśnych w warunkach siedlisk boru suchego i boru świeżego. Rozpr. doktor. Inst. Bad. Leś., Warszawa,
32. Narayan C., Fernandes P. M., Brusselen J. van, Schuck A. 2007, Potential for CO<sub>2</sub> emissions mitigation in Europe through prescribed burning in the context of the Kyoto Protocol. For. Ecol. Manage., 251, 3: 164–173,
33. Przedpełska M. i Gałka S. 1968, Meteorologiczne kryteria oceny potencjalnego zagrożenia pożarowego lasów. Mat. Konf. Ochr. Ppoż. Lasu, Zielona Góra, s. 96-111,
34. Rothermel R. C., Anderson H. E. 1966, Fire spread characteristics determined in the laboratory. U.S. Forest Serv. Res. Pap. INT-30, 34 pp,
35. Rothermel R. C. 1972, A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. U.S. Dep. Forest Serv. Agr. Res. Pap. INT-115, Intermt. For. and Range Exp. Station. Ogden Utah, 40 pp,
36. Rothermel R. C., Wilson R. A., Morris G. A., Sackett S. S. 1986, Modelling moisture content of fine dead wildland fuels: input to the BEHAVE fire prediction system. USDA Fo. Serv. Res. Note INT-359,
37. Santorski Z. 1999, Prognozowanie zagrożenia pożarowego lasów. Metoda IBL. Biblioteczka Leśniczego z. 112, s.1-11, SiłTL, DGLP, Warszawa,
38. Silva F. R. Y. 1998, Local Evaluation of the Forest Fires Risk through Danger Indices, Application to the Forest Regions of Andalusia. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Forest Fire Research and 14<sup>th</sup> Conference on Fire Forest Meteorology, Luso - Coimbra - Portugal 16 – 20<sup>th</sup> November 1998, pp. 1071-1084,
39. Sofronov M. A., Volokitina A. V., Fomina O. A. i Tartakovskaja T. M. 1994, Ocena i prognozowanie pożarnej opasności na osnove kart rastitelných gorjučich materijalov i meteoprognozov, Les. Choz. nr 2 s. 36-38,
40. Stickel P. W. 1931, The measurement and interpretation of forest fire weather in the western Adirondacks. State Univ. N.Y., Coll. Forestry, Bul. 34,
41. Szczygieł R. 1988, Forest litter burning in pine stands – laboratory and fields studies. International Workshop on Prescribed Burning, Francja, Avignon 1988,
42. Szczygieł R. 1989, Laboratoryjne badania procesu spalania pokrywy ściółkowej *Pinus sylvestris* L. Biul. Inf. Tech. Nauka i Tech. Poż. nr 3 s. 72-84,
43. Szczygieł R. 1989b, Rozprzestrzenianie się pożaru pokrywy gleby leśnej – próba modelowania. Rozpr. doktor. Inst. Bad. Leś. Warszawa,



44. Szczygieł R. 1991a, The influence of the weather factors fire risk. Seminar on Forest Fire Prevention, Land Use and People. ECE/FAO/ILO. Athens, Greece, published by the: Ministry of Agriculture Secretariat General Forests and Natural Environment.
45. Szczygieł R. 1991b, Warunki meteorologiczne a pożary lasu. Zeszyty Naukowe SGSP nr 1(8),
46. Szczygieł R. 1991c, A model of fire forest. 10<sup>ème</sup> Congres Forestier Mondial, Proceedings actas No. 2 Paris,
47. Szczygieł R. 1992a, Model pożaru lasu, Notatnik Naukowy IBL, nr 1,
48. Szczygieł R. 1992b, Modelowanie pożarów leśnych. Przegląd Pożarniczy nr 5, s. 12-13,
49. Szczygieł R. 1992c, Ochrona przeciwpożarowa lasów na świecie, Przegląd Pożarniczy nr 6, s. 12,
50. Szczygieł R. 1993, O modelu - raz jeszcze. Przegląd Pożarniczy nr 3, s. 11-12,
51. Szczygieł R. 1998, A Model of Forest Fire. Proceedings of Symposium CTIF "Firefighting Analysis and Risk Coverage" 1998, Lisabon,
52. Szczygieł R., Ubysz B., Piwnicki J. 2007, Impact of global warming on the occurrence of forest fire in Poland. Proceedings of the 4th International Wildland Fire Conference, 13–17 May 2007, Seville (Spain),
53. Szczygieł R., Ubysz B., Zawila-Niedzwiecki T., 2009, Spatial and temporal trends in distribution of forest fires in Central and Eastern Europe [W:] Development in Environmental Science 8. Wildland Fires and Air Pollution (eds: A. Bytnerowicz, M. Arbaugh, C. Andersen, A. Riebau), Elsevier. Amsterdam – Boston – Heidelberg – London – New York – Oxford – Paris – San Diego – San Francisco – Singapore – Sydney –Tokyo,
54. Ubysz B. i in. 2000, System ostrzegania i alarmowania o pożarach leśnych, sprawozdanie Inst. Bad. Leś., maszynopis, Warszawa,
55. Wiler K. 2000, Ochrona lasów przed pożarami, S.A. PSP Poznań,
56. Wiler K. 2007, Ochrona lasów przed pożarami. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa,
57. Wittich K.-P. 1998a, Waldbrandverfahren-Vorhersage des Deutschen Wetterdienstes, AFZ/Der Wald Nr 6, S. 321 – 324,
58. Wittich K.-P. 1998b, Waldbrandverfahren-Vorhersage. Teil I: Streufeuchtemodell. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, DWD intern Nr. 70, Beiträge zur Agrarmeteorologie, 2, 19,
59. Wittich K.-P., Lex P. 2000, Klimatologische Untersuchung der monatlichen Waldbrände Niedersachsens in den Jahren 1988-1998. Forstarchiv 71. J. S. 135 –142.
60. Yessad K., 1998, Caracteristiques d'ARPEGE operationnel et d'autres modeles. Report. Météofrance,
61. Zieger E., Lange S. 1960, Beiträge zur Waldbrand-Prognose, Archiv für Forstwesen B. 9 H. 2 s. 97-108.

st. kpt. mgr inż. **Paweł ZBROŻEK**  
bryg. mgr inż. **Jerzy PRASUŁA**  
Zespół Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej  
oraz Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowodziowych CNBOP

**Konsultacja:**

st. kpt. mgr inż. **Daniel Małozieć**  
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych  
i Pożarowych CNBOP

## **WPLYW WIELKOŚCI ŚREDNIC KROPLI MGŁY WODNEJ NA EFEKTYWNOŚĆ TŁUMIENIA POŻARÓW I CHŁODZENIE**

### ***INFLUENCE OF WATER MIST DROP SIZE ON EFFICIENCY OF FIRE SUPPRESSION AND COOLING***

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono ogólne informacje dotyczące właściwości i parametrów mgły wodnej istotne z uwagi na zastosowania gaśnicze. Wyjaśniono mechanizmy gaśnicze mgły wodnej i czynniki sprzyjające efektywności gaśniczej. Poddano analizie wpływ wielkości średnic kropli w mgłę wodnej z uwagi na tłumienie pożarów i chłodzenie gazów w gaszonej przestrzeni. Podano optymalne wartości średnic kropli w mgłę wodnej w odniesieniu do celów gaśniczych, w szczególności w obiektach zabytkowych.

#### **Summary**

This article describes general information concerning characteristics and parameters of water mist important for extinguishing applies. Extinguishing mechanisms and factors favourable for the efficiency of extinguishing process were explained. Influence of water mist drop size on the efficiency of fire suppression and cooling of gases in extinguishing space was analyzed. Optimal values of water mist drop diameters in relation to extinguishing purposes were given, particularly in heritage buildings.

## Wstęp

W Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpozarowej w Józefowie realizowany jest projekt rozwojowy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. **Badania nad opracowaniem dwufunkcyjnego urządzenia gaśniczego mgłowego zapobiegającego wystąpieniu zjawiska rozgorzenia w obiektach zabytkowych i przyczyniającego się do podniesienia bezpieczeństwa** – temat nr 4185/BC/BS/MNiSW/2008 (O R00 0040 04). Celem prowadzonych prac jest opracowanie urządzenia gaśniczego mgłowego, które spełniłoby dwie funkcje: urządzenia gaśniczego działającego automatycznie oraz funkcje typowej gaśnicy. Zmierza się do opracowania takiego urządzenia gaśniczego, które przy dość wysokiej niezawodności i skuteczności byłoby również stosunkowo tanie w produkcji, montażu i eksploatacji. Uzasadnieniem takiego podejścia jest fakt, że obiekty dziedzictwa kulturowego w Polsce, w tym szczególnie drewniane zabytkowe kościoły i kaplice nie są wyposażone w stałe urządzenia gaśnicze. Konsekwencją takiego stanu rzeczy są trudne do opanowania pożary tych obiektów. Często obiekty te wyposażone są w system sygnalizacji alarmu pożaru, jednak szybko rozwijający się pożar w takich obiektach uniemożliwia skuteczne działanie gaśnicze straży pożarnej będącej na miejscu w ciągu kilkunastu minut od chwili zaalarmowania przez system o pożarze. Rozwiązaniem takiego stanu rzeczy jest zastosowanie urządzeń gaśniczych, które, albo ugasiłyby pożar, albo przynajmniej znacznie spowolniłyby jego rozwój – tak, aby straż pożarna była w stanie rozpocząć akcję gaśniczą przed fazą rozgorzenia.

Jednym z istotnych aspektów badań nad opracowywanym dwufunkcyjnym urządzeniem gaśniczym mgłowym jest określenie optymalnych wielkości średnic kropli mgły wodnej. Na łamach niniejszego artykułu przedstawiono rozważania dotyczące optymalnych wielkości średnic kropli mgły wodnej z uwagi na efektywność tłumienia pożarów i chłodzenie, w szczególności w odniesieniu do zastosowań w obiektach drewnianych.

## 1. Teoretyczne podstawy rozpylania cieczy

W ochronie przeciwpożarowej najczęściej rozpylaną cieczą jest woda. Dlatego przypomnienie własności cieczy, a szczególnie wody, będzie bardzo pomocne w przedstawieniu podstaw rozpylania cieczy. Z kolei zrozumienie podstawowych praw rządzących rozpylaniem cieczy jest niezbędne do przedstawienia metod wytwarzania silnie rozpylonych strumieni wodnych i dalej, wykorzystania ich do celów gaśniczych. Teoretyczne podstawy rozpylania cieczy opracowano z wykorzystaniem głównie publikacji [1] Orzechowski Z., Prywer J., *Rozpylanie cieczy*, II wydanie, WNT Warszawa 1991.

### 1.1. Właściwości i parametry cieczy mające wpływ na proces rozpylania

**Gęstość cieczy**  $\rho$  jest to stosunek masy  $m$  (kg) do objętości  $V$  (m<sup>3</sup>) w określonej temperaturze i ciśnieniu:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

W przypadku wody w temperaturze 4 °C i pod ciśnieniem 101 325 Pa gęstość ta wynosi 999,97 kg/m<sup>3</sup>. [2]

**Lepkość** jest to zdolność płynu do przenoszenia naprężeń stycznych przy wzajemnym poruszaniu się warstw płynu. W ujęciu matematycznym jest to współczynnik proporcjonalności we wzorze Newtona na naprężenia styczne  $\tau$  występujące w przepływającym płynie:

$$\tau = -\mu \frac{dv}{dn} \quad (2)$$

stąd współczynnik lepkości:

$$\mu = -\tau \frac{dv}{dn} \quad (3)$$

gdzie:  $\mu$  – lepkości dynamiczna (Pa·s) lub (kg/m·s)

$\frac{dv}{dn}$  – gradient prędkości  $dv$  na kierunku  $dn$

Lepkość cieczy w odniesieniu do cieczy jednorodnych, do których możemy zaliczyć wodę, zależy:

- od właściwości płynu w zakresie przepływów laminarnych (przepływy wolne),
- od ruchu cieczy w zakresie przepływów turbulentnych (przepływy szybkie).

Lepkość dynamiczna czystej wody w temperaturze 20 °C w zakresie przepływów laminarnych wynosi  $1004 \times 10^{-6}$  Pa·s. [2]

Stosowane jest również pojęcie lepkości kinematycznej  $\nu$  (m<sup>2</sup>/s)

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (4)$$

**Napięcie powierzchniowe**  $\sigma$  (J/m<sup>2</sup>) na granicy fazy ciekłej i gazowej wynosi:

$$\sigma = \frac{dE_A}{dA} \quad (5)$$

gdzie:  $dE_A$  – energia powierzchniowa, czyli energia w (J) zużyta na zwiększenie powierzchni cieczy o wartość  $dA$ .

Napięcie powierzchniowe czystej wody w powietrzu w temperaturze 20 °C wynosi 72,58 × 10<sup>-3</sup> N/m.[2]

**Temperatura** wody jest istotnym parametrem wody wpływającym na rozpylanie. Wraz z jej wzrostem zmniejsza napięcie powierzchniowe wody, co przyczynia się do lepszego rozdrobnienia. Temperatura wody stosowanej do rozpylania w urządzeniach gaśniczych zwykle nie odbiega od temperatury otaczającego środowiska.

**Dodatków do wody** używa się bardzo rzadko i tylko w uzasadnionych przypadkach. Najczęściej są to środki powierzchniowo czynne zmniejszające napięcie powierzchniowe wody. Poza tym mogą być zastosowane sole obniżające temperaturę zamarzania i jednocześnie poprawiające skuteczność gaśniczą – np. chlorki metali alkalicznych (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>) i węglany.

**Wpływ określonych właściwości cieczy na jej podatność na rozpylenie (uzyskiwane wielkości kropli) - ogólne zależności:**

- ciecze o większych gęstościach tworzą mniejsze krople, [1]
- ciecze o większej lepkości tworzą większe krople, [16]
- ciecze o większym napięciu powierzchniowym tworzą większe krople. [1]

Dodanie do wody odpowiednich modyfikatorów powodujących zmniejszenie napięcia powierzchniowego zwiększa stopień rozdrobnienia strumienia wodnego. Podniesienie temperatury wody powoduje również zmniejszenie napięcia powierzchniowego i zmniejszenie lepkości, co sprzyja jej podatności na rozpylenie na mniejsze krople. Klasycznym przypadkiem wykorzystania wysokiej temperatury do wspomagania rozpylania cieczy jest rozpylanie cieczy przegrzanej. Sposób ten, ze względu na bezpieczeństwo, nie jest polecany w zabezpieczeniach przeciwpożarowych.

## 1.2. Rozpylanie cieczy

Rozpylanie cieczy jest to rozpad cieczy na krople w wyniku dostarczania w odpowiedni sposób energii mechanicznej. Urządzenie służące do rozpylania cieczy nazywamy w ogólnym zastosowaniu **rozpylaczem**. Spotykana jest również nazwa *atomizer*.

Odpowiednio zbudowana dysza (w znaczeniu: końcówka przewodu hydraulicznego służąca do formowania strumienia cieczy) może pełnić funkcję rozpylacza i bywa nazywana *dyszą rozpylającą*.

W ochronie przeciwpożarowej rozpylacze stosuje się głównie do rozpylania wody. W zależności od przeznaczenia rozpylacze te noszą różne nazwy. Są to przede wszystkim:

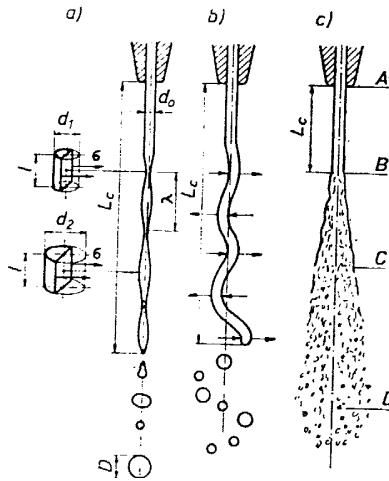
- *prądownice* – w odniesieniu do rozpylaczy wodnych obsługiwanych ręcznie a służących podawaniu rozpylonych i zwartych strumieni wodnych np. z hydrantu, z linii gaśniczej.
- *tryskacze i zraszacze* – w odniesieniu do rozpylaczy wodnych w stałych urządzeniach gaśniczych tryskaczowych i zraszaczowych.
- *kurtyny wodne* – do wytwarzania zasłon wodnych mających na celu zmniejszenie siły promieniowania cieplnego pożaru lub wychwycenia szkodliwych substancji z powietrza.
- *dysze mgłowe* – dysze umożliwiające rozpylenie wody do wysokiego stopnia rozpylenia.
- *głowice mgłowe* – zespół kilku (kilkunastu) dysz służący do rozpylania wody do wysokiego stopnia rozpylenia; głowice mgłowe są bardziej wydajne od dysz mgłowych z uwagi na ilość rozpylanej wody.

#### **Formy rozpadu strumienia cieczy (mechanizmy rozpylania cieczy)**

Mechanizm rozpylania cieczy należy rozpatrzeć na trzech następujących formach strumieni cieczy:

- strug cieczy,
- błon cieczy,
- kropli rozpadających się wtórnie na mniejsze krople.

Charakter rozpadu **strugi cieczy** zależy od prędkości wypływu strugi z dyszy (ryc. 1). [1]

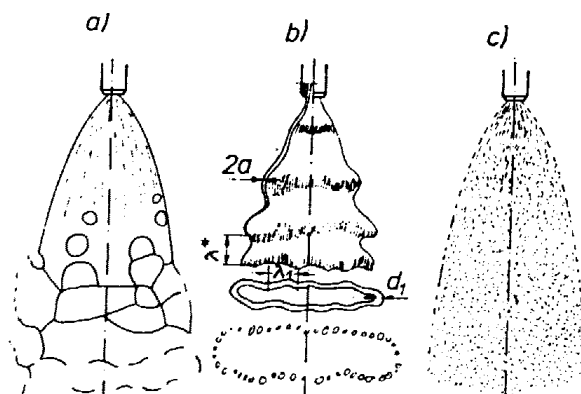


**Ryc. 1.** Rozpad cylindrycznej strugi cieczy pod wpływem sił aerodynamicznych [1]:

- powodowanych zakłóceniami symetrycznymi,
- powodowanych zakłóceniami asymetrycznymi,
- powodowanych turbulencją,

Najogólniej ujmując, rozróżnia się trzy charakterystyczne formy rozpadu, które zachodzą pod wpływem zakłóceń symetrycznych, asymetrycznych lub powodowanych turbulencją. Te formy rozpadu dotyczą prędkości przepływu rzędu 1 m/s, 10 m/s i powyżej kilkudziesięciu m/s, więc odpowiednio wzrastającego udziału sił aerodynamicznych.

Przebieg rozpadu **blony cieczy**, tak jak przebieg rozpadu strugi, zależy głównie od prędkości wypływu cieczy z rozpylacza. Zjawiskiem wspólnym dla każdego z tych przebiegów jest utrata stateczności strug, bowiem błona rozpada się na strugi, a następnie na krople. Można wyodrębnić trzy charakterystyczne przebiegi rozpadu błon w zależności od prędkości wypływu cieczy z rozpylacza wirowego (ryc. 2).



**Ryc. 2.** Powstawanie kropli w rozpylaczu wirowym

- |                    |                         |               |
|--------------------|-------------------------|---------------|
| a) rozpad błony    | b) rozpad błony wskutek | c) rozpylanie |
| wskutek perforacji | zjawisk falowych        | cieczy [1]    |

Przy prędkości do kilku metrów na sekundę (ryc. 2a) błona zmniejsza swoją grubość od kierunku wypływu i w określonym momencie zaczyna pękać tworząc otwory – perforacje. Przy większych prędkościach wypływu ujawniają się coraz wyraźniej zjawiska falowe powodując charakterystyczny rozpad błony (ryc. 2b). Przy dalszym wzroście prędkości wypływu (powyżej kilkudziesięciu m/s) maleje długość fal, a rośnie ich amplituda powodując tym samym właściwe rozpylanie (ryc. 2c).[1]

**Wtórny rozpad kropli** następuje w skutek działania siły aerodynamicznej, czyli wtedy, gdy krople dostają się do obszaru, w którym panuje zwiększone ciśnienie dynamiczne gazu ( $\rho_g w^2/2$ ). Ciśnienie dynamiczne rośnie wraz ze wzrostem gęstości gazu ( $\rho_g$ ), a przede wszystkim ze wzrostem względnej prędkości ( $w$ ) między gazem a kroplą. Wskutek opływu kropli przez gaz tworzy się na jej powierzchni rozkład ciśnień, który prowadzi do deformacji kropli. W przypadku cieczy o małej lepkości, jedyną siłą przeciwdziałającą deformacji kropli jest siła napięcia powierzchniowego.

Jak wcześniej wspomniano, na krople działają dwie główne siły, tj. siła aerodynamiczna i siła napięcia powierzchniowego. Gdy pierwsza z tych sił jest większą od drugiej, wówczas kropla deformuje się i rozpada. Warunek równowagi sił jest następujący:

$$c_x \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{\rho_g w^2}{2} = \pi D \sigma \quad (6)$$



stąd otrzymuje się:

$$We_{kr} = \frac{\rho_g w^2 D}{\sigma} = \frac{8}{c_x} \quad (7)$$

gdzie:  $c_x$  – współczynnik oporu kropli,  $We_{kr}$  – krytyczna liczba Webera,  $w$  – prędkość kropli względem gazu,  $\sigma$  – napięcie powierzchniowe,  $D$  – średnica kropli,  $\rho_g$  – gęstości gazu.

Z poprzedniego równania można obliczyć krytyczną średnicę kropli, czyli maksymalną średnicę kropli  $D = D_{max}$ , która może istnieć w tych warunkach, gdyż wszystkie krople większe od ( $D_{max}$ ) powinny ulec rozpadowi

$$D_{max} = \frac{\sigma We_{kr}}{\rho_g w^2} \quad (8)$$

Rozpad wtórny kropli zachodzi wtedy, gdy  $We \geq We_{kr}$ . Im większa jest liczba ( $We$ ), tym wymiary kropli w wyniku rozpadu wtórnego są mniejsze.[1]

Można również wprowadzić pojęcie minimalnej średnicy kropli ( $D_{min}$ ), która nie zmienia się wskutek rozpadu nawet w najbardziej szybkim przepływie gazu. Dzieje się tak, ponieważ krople o średnicach  $D < D_{min}$  są łatwo unoszone przez gaz, co wyklucza możliwość ich rozpadu. Oczywiście w danym widmie rozpylenia mogą znajdować się krople o średnicach mniejszych od ( $D_{min}$ ), bowiem takie krople mogą powstać w normalnym procesie rozpylania. [1]

### 1.3. Balistyka kropli

Zagadnienie balistyki kropli jest bardzo złożone i trudne do precyzyjnego ujęcia zarówno od strony analitycznej jak i eksperymentalnej. Wynika to z następujących powodów:

- ruch kropli odbywa się często w polu działania różnych i zmiennych sił,
- ruch pojedynczej kropli i ruch strugi kropli podlegają odmiennym prawom,
- struga kropli zawiera krople o różnych średnicach, wskutek czego ich ruch przebiega inaczej niż ruch kropli o średniej średnicy (wszelkie obliczenia wykonuje się dla kropli o średniej średnicy),
- krople ulegają deformacjom i następuje zmiana ich wymiarów (rozpad wtórny, parowanie) podczas ruchu, co jest szczególnie zauważalne powyżej pewnej odległości od rozpylacza (0,5 ÷ 1 m),

- na powierzchni kropli mogą się osadzać cząstki stałe, powodując zmianę ich masy. [1]

Analizując balistykę kropli należy rozpatrzyć dwa podstawowe ujęcia problemu:

- ruch pojedynczych kropli,
- ruch strugi kropli.

Rozpatrując ruch i zasięg pojedynczej kropli należy wziąć pod uwagę energię kinetyczną kropli, jej właściwości aerodynamiczne oraz wzajemne prędkości kropli i gazu. Przy małych średnicach kropli większej wagi nabierają procesy dyfuzji. Najprostszym przypadkiem ruchu strugi kropli to opadanie strugi kropli w dużym obszarze nieruchomego gazu. Opadanie takie może przebiegać według dwóch granicznych mechanizmów. Realizacja jednego lub drugiego mechanizmu zależy przede wszystkim od koncentracji, średnicy i prędkości kropli oraz od gęstości cieczy i gazu. Mechanizmy te mają następujący charakter:

1. Mechanizm porywania. Jeżeli pomiędzy kroplami istnieje duże wzajemne oddziaływanie aerodynamiczne, wówczas krople porywają gaz, który wypełnia przestrzeń między kroplami. [1]
2. Mechanizm segregacji polega na miejscowych koncentracjach określonych frakcji kropli. W strudze kropli znajdują się krople o różnych średnicach. Różnorodność ta powoduje, że krople o różnych średnicach podlegają odpowiednio oddziaływaniom sił o różnych wartościach – poruszają się w różny sposób oraz mają niejednorodny rozkład objętościowy w strudze np. krople w strumieniu z rozpylacza wirowego rozkładają się w ten sposób, że w osi rozpylacza jest przewaga drobnych kropli, a na obwodzie strumienia przewaga grubych kropli.

Powyżej opisana złożoność warunków narzuca konieczność stosowania daleko posuniętych uproszczeń w obliczeniach, co z kolei powoduje, że wyniki obliczeń obarczone są na tyle dużymi błędami, iż czasem tracą wymaganą użyteczność praktyczną. Stąd też w inżynierskich zastosowaniach obliczenia dotyczące balistyki kropli zwykle są weryfikowane eksperymentalnie.

#### **1.4. Parametry rozpylonej cieczy**

Kluczowe znaczenie przy rozpatrywaniu parametrów rozpylonej cieczy ma rozpylacz – jego konstrukcja, sposób rozpylania, wymiary. Nie mniejsze znaczenie mają warunki rozpylania (temperatura, ciśnienie) i parametry fizyczne rozpylanej cieczy, wpływ dodatków modyfikujących do cieczy. Niniejszy rozdział koncentruje się na parametrach rozpylonej cieczy pomijając technologię rozpylania.

Termin mgła wodna oznacza intuicyjnie bardzo drobno rozpyloną wodę tak, aby pozostała zawieszona w powietrzu przez pewien okres czasu. Termin ten odzwierciedla jedną z cech jakościowych strumienia rozpylonej wody (mgły wodnej), tj. rozmiary kropli są małe w porównaniu do kropli deszczu lub kropli w strumieniu wody wyrzuconej z tryskaczy. Rozmiary kropli nie są jedyną, ważną, z uwagi na zastosowanie, cechą strugi rozpylonej cieczy. W zależności od przewidywanego celu stosowania – gaszenie, chłodzenie, oczyszczenie powietrza czy zapobieganie rozgorzeniu – rozpylony strumień powinien się wyróżniać szeregiem cech, optymalnych dla danego zastosowania, np. :jakością rozpylenia, równomiernością rozpylenia, pędem strumienia, udziałem w strumieniu dużych kropli, itp.

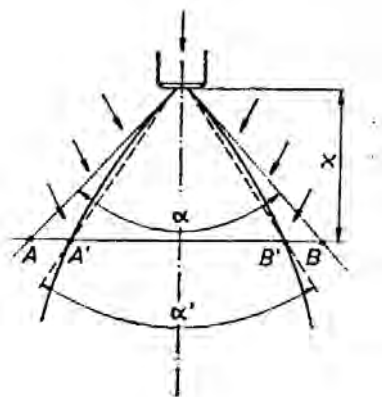
Chcąc sklasyfikować parametry rozpylonej cieczy należy opisać ją na dwóch poziomach – w skali makro, rozpatrując makrostrukturę rozpylonej cieczy i w skali mikro, rozpatrując jej mikrostrukturę.

#### 1.4.1. Makrostruktura

Makrostrukturę strumienia mgły wodnej można ogólnie opisać powierzchniami izometrycznymi gęstości masowej. Powierzchnie izometryczne gęstości masowej są to powierzchnie o tej samej gęstości masowej – podobnie jak izobary w meteorologii to powierzchnie w atmosferze o tym samym ciśnieniu. W zależności od metodyki pomiaru i uzyskanych kształtów tych powierzchni izometrycznych gęstości masowej możemy mówić o:

- kącie rozpylenia,
- zasięgu strumienia,
- rozkładzie intensywności zraszania.

**Kąt rozpylenia  $\alpha$**  jest to kąt wierzchołkowy rozpylonego strumienia. Na rysunku 3 widać, że strumień zwęża się wraz ze wzrostem odległości  $x$  od dyszy. Zwężenie strumienia wynika głównie z działania otaczającego gazu, który zostaje wprawiony w ruch przez zasysające działanie strumienia. Istotne znaczenie ma również siła ciężkości. Kąt  $\alpha$  może być, zatem jednoznacznie określony, tylko w mocno rozrzedzonym gazie w warunkach nieważkości. Czasem definiuje się kąt rozpylenia za pomocą kąta  $\alpha'$ , który można mierzyć w normalnych warunkach. Pomiar taki ma sens wtedy, gdy dla danej odległości  $x$  jest znana współzależność odcinków  $AB$  i  $AB'$ , czyli współzależność kątów  $\alpha$  i  $\alpha'$ . [1]



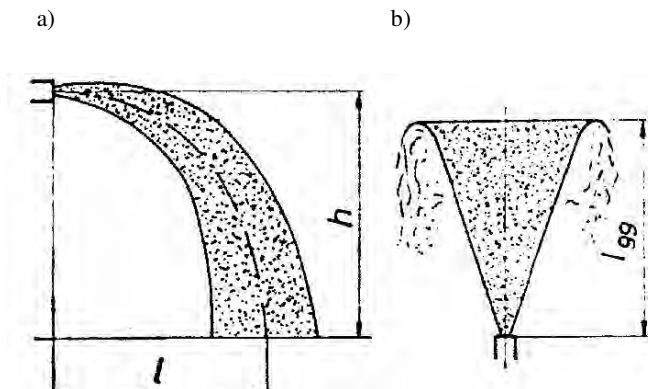
**Ryc. 3.** Zwężenie strugi kropli w nieruchomym otoczeniu

Do celów praktycznych wykorzystywany jest głównie kąt  $\alpha'$ , gdyż zależy nam na znajomości obszaru zraszania, jaki można uzyskać z danego rodzaju dyszy. Z kolei znajomość obszaru zraszania jest konieczna do obliczenia liczby i rozmieszczenia dysz urządzenia gaśniczego tak, aby pokryć całą powierzchnię chronioną. Kąt rozpylenia  $\alpha'$  jest również istotny w przypadku uwzględniania fizycznych przeszkód stojących na drodze rozpylanych kropli. Znajomość kąta  $\alpha'$  pozwala na usytuowanie dysz umożliwiające ominięcie przeszkód.

Z kątem  $\alpha'$  związany jest napór, jaki wywiera rozpylany strumień na określoną jednostkową powierzchnię oraz zasięg strumienia. Im większy kąt  $\alpha'$  przy danej wydajności i ciśnieniu tym mniejszy napór na określoną jednostkową powierzchnię, na którą pada strumień. Przy wzrastającym kącie  $\alpha'$  maleje jednocześnie z naporem zasięg strumienia.

**Zasięg strumienia  $L$**  jest to długość strumienia w kierunku osiowym. Zasięg  $L$  zwykle mierzy się dwoma sposobami:

- przy poziomym rzucie strumienia (rys. 4a),  $L_h$  jest funkcją wysokości  $h$ ,
- przy pionowym rzucie strumienia (rys. 4b), przyjmuje się że zasięg strumienia  $L_{99}$  jest to wysokość, na którą uniesie się nie mniej niż 99% masy cieczy.[1]



Ryc. 4. Zasięg strugi kropli

a) przy poziomym rzucie strumienia b) przy pionowym rzucie strumienia [1]

Zasięg  $L$  zależy od prędkości wypływającej cieczy, jej masy i widma rozpylenia – im większa prędkość i większa masa, a w strumieniu jest znaczący udział kropli o dużych średnicach, tym zasięg  $L$  jest większy. Parametr ten w sposób bardzo istotny wpływa na skuteczność gaśniczą. Zwykle większy zasięg rozpylonego strumienia zapewnia lepszą skuteczność gaśniczą.

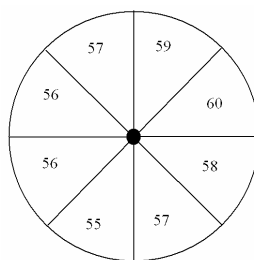
Na podstawie wyników pomiarów widma rozpylenia przedstawiających rozkład ilościowy cieczy<sup>1</sup> w strudze kropli można obliczyć **intensywności zraszania** dla danego punktu pomiarowego. Dysponując informacją o liczbie kropli z każdego przedziału pomiarowego, jaka osiadła na określonej powierzchni wyznaczonej przez sondę pomiarowa można obliczyć masę wody, jaka została wykroplona na tej powierzchni. Przy odniesieniu do jednostki czasu można wyliczyć szacunkową wartość intensywności zraszania.

Wysokie dokładności pomiarów intensywności zraszania są możliwe do osiągnięcia przy bezpośrednich pomiarach ilości wody wykroplonej w poszczególnych punktach w odniesieniu do jednostki czasu. Przykładowe sposoby pomiarów intensywności zraszania umożliwiające osiągnięcie dużej dokładności pomiarów ilustrują rysunki 5, 6, 7 i 8. Numery w komórkach symbolizują przykładowe wysokości słupów wody (mm) w naczyniach pomiarowych po określonym czasie działania dyszy. Dysza umiejscowiona jest centralnie na określonej wysokości  $h$  (m) nad zestawem naczyń pomiarowych.

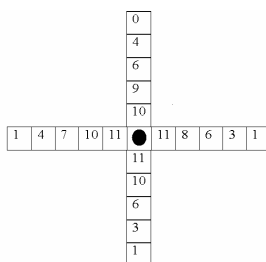
<sup>1</sup> Wyjaśnienie w rozdziale *Mikrostruktura*.

|   |   |    |    |    |    |    |    |   |   |
|---|---|----|----|----|----|----|----|---|---|
| 0 | 0 | 0  | 1  | 3  | 1  | 3  | 0  | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 3  | 7  | 7  | 6  | 6  | 4  | 5 | 0 |
| 1 | 6 | 12 | 12 | 11 | 9  | 11 | 9  | 4 | 0 |
| 3 | 6 | 13 | 10 | 11 | 10 | 9  | 11 | 8 | 2 |
| 5 | 8 | 10 | 10 | 12 | 12 | 10 | 9  | 7 | 4 |
| 4 | 8 | 10 | 11 | 12 | 11 | 11 | 10 | 8 | 5 |
| 2 | 7 | 10 | 9  | 9  | 10 | 10 | 11 | 5 | 3 |
| 1 | 5 | 11 | 9  | 8  | 9  | 11 | 12 | 4 | 1 |
| 0 | 2 | 3  | 7  | 7  | 5  | 7  | 4  | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 2  | 3  | 2  | 1  | 3  | 2  | 0 | 0 |

**Ryc. 5.** Schemat stanowiska do pomiarów pełnego rozkładu intensywności zraszania



**Ryc. 6.** Schemat stanowiska do pomiarów obwodowego rozkładu intensywności zraszania



**Ryc. 7.** Schemat stanowiska do pomiarów promieniowego rozkładu intensywności zraszania

Utworzony wykres na podstawie otrzymanych wyników pomiarów z pełnego rozkładu intensywności zraszania będzie wykresem trójwymiarowym. Chcąc przedstawić rozkład intensywności zraszania na płaszczyźnie należy się posłużyć liniami izometrycznymi objętości wody – powstaną one przez połączenie liniami komórek o tych samych wartościach. Linie izometryczne objętości wody są obrazem przecięcia powierzchni izometrycznych gęstości masowej płaszczyzną pomiarową.

Dysza rozpylająca powinna charakteryzować się określoną, symetryczną, równomiernością rozpylenia. Ryc. 7 przedstawia pomiar promieniowego rozkładu intensywności zraszania, natomiast ryc. 6 przedstawia pomiar obwodowego rozkładu intensywności zraszania. Promieniowy rozkład intensywności zraszania służy do oceny równomierności strugi kropli wzdłuż promienia, natomiast obwodowy rozkład intensywności zraszania służy do oceny symetrii strugi kropli względem jej osi.

Intensywność zraszania dysz przeznaczonych do stałych urządzeń gaśniczych mgłowych powinna być mierzona jednocześnie na kilku dyszach, - do badań przyjmuje się na czterech sąsiednich dyszach-, jak to przedstawiono na ryc. 8. Uzasadnione jest to tym, że dysze w tych urządzeniach pracują w zespołach: albo pracują w sekcjach (urządzenia zraszaczowe) albo zakłada się, że nastąpi otwarcie kilku sąsiednich dysz (urządzenia tryskaczowe). Bardzo rzadko zakłada się, że dysze działają pojedynczo. W obszarach granicznych strumienie z kilku sąsiednich dysz nakładają się nawzajem na siebie tworząc nieco inny rozkład intensywności zraszania niż w przypadku strumienia z tych dysz rozpatrywanych jako każda dysza oddzielnie. Toteż istnieje potrzeba sprawdzenia w szczególności obszarów „granicznych”. Duże różnice w wartościach intensywności zraszania pomiędzy poszczególnymi komórkami są bardzo niekorzystne – świadczy to o nieprecyzyjnym wykonaniu dyszy. Cechę tą określaną jako *nierównomierność rozkładu intensywności zraszania* można mierzyć i porównywać jej wartość z innymi dyszami.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 | 8 |
| 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 9 | 8 |
| 7 | 8 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 9 | 8 | 9 |
| 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 8 | 9 | 8 | 7 | 5 | 5 | 6 | 7 | 9 | 8 |
| 9 | 8 | 9 | 7 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 8 |
| 9 | 8 | 9 | 8 | 7 | 8 | 9 | 8 | 9 | 8 |
| 9 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 9 | 8 | 7 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**Ryc. 8.** Schemat stanowiska do pomiarów rozkładu intensywności zraszania dysz pracujących w zespole

*Nierównomierność rozkładu intensywności zraszania  $I$*  można określić liczbowo na podstawie równania:

$$I = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{sr}} 100\% \quad (9)$$

gdzie:  $q_{\max}$ ,  $q_{\min}$ ,  $q_{sr}$  – odpowiednio maksymalna, minimalna i średnia intensywność zraszania.

[1]

Parametr  $I$ , ustalony na podstawie pomiarów pełnego rozkładu intensywności zraszania dyszy lub zespołu dysz, będzie bardziej wiarygodny niż ustalony na podstawie pomiarów promieniowego lub obwodowego rozkładu intensywności zraszania, przy zastosowaniu komórek tej samej wielkości. Niewątpliwie ten pierwszy jest dużo bardziej pracochłonny. Należy zwrócić jeszcze uwagę na to, aby zgodnie z regułami statystyki, do pomiarów użyć stosunkowo dużej liczby komórek pomiarowych – adekwatnie do pola pokrycia, jakie zakreśla dana dysza.

Wyżej opisane sposoby mierzenia *intensywności zraszania* (wyrażanej w przyroście słupa wody w czasie [mm/min]) są właściwe w przypadku pomiarów mgły wodnej o niskim stopniu rozpylenia oraz „zwykłych” strumieni rozpylonych takich jak np. z tryskaczy. W przypadku mgły wodnej o wysokim stopniu rozpylenia (mgły wodnej określanej jako „sucha” tj o średnicy do 5 mikrometrów lub „nie osiadająca” o średnicy do 50 mikrometrów) pomiar intensywności zraszania nie jest praktycznie możliwy. Wyobrażeniem problemu może być próba pomiaru intensywności zraszania, jaka powodowałaby znana wszystkim mgła atmosferyczna. Ekwiwalentem intensywności zraszania w takim przypadku może być gęstość strumienia wyrażona w [ml/m<sup>3</sup>]. Jednym ze sposobów pomiaru gęstości mgły wodnej zawieszonej w powietrzu jest pomiar ekstynkcji, czyli wyznaczenie gęstości optycznej ośrodka (tu mgły wodnej zawieszonej w powietrzu) na podstawie osłabienia promieniowania.

#### 1.4.2. Mikrostruktura

Krople w rozpylonym strumieniu wody stanowią typowy układ niejednorodny (polidispersyjny), który charakteryzuje się dużym rozrzutem średnic kropli. Jeszcze większy rozrzut występuje w przypadku powierzchni i mas kropli. Na przykład strumień kropli o średnicy od 10 µm do 200 µm ma rozrzut średnic 1:20 a rozrzut mas do potęgi trzeciej, czyli 1:8000. Układ polidispersyjny, jakim jest rozpylony strumień wody, można przedstawić graficznie w postaci krzywej rozkładu ilościowego (udziałów ilościowych) kropli. Chcąc wiernie opisać mikrostrukturę rozpylanej cieczy należy policzyć całkowitą ilość kropli w badanej, reprezentatywnej próbce, jednocześnie mierząc średnice liczonych kropli. Następnie całkowity zakres mierzonych średnic należy podzielić na kilkanaście lub kilkadziesiąt przedziałów wielkości średnic, w zależności od wymaganej dokładności i metody pomiaru. Dla przykładu: zmierzylśmy, że największe wytwarzane krople będą miały średnice  $D_{\max} = 400 \mu\text{m}$ , a najmniejsze, które jeszcze nas interesują będą miały średnice 20 µm – na tej podstawie tworzymy zakres od 20 µm do 400 µm, który następnie dzielimy np. na 19 równych przedziałów, każdy o szerokości 20 µm. Liczba kropli ( $n$ ) zakwalifikowanych



do określonego przedziału ( $i$ ) o szerokości ( $\Delta D$ ) odniesiona do całkowitej liczby kropli ( $N$ ) przedstawia udział ilościowy (liczbowy)  $\Delta \bar{n}$  kropli w danym przedziale  $i$ .

$$\Delta \bar{n}_i = \frac{\Delta n_i}{N} \quad (10)$$

Na tej podstawie, czyli znajomości wielkości kropli oraz udziałów ilościowych<sup>2</sup> w poszczególnych przedziałach tworzymy histogram. Histogram jest opisany funkcją rozkładu ilościowego kropli według następującego wzoru:

$$f_n(D) = \frac{\Delta \bar{n}_i}{\Delta D_i} \quad (11)$$

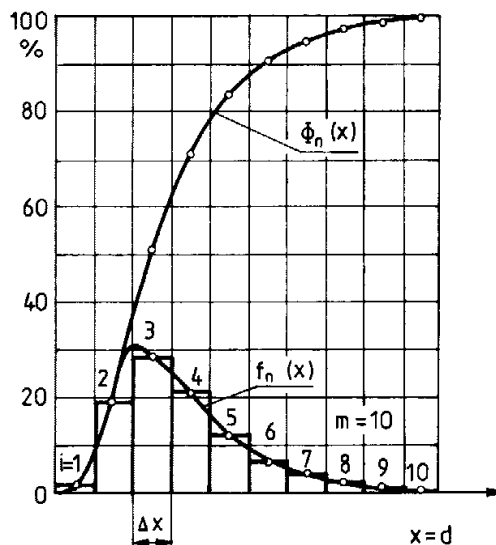
Postępujemy ciągle zgodnie z zasadami matematyki i stosujemy terminologię statystyczną. Przyjmując średnice kropli ( $D$ ) jako zmienną losową ( $x$ ) tj. zmienną ciągłą, przy szerokościach przedziałów ( $\Delta x_i$ ) dążących do wartości 0 mamy:

$$f_n(x) = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{n}_i}{\Delta x_i} = \frac{d \bar{n}}{dx} \quad (12)$$

Funkcja  $f(x)$  opisuje rozkład gęstości prawdopodobieństwa zmiennej losowej ( $x$ ), jej wykres przedstawia krzywą **rozkładu ilościowego kropli (cząstek)**. Powstaje ona przez wygładzenie krzywej schodkowej przedstawiającej procentowe udziały ilościowe cząstek w każdym z przedziałów, przy czym średnica ( $x$ ) jest zmienną ciągłą. Jak widać na rys. 9, rozkład  $f(x)$  nie jest rozkładem normalnym (rozkładem Gaussa).

---

<sup>2</sup> Analiza ilościowa może tu dotyczyć: liczby kropeł, ich masy, objętości, powierzchni lub długości średnic kropli.



**Ryc. 9.** Krzywe  $f_n(D)=f_n(x)$  i  $\Phi_n(D)=\Phi_n(x)$  udziału ilościowego cząstek [1]

Funkcja  $f(x)$  jest pochodną dystrybuanty  $\Phi(x)$  zmiennej losowej  $(x)$ , zaś dystrybuanta  $\Phi(x)$  jest funkcją **sumarycznego udziału (rozkładu) ilościowego kropli**.

$$\Phi_n(x) = \sum_{i=1}^{i=m} \Delta n_i \quad (13)$$

lub

$$\Phi_n(x) = \int_0^x f_n(x) dx \quad (14)$$

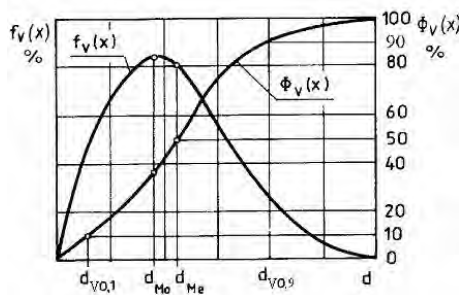
Dystrybuanta jako krzywa niemalejąca określa procentowy udział liczby cząstek o średnicach mniejszych od  $(x)$  jaki jest w całkowitej liczbie cząstek. [1]

Wszystko, co powiedziano na temat rozkładu ilości cząstek  $f_n(x)$  i  $\Phi_n(x)$ , w funkcji długości  $(x)$  tj. średnic  $(D)$ , dotyczy również rozkładu ilości cząstek w funkcji powierzchni  $f_A(x)$  i  $\Phi_A(x)$  oraz objętości (masy)  $f_V(x)$  i  $\Phi_V(x)$  – są to wartości ilościowe powiązane ze sobą.

Na wykresach rozkładu objętości  $f_V(x)$  i  $\Phi_V(x)$  – przedstawionych na rys. 10 - pokazano dwie charakterystyczne średnice. Jedną z nich jest średnica modalna zwana dominantą  $(D_{mod})$ ,

odpowiadająca maksimum krzywej  $f_V(x)$  lub punktowi przecięcia krzywej  $\Phi_V(x)$ . Drugą jest średnica medialna ( $D_{V0,5}$ ), która dzieli powierzchnię pod krzywą  $f_V(x)$  lub objętość (masę) kropli na dwie połowy, co odpowiada wartości  $\Phi_V(x) = 50\%$ . [1]

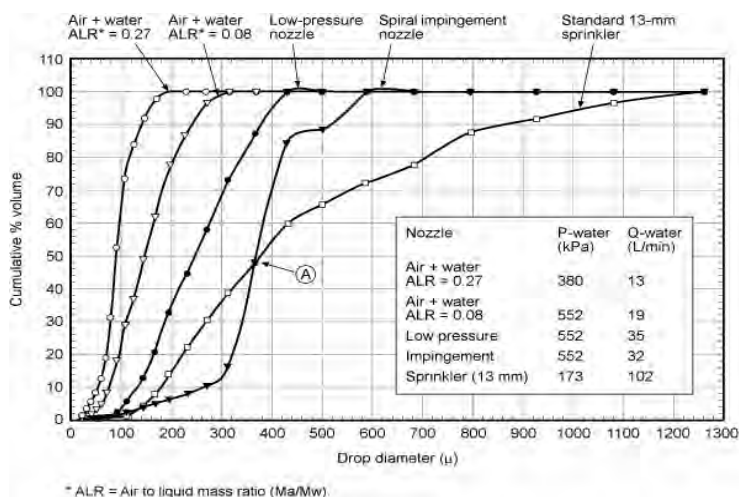
W literaturze, szczególnie angielszczynej, średnicę medialną oznacza się często VMD<sup>3</sup>.



**Ryc. 10.** Średnice charakterystyczne na krzywych rozkładu objętościowego

Można również znaleźć taką średnicę kropli, która będzie dzieliła objętość (masę) kropli według innych proporcji np. na wykresie  $\Phi_V(x) = 10\%$ , co znaczy, że objętość (masa) kropli, których średnice są mniejsze od znalezionej ( $D_{V0,1}$ ) jest równa 10% całkowitej objętości mierzonych kropli. W identyczny sposób znajdujemy średnicę ( $D_{V0,9}$ ). Wyżej opisane średnice  $D_{V0,1}$ ,  $D_{V0,5}$ ,  $D_{V0,9}$  są wykorzystywane jako średnice pozycyjne. Dzięki tym trzem punktom możemy dość precyzyjnie określić położenie krzywej  $f_V(x)$  i  $\Phi_V(x)$ , a co za tym idzie opisywane za ich pomocą widmo rozpylenia. Wykorzystując kilka średnic pozycyjnych danego wykresu widma możemy dość obiektywnie porównywać między sobą widma rozpylenia uzyskiwane w różnych warunkach (np. inne dysze, położenie, ciśnienie itp.). Porównania między sobą tylko jednej średnicy (np.  $D_{mod}$ ,  $D_{V0,5}$  czy średnicy średniej) jest użyteczne przy ogólnych opisach, natomiast przy szczegółowych opisach może dojść do powstania dużych błędów.

<sup>3</sup> Skrót z jęz. angielskiego od Volume Median Diametr.



**Ryc. 11.** Porównanie krzywych rozkładu objętościowego kropli w odniesieniu do dysz mgłowych różnego rodzaju [5]

Jak jest to widoczne w punkcie A na rysunku 11 dwa strumienie rozpylonej cieczy o tym samym  $D_{v0,5}$  (VMD) mogą mieć wyraźnie różne widma rozpylenia. Ważna jest informacja, że w strumieniu rozpylonej cieczy znajdują się krople o większych średnicach. Dzięki tej informacji można zapobiec np. rozbryzgiwaniu się cieczy palnych na skutek przedarcia się dużych kropli do powierzchni paliwa [5]. Wiarygodną informację na ten temat daje znajomość opisanych średnic pozycyjnych. W szczególnych przypadkach możemy określić średnicę ( $D_{max}$ ) to znaczy, zmierzyć i podać, jakie maksymalnej wielkości krople znajdują się w rozpylonym strumieniu.

Krzywe eksperymentalne  $f(x)$  i  $\Phi(x)$  mogą być opisane różnymi równaniami, które mają lepsze lub gorsze własności aproksymujące. Do najbardziej znanych należy równanie Rosina-Rammlera:

$$\Phi_V(x) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{D}{X} \right)^\delta \right] \quad (15)$$

gdzie:

$D$  – średnica cząstki,

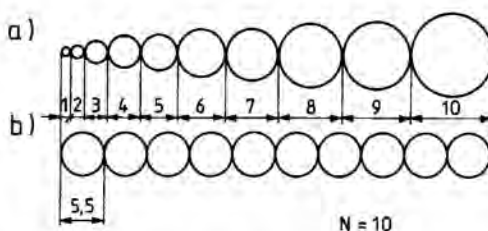
$\delta$  – parametr rozkładu (jednorodności rozdrobnienia),

$X$  – parametr rozmiaru średnic kropli.

Parametry równania  $\delta$  i  $X$  wyznacza się graficznie na podstawie szeregu próbek.

Równanie to określa, jaki jest udział objęściowy (masowy) cząstek o średnicach mniejszych od  $D$ . [2]

Wobec faktu zróżnicowania rozmiarów cząstek zachodzi konieczność charakteryzowania pobranej próbki kropli za pomocą średnich średnic. **Średnia średnica** jest to wielkość umowna, która charakteryzuje zbiór jednakowych cząstek w zastępstwie rzeczywistej populacji cząstek. Średnia średnica w zależności od sposobu jej obliczania - określa każdorazowo taką własność zbioru, jak liczba, średnica, powierzchnia oraz objętość cząstek, lecz nie daje pełnej informacji o samej populacji cząstek.



**Ryc. 12.** Zbiory cząstek: a) zbiór wielofrakcyjny, b) zbiór zastępczy pod względem ilości i średnicy cząstek

Na rysunku 12a pokazano zbiór dziesięciu ( $N = 10$ ) cząstek kulistych o średnicach od 1 do 10 jednostek umownych. Zbiór ten na rysunku 12b zastąpiono zbiorem również dziesięciu cząstek o średniej średnicy arytmetycznej 5,5 tych samych cząstek; oba zbiory mają tę samą długość. Gdyby natomiast stworzyć zbiór zastępczy o tej samej liczbie cząstek i o tej samej sumarycznej powierzchni, to cząstki zastępcze miałyby średnicę 6,21 jednostek. Ponieważ ilość cząstek w poszczególnych przedziałach wynosi  $\Delta n$ , więc długość, powierzchnia i objętość (masa) cząstek w każdym z przedziałów są określone odpowiednio przez  $\Delta n d$ ,  $\Delta n d^2$  i  $\Delta n d^3$ . Łączne wartości otrzymuje się przez sumowanie we wszystkich przedziałach.

Tabela 1.

**Wybrane średnie średnice kropli (cząstek) [1][2]**

| Średnia średnica                   | Oznaczenie*     | Wzór                                                | Zastosowanie                                |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Arytmetyczna<br>(długość/liczba)   | D <sub>10</sub> | $\frac{\sum \Delta n D}{\sum \Delta n}$             | porównanie układów dyspersyjnych            |
| Objętościowa<br>(objętość/liczba)  | D <sub>30</sub> | $\sqrt[3]{\frac{\sum \Delta n d^3}{\sum \Delta n}}$ | kontrola objętości, zjawiska objętościowe   |
| Sautera<br>(objętość/powierzchnia) | D <sub>32</sub> | $\frac{\sum \Delta n D^3}{\sum \Delta n D^2}$       | zasięg kropli, wymiana masy, wymiana ciepła |

\*Indeksy przy oznaczeniu średnicy oznaczają, przestrzenie, po jakich dokonywano uśrednienia np. średnia średnica d<sub>10</sub> oznacza, że skojarzono wymiar liniowy średnicy (1) z wartością niemianowaną (0), jaką jest liczba kropli.

Średnica objętościowo powierzchniowa D<sub>32</sub> (średnica Sautera) jest to średnica jednorodnego zbioru zastępczego o tej samej sumarycznej objętości i tej samej sumarycznej powierzchni wszystkich kropli, co w zbiorze rzeczywistym. Średnica Sautera jest stosowana najczęściej, gdy chcemy opisać procesy zachodzące w środowisku pożaru takie jak: zasięg kropli, wymianę ciepła i masy.

**Zasięg kropli** zależy od stosunku sił bezwładności i sił oporu aerodynamicznego według zależności:[1]

$$D_{32} \sim \frac{\sum \rho_1 \frac{\pi D^3}{6} a \Delta n}{\sum c_x \frac{\pi D^2}{4} \frac{\rho_2 v^2}{2} \Delta n} \quad (16)$$

gdzie: ρ<sub>1</sub>, ρ<sub>2</sub> - gęstości cieczy i otaczającego ośrodka gazowego, a - przyspieszenie kropli.

**Wymiana ciepła** między kroplami i otoczeniem zależy od stosunku ilości ciepła potrzebnego do ogrzania kropli o ΔT do ilości ciepła przejmowanego przez krople z otoczenia przy różnicy temperatur ΔT według zależności:[1]

$$D_{32} \sim \frac{\sum c_1 \rho_1 \frac{\pi D^3}{6} \Delta T \Delta n}{\sum \alpha \pi D^2 \Delta T \Delta n} \quad (17)$$

gdzie:  $c_1$  - ciepło właściwe cieczy,  $\alpha$  - współczynnik przejmowania ciepła. **Wymiana masy między kroplami i otoczeniem** zależy od stosunku masy kropli do masy odparowanej cieczy w jednostce czasu według zależności:[1]

$$D_{32} \sim \frac{\sum \rho_l \frac{\pi D^3}{6} \Delta n}{\sum \pi D^2 \beta (C_o - C) \Delta n} \quad (18)$$

gdzie:  $\beta$  - współczynnik wymiany masy,  $C$ ,  $C_o$  - koncentracja cieczy w otaczającym ośrodku gazowym z dala od powierzchni i przy powierzchni kropli.

**Wskaźniki rozpylenia cieczy** są to wskaźniki opisujące mikrostrukturę rozpylonej cieczy, czyli innymi słowy, są to parametry opisujące stan strumienia na poziomie mikro: średnie średnice kropli, pozycyjne średnice kropli, powierzchnie właściwe kropli, jakość rozpylenia. Porównując wskaźniki rozpylenia cieczy między sobą można, przy wykorzystaniu od jednej do kilku liczb charakteryzujących te wskaźniki, wybrać najbardziej pożądane do danej aplikacji rozpylenie.

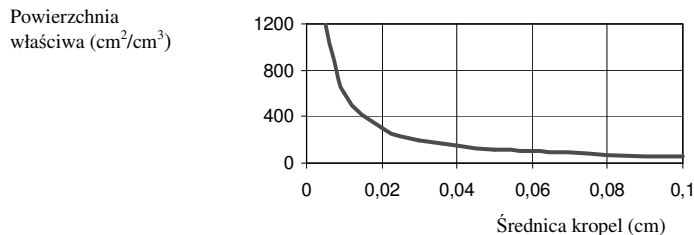
**Powierzchnia właściwa kropli**  $A_D$  jest to powierzchnia przypadająca na jednostkę objętości (rzadziej masy) rozpylonej cieczy. Znajomość tej powierzchni jest istotna przy opisie procesów zachodzących na powierzchni kropli – np. adsorpcji (czyli wychwytywania) cząsteczek szkodliwych gazów lub cząstek ciał stałych (np. dymu). Powierzchnię właściwą  $A_D$  można obliczyć ze znajomości widma rozpylenia, lecz jest to czynność zbyt uciążliwa, dlatego korzysta się z pojęcia średnicy Sautera. Średnica  $D_{32}$  jest określona dla takiego zbioru kropli, który ma taki sam stosunek objętości i powierzchni wszystkich kropli, jak i jednej kropli o średnicy  $D_{32}$ . Należy, zatem zapisać:

$$A_D = \frac{A_l}{V_l} = \frac{\pi D_{32}^2}{\frac{\pi D_{32}^3}{6}} = \frac{6}{D_{32}} \quad (19)$$

gdzie:  $A_l$  i  $V_l$  – powierzchnia i objętość jednej kropli.

Podstawiając  $D_{32}$  w centymetrach uzyskuje się  $A_D$  w  $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ .

Na rysunku 13 przedstawiono wykres powierzchni właściwej jednorodnych kropli w zależności od wielkości średnic kropli.



**Ryc. 13.** Zależność powierzchni właściwej  $A_D$  kropli od ich średnic  $D$

**Jakość rozpylenia** jest opisywana dwoma parametrami: stopniem rozpylenia i jednorodnością rozpylenia. Każdy z tych dwóch parametrów będzie charakteryzowany przez określone liczby.[1]

**Jednorodność rozpylenia  $J$**  określa rozrzut średnic kropli, przy czym większa jednorodność rozpylenia oznacza mniejszy rozrzut średnic kropli.

W literaturze anglojęzycznej spotyka się odwrotność tej wartości określanej jako *Relative Span Factor* (RSF), który oblicza się według wzoru:

$$RSF = 1/J = \frac{D_{V0,9} - D_{V0,1}}{D_{V0,5}} \quad [1][8] \quad (20)$$

**Stopień rozpylenia** informuje o średniej średnicy kropli, przy czym większy stopień rozpylenia oznacza mniejszą średnią średnicę kropli [1]. W zależności od zastosowania podaje się odpowiednio określoną średnią średnicę kropli – np.  $D_{32}$ ,  $D_{10}$ . Cennym uzupełnieniem określenia jakości rozpylenia jest podanie, oprócz jednorodności rozpylenia  $J$  (lub współczynnika RSF) oraz stopnia rozpylenia (czyli średniej średnicy  $D_{XY}$ ), również średnicy  $D_{max}$  – średnicy największych kropli występujących w strumieniu. Zależy to od przewidywanego zastosowania mgły wodnej. Dla przykładu w strumieniu gaśniczym mgły wodnej stosowanej do gaszenia pożarów klasy F (tłuszcze spożywcze) obecność kropli o średnicy większej niż  $D_{krytyczne}$  spowoduje, że kropla ta nie zdąży odparować przed osiągnięciem powierzchni gaszonego tłuszczu. Kontakt kropli wody z gorącym tłuszczem powoduje rozrzut tego tłuszczu i w konsekwencji zintensyfikowanie spalania – efekt odwrotny od zamierzonego. W tym przypadku znajomość średnicy  $D_{max}$  jest konieczna do weryfikacji czy nie przekracza wartości średnicy  $D_{krytyczne}$ .



Rozkład ilościowy kropli, czyli widmo rozpylenia jest podstawowym parametrem opisującym mikrostrukturę rozpylonej cieczy. W oparciu o ten pierwotny parametr możliwe są do wyliczenia inne rozkłady (powierzchniowe, objętościowe) i liczby charakteryzujące te rozkłady (średnice pozycyjne, średnice medialne, średnice średnie, jednorodność rozpylenia itd.). Rozkład ilościowy nie jest jedynym parametrem opisującym mikrostrukturę rozpylonej cieczy. W wielu zastosowaniach strumieni rozpylonych w ochronie p.poż. (głównie jednak do gaszenia i chłodzenia) ważnymi parametrami są prędkości kropli oraz ich przestrzenne lub czasowo-przestrzenne koncentracje.

W literaturze (głównie anglojęzycznej) utrwalił się i funkcjonuje do tej pory podział na 3 klasy mgły wodnej w zależności od średnic kropli występujących w tej mgle. Podział ten opisany jest w [5] Fire Protection Handbook Eighteenth Edition FIG. 6-15G. Classification of drop size distributions—Classes 1, 2, and 3. Klasyfikacja ta jest następująca:

Klasa 1 mgły wodnej to  $(Dv0.9) < 200$  mikrometra.

Klasa 2 mgły wodnej to  $200 < (Dv0.9) < 400$  mikrometra.

Klasa 3 mgły wodnej to  $400 < (Dv0.9) < 1000$  mikrometra.

Z przytoczonego podziału wynika, zdefiniowanie mgły zależy od przyjętej konwencji – według National Fire Protection Association możemy nazywać mgłą wodną rozpylony strumień o wielkości kropli nawet do 1 000 mikrometrów, podczas gdy intuicyjnie rozumiana mgła – np. mgła atmosferyczna charakteryzuje się kroplami o średnicy zaledwie kilkudziesięciu mikrometrów.

**Metody pomiarowe mikrostruktury rozpylonych cieczy** w sposób ogólny można podzielić na metody kontaktowe i bezkontaktowe. *Metody kontaktowe* pomiaru średnic wymagają bezpośredniego, mechanicznego kontaktu układu pomiarowego z kroplami podczas trwania pomiarów. *Metody bezkontaktowe* to metody wykorzystujące fotografię (mikrofotografię, holografie) i optykę (odbicie, rozpraszanie, interferencję, dyfrakcję, absorpcję światła).[1]

Jedną z metod, za pomocą której można mierzyć mikrostrukturę rozpylonej cieczy jest *metoda zmiany amplitudy Dopplera*. Wykorzystuje ona zjawisko interferencji (nakładania się) fal świetlnych. Metodą tą można uzyskać wyniki z szerokiego przedziału średnic kropli (od 1  $\mu\text{m}$  do 1 000  $\mu\text{m}$ ) przy jednoczesnym pomiarze prędkości mierzonych kropli. [7] Jest to jednak metoda dość pracochłonna.

Szybka i dość dokładną metodą pomiaru średnicy kropli, a przy tym niewymagającą dużego nakładu pracy, jest metoda optyczna. Metoda ta umożliwia pomiar średnic kropeł w bardzo szerokim zakresie od dziesiątych części mikrometra do kilku tysięcy mikrometrów. Przy czym metoda ta umożliwia również pomiar kształtów - ma to istotne znaczenie w przypadku cząstek stałych. [10]

*Próbkowanie* jest istotnym elementem wpływającym na wynik pomiarów. Najważniejszymi elementami próbkowania wpływające w sposób istotny na otrzymane wyniki pomiarów są: liczba zmierzonych kropli, miejsce próbkowania względem dyszy rozpylającej i przestrzeń wymiarowa – zdeterminowana przez metodę pomiaru.

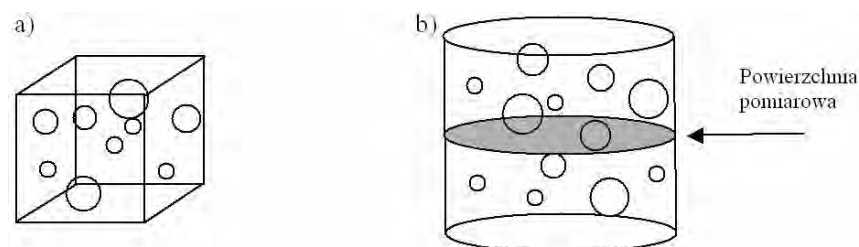
Zgodnie z zasadami statystyki, im większą liczbę kropli zmierzemy tym mniejszy jest błąd określenia wymiarów kropli, czyli rzeczywistego widma rozpylenia strumienia. W obszarze pewności 95% dokładność określenia średnicy  $D_{32}$  wynika z tabeli 2. [1]

Tabela 2.

**Dokładność określenia średnicy Sautera  $D_{32}$  w zależności od liczebności zbioru kropli [1]**

| Liczba kropli | Dokładność | Liczba kropli | Dokładność |
|---------------|------------|---------------|------------|
| 500           | ±17%       | 5500          | ±5%        |
| 1400          | ±10%       | 35000         | ±2%        |

Informacja o *przestrzeni próbkowania* (2-wymiarowej czy 3-wymiarowej) jest istotna do prawidłowego wykorzystania otrzymanych wyników pomiarów. Metoda fotoelektryczna jest techniką pomiaru, w której próbkowana jest określona przestrzeń 2-wymiarowa (płaszczyzna). Pomiar w tym przypadku odbywa się w przeciągu określonego czasu. Technika pomiarów, w której próbkowana jest określona przestrzeń 3-wymiarowa jest np. holografia, szybka fotografia. Pomiar wówczas odbywa się nie w czasookresie, ale w punkcie czasowym.



**Ryc. 14.** Ilustracja przestrzeni pomiarowych:

a) 3-wymiarowej

b) 2-wymiarowej [8]

W odniesieniu do tego samego rozpylonego strumienia wodnego wyniki pomiarów w zależności od przyjętej przestrzeni pomiarowej będą różniły się między sobą – średnie średnice kropli będą mniejsze w nieruchomym obłoku mgły wodnej w przypadku przestrzeni 2-wymiarowych niż w przypadku przestrzeni 3 wymiarowej. Wynika to z tego, że w nieruchomym obłoku mgły wodnej krople mniejsze poruszają się ruchem chaotycznym szybciej niż krople większe i dlatego częściej przecinają płaszczyznę pomiarową niż krople większe, a w związku z tym czujniki pomiarowe rejestrują ich pozornie większy udział. Jeśli wszystkie krople w strumieniu poruszałyby się w tym samym kierunku z identyczną prędkością to wówczas wynik pomiarów metodami wykorzystującymi przestrzeń 2-wymiarową i 3-wymiarową byłby identyczny.[8]

## 2. Mechanizmy gaśnicze występujące przy gaszeniu mgłą wodną

Prowadząc analizę właściwości wodnych prądów rozproszonych z uwagi na ich zastosowanie do tłumienia pożarów i możliwość opóźniania wystąpienia rozgorzenia koniecznym wydaje się wyjaśnienie mechanizmów gaśniczych mgły wodnej. Rozważając mechanizmy gaśnicze mgły wodnej należy mieć na względzie warunki otoczenia (np. geometria zabudowy, intensywność wentylacji) oraz gaszony materiał (rodzaj, ilość, rozmieszczenie). W zależności od tego, jakie będą warunki otoczenia oraz jakie materiały będą gaszone, różnie będą się przedstawiły optymalne sposoby gaszenia i powiązane z tymi sposobami optymalne parametry mgły wodnej. Do określonych warunków otoczenia oraz do gaszenia określonych materiałów należy dobrać optymalne w danym zastosowaniu sposoby gaszenia (np. gaszenie miejscowe lub objętościowe) oraz parametry mgły wodnej (głównie widmo rozpylenia oraz zasięg rzutu). Dobór ten należy prowadzić przy uwzględnieniu mechanizmów gaśniczych mgły wodnej oraz efektywności tych mechanizmów w danej aplikacji. Poniżej przedstawiono przekrój mechanizmów gaśniczych występujących przy gaszeniu mgłą wodną.

**a) Chłodzenie strefy spalania i strefy gazów pożarowych** – jest to dominujący mechanizm gaśniczy w przypadku gaszenia pożarów grupy B (cieczy) i C (gazów). Waga tego mechanizmu gaśniczego rośnie wraz ze wzrostem stopnia rozpylenia. Przy wysokim stopniu rozpylenia mgły wodnej jest to dominujący mechanizm gaśniczy w odniesieniu do wszystkich grup pożarów, które można gasić mgłą wodną.

**b) Chłodzenie spalającego materiału** poprzez zraszanie jego powierzchni – jest to dominujący mechanizm gaśniczy w przypadku gaszenia pożarów grupy A (ciał stałych) i ma istotne znaczenie tylko przy działaniu „grubej” mgły. Mgła wodna o niskim stopniu rozpylenia (tzw. gruba) jest w stanie przebić się przez strefę spalania i dotrzeć do powierzchni spalającego

materiału powodując jego ochłodzenie. Bezpośredni wpływ tego mechanizmu gaśniczego przy gaszeniu pożarów grupy B jest pomijalnie mały gdyż krople wody, które przebijają się przez strefę spalania docierając do powierzchni cieczy są zwykle pochłaniane przez tą ciecz bez znaczącego wpływu na wzrost efektywności gaszenia.

**c) Wypieranie tlenu z powietrza** (ze strefy spalania i najbliższego otoczenia) – mgła zmieniając stan fazowy z cieczy w gaz zwiększa swoją objętość ponad 1600 krotnie. Para wodna powstaje najbardziej intensywnie w najbardziej gorących obszarach, czyli w największych ilościach powstaje w strefie spalania i najbliższym otoczeniu strefy spalania. Para wodna w miejscach jej powstania powoduje wypieranie powietrza, a wraz z nim następuje obniżenie stężenia tlenu. Dzięki obniżeniu stężenia tlenu – szczególnie w okolicach strefy spalania zyskujemy spowolnienie reakcji spalania.

Ten mechanizm gaśniczy jest istotny w przypadku gaszenia w pomieszczeniach zamkniętych, natomiast przy bardzo intensywniej wentylacji, jaka zachodzi na otwartej przestrzeni, wpływ efektu wypierania tlenu z powietrza na skuteczność gaśniczą jest nieznaczny. Koniecznym warunkiem wystąpienia tego efektu jest wysoki stopień rozpylenia mgły wodnej, a warunkiem sprzyjającym jest duży płomień powodujący znaczne podwyższenie temperatury w całej kubaturze pomieszczenia. Jeśli występuje wysoka temperatura w znacznej kubaturze to warunki te powodują, że para wodna powstała z mgły wodnej będzie utrzymywała się w tym pomieszczeniu powodując wypieranie tlenu oraz chłodzenie strefy spalania. W konsekwencji mgła wodna wywrze znaczący efekt gaśniczy.

**d) Zmniejszenie ilości energii przekazywanej na drodze promieniowania cieplnego do materiału palnego** – tzw. izolowanie promieniowania cieplnego. Bariera, jaka tworzy mgła wodna ogranicza rozkład termiczny materiałów będących w pobliżu strefy spalania. Skuteczność izolowania promieniowania cieplnego jest proporcjonalna do stopnia rozpylenia mgły wodnej. Izolowanie promieniowania cieplnego powoduje że płomień pożaru oddziałując termicznie na spalany materiał ze znacznie mniejszą intensywnością co skutkuje zmniejszeniem intensywności pirolizy (lub parowania w przypadku palącej się cieczy) co z kolei powoduje ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru.

**e) Pęd kropelek mgły wodnej wraz z powietrzem** oddziałujący na płomień i powierzchnię spalanego materiału – duża wartość pędu może strącić płomień z powierzchni materiału i spowodować jego ugaszenie. Im pęd jest większy, czyli im większa masa strumienia mgły nabiera większej prędkości, tym większa jest skuteczność gaszenia i chłodzenia. Na efektywność gaszenia/chłodzenia strumienia wpływa stopień rozpylenia. W ogólnym przypadku im wyższy stopień rozpylenia tym skuteczność gaszenia i chłodzenia jest wyższa,

jednak zbytne rozpylenie spowoduje mniejszy zasięg strumienia a to z kolei może nie mieć pozytywnego wpływu na skuteczność gaśniczą.

Mechanizm tu opisany związany z kinetyką strumienia należy zaliczyć do efektów wtórnych gdyż jest specyficznym rodzajem przyspieszonego chłodzenia spowodowanego zintensyfikowanym ruchem medium gaśniczego, którego mechanizm opisano w podpunktach a i b. Jest jednak wymieniany czasem w literaturze jako niezależny mechanizm gaśniczy mgły wodnej.

**f) Efekt zjawiska „zamkniętej przestrzeni”** (ang. *enclosure effect*). Istotnym czynnikiem wpływającym na skuteczność gaśniczą jest fakt czy gaszenie zachodzi w zamkniętym pomieszczeniu czy na otwartej przestrzeni. Efekt „zamkniętej przestrzeni” polega na ograniczeniu wentylacji i „zatrzymywaniu” ciepła wypromieniowywanego i ciepła oddawanego na drodze konwekcji. „Zatrzymywanie” ciepła powoduje, że mgła wodna ma lepsze warunki do przemiany fazowej w parę wodną (gdyż krople mgły wodnej poddane są działaniu wyższej temperatury), a ograniczona wentylacja powoduje, że wytworzona para wodna w sposób bardziej intensywny rozcieńcza powietrze i w konsekwencji tlen w strefie spalania. Mechanizm ten należy zaliczyć do efektów wtórnych gdyż jest kompilacją podstawowych mechanizmów gaśniczych opisanych w podpunktach a/b *chłodzenie* i punkcie c *wypieranie tlenu*. Mechanizm ten w literaturze przedmiotu jest czasem wymieniany również jako niezależny mechanizm gaśniczy mgły wodnej.

Wymienione wyżej mechanizmy gaśnicze są na ogół tym skuteczniejsze im użyta do gaszenia mgła wodna charakteryzuje się:

- a) wyższym stopniem rozpylenia (występują mniejsze krople);
- b) większą jednorodność rozpylenia (większość kropli jest o podobnej średnicy);
- c) mniejszą *nierównomiernością rozkładu intensywności zraszania* (strumień pokrywa równomiernie gaszoną powierzchnię).

Osiągnięcie wysokiego *stopnia rozpylenia* przy wykorzystaniu niskich ciśnień (tj. w granicach do 12 bar) stanowi wysokie wyzwanie techniczne. W tym celu stosuje się dysze lub zespoły dysz (tzw. głowice mgłowe) o odpowiedniej konstrukcji umożliwiającej uzyskanie wysokiego *stopnia rozpylenia*. Efekt *wysokiego stopnia rozpylenia* wspomagany jest czasem odpowiednimi dodatkami modyfikującymi do wody mającymi na celu obniżenie napięcia powierzchniowego.

*Jednorodność rozpylenia* nie wpływa na ogół tak znacząco na skuteczność gaśniczą jak *stopień rozpylenia* czy *nierównomierność rozkładu intensywności zraszania*. W kontekście *jednorodności rozpylenia* należy dążyć do takich konstrukcji dysz oraz takich warunków

rozpylania, aby nie pojawiały się w widmie rozpylenia krople bardzo duże. Zalecenie to ma to szczególne znaczenie przy gaszeniu cieczy, elektroniki i materiałów wrażliwych na kontakt z wodą oraz wrażliwych na szok termiczny.

W przypadku mgły o niskim *stopniu rozpylenia* *nierównomierność rozkładu intensywności zraszania* jest w znacznym stopniu uzależniona od powierzchni dyszy na której następuje rozpylanie.

W przypadku mgły o wysokim *stopniu rozpylenia* *nierównomierność rozkładu intensywności zraszania* jest w mniej zależna od powierzchni dyszy, na której następuje rozpylanie a bardziej zależna od ruchów powietrza wokół dyszy.

Opisując różne mechanizmy gaśnicze mgły wodnej uzasadnione wydaje się podanie mechanizmu gaśniczego typowego dla proszków gaśniczych, a który to mechanizm czasem dotyczy mgły wodnej. W przypadku systemów gaśniczych na mgłę wodną stosowanych do ochrony obiektów zabytkowych należy liczyć się z oddziaływaniem niskich temperatur. Jednym ze sposobów obniżenia temperatury krzepnięcia jest rozpuszczenie w wodzie soli metali alkaicznych i węglanów. W przypadku zastosowania do wytwarzania mgły wodnej roztworów takich soli zachodzi efekt inhibicji rodnikowej. Drobinę soli powstałe w odparowanych kroplach mgły zatrzymują łańcuchową reakcję rodnikową płomienia - podobnie jak ziarna proszków gaśniczych w przypadku działania na płomień. Efekt ten jest tym bardziej znaczący im większa masa mgły wodnej ulegnie odparowaniu.

### **3. Optymalne wartości średnic kropli w mgle wodnej z uwagi na tłumienie pożarów i chłodzenie**

W zależności od przewidywanego celu stosowania mgły wodnej powinna ona charakteryzować się szeregiem najbardziej korzystnych dla danego zastosowania parametrów. Najbardziej istotnym parametrem z uwagi na tłumienie pożarów i gaszenie jest stopień rozpylenia i związane z nim średnie wartości średnic kropli. Celem działania automatycznego systemu gaśniczego przeznaczonego do zabezpieczania drewnianych obiektów zabytkowych może być:

- całkowite ugaszenie
- chłodzenie gorących gazów pożarowych i tłumienie pożaru zmierzające do opóźnienia wystąpienia zjawiska rozgorzenia.

Całkowite ugaszenie może być zagwarantowane jedynie wówczas, gdy na wczesnym etapie rozwoju pożaru zostanie podana mgła wodna o wysokiej gęstości masowej – tak dużej, że wykraplająca się woda zagraża stratami popożarowymi.

Chłodzenie gorących gazów pożarowych i tłumienie pożaru zmierzające do opóźnienie wystąpienia zjawiska rozgorzenia można osiągnąć starając się działać mgłą wodną w dwóch uzupełniających się kierunkach:

1. poprzez chłodzenie przestrzeni pomieszczenia, a głównie jego górnych warstw, oraz
2. poprzez działanie gaśnicze zmierzające do tłumienia pożaru.

Ad. 1. W miarę rozwoju pożaru następuje wzrost temperatury gazów pożarowych, które wypełniają pomieszczenie gromadząc się początkowo przede wszystkim w strefie podsufitowej. Gorące gazy działają na materiały, z którymi wchodzi w kontakt powodując ich rozkład termiczny. Gromadzenie się gazowych produktów rozkładu termicznego przy rosnącej temperaturze prowadzi do wystąpienia zjawiska rozgorzenia, czyli gwałtownego zapoczątkowania spalania w całej kubaturze pomieszczenia. Odpowiednie chłodzenie przestrzeni pomieszczenia powoduje zahamowanie procesów prowadzących do rozgorzenia. Chłodzenie to powinno być realizowane poprzez rozpylanie mgły wodnej w najbardziej gorących, górnych warstwach pomieszczenia.

Ad. 2. Warunkiem koniecznym wystąpienia rozgorzenia jest postępowy przyrost parametrów pożaru – głównie mocy pożaru. Tłumienie pożaru, czyli działania zmierzające do ograniczenia rozwoju pożaru jest działaniem zapobiegającym wystąpieniu rozgorzenia. W sprzyjających okolicznościach tłumienie pożaru może doprowadzić do całkowitego ugaszenia pożaru. Tłumienie zachodzi przy wykorzystaniu mechanizmów gaśniczych omówionych powyżej a głównie: *chłodzenia* strefy spalania i strefy gazów pożarowych, *wypieranie tlenu* z powietrza na skutek parowania kropli zawartych w mgle gaśniczej oraz *izolowania promieniowania cieplnego*. Celem tłumienia nie jest całkowite ugaszenie pożaru, ale ograniczenie jego rozwoju.

Z uwagi na wskazane cele, czyli tłumienie pożarów oraz chłodzenie, należy dokonać analizy stopnia rozpylenia mgły wodnej i na jej podstawie określić najbardziej optymalne parametry mgły wodnej w tym głównie widmo rozpylenia.

W literaturze przedmiotu spotyka się dwie częściowo przeciwstawne opinie dotyczące najbardziej skutecznych gaśniczo stopni rozpylenia. Paul Grimwood [11,12] podaje, że najbardziej skutecznym stopniem rozpylenia mgły wodnej (wodnych prądów rozproszonych) do celów gaśniczych i do celów chłodzenia gazów pożarowych jest mgła wodna o średniej średnicy kropli 200-400 mikrometrów. Powołuje się przy tym na badania *The Swedish Fire Research Board* (BRANDFORSK), nie podając jednak żadnej przedmiotowej pozycji literaturowej. Rzekomo wyniki tych badań udowadniają, że optymalne efekty chłodzenia

mgłą wodną uzyskuje się przy zakresie średnich średnic od 200 do 600 mikrometrów. Uzasadniano to tym, że chłodzenie i gaszenie jest efektywne tylko wtedy, gdy krople wody ze strumienia gaśniczego odparowują tam, gdzie są najbardziej pożądane, czyli w strefie płomienia. Natomiast, gdy krople są mniejsze lub większe od wskazanego zakresu zachodzą niekorzystne zjawiska:

- krople o mniejszych średnicach odparowują częściowo, zanim osiągną strefę płomienia, a część z nich dodatkowo nie dociera do strefy płomienia na skutek działania oporu ośrodka i konwekcji prądów cieplnych;
- kropli o większych średnicach nie można „zawiesić” w powietrzu, co objawia się tym, że szybko opadają grawitacyjnie nie powodując spodziewanego efektu gaśniczego, a przyczyniają się do „zalewania” materiałów powodując dodatkowe straty pożarowe.

Przedstawione rozumowanie dotyczące kropli o dużych średnicach (powyżej 600 mikrometrów) jest bezspornie słuszne – krople takie szybko opadają w dół i osiadają na odkrytych powierzchniach powodując wykroplenia, przy czym mogą spowodować zamoczenie materiałów zabezpieczanych.

Przedstawione powyżej rozumowanie dotyczące kropli o małych średnicach (poniżej 200 mikrometrów) może być słuszne, ale tylko przy działaniu miejscowym mgły wodnej. Natomiast przy gaszeniu mgłą wodną przez „całkowite wypełnienie”, (czyli przy gaszeniu objętościowym) w zamkniętym pomieszczeniu, twierdzenie takie jest dyskusyjne. Analiza teoretyczna, jak również niektórzy autorzy prac [13,14], wskazują, że w przypadku gaszenia objętościowego należy dążyć do jak najwyższego *stopnia rozpylenia*.

Uzasadnieniem takiego podejścia są następujące argumenty:

1. **Izolowanie promieniowania cieplnego.** Izolowanie to jest tym efektywniejsze im większa powierzchnia absorbuje to promieniowanie. Dysponując określoną ilością wody do rozpylenia można zwiększyć powierzchnię absorpcji kropli poprzez uzyskanie większego stopnia rozpylenia. Mgła wodna dzięki bardzo dużej powierzchni właściwej kropli wynikającej z wysokiego stopnia rozpylenia pozwala podnieść współczynnik wykorzystania wody kilku- lub kilkunastokrotnie. Na rysunku 13 przedstawiono zależność powierzchni właściwej kropli  $A_D$  [ $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ ] od ich średnic  $D$  [cm]. Wynika z niego, że zmniejszanie średnic kropli mgły wodnej powoduje, że ich powierzchnia właściwa rośnie teoretycznie w kierunku nieskończoności. Jednak najwyższy stopień rozpylenia nie może przekroczyć średnicy cząsteczki wody ( $\text{H}_2\text{O}$ ), czyli 0,0002 mikrometra. W praktyce, energia konieczna do



rozpylenia wody staje się przy coraz mniejszych średnicach kropli na tyle duża, a i technologia rozpylania na tyle nieekonomiczna, że do celów przeciwpożarowych stosuje się krople o średnicy nie mniejszej niż 10-50 mikrometrów. Krople o średnicy poniżej 1 mikrometra są zaniechtywane z uwagi na bardzo mały udział masowy takich kropli w „klasycznym” widmie rozpylenia i związany z tym pomijalnie mały potencjał gaśniczy. Natomiast technologia wytwarzania takich małych kropli (o średnicach poniżej kilku mikrometrów) o wystarczająco wysokiej gęstości wymaganej do ugaszenia pożaru według aktualnie posiadanej wiedzy, nie wyszła do praktycznego wykorzystania.

2. **Czas zawieszenia kropli w powietrzu.** Im mniejsze są średnice kropli tym dłużej krople te mogą być zawieszone w powietrzu. „Mgła” o dużych kroplach szybko spada pod wpływem grawitacji i aby mogła stanowić odpowiednią izolację promieniowania ciepłego musi być ona bardzo szybko uzupełniana. Mniejsze krople natomiast dłużej utrzymują się w powietrzu powodując niejako „zaleganie” mgły wodnej w powietrzu. Mgła taka może dłużej oddziaływać na pożar tworząc barierę promieniowania ciepłego, dzięki czemu wykorzystanie takiej mgły jest znacznie efektywniejsze.
3. **Penetrowalność mgły.** Kolejną pozytywną właściwością mgły wodnej o wysokim stopniu rozpylenia jest łatwiejsza penetracja przestrzeni trudnodostępnych. Im mgła jest drobniejsza tym właściwości determinujące jej zachowanie są bardziej zbliżone do właściwości gazów – bardziej rozdrobniona mgła łatwiej omija przeszkody bez wykraplania się na nich i w konsekwencji łatwiej gasi pożary w miejscach trudnodostępnych. Mgła o skrajnie wysokim stopniu rozpylenia miałaby najlepsze właściwości do penetracji przestrzeni trudnodostępnych.
4. **Efektywne chłodzenie strefy spalania i strefy gazów pożarowych.** Małe cząstki umożliwiają bardzo szybką absorpcję promieniowania ciepłego oraz przejęcie ciepła od gorących gazów. W przypadku podawania miejscowego zbyt małe krople mogą nie dolecieć do ogniska pożaru ze względu na:
  - szybkie parowanie takich małych kropli,
  - mniejsze zasięgi rzutów (pęd strumienia małych kropli jest łatwiej wytracany niż pęd strumienia dużych kropli).

Natomiast w przypadku gaszenia objętościowego mgła wodna powodująca najlepszy efekt gaśniczy nie dostaje się do ogniska pożaru „z góry” (jak w klasycznych urządzeniach wodnych) gdyż małe krople mają nikłe szanse na przebicie „pod prąd” przez strumień konwekcyjny ognia. Taka „drobna” mgła rozpylona w całej przestrzeni pomieszczenia jest

zasysana do ogniska pożaru dołem wraz ze świeżym powietrzem. Odpowiednia gęstość tej mgły spowoduje, że wciągane do ognia krople, które zdążą wyparować przed osiągnięciem strefy ognia ulegną przemianie w parę wodną, a ta z kolei też wywrze odpowiedni skutek gaśniczy (tłumiący). Powstała para wodna rozcieńcza stężenie tlenu w powietrzu zasysanym do ogniska pożaru oraz obniża temperaturę w pomieszczeniu – efekty te mogą być niewystarczające do ugaszenia pożaru, ale mogą skutecznie zapobiec zjawisku rozgorzenia.

5. **Równomierne zraszanie.** Dąży się zwykle do jak najbardziej równomiernego rozproszenia mgły w przestrzeni gaszenia i uzyskaniu równomiernego zraszania powierzchni zabezpieczanych obiektów – im średnice kropli są mniejsze tym łatwiej tą równomierność osiągnąć. Dzieje się tak, dlatego gdyż małe krople utrzymują się stosunkowo długo w powietrzu i mogą się przemieszczać ruchami konwekcyjnymi (o ile nie wyparują) na znacznie większe odległości niż krople duże. W wyniku, czego mniejszy wpływ na ich miejscowe koncentracje ma ukształtowany na dyszy strumień mgły a większego znaczenia nabierają prawa rządzące ruchem aerozoli – prawa umożliwiające chaotyczne dryfowanie pojedynczych mikrokropli mgły wodnej w całej przestrzeni chronionego pomieszczenia. Dzięki temu następuje stosunkowo równomierne rozproszenie mgły w przestrzeni i w konsekwencji równomierne zraszanie.

### **Potwierdzenie w praktyce stosowania mgły o możliwie najwyższym stopniu rozpylenia**

Szereg opracowań teoretycznych i doświadczalnych wskazuje na zalety mgły wodnej o wysokim stopniu rozpylenia. Dowody na skuteczne stosowanie mgły wodnej o kropłach monodispersyjnych wielkości 10 mikrometrów podano w opracowaniach firmy NanoMist Systems, LLC zamieszczonych na stronie internetowej National Fire Protection Association [13] i *National Institute of Standards and Technology* [14]. Ponadto działająca na polskim rynku zabezpieczeń przeciwpożarowych firma Telesto Sp. z o.o. wykonuje skutecznie działające dysze i prądownice mgłowe które wytwarzają mgłę wodną o wartości średniej średnicy  $D_{32}$  znacznie poniżej granicy uznanej przez P. Grimwooda za optymalną.

### **Uzasadnienie stosowania mgły „grubej”.**

Decydując się na określony rodzaj mgły wodnej należy założyć, jakiemu celowi ma ona służyć – w niektórych przypadkach optymalne zastosowanie znajdzie „gruba mgła”, a w innych optymalne zastosowanie znajdzie silnie rozpylona „mgła sucha”. Istotnym argumentem przemawiającym na korzyść „grubej mgły” przy gaszeniu objętościowym jest znacznie intensywniejsze chłodzenie materiału spalanego. Cecha ta ma jednak ograniczenie

tylko do pożarów grupy A (ciał stałych). Poza tym nie zawsze jest to cecha pozytywna – w przypadku gaszenia obiektów wrażliwych na wilgoć, np. elektroniki lub zabytkowych obrazów czy polichromii wykraplanie mgły na powierzchni chronionych obiektów jest niepożądane czy wręcz obarczone ryzykiem poważnych strat.

#### 4. Podsumowanie

Przy gaszeniu pożarów wewnętrznych (tj. w pomieszczeniach zamkniętych) przy zastosowaniu mgły wodnej metodą gaszenia miejscowego najbardziej optymalnym stopniem jej rozpylenia będzie mgła wodna o średnicach kropli z przedziału 200-600 mikrometrów. Przy czym w przypadku, gdy głównym celem podawania mgły wodnej jest opóźnienie zjawiska rozgorzenia to należy dążyć do tego, aby krople mgły wodnej były jak najdłużej „zawieszone” w powietrzu – wówczas najbardziej opylana mgła wodna charakteryzowałaby się średnicami z górnych wartości wskazanego przedziału tj. ok. 200 mikrometrów, czyli na granicy mgły wodnej klasyfikowanej jako klasa 1 i klasa 2.

Przy gaszeniu pożarów wewnętrznych (w pomieszczeniach zamkniętych) mgłą wodną metodą gaszenia objętościowego (w tym również z podawaniem strefowym) najbardziej optymalną mgłą wodną będzie mgła o średnicach kropli najmniejszych, jakie technicznie można uzyskać – nawet w granicach 10 mikrometrów, czyli w górnym zakresie klasy 1.

#### **Wskazanie optymalnych parametrów prądów rozproszonych do gaszenia miejscowego w obiektach zabytkowych**

Na podstawie przeglądu literatury oraz na podstawie własnych doświadczeń i analiz przewiduje się, że do tłumienia pożarów i chłodzenia gorących gazów pożarowych w drewnianych obiektach zabytkowych najbardziej odpowiedni zakres wartości średnich średnic kropli powinien zawierać się w przedziale 100-300 mikrometrów. Przy czym im bardziej urządzenie jest nakierowane na gaszenie (tłumienie) pożarów tym średnie średnice powinny być większe (przesunięte w okolice 300 mikrometrów), a im bardziej jest nakierowane na chłodzenie przestrzeni pomieszczenia mające na celu zapobieżenie rozgorzeniu to mgła powinna być jak najdrobniejsza (w okolicach 100 mikrometrów).

Przy użyciu urządzenia gaśniczego mgłowego w trybie działania ręcznego (gaśnice przenośne i przewożne oraz hydranty mgłowe) optymalnym prądem gaśniczym będzie częściowo zwarty prąd kroplisty. Prądownica powinna umożliwić sformowanie prądu gaśniczego i skierowanie go dość trafnie w ognisko pożaru. Nie może to być prąd zupełnie zwarty, bo może on być, przy wysokich ciśnieniach na wyjściu, niebezpieczny dla obsługującego prądownicę na skutek siły odrzutu. Poza tym prąd zwarty wyrzucony pod wysokim ciśnieniem może spowodować uszkodzenia mechaniczne gaszonych materiałów.

Z kolei zbyt silnie rozpylony prąd wodny będzie miał słaby zasięg rzutu skutkujący tym, że szybkie ugaszenie pożaru za pomocą takiego strumienia będzie mocno utrudnione. Właściwe wartości dotyczące rozpylenia i kąta rozwarcie strumienia przy działaniu w trybie ręcznym będzie określone na podstawie badań w skali naturalnej na prototypie urządzenia gaśniczego mgłowego.

## Literatura:

1. Orzechowski Z., Prywer J., Rozpylanie cieczy II wydanie WNT Warszawa 1991.
2. Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R., Mechanika płynów w inżynierii środowiska WNT Warszawa 1997.
3. Szymczyk T., Rabiej S., Pielasz Tablice matematyczne fizyczne chemiczne astronomiczne, Wydanie IV, PARK 2001.
4. Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie – Tuziemek Z., Wnęk W., Urządzenia gaśnicze na mgłę wodną - Wydawnictwo Informacji Zawodowej WEKA Warszawa 2002.
5. Fire Protection Handbook – Mawhinney J., WATER MIST FIRE SUPPRESSION SYSTEMS - NFPA 2003 - Nineteenth Edition.
6. NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems – 2006 Edition.
7. IV Międzynarodowa Konferencja Bezpieczeństwo Pożarowe Budowli – Zbrożek P. Świetnicki J. Zastosowanie technologii mgły wodnej w zabezpieczeniach przeciwpożarowych, Częstochowa 2-3 października 2002 r.
8. Schick R., An Engineer's Practical Guide to Drop Size, Spraying Systems Co. 1997.
9. Zbrożek P. Architekt 2/08 - Stałe Urządzenia gaśnicze na mgłę wodną –str. 36-40,
10. KAMIKA Zakład Elektronicznej Aparatury Pomiarowej – AWK SYSTEM Analiza wielkości cząstek. KμK 1999.
11. Grimwood P., Desmet K.: Tactical Firefighting. A Comprehensive Guide to Compartment Firefighting & Fire Training. version 1.1, Firetactics, Cemac, January 2003.
12. Flashover and Nozzle Techiques – 2002 Paul Grimwood & CEMAC (Crisis & Emergency Menagment Center) [www.Firetactics.com](http://www.Firetactics.com)
13. Droplet breakup energies and formation of ultra-fine mist - [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org) - Adiga K.C.- NanoMist Systems, LLC
14. Ultra-fine water mist as a total flooding agent: a feasibility study - [fire.nist.gov](http://fire.nist.gov) - AdigaK.C.- NanoMist Systems, LLC

15. Water Mist for Protection of Heritage – Directorate of Cultural Heritage, Norway –  
COST Action C17 – Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings
16. Bocheński I, Wpływ ciśnienia wtrysku i lepkości oleju napędowego na proces  
rozpylenia paliwa w silnikach z ZS, Publikacje PAN oddział w Lublinie

W trzecim kwartale 2009 roku Jednostka Certyfikująca oraz Zakład Aprobata Technicznych CNBOP wydały następujące świadectwa dopuszczenia i certyfikaty i aprobaty techniczne:

1. **Świadectwa dopuszczenia- 27 - załącznik nr 1**
2. **Certyfikat dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów znakiem budowlanym „B” –14- załącznik nr 2**
3. **Certyfikat dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów oznakowaniem „CE” –6- załącznik nr 3**

**Załącznik nr 1**  
**Świadectwa dopuszczenia**

| <b>Nr dopuszczenia</b> | <b>Nr sprawozdania</b>          | <b>Wyrób</b>                                                                                                                                                                                                                             | <b>Producent</b>                                                                                       | <b>Wnioskujący</b>                                                                           | <b>Dopuszczenie wydane dnia</b> | <b>Dopuszczenie ważne do dnia</b> |
|------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 0601/2009              | Nr 3933/BS/08 z dnia 30.01.2009 | Zawór hydrantowy typ ZH-52                                                                                                                                                                                                               | POHORJE P.O.<br>Slovenska Vas 14<br>SLO 8233 Mima,<br>Słowacja                                         | KADIMEX<br>Biuro Handlowe<br>Mariusz Przybytniak<br>ul. Wólczyńska 290<br>01-919<br>WARSZAWA | 29.05.2009                      | 28.05.2014                        |
| 0602/2009              | Nr 4299/BA/08 z dnia 27.02.2009 | Dźwiękowy System Ostrzegawczy typu ULTRAK SINAPS z możliwością pracy w sieci                                                                                                                                                             | Ultrak Security Systems Sp. z o.o.<br>Lubieszyn 8<br>72-002 DOŁUJE                                     | Ultrak Security Systems Sp. z o.o.<br>Lubieszyn 8<br>72-002 DOŁUJE                           | 27.05.2009                      | 26.05.2014                        |
| 0603/2009              | Nr 4298/BA/08 z dnia 23.02.2009 | Konsole z mikrofonem dla straży pożarnej nie wchodzące w skład centrali - Konsola z mikrofonem dla straży pożarnej typu Ultrak PSS12DT, PSS24DT, PSS96DT, PSS12-NTFRM98, PSS24-NTFRM98, PSS96-NTFRM98 nie wchodząca w skład centrali DSO | Ultrak Security Systems Sp. z o.o.<br>Lubieszyn 8<br>72-002 DOŁUJE                                     | Ultrak Security Systems Sp. z o.o.<br>Lubieszyn 8<br>72-002 DOŁUJE                           | 28.05.2009                      | 27.05.2014                        |
| 0605/2009              | Nr 3390/BS/07 z dnia 06.10.2008 | Pas strażacki                                                                                                                                                                                                                            | KADIMEX<br>Biuro Handlowe<br>Mariusz Przybytniak<br>ul. Wólczyńska 290<br>01-919<br>WARSZAWA           | KADIMEX<br>Biuro Handlowe<br>Mariusz Przybytniak<br>ul. Wólczyńska 290<br>01-919<br>WARSZAWA | 03.06.2009                      | 02.06.2014                        |
| 0606/2009              | Nr 4157/BA/08 z dnia 29.04.2009 | Ręczny ostrzegacz pożarowy typu CP820                                                                                                                                                                                                    | Tyco Safety Products – Thorn Security Limited The Summie, Hanworth Sunbury on Thames, TW 16 5DB Anglia | ADT Fire and Security Sp. z o.o.<br>ul. Palisadowa 20/22<br>01-940<br>WARSZAWA               | 29.05.2009                      | 28.05.2014                        |
| 0607/2009              | Nr 3389/BS/07 z dnia 03.10.2007 | Strażacka linka ratownicza typ SLR-20 i SLR-30                                                                                                                                                                                           | KADIMEX<br>Biuro Handlowe<br>Mariusz Przybytniak<br>ul. Wólczyńska 290<br>01-919<br>WARSZAWA           | KADIMEX<br>Biuro Handlowe<br>Mariusz Przybytniak<br>ul. Wólczyńska 290<br>01-919<br>WARSZAWA | 04.06.2009                      | 03.06.2014                        |
| 0608/2009              | Nr 4472/BS/09 z dnia 26.05.2009 | Samochód ratownictwa technicznego 4x4 PN-EN 1846-1: S-2-3-1-1-1 (SCRt) na podwoziu SCANIA G                                                                                                                                              | Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul. Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO-BIAŁA             | Piotr Wawrzaszek Inżynieria Samochodów Specjalnych ul. Leszczyńska 22 43-300 BIELSKO-BIAŁA   | 14.08.2009                      | 31.05.2014                        |

**CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE**

|           |                                          |                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                 |            |            |
|-----------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 0610/2009 | Nr<br>4429/BA/09<br>z dnia<br>17.04.2009 | Centrala sygnalizacji pożarowej typu ZX1/ZX4 z możliwością pracy w sieci                                                          | Tyco Safety Products – Thorn Security Limited<br>The Summit,<br>Hanworth<br>Sunbury on Thames,<br>TW 16 5DB Anglia                    | ADT Fire and Security Sp. z o.o.<br>ul. Palisadowa 20/22<br>01-940<br>WARSZAWA                                  | 06.07.2009 | 04.06.2014 |
| 0611/2009 | Nr<br>4415/BS/09<br>z dnia<br>10.04.2009 | Hydrant nadziemny DN 80 PN 10 typ HN80                                                                                            | GEMAR-UMECH Sp. z o.o.<br>ul. 14 lutego 26-30<br>64-920 PIŁA                                                                          | GEMAR-UMECH Sp. z o.o.<br>ul. 14 lutego 26-30<br>64-920 PIŁA                                                    | 19.06.2009 | 18.06.2014 |
| 0612/2009 | Nr<br>4416/BS/09<br>z dnia<br>10.04.2009 | Hydrant podziemny DN 80 PN 10 typ HP80                                                                                            | GEMAR-UMECH Sp. z o.o.<br>ul. 14 lutego 26-30<br>64-920 PIŁA                                                                          | GEMAR-UMECH Sp. z o.o.<br>ul. 14 lutego 26-30<br>64-920 PIŁA                                                    | 19.06.2009 | 18.06.2014 |
| 0613/2009 | Nr<br>4473/BA/09<br>z dnia<br>10.06.2009 | Hełm strażacki CALISIA typ AK-06/2009                                                                                             | Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego<br>ul. Przybrzeżna 37<br>62-800 KALISZ                                                          | Kaliskie Zakłady Przemysłu Terenowego<br>ul. Przybrzeżna 37<br>62-800 KALISZ                                    | 23.06.2009 | 22.06.2014 |
| 0614/2009 | Nr<br>3534/BS/07<br>z dnia<br>12.05.2009 | Łącznik 52-T                                                                                                                      | Zakład Sprzętu i Urządzeń<br>Przeciwpożarowych<br>PHU LESZEK KORUS<br>ul. Raciborska 279<br>44-280<br>RYDUŁTOWY                       | Zakład Sprzętu i Urządzeń<br>Przeciwpożarowych<br>PHU LESZEK KORUS<br>ul. Raciborska 279<br>44-280<br>RYDUŁTOWY | 26.06.2009 | 25.06.2014 |
| 0615/2009 | Nr<br>4417/BS/09<br>z dnia<br>22.05.2009 | Hydrant nadziemny DN80 PN 10/16 typ A wg PN-EN 14384:2009 z podwójnym zamknięciem typ 855-PZ                                      | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład Węgierska Górka<br>ul. Kolejowa 6, 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA                                               | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład Węgierska Górka<br>ul. Kolejowa 6, 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA                         | 30.06.2009 | 29.06.2014 |
| 0616/2009 | Nr<br>4418/BS/09<br>z dnia<br>22.05.2009 | Hydrant nadziemny DN100 PN 10/16 typ A wg PN-EN 14384:2009 z podwójnym zamknięciem typ 855-PZ                                     | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład Węgierska Górka<br>ul. Kolejowa 6, 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA                                               | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład Węgierska Górka<br>ul. Kolejowa 6, 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA                         | 30.06.2009 | 29.06.2014 |
| 0617/2009 | Nr<br>4419/BS/09<br>z dnia<br>22.05.2009 | Hydrant podziemny DN80 PN 10/16 z podwójnym zamknięciem typ 852-PZ                                                                | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład Węgierska Górka<br>ul. Kolejowa 6, 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA                                               | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład Węgierska Górka<br>ul. Kolejowa 6, 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA                         | 30.06.2009 | 29.06.2014 |
| 0618/2009 | Nr<br>4229/BA/09<br>z dnia<br>17.04.2009 | Urządzenia zdalnej sygnalizacji i obsługi nie wchodzące w skład centrali sygnalizacji pożarowej – panel wyniesiony typu ZXF/ZXFEV | Tyco Safety Products – Horn Security Limited<br>Security Mouse, The Summie,<br>Hanworth Road,<br>Sunbury-on-Thames<br>TW16 5DB Anglia | ADT Fire and Security Sp. z o.o.<br>ul. Palisadowa 20/22<br>01-940<br>WARSZAWA                                  | 06.07.2009 | 05.07.2014 |



**CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE**

|           |                                          |                                                                                                                         |                                                                                                                                              |                                                                                                             |            |            |
|-----------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 0619/2009 | Nr<br>4436/BC/09<br>z dnia<br>29.06.2009 | Gaśnica proszkowa<br>typ PSI-1                                                                                          | Delta Extinctors s.a.<br>Birminghamstraat<br>102<br>B-1070 Brussels,<br>Bruksela<br>Belgia                                                   | Delta Extinctors s.a.<br>Birminghamstraat<br>102<br>B-1070 Brussels,<br>Bruksela<br>Belgia                  | 10.07.2009 | 09.07.2014 |
| 0620/2009 | Nr<br>4437/BC/09<br>z dnia<br>29.06.2009 | Gaśnica proszkowa<br>typ PSI-2                                                                                          | Delta Extinctors s.a.<br>Birminghamstraat<br>102<br>B-1070 Brussels,<br>Bruksela<br>Belgia                                                   | Delta Extinctors s.a.<br>Birminghamstraat<br>102<br>B-1070 Brussels,<br>Bruksela<br>Belgia                  | 10.07.2009 | 09.07.2014 |
| 0621/2009 | Nr<br>4039/BA/08<br>z dnia<br>16.12.2008 | Ręczny ostrzegacz<br>pożarowy typu<br>CBG w odmianach<br>CBG370,<br>CBG370+CXBB/R<br>, CBG370/WP                        | Cooper Fulleon Ltd.<br>Llantarnam Park<br>Cwmbran, Gwent<br>NP44 3AW Anglia                                                                  | Cooper Industries<br>Poland LLC Sp. z<br>o.o.<br>Oddział w Polsce<br>ul. Puławska 481<br>02-844<br>WARSZAWA | 07.07.2009 | 06.07.2014 |
| 0622/2009 | Nr<br>4039/BA/08<br>z dnia<br>16.12.2008 | Ręczny ostrzegacz<br>pożarowy typu<br>MBG w odmianach<br>MBG813,<br>MBG814,<br>MBG817                                   | Cooper Fulleon Ltd.<br>Llantarnam Park<br>Cwmbran, Gwent<br>NP44 3AW Anglia                                                                  | Cooper Industries<br>Poland LLC Sp. z<br>o.o.<br>Oddział w Polsce<br>ul. Puławska 481<br>02-844<br>WARSZAWA | 07.07.2009 | 06.07.2014 |
| 0623/2009 | Nr<br>4490/BS/09<br>z dnia<br>03.07.2009 | Hydrant nadziemny<br>DN80 PN16<br>typ A wg PN-EN<br>14384:2009<br>oznaczenie<br>producenta VEGA<br>DN16                 | AVK Haute<br>Marnaise<br>5 rue Mauclere<br>FR 52300<br>JOINVILLE, Francja                                                                    | AVK Armadan Sp. z<br>o.o. ul. Jakubowska 1<br>62-045 PNIĘWY                                                 | 15.07.2009 | 14.07.2014 |
| 0624/2009 | Nr<br>4491/BS/09<br>z dnia<br>03.07.2009 | Hydrant nadziemny<br>DN80 PN16<br>typ C wg PN-EN<br>14384:2009<br>oznaczenie<br>producenta VEGA<br>STOP DN16            | AVK Haute<br>Marnaise<br>5 rue Mauclere<br>FR 52300<br>JOINVILLE, Francja                                                                    | AVK Armadan Sp. z<br>o.o. ul. Jakubowska 1<br>62-045 PNIĘWY                                                 | 15.07.2009 | 14.07.2014 |
| 0625/2009 | Nr<br>4489/BS/09<br>z dnia<br>02.07.2009 | Hydrant nadziemny<br>DN80 wg PN-EN<br>14384:2009<br>oznaczenie<br>producenta hydrant<br>nadziemny 87/30<br>DN80 PN10/16 | IMP ARMATURE d.<br>o. o.<br>Ljubljanska cesta 43<br>1295 IVANČNA<br>GORICA, Słowenia                                                         | AVK Armadan Sp. z<br>o.o. ul. Jakubowska 1<br>62-045 PNIĘWY                                                 | 15.07.2009 | 14.07.2014 |
| 0626/2009 | Nr<br>4456/BC/09<br>z dnia<br>30.06.2009 | Proszek gaśniczy<br>typ DELEI FIRE<br>ABC                                                                               | Suzhou Wuyue<br>Synthetic Chemical<br>Factory<br>Xikuatang Mudu<br>Town, Wuzhong<br>Distric<br>Suzhou City,<br>Jiangsu, P.R. China,<br>Chiny | BOXMET – TRADE<br>Sp. z o. o.<br>Piskorzów 51<br>58-250 PIESZYCE                                            | 22.07.2009 | 21.07.2014 |

**CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE**

|           |                                             |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                         |                                                                                                                         |            |            |
|-----------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 0627/2009 | Nr<br>4383/BS/20<br>09 z dnia<br>30.04.2009 | Prądownica wodna<br>PWT 52/1-2-3-4<br>TURBO MASTER                                                                                                                             | AWG – Max<br>Widenmann KG<br>Armaturenfabrik<br>Lederstraße 30-36<br>D-89537<br>Giengen/Brenz,<br>Niemcy                | KADIMEX Biuro<br>Handlowe<br>ul. Wólczyńska 290<br>01-919<br>WARSZAWA                                                   | 28.07.2009 | 27.07.2014 |
| 0631/2009 | Nr<br>4381/BS/09<br>z dnia<br>10.03.2009    | Rękawice<br>strażackie typ<br>KOMFORT<br>oznaczenie<br>producenta<br>TIFFANY                                                                                                   | HOLIK<br>INTERNATIONAL,<br>s.r.o.<br>Za Dvorem 305,<br>763 14 Zlin 12,<br>Czechy                                        | KADIMEX Biuro<br>Handlowe<br>ul. Wólczyńska 290<br>01-919<br>WARSZAWA                                                   | 07.08.2009 | 06.08.2014 |
| 0642/2009 | Nr<br>4524/BS/09<br>z dnia<br>31.08.2009    | Średni samochód<br>ratowniczo-<br>gaśniczy (4x2) PN-<br>EN 1846-1 M-1-6-<br>2500-8/1600-1<br>(GBA 2,5/16) na<br>podwoziu<br>Mercedes Benz<br>976.06<br>(Atego 1326/1329<br>AF) | Przedsiębiorstwo<br>Usługowo-Handlowe<br>MOTO-TRUCK<br>Leszek Chmiel<br>ul. Ks. P.<br>Ściegiennego 270<br>25-116 KIELCE | Przedsiębiorstwo<br>Usługowo-Handlowe<br>MOTO-TRUCK<br>Leszek Chmiel<br>ul. Ks. P.<br>Ściegiennego 270<br>25-116 KIELCE | 04.09.2009 | 03.09.2014 |



**Załącznik nr 2**  
**Certyfikaty dla wyrobów budowlanych upoważniające do znakowania wyrobów**  
**znakiem budowlanym „B”**

| Nr certyfikatu | Wyrób                                                                                                              | Producent                                                                                      | Wnioskujący                                                                                    | Certyfikat wydany dnia | Certyfikat ważny do dnia |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 2674/2009      | Łączniki przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – złącze rowkowe sztywne, typ: Model 7771     | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | 26.05.2009             | 05.06.2013               |
| 2675/2009      | Łączniki przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – złącze rowkowe standardowe, typ: Model 7705 | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | 26.05.2009             | 05.06.2013               |
| 2676/2009      | Łączniki przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – złącze rowkowe sztywne, typ: Model K-9      | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | 26.05.2009             | 05.06.2013               |
| 2677/2009      | Łączniki przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – króciec nakładkowy, typ: Model 7721         | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | 26.05.2009             | 05.06.2013               |
| 2678/2009      | Łączniki przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych – króciec nakładkowy, typ: Model 7722         | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | Shurjoint Metals Inc.<br>No. 295 Sec. 3<br>Wandan Road<br>Wandan Township,<br>Pingtung, Tajwan | 26.05.2009             | 05.06.2013               |
| 2679/2009      | Stale urządzenie gaśnicze gazowe na chlorowcopochodną węglowodorów, typ: MX 200                                    | MINIMAX Polska<br>Sp. z o.o. ul.<br>Ogrodowa 27/29,<br>Kielpin<br>05-092 ŁOMIANKI              | MINIMAX Polska<br>Sp. z o.o. ul.<br>Ogrodowa 27/29,<br>Kielpin<br>05-092 ŁOMIANKI              | 24.07.2009             | 21.12.2013               |
| 2685/2009      | Wskaźnik zadziałania typ SIGA-LED                                                                                  | GE Security<br>Kelvinstraat 7<br>NL-6003DH Weert,<br>Holandia                                  | GE Security Polska<br>Sp. z o.o.<br>ul. Sadowa 8<br>80-771 GDAŃSK                              | 27.04.2009             | 08.07.2013               |
| 2692/2009      | Stale urządzenie gaśnicze gazowe na gazy obojętne oraz mieszaniny gazów obojętnych, typ: INERGEN                   | Fire Eater Polska Sp.<br>z o.o.<br>ul. Zielona 52<br>05-500 PIASECZNO                          | Fire Eater Polska Sp.<br>z o.o.<br>ul. Zielona 52<br>05-500 PIASECZNO                          | 14.07.2009             | 15.03.2014               |

**CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE**

|           |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                       |                                                                                 |            |            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 2698/2009 | Przewody elektroenergetyczne ognioodporne, bezhalogenowe, ekranowane i nieekranowane na napięcie znamionowe 300/500 V typu: HDGs (ekw) FE180 PH90/E30-E90 300/500V, HLGs (ekw) FE180 PH90/E30-E90 300/500V | TECHNOKABEL S.A.<br>ul. Nasielska 55<br>04-343<br>WARSZAWA                                                                            | TECHNOKABEL S.A.<br>ul. Nasielska 55<br>04-343<br>WARSZAWA                      | 16.06.2009 | 28.05.2014 |
| 2699/2009 | Zrascacz wodno-pianowy, typ: MXD-FW21 CUP ½’’                                                                                                                                                              | MINIMAX GmbH & Co. KG<br>Industriestrasse 10/12<br>D-23840 Bad Ildesloe, Niemcy                                                       | PROTEKTA Sp. z o.o.<br>ul. Foksal 18<br>00-372<br>WARSZAWA                      | 01.07.2009 | 30.06.2014 |
| 2670/2009 | Łącznik elastyczny węzowy do urządzeń gaśniczych tryskaczowych Flex Drop, typ: VKFD28                                                                                                                      | Viking SA<br>Zone Industrielle Haneboesch<br>LU-4562<br>Differdange, Luksemburg                                                       | Viking SA<br>Zone Industrielle Haneboesch<br>LU-4562<br>Differdange, Luksemburg | 29.04.2009 | 13.08.2013 |
| 2702/2009 | Urządzenie zdalnej sygnalizacji i obsługi nie wchodzące w skład centrali sygnalizacji pożarowej - panel wyniesiony typu ZXF/ZXFEV                                                                          | Tyco Safety Products – Horn Security Limited<br>Security House, The Summit, Hanworth Road,<br>Sunbury-on-Thames<br>TW16 5DB<br>Anglia | ADT Fire and Security Sp. z o.o.<br>ul. Palisadowa 20/22<br>01-940<br>WARSZAWA  | 06.07.2009 | 25.03.2014 |
| 2703/2009 | Oslona przeciwwietrzna typ MP69                                                                                                                                                                            | Tyco Safety Products – Horn Security Limited<br>Security House, The Summit, Hanworth Road,<br>Sunbury-on-Thames<br>TW16 5DB<br>Anglia | ADT Fire and Security Sp. z o.o.<br>ul. Palisadowa 20/22<br>01-940<br>WARSZAWA  | 06.07.2009 | 18.01.2014 |
| 2708/2009 | Stałe urządzenie gaśnicze gazowe na chlorowcopochodną węglowodorów, typ: MX 1230                                                                                                                           | MINIMAX Polska Sp. z o.o. ul. Ogrodowa 27/29, Kielpin<br>05-092 ŁOMIAŃKI                                                              | MINIMAX Polska Sp. z o.o. ul. Ogrodowa 27/29, Kielpin<br>05-092 ŁOMIAŃKI        | 13.08.2009 | 21.12.2013 |

**Załącznik nr 3**  
**Certyfikat dla wyrobów budowlanych upoważniający do znakowania wyrobów**  
**oznakowaniem „CE”**

| Nr certyfikatu | Wyrób                                                                                                                                    | Producent                                                                           | Wnioskujący                                                                         | Certyfikat wydany dnia | Certyfikat ważny do dnia |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1438/CPD/0166  | Hydrant nadziemny DN 80 typ A wg PN-EN 14384:2009 Nr kat. HN80                                                                           | GEMAR-UMECH Sp. z o.o. ul. 14 lutego 26/30 64-920 PIŁA                              | GEMAR-UMECH Sp. z o.o. ul. 14 lutego 26/30 64-920 PIŁA                              | 19.06.2009             | bezterminowo             |
| 1438/CPD/0167  | Hydrant podziemny DN80 Nr kat. HP80                                                                                                      | GEMAR-UMECH Sp. z o.o. ul. 14 lutego 26/30 64-920 PIŁA                              | GEMAR-UMECH Sp. z o.o. ul. 14 lutego 26/30 64-920 PIŁA                              | 19.06.2009             | bezterminowo             |
| 1438/CPD/0168  | Hydrant nadziemny DN 80 typ A wg PN-EN 14384:2009 z podwójnym zamknięciem Nr kat 855-PZ                                                  | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład WĘGIERSKA GÓRKA ul. Kolejowa 6 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład WĘGIERSKA GÓRKA ul. Kolejowa 6 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA | 30.06.2009             | bezterminowo             |
| 1438/CPD/0169  | Hydrant nadziemny DN 100 typ A wg PN-EN 14384 z podwójnym zamknięciem Nr kat 855-PZ                                                      | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład WĘGIERSKA GÓRKA ul. Kolejowa 6 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład WĘGIERSKA GÓRKA ul. Kolejowa 6 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA | 30.06.2009             | bezterminowo             |
| 1438/CPD/0170  | Hydrant podziemny DN80 z podwójnym zamknięciem Nr kat. 852-PZ                                                                            | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład WĘGIERSKA GÓRKA ul. Kolejowa 6 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA | ZETKAMA Spółka Akcyjna Zakład WĘGIERSKA GÓRKA ul. Kolejowa 6 34-350 WĘGIERSKA GÓRKA | 30.06.2009             | bezterminowo             |
| 1438/CPD/0171  | Stale urządzenia gaśnicze - Podzespoły urządzeń gaśniczych gazowych - Centrala Sterująca Stałymi Urządzeniami Gaśniczymi typu CSS-ITO/EN | „ITO” Sp. z o.o. ul. Żwirki i Wigury 35A 85/310 BYDGOSZCZ                           | „ITO” Sp. z o.o. ul. Żwirki i Wigury 35A 85/310 BYDGOSZCZ                           | 15.07.2009             | bezterminowo             |

| Data wydania Aprobaty                                | Data ważności Aprobaty | Numer Aprobaty                 | Nazwa, typ, odmiany wyrobu                                                                                                                                                                     | Nazwa Wnioskodawcy | Adres Wnioskodawcy                                                               | Nazwa Producenta | Adres Producenta                                                                   |
|------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Wykaz Aprobat Technicznych za II kwartał 2009</b> |                        |                                |                                                                                                                                                                                                |                    |                                                                                  |                  |                                                                                    |
| 2009.08.07                                           | 2012.02.01             | AT-1103-0122/2009<br>wydanie 2 | Tryskacze ELO, wiszące, ampułkowe, o współczynniku K=161, temperaturze zadziałania 57°C, 68°C, 79°C, 93°C, oraz 141°C, normalnego reagowania, typu V3403 oraz szybkiego reagowania, typu V3404 | VICTAULIC          | Prijkelstraat 39, 9810 Nazareth, Belgia                                          | VICTAULIC        | Prijkelstraat 39, 9810 Nazareth, Belgia                                            |
| 2009.08.07                                           | 2012.02.01             | AT-1103-0123/2009<br>wydanie 2 | Tryskacze ELO, wiszące, ampułkowe, o współczynniku K=161, temperaturze zadziałania 57°C, 68°C, 79°C, 93°C, oraz 141°C, normalnego reagowania, typu V3407 oraz szybkiego reagowania, typu V3408 | VICTAULIC          | Prijkelstraat 39, 9810 Nazareth, Belgia                                          | VICTAULIC        | Prijkelstraat 39, 9810 Nazareth, Belgia                                            |
| 2009.07.07                                           | 2012.04.25             | AT-0401-0139/2009<br>wydanie 2 | Centrala sterująca zamknięciami przeciwpożarowymi, typu BAZ 2, BAZ 04, BAZ 04 - N                                                                                                              | D + H              | D+H Mechatronic AG, Georg-Sasse_Strasse 28-32 22949 Ammersbek                    | D + H            | D+H Mechatronic AG, Georg-Sasse_Strasse 28-32 22949 Ammersbek                      |
| 2009.09.16                                           | 2014.09.15             | AT-09-0163/2009                | Stale urządzenia gasnicze jedno- i wielostrefowe, na ciśnienie 200bar i 300bar, na gaz obojętny IG-541, typu INERGEN® oraz na gaz obojętny IG-55, typu I2™ i typu I3™.                         | ADT                | ADT FIRE and SECURITY Sp. z o. o. ul. Palisadowa 20/22 01-940 Warszawa           | ADT              | Total Walther GmbH (Tyc Safety Products), Waltherstr. 51. 51069 Kolonia, Niemcy.   |
| 2009.06.29                                           | 2012.12.2012           | AT-0603-0180/2009<br>wydanie 2 | Kable elektroenergetyczne, bezhalogenowe, ognioodporne do instalacji przeciwpożarowych typu HDGs PH 90; HDGs ekw PH 90; HLGS PH 90 i HLGS ekw PH 90.                                           | ELPAR              | Fabryka Kabli ELPAR Szczygielski Sp. Jawna ul Al. Jana Pawła II 38 21-200Parczew | ELPAR            | Fabryka Kabli „ELPAR” Szczygielski Sp. Jawna ul Al. Jana Pawła II 38 21-200Parczew |

| Data wydania Aprobaty | Data ważności Aprobaty | Numer Aprobaty               | Nazwa, typ, odmiany wyrobu                                                                                                                                                                                                             | Nazwa Wnioskodawcy | Adres Wnioskodawcy                                                               | Nazwa Producenta | Adres Producenta                                                                     |
|-----------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 2009.07.23            | 2013.12.21             | AT-10-0231/2009              | Stale urządzenia gaśnicze gazowe na chlorowcopochodne węglowodorów HFC 227ea, jedno- i wielostrefowe, typu MX 200                                                                                                                      | MINIMAX POLSKA     | MINIMAX Polska Sp. z o.o.<br>05-092 Łomianki<br>ul. Ogródowa 27/29               | MINIMAX          | MINIMAX GmbH & Co. KG.<br>Industriestrasse 10-12,<br>D-23840 Bad Oldesloe,<br>Niemcy |
| 2009.08.07            | 2013.12.21             | AT-10-0231/2009<br>wydanie 2 | Stale urządzenia gaśnicze gazowe na chlorowcopochodne węglowodorów HFC 227ea oraz FK-5-1-12, jedno- i wielostrefowe, typu MX 200 oraz typu MX 1230                                                                                     | MINIMAX POLSKA     | MINIMAX Polska Sp. z o.o.<br>05-092 Łomianki<br>ul. Ogródowa 27/29               | MINIMAX          | MINIMAX GmbH & Co. KG.<br>Industriestrasse 10-12,<br>D-23840 Bad Oldesloe,<br>Niemcy |
| 2009.08.07            | 2014.08.06             | AT-1106-0251/2009            | Łączniki przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych- złącza rowkowe: DN 25 do DN 200, sztywne, typu 01: DN 25 do DN 300, elastyczne, typu 02 oraz złącze rowkowo-kołnierzowe DN 50 do DN 200, typu 18                 | TASTA              | TASTA Armatura Sp. z o.o.<br>ul. Władysława Grabskiego 38<br>37-450 Stalowa Wola | TASTA            | TASTA Armatura Sp. z o.o.<br>ul. Władysława Grabskiego 38<br>37-450 Stalowa Wola     |
| 2009.08.07            | 2014.08.06             | AT-1106-0252/2009            | Łączniki przewodów rurowych stalowych do urządzeń gaśniczych wodnych-króce nakładkowe rowkowe DN 100x60 do DN 200x100, z wylotem rowkowym, typu 03 oraz króce nakładkowe rowkowe DN 65x25 do DN 200x80, z wylotem gwintowym , typu 03s | TASTA              | TASTA Armatura Sp. z o.o.<br>ul. Władysława Grabskiego 38<br>37-450 Stalowa Wola | TASTA            | TASTA Armatura Sp. z o.o.<br>ul. Władysława Grabskiego 38<br>37-450 Stalowa Wola     |
| 2009.07.07            | 2014.07.06             | AT-0201-0253/2009            | Centrala systemu ostrzegawczego typu DYNACORD PROMATRIX                                                                                                                                                                                | DYNACORD           | Dynacord- Service Jan Tomasz Żebrowski                                           | DYNACORD         | Bosch Sicherheitssystem GmbH Bosch Communication System                              |



| Data wydania Aprobaty | Data ważności Aprobaty | Numer Aprobaty    | Nazwa, typ, odmiany wyrobu                                                                                                                                                       | Nazwa Wnioskodawcy | Adres Wnioskodawcy                                                                                                                                                                          | Nazwa Producenta | Adres Producenta                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2009.07.17            | 2014.07.16             | AT-10-0254/2009   | Stale urządzenia gaśnicze gazowe na chlorowcopochodne węglowodorów HFC 227ea oraz FK-5-1-12, jednostrefowe, typu FM200 oraz typu Sapphire                                        | TYCO-FIRE          | Tyco Fire Suppression & Building Products<br>Burlingham House,<br>Hewett Road, Gapton Hall Industrial Estate, Great Yarmouth, Norfolk, NR31 0NN, United Kingdom<br>( Zjednoczone Królestwo) | TYCO-FIRE        | Tyco Fire Suppression & Building Products<br>Burlingham House, Hewett Road, Gapton Hall Industrial Estate, Great Yarmouth, Norfolk, NR31 0NN, United Kingdom<br>( Zjednoczone Królestwo) |
| 2009.08.07            | 2014.08.06             | AT-09-0255/2009   | Stale urządzenia gaśnicze jedno- i wielostrefowe, na ciśnienie 200 bar i 300bar, na gaz obojętny IG-01, typu Ar i typu Ar-300 oraz na gaz obojętny IG-100, typu N2 i typu N2-300 | WAGNER             | „Wagner” Poland<br>Sp. z o.o. Sp. K.<br>ul Puławska 38<br>05-500 Piaseczno                                                                                                                  | WAGNER           | „Wagner” Poland<br>Sp. z o.o. Sp. K.<br>ul Puławska 38<br>05-500 Piaseczno                                                                                                               |
| 2009.08.07            | 2014.08.06             | AT-10-0256/2009   | Stale urządzenia gaśnicze gazowe chlorowcopochodną na węglowodorów HFC 236fa jednostrefowe, typu Pliszka FE-36                                                                   | POŻ-PLISZKA        | Przedsiębiorstwo Usługowe „Pliszka”<br>Sp. z o.o.<br>ul. Szczecińska 45<br>80-392 Gdańsk-Oliwa                                                                                              | POŻ-PLISZKA      | Przedsiębiorstwo Usługowe „Poż-Pliszka” Sp.zo.o.<br>ul Szczecińska 45<br>80-392 Gdańsk-Oliwa                                                                                             |
| 2009.08.24            | 2014.08.23             | AT-0602-0257/2009 | Systemy nośnych tras kablowych NIEDAX o odporności ogniowej E30, E60, i E90                                                                                                      | NIEDAX POLSKA      | Niedax Kleinhuis<br>Polska Sp. z o.o.                                                                                                                                                       | NIEDAX           | Niedax GmbH & Co KG,<br>Asbacher str. 141, 53-545 Linz/Rhein Niemcy                                                                                                                      |
| 2009.09.08            | 2014.09.07             | AT-0203-0258/2009 | Głośnik pożarowy typu LB1-UM06E do dzwinkowych systemów ostrzegawczych                                                                                                           | ROBER BOSCH POLSKA | ROBERT BOSCH<br>Sp. z o.o.<br>02-822 Warszawa<br>ul. Polećki 3                                                                                                                              | BOSCH            | BOSCH Security Systems<br>BV LoB<br>Kapittelweg 10,<br>4827 HG Breda, P.O.Box 90106, 4800 RA Breda, the Netherlands Holandia                                                             |

mgr inż. **Dariusz CYGANKIEWICZ**

dr inż. **Witold GRABYSZ**

**Zdzisław KLIMASARA**

MERAWEX Sp. z o. o. w Gliwicach

# **UNIWERSALNE ZASILANIE URZĄDZEŃ SYGNALIZACJI I AUTOMATYKI POŻAROWEJ Z ZASILACZY INSTALOWANYCH POZA CENTRALĄ SYGNALIZACJI POŻAROWEJ. PROBLEMY I NOWE MOŻLIWOŚCI**

## **Streszczenie**

Zasilacze sygnalizacji i automatyki pożarowej podlegają regulacjom zarówno europejskim jak i krajowym. Artykuł przedstawia te wymagania oraz sposób ich spełnienia w przypadku zasilacza maksymalnie uniwersalnego. W dalszej części zwraca się uwagę, że obowiązkowe wymagania są uderzająco powściągliwe, jeśli chodzi o sygnalizację stanu zasilaczy, szczególnie ich uszkodzeń. Przedstawia się koncepcję sygnalizacji ponad wymagane i przyjęte w praktyce standardy. Zaletą wdrożenia tej koncepcji powinno być ograniczenie kosztów utrzymania rozproszonego zasilania sygnalizacji i automatyki pożarowej.

## **Summary**

Power supplies of equipment of fire alarm and protection automation are subject to both European and domestic regulations. The paper presents these requirements and a way to fulfill them for a power supply of most versatility. Further, it is noted that the compulsory requirements are strikingly restrained in case of indication of state of power supplies, in particular their failure. A concept of indication above the required and practically accepted standards is presented. Savings on maintenance costs of distributed power supply should be the benefit of implementation of this concept.

## **Wstęp**

Artykuł koncentruje się na problematyce gwarantowanego zasilania elektrycznego urządzeń alarmowych i automatyki pożarniczej, pomijając przy tym problematykę zasilania pomp, wentylatorów, oświetlenia i wind. Ponadto nie zajmuje się zasilaniem sprężonym powietrzem i z wykorzystaniem energii sprężyn.

Gwarantowane zasilanie urządzeń przeciwpożarowych może odbywać się w sposób:

- scentralizowany
  - a) z gwarantowanej sieci napięcia przemiennego 230VAC uzyskanej dzięki zastosowaniu:
    - drugiego niezależnego przyłącza zasilania z innego urządzenia sieci pierwotnej,
    - generatora maszynowego na paliwo ciekłe,
    - centralnego UPS,
  - b) z gwarantowanego napięcia stałego, np. 24VDC,
- rozproszony
  - b) z sieci napięcia przemiennego 230VAC za pośrednictwem UPS rozmieszczonych
  - c) przy poszczególnych urządzeniach,
  - d) z zasilacza AC/DC buforowanego akumulatorami stanowiącymi rezerwowę
  - e) źródło zasilania.

Z powyżej wymienionych sposobów i środków realizacji w artykule ograniczono się do zasilaczy AC/DC buforowanych akumulatorami.

Celem artykułu jest prezentacja samego urządzenia i przedstawienie na tle wymogów normalizacyjno-prawnych wszelkich możliwości technicznych zasilacza, który został skonstruowany tak, że:

- uwzględnia aktualne, interdyscyplinarne regulacje prawne,
- spełnia wymagania wszystkich odpowiednich dokumentów normatywnych UE,
- przechodzi specyficzny program najostrejszych badań z danej grupy dla zróżnicowanych zastosowań,
- charakteryzuje się danymi technicznymi funkcjami i cechami predestynującymi go do uniwersalnych zastosowań do zasilania urządzeń ochrony przeciwpożarowej,
- może być koncepcyjnie zaadoptowany do współpracy równoległej przy równoczesnym zwiększeniu możliwości komunikacji,
- może być wyposażony w niespotykane dotąd koncepcyjne systemy rozbudowanej komunikacji cyfrowej przekazującej sygnały o poszczególnych uszkodzeniach, informacje o stanach i parametrach na potrzeby zdalnego monitoringu, serwisu i (jeżeli dostrzeżę się taką potrzebę) Centrali Sygnalizacji Pożarowej.

Problemy wymienione powyżej są omówione kolejno w treści artykułu.

## 1. Regulacje prawne dotyczące urządzeń ochrony przeciwpożarowej

Wyroby przeznaczone do stosowania w ochronie przeciwpożarowej, zwane dalej wspólnie SAP („sygnalizacja i automatyka pożarowa”), do których zaliczają się systemy sygnalizacji pożarowej, systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła, centrale automatycznego sterowania urządzeniami gaśniczymi oraz inne systemy automatyki pożarowej, a wśród nich zasilacze podlegają:

- Obligatoryjnym dyrektywom nowego podejścia jednakowym dla wszystkich państw członkowskich UE, a w szczególności dla tej grupy wyrobów:
  - f) dyrektywie **CPD** – wyroby budowlane **89/06/EWG** (Rozporządzenie MI z dn. 11.08.2004 Dz.U. nr 198 poz. 2041),
  - g) dyrektywie **LVD** – niskonapięciowe wyroby elektryczne **2006/95/WE** (Rozporządzenie MG z dn. 21.08.2007 Dz.U. nr 155 poz.1089),
  - h) dyrektywie **EMC** – kompatybilność elektromagnetyczna **2004/108/WE** (Ustawa z dn. 13.04.2007 Dz.U. nr 82 poz.556).
- Normom zharmonizowanym z dyrektywami, wśród których **dla zasilaczy** najważniejsze to:
  - i) dla dyrektywy **CPD**
    - **PN-EN 54-4** Systemy sygnalizacji pożarowej. Zasilacze.
    - **PN-EN 12101-10** Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Zasilacze.
  - j) dla dyrektywy **LVD**
    - **PN-EN 60950-1** Urządzenia techniki informatycznej- Bezpieczeństwo - część 1: Wymagania podstawowe.
    - **PN-EN 61204-7** Zasilacze niskiego napięcia prądu stałego - część 7: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa.
  - k) dla dyrektywy **EMC** – normy na emisję i odporność na oddziaływanie czynników elektromagnetycznych – grupa kilkunastu norm przedmiotowych i grupowych – najważniejsza z nich jest wyszczególniona w spisie literatury w pozycji 9.
- Uregulowaniom prawnym, które mogą być wydane przez poszczególnych członków Unii, z uwagi na szczególne interesy narodowe na podstawie art. 36 Traktatu Rzymskiego. W Polsce skorzystano z tego uprawnienia i wydano w dniu 20.06.2007 rozporządzenie

MSWiA w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad dopuszczania tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. nr 143, poz. 1002). W tym akcie prawnym zasilacze SAP są ujęte w pkt. 12.2.

Dyrektywy nowego podejścia, wraz z aktami prawnymi z nimi związanymi, normami z nimi zharmonizowanymi, aprobatami, ustanawiają obligatoryjne oceny zgodności wyrobów.

Wyroby przewidziane do stosowania jako urządzenia przeciwpożarowe podlegają ostrzejszemu systemowi oceny zgodności w postaci udziału jednostki notyfikowanej w badaniach, ocenie zgodności oraz nadzorze nad zakładową kontrolą produkcji i/lub badaniem próbek wyrobów.

W oparciu o obowiązujące akty prawne można wyróżnić **trzy systemy zgodności**:

- **Pierwszy system zgodności** oparty na dyrektywach i normach zharmonizowanych,
- **Drugi system zgodności** oparty na krajowym dopuszczeniu do użytkowania (dla wyrobów nie podlegających dyrektywom lub takim, dla których nie wprowadzono norm zharmonizowanych),
- **Trzeci system zgodności** oparty na krajowych aprobatach technicznych będących synonimem normy przedmiotowej. Aktualnie dzięki przyjęciu dostatecznie dużej ilości norm zharmonizowanych nie ma potrzeby tworzenia aprobat technicznych na zasilacze wyrobów SAP.

Po wprowadzeniu Rozporządzenia MSWiA (pkt. 1.3) dla wyrobów SAP, w tym zasilaczy obowiązuje system oceny zgodności, który można określić jako „**1+2**”, polegający na ocenie zgodności według wg pierwszego systemu i dopuszczeniu do użytkowania według systemu drugiego.

## **2. Dokumenty normatywne dla zasilaczy SAP**

Dla zasilaczy przewidzianych do współpracy z wyrobami SAP zasadniczymi i w zasadzie wystarczającymi dokumentami stanowiącymi podstawę do badań w celu wykazania zgodności w obszarze notyfikowanym są:

- Norma PN-EN 54-4 przywołana w dyrektywie CPD,
- Norma PN-EN 12101-10 przywołana w dyrektywie CPD,
- Rozporządzenie MSWiA z 20.06.2007.

Wymienione akty prawne odnoszą się do dużej liczby wymagań sprecyzowanych w pozostałych dyrektywach zwłaszcza EMC, dla której najważniejsza jest norma grupowa **PN-EN 50130-4**, ustanawiająca dla zasilaczy SAP siedem wymagań. Spełnienie tych wymagań sprawdza się w laboratorium notyfikowanym.

Wymogi bezpieczeństwa i niektóre spośród EMC nieujęte w aktach prawnych wymienionych powyżej są sprawdzane zgodnie z tzw. Modułem A – bez obligatoryjnego udziału jednostki notyfikowanej.

Wobec niespójności wymagań wymienionych aktów prawnych, wynikających z ustanowienia ich przez zupełnie różne Komitety Techniczne, powstała konieczność opracowania zespolonego programu badań oraz kompleksowego podejścia do metodyki ich przeprowadzania.

### **3. Program badań zasilaczy SAP**

Przy opracowaniu programu badań zastosowano **kompleksowe podejście** i wykorzystano metodykę **najostrzejszego wymagania** w celu zminimalizowania ilości prób niezbędnych do spełnienia wszystkich wymagań normatywnych.

Norma PN-EN 54-4 obejmuje 31 badań, a przy założeniu, iż jest to norma wiodąca, do pełnego programu wybrano z tego 21 badań, w tym z normy PN-EN 50130-4, do której odsyła PN-EN 54-4 wybrano 6 badań.

Norma PN-EN 12101-10 obejmuje 33 badania, a do pełnego programu wybrano z niej 9 badań.

Rozporządzenie obejmuje 25 badań, a do pełnego programu wybrano z niego 11 badań. Te trzy dokumenty obejmują łącznie 89 badań.

Pełny program badań obejmuje 37 odrębnych badań, a w zasadzie 41 badań, gdyż 4 badania wykonywane są podwójnie – dla dwóch różnych dokumentów ustanawiających całkowicie inne warunki i kryteria badań. Kompletna ich lista wykracza poza ramy niniejszego artykułu. Przykładowe szczegóły podano dla czterech obligatoryjnych sygnałów o uszkodzeniach w tabeli stanowiącej fragment programu badań zasilacza SAP.

Tabela 1.

**Fragment programu badań zasilacza SAP**

| Badana cecha<br>wyrobu                                                                                      | Dokumenty normatywne,<br>w oparciu o które badana jest cecha wyrobu |                        |                               |                                            | Porównanie              | Dokument<br>normatywny:<br>wiodący<br>i pomocniczy;<br>Wymagania |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                             | Certyfikat CPD                                                      |                        |                               | Dopuszczenie                               |                         |                                                                  |
| Sygnalizowane<br>uszkodzenia:                                                                               | *1 PN-EN 54-4:2001/A1:2004 /A2:2006                                 | *2 PN-EN 12101-10:2007 | *3 PN-EN 50130-4:2002/A2:2007 | *4 Rozp. MSWiA 20.06.07 Dz.U. 143 poz.1002 | *1 ÷ *4                 |                                                                  |
| a) zanik napięcia głównego źródła zasilania w ciągu 30 min. od wystąpienia zanku                            | p.5.4 a)                                                            | p.6.4. a)              | -                             | p.12.2.3.3. a)                             | *1, *2, *4<br>zgodne    | *1 pkt 5.4 a)                                                    |
| b) zanik napięcia rezerwowego źródła zasilania w ciągu 15 min od wystąpienia zanku                          | p.5.4 b)                                                            | p.6.4. b)              | -                             | p.12.2.3.3. b)                             | *1, *2, *4<br>zgodne    | *1 pkt 5.4 b)                                                    |
| c) wysoką rezystancję wewnętrzną baterii w ciągu 4 godzin od zdarzenia                                      | p.5.4 c)                                                            | -                      | -                             | -                                          | wymaganie<br>tylko w *1 | *1 pkt 5.4 c)                                                    |
| d) uszkodzenie urządzenia do ładowania baterii w ciągu 30 min                                               | p.5.4 d)                                                            | p.6.4. d)              | -                             | p.12.2.3.3. c)                             | *1, *2, *4<br>zgodne    | *1 pkt 5.4 d)                                                    |
| e) obniżenie napięcia baterii do wartości mniejszej niż 90% końcowego napięcia rozładowania w ciągu 30 min. | -                                                                   | p.6.4 c)               | -                             | -                                          | wymaganie<br>tylko w *3 | *2 pkt 6.4 c)                                                    |
| f) obniżenie napięcia pracy do wartości poniżej 90% wartości znamionowej w ciągu 30 min                     | -                                                                   | -                      | -                             | p.12.2.3.3. d)                             | wymaganie<br>tylko w *4 | *4 pkt<br>2.2.3.3.d)                                             |

**Wnioski:**

- Realizacja badań według programu obejmującego wymagania dwóch norm i jednego rozporządzenia zasadniczo zmniejsza ilość badań z 89 do 41 i umożliwia oszczędności finansowo-czasowe.

- Wykonanie badań zgodnie z programem jest wystarczającą podstawą do otrzymania certyfikatu zgodności CPD z obu normami i świadectwa dopuszczenia do użytkowania na zgodność z rozporządzeniem.

#### 4. Charakterystyka zasilacza SAP

Przedmiotem rozważań będą **zasilacze buforowe SAP**, które po zaniku sieci przekazują energię bez przetwarzania – wprost z akumulatorów do zasilania urządzeń przeciwpożarowych. System taki cechuje się większą niezawodnością i sprawnością w porównaniu z UPS, gdzie pomiędzy akumulatorem a odbiornikiem ochrony przeciwpożarowej znajdują się dwa stopnie przetwarzania – pierwszy ze stałego napięcia akumulatora na przemienne 230V i drugi z napięcia przemiennego na stałe 24V.

W tabeli poniżej podano dane techniczne na przykładzie **buforowego zasilacza ZSP135-DR**, spełniającego wszystkie wymagania opisane w punkcie 2, a zatem odpowiadającego kryteriom uniwersalnego zasilacza **SAP**.

Tabela 2.

**Znamionowe parametry napięciowo-prądowe zasilaczy ZSP135-DR**

|                                                                           |                |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Znamionowe napięcie wyjściowe w cyklu pracy buforowej w temperaturze 25°C | 26.8V          |
| Zakres zmian napięcia wyjściowego *1)                                     | 20.0...28.0V   |
| Maksymalny prąd wyjściowy I <sub>max</sub> b                              | 2, 3, 5 lub 7A |

\*1) Podany zakres obejmuje napięcia pomiędzy napięciem rozładowanej baterii akumulatorów (pod koniec cyklu pracy baterijnej) do napięcia ładowania samoczynnego.

Tabela 3.

**Bezpieczeństwo i warunki użytkowania**

|                                                                            |         |
|----------------------------------------------------------------------------|---------|
| Stopień ochrony PN-EN 60529:2003                                           | IP 43   |
| Klasa funkcjonalna PN-EN 12101-10:2007                                     | A       |
| Klasa środowiskowa PN-EN 12101-10:2007                                     | 2       |
| Klasa klimatyczna Rozp. MSWiA z dnia 20.06.2007 Dz. U. 143 Poz. 1002       | I       |
| Klasa ochronności PN-EN 60950-1:2007                                       | I       |
| Wytrzymałość elektryczna izolacji:                                         |         |
| - pomiędzy obwodem wejściowym (sieciowym) a obwodami wyjściowymi zasilacza | 4200Vdc |
| - pomiędzy obwodem wejściowym (sieciowym) a obudową                        | 2800Vdc |
| - pomiędzy obwodami wyjściowymi a obudową                                  | 1400Vdc |
| - pomiędzy wyjściem zdalnej sygnalizacji a obwodami wyjściowymi            | 500Vdc  |



Tabela 4.

### Wspólne parametry elektryczne

|                                                                                                       |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Napięcie zasilania                                                                                    | 184...230...253V                                      |
| Częstotliwość                                                                                         | 47...53 Hz                                            |
| Zakłócenia radioelektryczne wg PN-EN 55022:2006                                                       | klasa B                                               |
| Kompatybilność elektromagnetyczna                                                                     | PN-EN 54 4:2001/A2:2006<br>PN-EN 50130-4:2002/A2:2007 |
| Prąd upływu w przewodzie ochronnym                                                                    | max 0.75mA                                            |
| Pobór prądu z akumulatora na potrzeby własne zasilacza                                                | max 35mA                                              |
| Napięcie tętnień na zaciskach wyjściowych                                                             | 150mV <sub>pp</sub>                                   |
| Napięcie wyjściowe w cyklu pracy buforowej (nominał przy 25°C)                                        | 26.8V                                                 |
| Współczynnik kompensacji temperaturowej (w zakresie 5...35°C)                                         | -48mV/°C                                              |
| Napięcie wyjściowe podczas ładowania samoczynnego                                                     | 28.0V                                                 |
| Napięcia akumulatora uruchamiające ładowanie samoczynne                                               | 22.8V                                                 |
| Czas zaniku zasilania sieciowego uruchamiający ładowanie samoczynne                                   | 5 min                                                 |
| Częstotliwość testu akumulatora i pomiaru rezystancji obwodu baterii                                  | 10 min                                                |
| Czas testu akumulatora                                                                                | 10 s                                                  |
| Dopuszczalne napięcia akumulatora podczas testu obwodu baterii *1)                                    | 24.0V                                                 |
| Maksymalna rezystancja obwodu akumulatora *2)                                                         | 250mΩ                                                 |
| Akumulator rozładowany podczas pracy z baterii *3)                                                    | 21.6V                                                 |
| Minimalne napięcie akumulatora – odłączenie baterii                                                   | 20.0V                                                 |
| Wejście zewnętrznego sygnału dwustanowego<br>(2 linie na potencjale masy urządzenia)                  | 5V/1mA                                                |
| Sygnalizacja zdalna- przekaźniki (zanik zasilania, alarm zbiorczy), trzy styki przełączalne (NO i NC) | obciążalności 30V <sub>DC</sub> /1A                   |

\*1) Uruchomienie sygnalizacji uszkodzenia.

\*2) Gwarantowana wartość rezystancji obwodu akumulatora, przy której zostanie uruchomiona sygnalizacja alarmu.

\*3) 90% napięcia znamionowego baterii akumulatorów. Zgodnie z Rozp. MSWiA z 20.06.2007 Dz. U. Nr 143 Poz. 1002 pkt 12.2.3.3 d).

Tabela 5.

### Indywidualne parametry elektryczne

|                                       | ZSPI35-DR-2A-1 | ZSPI35-DR-3A-1 | ZSPI35-DR-3A-2 | ZSPI35-DR-5A-1 | ZSPI35-DR-5A-2 | ZSPI35-DR-5A-3 | ZSPI35-DR-7A-1 | ZSPI35-DR-7A-2 | ZSPI35-DR-7A-3 |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Maksymalny pobór prądu z sieci        | 0.6A           | 0.8A           |                | 1.0A           |                |                | 1.5A           |                |                |
| Sprawność                             | 77%            | 77%            |                | 80%            |                |                | 82%            |                |                |
| Maksymalny prąd ładowania akumulatora | 2.0A           | 2.0A           | 2.0A           | 2.0A           | 2.0A           | 2.0A           | 2.0A           | 2.0A           | 2.0A           |
| Pojemność baterii akumulatorów. *1)   | 18Ah           | 18Ah           | 28Ah           | 18Ah           | 28Ah           | 40Ah           | 18Ah           | 28Ah           | 40Ah           |
| Prąd końca ładowania samoczynnego *2) | 0.5A           | 0.5A           | 0.5A           | 0.5A           | 0.5A           | 0.5A           | 0.5A           | 0.5A           | 0.5A           |

\*1) W miejsce akumulatora 18Ah może być montowany akumulator o pojemności 17Ah.

\*2) Ładowanie samoczynne zostaje zakończone również po czasie dłuższym od 18 godzin lub po przekroczeniu temperatury 40°C w otoczeniu baterii akumulatorów.

Tabela 6.

**Parametry mechaniczne**

|                                           | Typ szafki     |                 |                 |
|-------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                                           | A              | B               | C               |
| Maksymalna pojemność baterii akumulatorów | 18Ah           | 28Ah            | 40Ah            |
| Wymiary gabarytowe (S x W x G)            | 390 x 350 x 90 | 390 x 350 x 140 | 450 x 350 x 180 |
| Mocowanie                                 |                |                 |                 |
| wewnątrz szafki (S x W)                   | 350 x 310      | 350 x 310       | 310 x 410       |
| przy zastosowaniu uchwytów (S x W)        | 350 x 370      | 350 x 370       | 370 x 410       |
| Masa bez baterii akumulatorów             | 6,4kg          | 8,3kg           | 11,0kg          |
| Masa z baterią akumulatorów               | 18,0kg         | 28,3kg          | 42,3kg          |

Zasilacz ZSP135-DR sukcesywnie zastępuje analogiczny wyrób ZSP135-D, którego produkcję rozpoczęto w roku 2006, a więc przed wprowadzeniem normy PN-EN 12101-10 w marcu 2007 i rozporządzenia w czerwcu 2007. Porównanie obu zasilaczy pokazano w tabeli 7 poniżej.

Tabela 7.

**Porównanie zasilaczy ZSP135-DR i ZSP135-D**

| Właściwość \ Typ zasilacza                                                 | <b>ZSP135-D</b><br>cert. 2263/2006<br>aprobata AT-0604-0086/2006 | <b>ZSP135-DR</b><br>cert. 1438/CPD/0163<br>św. dop. 0583/2009  |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Pomiar rezystancji obwodu baterijnego zgodnie z PN-EN 54-4/A2              | Nie                                                              | Tak                                                            |
| Zgodność z PN-EN 12101-10                                                  | Tak – 1 klasa środowiskowa                                       | Tak – 2 klasa środowiskowa                                     |
| Dopuszczenie                                                               | Nie                                                              | Tak – wymagane badanie odporności na atmosferę SO <sub>2</sub> |
| Stopień ochrony                                                            | IP 32                                                            | IP43                                                           |
| Odporność na atmosferę SO <sub>2</sub>                                     | Nie badano - nie dotyczy I i II klasy środowiskowej              | Tak, dotyczy I i II klasy klimatycznej                         |
| Klasa klimatyczna (dopuszczenie)                                           | Nie podlega                                                      | I                                                              |
| Pobór prądu z akumulatora na potrzeby własne zasilacza                     | max 60mA                                                         | max 35mA                                                       |
| Pojemność akumulatora na potrzeby własne zasilacza (dozór 72h, alarm 0.5h) | min. 5.6Ah                                                       | min. 3.3Ah                                                     |

Najistotniejsze cechy, funkcje i własności omawianego zasilacza SAP to:

- gwarantowane zasilanie 24V bez jakichkolwiek chwilowych zaników napięcia,
- kompleksowa kontrola procesu ładowania samoczynnego i stanu naładowania akumulatorów oraz cykliczne testy ich zdolności do obciążenia w trybie pracy buforowej,
- pomiar rezystancji obwodu baterijnego zgodnie z poprawką A2 do PN-EN 54-4,
- uzależnienie napięcia pracy buforowej od temperatury,
- ochrona baterii przed zbyt głębokim rozładowaniem,
- kontrola stanu bezpiecznika akumulatora,
- kontrola stanu bezpieczników obu wyjść,
- sygnalizacja optyczna i zdalna – przekaźnikowa stanów uszkodzenia,
- możliwość komunikacji cyfrowej.

## 5. Zwiększenie możliwości komunikacji

Wyposażanie zasilacza w procesor oraz gniazdo komunikacji cyfrowej daje dodatkowe możliwości w zakresie monitoringu informacyjnego (w trakcie pracy bez awarii) oraz informowania o uszkodzeniach (po awarii). Zamiast dwustanowego sygnału uszkodzenia zbiorczego byłaby dostępna informacja o stanach wszystkich kluczowych podzespołów i ich funkcji oraz możliwość dostępu do mierzonych przez zasilacz na potrzeby własne parametrów.

Z uniwersalnego zasilacza SAP można odczytać:

- Napięcie baterii,
- Napięcie prostownika,
- Prąd ładowania,
- Temperaturę,
- Wynik testu baterii,
- **Rezystancję obwodu baterijnego** (zgodnie z wymaganiami zmiany A2 do PN-EN 54-4),
- Stany:

- l) Stan baterii (OK, brak, przepalony bezpiecznik, obciążona, rozładowana, błąd testu, wysoka rezystancja),
- m) Obecność napięcia na wyjściu nr 1,
- n) Obecność napięcia na wyjściu nr 2.

Najprostszą metodą odczytania tych wartości jest zastosowanie czytnika lokalnie podłączonego do badanego zasilacza. Taki tester pokazany jest na Ryc. 1.



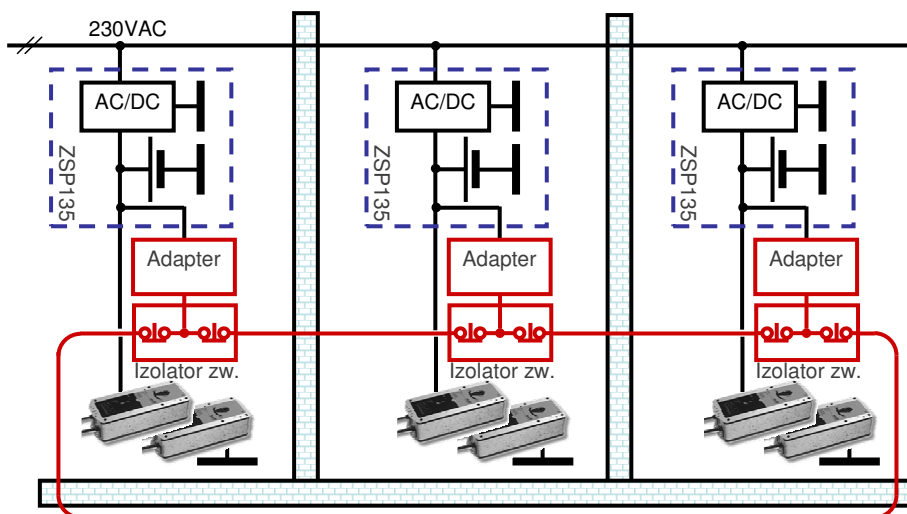
**Ryc. 1.** Tester zasilaczy ZSP135

Pracownik służb nadzorujących instalację wyposażony w tester może wykonać okresowy przegląd lub zareagować na sygnał o uszkodzonym zasilaczu. W pierwszym przypadku uwolniony jest od potrzeby posiadania mierników elektrycznych, w szczególności stosunkowo drogiego miernika rezystancji baterii. W drugim przypadku może łatwo dokonać wstępnej diagnostyki uszkodzenia, a następnie samodzielnie lub po telefonicznych konsultacjach z producentem zasilacza wybrać optymalne działania naprawcze. W wielu przypadkach można uniknąć demontażu zasilacza i przesyłania do producenta, a więc zaoszczędzić czas zarówno użytkownika jak i producenta, a także skrócić czas niesprawności zasilacza, a przez to także okres ułomnej ochrony przeciwpożarowej.

Oszczędności i minimalizacja czasu niesprawności, ale przede wszystkim zwiększona niezawodność wynikająca z rzetelnie prowadzonych przeglądów nabiera tym większego znaczenia, im więcej zasilaczy pracuje w systemie ochrony przeciwpożarowej. Jednocześnie jednak rośnie presja na automatyzację przeglądów i wyeliminowanie długotrwałego „zwiadania” całego budynku od zasilacza do zasilacza. Rozwiązaniem tego problemu jest zdalny dostęp do informacji udostępnianych przez zasilacz, przy czym wydaje się, że ciekawe jest wykorzystanie do komunikacji z zasilaczami pomysłu ich współpracy równoległej.

## 6. Współpraca równoległa zasilaczy SAP

Koncepcja współpracy równoległej przedstawiona jest na Ryc. 2. Jak widać, każdy zasilacz oprócz zasilania swojej grupy urządzeń sygnalizacji i automatyki pożarowej podłączony jest do pętli zasilania. Elementami tego podłączenia są izolatory zwarc, pełniące analogiczną rolę jak podobne urządzenia w pętli dozorowej oraz adaptery, wymagane z powodu różnic napięć poszczególnych zasilaczy (czy też w większym stopniu poszczególnych baterii akumulatorów).



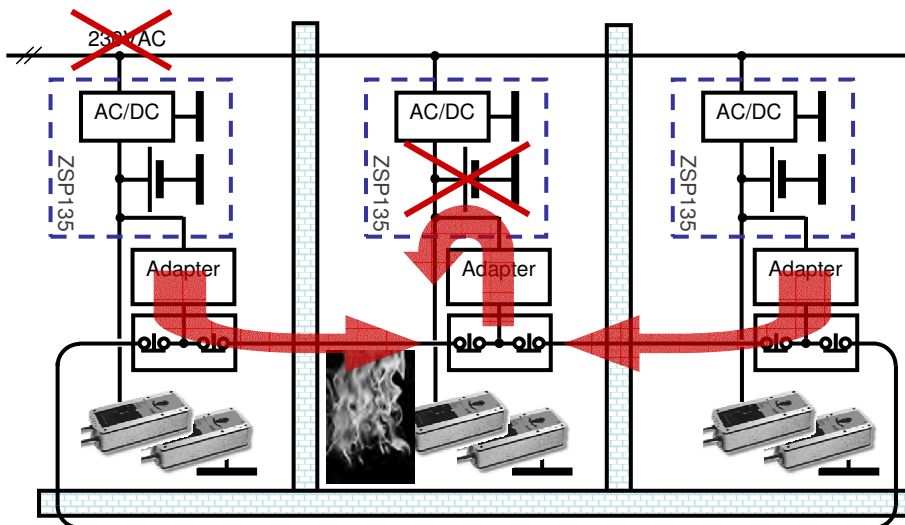
Ryc. 2. Schemat blokowy współpracy równoległej zasilaczy przeciwpożarowych

Pętla zasilania poprowadzona przez strefy tworzy redundantne rozproszone zasilanie 24VDC. Przykład na Ryc. 3 pokazuje zasilanie strefy w której bateria akumulatorów ma niewystarczającą pojemność, a zasilanie podstawowe zostało odłączone z powodu pożaru lub także uległo awarii. Jak widać, redundancja polega na zasilaniu urządzeń w strefie dotkniętej pożarem przez zasilacze z pozostałych stref.

### Równoległe połączenie zasilaczy kreuje zalety:

- Redundancja – nie stosowana dotąd w zasilaniu 24 VDC na potrzeby ochrony przeciwpożarowej. – może spotkać się z przychylnym przyjęciem klientów, przynajmniej w najbardziej wymagających lokalizacjach,
- Analogia z pętlą dozorową może być przydatna w promocji nowego podejścia,
- Reakcja regulatorów rynku i ubezpieczycieli powinna być także przychylna,

- Niezależnie od zwiększonej niezawodności w czasie alarmu, pomysł umożliwia bezpieczną konserwację, np. testowe rozładowanie baterii.



Ryc. 3. Przepływ energii pomiędzy zasilaczami połączonymi równolegle po awarii jednego z nich

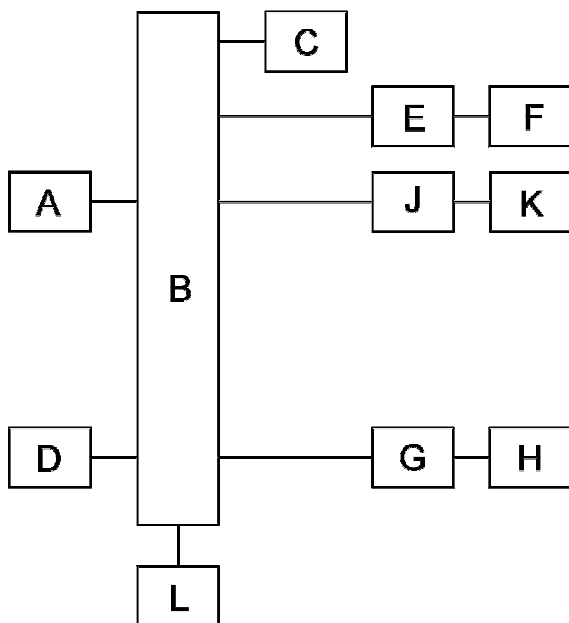
#### Stawia także nowe pytania:

- Czy właściwe jest założenie jednego zasilacza (oraz jednego podwójnego izolatora zwarc) w każdej strefie?
- Jaka moc jest wymagana w danej strefie: równa obciążeniu w tej strefie, większa, a może mniejsza?
- Czy zmniejszone ryzyko zrównoważy dodatkowy koszt?
- Czy takie rozwiązanie jest dopuszczane przez obecne przepisy?

Pozostawiamy te pytania na razie bez odpowiedzi, licząc na reakcję Środowiska. Należy jednak w tym miejscu wrócić do poruszonego wcześniej problemu cyfrowej, zdalnej (tzn. innej niż lokalne podłączenie testera) komunikacji z grupą zasilaczy SAP.

## 7. Komunikacja zasilaczy SAP z CSP lub innymi centralami nadzoru

Modelem odniesienia dla dyskusji niech będzie schemat zaczerpnięty z normy **PN-EN 54-1**, powtórzony na Ryc. 4.



**Ryc. 4.** Schemat systemu ochrony przeciwpożarowej: A – czujka pożarowa, B – centrala sygnalizacji pożarowej (CSP), C – pożarowe urządzenie alarmowe, D – ręczny ostrzegacz pożarowy (ROP), E – urządzenie transmisji alarmów pożarowych, F – stacja odbiorcza alarmów pożarowych, G – urządzenie sterownicze automatycznych urządzeń zabezpieczających, H – automatyczne urządzenie zabezpieczające, przeciwpożarowe, J – urządzenie transmisji sygnałów o uszkodzeniach, K – stacja odbiorcza sygnałów o uszkodzeniach, L – urządzenie zasilające centralę

Do pokazanego schematu należy dodać następujące uwagi:

- Wszystkie elementy za wyjątkiem CSP (B) mogą występować wielokrotnie; szczególnie dotyczy to czujek (A), ROPów (D) oraz urządzeń automatyki (H),
- W praktyce nie stosuje się odrębnych połączeń każdego elementu z centralą, lecz pętlę sygnałową,

- Zasilania wymagają wszystkie elementy, nie tylko CSP, przy czym odrębne zasilacze (L) stosuje się najczęściej dla urządzeń automatyki i ich centralek, np. centralki oddymiania i klap (elementy G i H na schemacie).

Podsumowując, w dużej instalacji możemy mieć do czynienia z kilkudziesięcioma-kilkuset zasilaczami pracującymi na rzecz poszczególnych elementów systemu, głównie B, G i H, ale potencjalnie także wszystkich innych pokazanych na Ryc. 4.

Minimalnym wymaganiem stawianym przez przytoczone wyżej normy w zakresie informowania o awarii zasilania jest **dwustanowy, przekątnikowy sygnał zbiorczy**, informujący co prawda o uszkodzeniu, ale bardzo ogólnie. Katalog zdarzeń będących podstawą do wygenerowania tego sygnału składa się w każdym z aktów prawnych (PN-EN 54-4/A2, PN-EN 12101-10, Rozp. MSWiA z 20.06.2007) z czterech obligacyjnych uszkodzeń, które muszą wywołać alarm zbiorczy. Z tego trzy zdarzenia są jednakowe dla tych dokumentów, a czwarte jest w każdym z nich sformułowane inaczej (patrz tabela w punkcie 3 – Program badań).

Oprócz wymienionych czterech sygnałów obligacyjnych omówiony wyżej uniwersalny zasilacz SAP generuje dodatkowo sygnały fakultatywne związane z uszkodzeniami bezpieczników dwóch wyjść, bezpiecznika baterii, wysoką rezystancją obwodu bateryjnego, transmitowanym alarmem zewnętrznym oraz po otwarciu drzwi szafki (opcja).

Pomijając naganną sytuację nieobsługiwania wyjścia przekątnikowego sygnału o uszkodzeniu w ogóle, wyjście to przekazywane jest do CSP jednym z trzech sposobów:

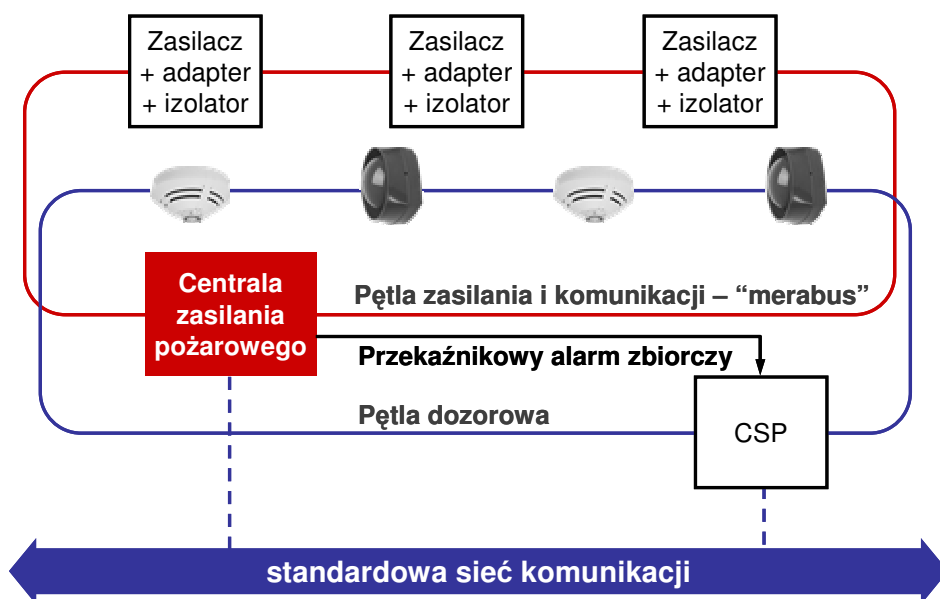
- Podłączając każdy zasilacz do oddzielnego wejścia centrali; wadą tego podejścia jest brak wolnych wejść,
- Dedykowaną pętlą, której przerwanie w którymkolwiek miejscu (w szczególności przez przekątnik rozwierający styki w stanie alarmu) generuje alarm w centrali; wadą tego podejścia jest brak informacji, który zasilacz zgłasza uszkodzenie,
- Wykorzystując pętlę dozorową, przez moduły liniowe – wadą jest wykorzystywanie adresów urządzeń oraz koszt powiększony o cenę modułów.

Niezależnie od wad wskazanych wyżej w każdym przypadku nie przekazuje się do CSP informacji o przyczynie alarmu, a także o stanach i wartościach pomiarów opisanych w punkcie 5. Nic więc dziwnego, że serwisant udający się na miejsce instalacji w celu usunięcia awarii nie uzyskuje żadnych wskazówek dostępnych w centrali CSP. Przydatność tych informacji nie budzi chyba wątpliwości, ale z drugiej jednak strony pojawia się pytanie: czy informacje te powinny być dostępne w centrali sygnalizacji pożarowej? Wielu specjalistów stoi na stanowisku, że nie, ponieważ centrala zgodnie ze swoją nazwą powinna informować o pożarze, a nie o „przepaleniu bezpiecznika w trzecim zasilaczu na czwartym piętrze”. Innymi słowy,



priorytetem CSP jest alarmowanie o pożarze, a obsługiwanie dużej liczby innych zdarzeń wprowadza szum informacyjny, stępujący czujność obsługi oraz wprowadzający zamieszanie w czasie rzeczywistego alarmu i akcji ratowniczej.

Skoro szczegółowe informacje o stanie poszczególnych zasilaczy powinny być dostępne w jednym miejscu, ale nie w centrali sygnalizacji pożarowej, to należy je zebrać i udostępnić w innym urządzeniu. Nazwijmy takie urządzenie **centralą zasilania pożarowego**. Zabieg oddzielenia obsługi informacji o zasilaniu od CSP nie niweluje jednak pytania o komunikację zasilaczy z centralą, szczególnie że w tym przypadku „nie wypada”, aby nie była to komunikacja cyfrowa. Jeżeli użytkownik uznał przedstawione w punkcie 6 zalety współpracy równoległej zasilaczy, to narzucającym się rozwiązaniem jest poprowadzenie komunikacji pętlą zasilania. W ten sposób pętla ta staje się **pętlą zasilania i komunikacji**. Koncepcja centrali zasilania pożarowego wraz z pętlą zasilania i komunikacji pokazana jest na Ryc. 5.

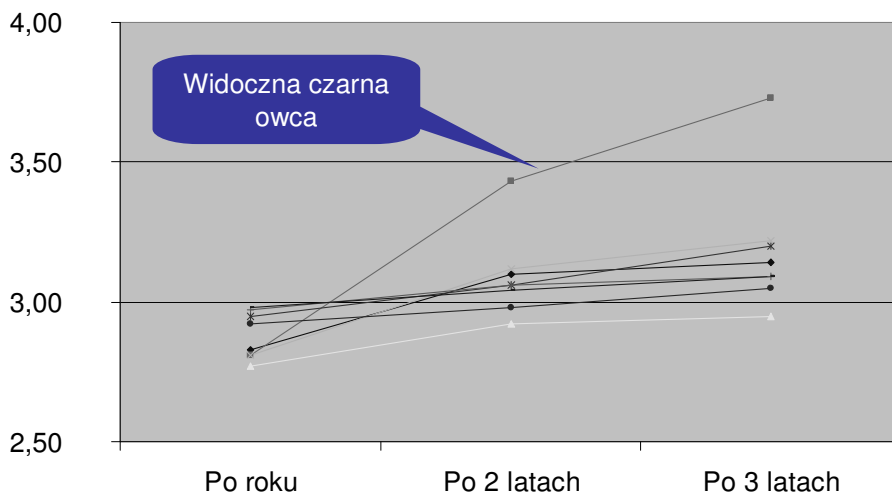


Ryc. 5. Schemat blokowy wykorzystania pętli zasilania do komunikacji

Tak więc w centrali zasilania pożarowego dostępne byłyby szczegółowe informacje o stanie poszczególnych zasilaczy. Dodatkowe funkcje jakie mogłyby pełnić ta centrala to:

- Rejestracja stanów i pomiarów w celu ich analizy, w szczególności rejestracja trendu rezystancji obwodów bateryjnych; przykładowa prezentacja takiego trendu pokazana jest na Ryc. 6,

- Automatyczne, okresowe testowanie zasilaczy, np. wywoływanie testowego rozładowania baterii akumulatorów.



**Ryc. 6.** Rezystancja (w mΩ) ośmiu akumulatorów 80Ah w rzeczywistej instalacji

Dostęp do informacji przekazywanych do centrali zasilania pożarowego mógłby być:

- Bezpośredni, tzn. serwisant w reakcji na alarm zbiorczy odczytuje potrzebne informacje bezpośrednio z centrali, posługując się wyświetlaczem tej centrali lub podłączonym laptopem,
- Przez zintegrowany system nadzoru, tzn. centrala zasilania pożarowego, podobnie jak i CSP komunikuje się z nadrzędnym system nadzoru,
- Przez web serwer, będący częścią centrali.

Trzeba sobie jednak zdawać sprawę, że zastosowanie przedstawionej koncepcji zwiększa nakłady inwestycyjne. Obecnie na polskim rynku dominuje zasada realizacji minimum wymagań stawianych przez przepisy prawa. Znamienny dla Polski jest także brak zainteresowania ubezpieczycieli stosowaniem ponadstandardowych środków ochrony przeciwpożarowej. Z drugiej strony wydaje się, że powoli przewija się świadomość, że inwestycja początkowa to wierzchołek góry lodowej jaką są ogólne koszty posiadania, w tym koszty konserwacji, a także

koszty skutków wadliwie działającej ochrony przeciwpożarowej, łącznie z odpowiedzialnością cywilną, a nawet karną.

**Dla klientów zainteresowanych wprowadzeniem redundancji zasilania awaryjnego oraz poszerzeniem zakresu i ułatwieniem dostępu do informacji o stanie zasilaczy mamy dobrą wiadomość. Prowadzone są prace rozwojowe w celu zmaterializowania zintegrowanej współpracy równoległej oraz komunikacji w duchu przedstawionych w artykule idei, o roboczej nazwie „merabus”.**

## **Podsumowanie**

- Na tle innych rozwiązań zasilanie 24VDC w zastosowaniach ochrony przeciwpożarowej odznacza się prostotą i niezawodnością oraz bezpieczeństwem przeciwporażeniowym,
- Możliwe jest skonstruowanie i sprawne przeprowadzenie certyfikacji i dopuszczenia zasilaczy SAP o uniwersalnych zastosowaniach,
- Dostosowanie zasilaczy do pracy równoległej podnosi niezawodność zasilania do poziomu nieporównywalnego z jakimkolwiek innym rozwiązaniem,
- Ograniczenie informacji pobieranej z zasilaczy do wymaganego obecnie dwustanowego sygnału o alarmie zbiorczym utrudnia konserwację systemu i reagowanie na uszkodzenia, szczególnie w przypadku instalacji wykorzystujących dużą liczbę zasilaczy,
- Cyfrowa komunikacja jest szczególnie wskazana, aby w pełni wykorzystać pomiar rezystancji, i tak obligatoryjny po wprowadzeniu poprawki A2 do normy PN-EN 54-4,
- Aby nie przeciążać CSP nadmiarem informacji pochodzących z zasilaczy można wdrożyć centralę zasilania pożarowego,
- Prowadzenie współpracy równoległej zasilaczy i komunikacji cyfrowej tą samą pętlą jest optymalnym i eleganckim rozwiązaniem postulowanych pomysłów.

## Literatura

1. PN-EN 54-1:1998; Systemy sygnalizacji pożarowej – Wprowadzenie.
2. PN-EN 54-2:2002; Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 2: Centrale sygnalizacji pożarowej.
3. PN-EN 54-2:2002/A1:2007; Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 2: Centrale sygnalizacji pożarowej.
4. PN-EN 54-4:2001; Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 4: Zasilacze.
5. PN-EN 54-4:2001/A1:2004; Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 4: Zasilacze.
6. PN-EN 54-4:2001/A2:2007; Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 4: Zasilacze.
7. PN-EN 12101-10:2007; Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – Część 10: Zasilacze.
8. PN-EN 12101-10:2007/AC:2007.
9. PN-EN 50130-4:2002; Systemy alarmowe – Część 4: Kompatybilność elektromagnetyczna – Norma dla grupy wyrobów: Wymagania dotyczące odporności urządzeń systemów alarmowych pożarowych, włamaniowych i osobistych.
10. PN-EN 50130-4:2002/A2:2007; Systemy alarmowe – Część 4: Kompatybilność elektromagnetyczna – Norma dla grupy wyrobów: Wymagania dotyczące odporności urządzeń systemów alarmowych pożarowych, włamaniowych i osobistych.
11. PN-EN 60950-1:2007; Urządzenia techniki informatycznej – Bezpieczeństwo – Część 1: Wymagania podstawowe.
12. PN-EN 61204-7:2009; Zasilacze niskiego napięcia prądu stałego - Część 7: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa.
13. CPD Dyrektywa 89/106/EWG Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 grudnia 1988 w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych państw członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych.
14. EMC Dyrektywa 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 w sprawie zbliżenia ustawodawstwa państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej oraz uchylającą dyrektywę 89/336/EWG.
15. LVD Dyrektywa 2006/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 w sprawie harmonizacji ustawodawstwa państw członkowskich odnoszących się do sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia.
16. CPD Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu oznakowania ich znakiem budowlanym Dz. U. nr 198 poz. 2041.

17. EMC Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 o kompatybilności elektromagnetycznej Dz. U. nr 82 poz. 556.
18. LVD Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 sierpnia 2007 w sprawie zasadniczych wymagań dla sprzętu elektrycznego Dz. U. nr 155 poz. 1089.

kpt. Grzegorz KOZIOL

Komenda Miejska PSP m. st. Warszawy

## **DZIAŁANIA RATOWNICZE W OGRANICZONYCH PRZESTRZENIACH**

### **Streszczenie**

Artykuł opisuje specyfikę działań ratowniczych prowadzonych w studniach, silosach oraz różnego rodzaju kanałach, czyli obiektach charakteryzujących się mocno ograniczoną przestrzenią. Przedstawia zagrożenia, jakie mogą wystąpić w tych obiektach, sprzęt służący do prowadzenia skutecznych działań jak i techniki ratownicze.

### **Summary**

The article describes the specific of rescue works led in wells, silos as well as different kind of sewers, i.e. objects with bounded space. Introduces menaces which can be met in such objects, equipment which is necessary to action as well as rescue techniques.

Ratownictwo w obiektach o ograniczonej przestrzeni, z tego względu, iż zachodzi potrzeba transportu osób poszkodowanych w pionie lub poziomie bez możliwości użycia podstawowego sprzętu strażackiego, spada na barki Specjalnych Grup Ratownictwa Wysokościowego, a czasami na Grupy Poszukiwawczo-Ratownicze. Działania tego typu są tak specyficzne i stwarzają tak wiele zagrożeń, że w niektórych krajach stanowią oddzielną gałąź ratownictwa, a ratownicy przechodzą specjalne szkolenia w zakresie rozpoznawania zagrożeń i radzenia sobie z nimi.

### **Warunki zabudowy obiektów**

Obiekty o ograniczonej przestrzeni, z którymi najczęściej możemy się spotkać to przede wszystkim studnie oraz różnego rodzaju kanały techniczne (kanały kablowe, kanały wentylacyjne, szczeliny dylatacyjne, itp.), jaskinie, a także tzw. „biedaszyby”. Konstrukcje te nie są jednak jedynymi tego typu i należy tutaj również powiedzieć o innych, które posiadają takie same cechy. Wspólnym mianownikiem dla tego typu obiektów są: zamknięta, ograniczona przestrzeń (ciasnota), ciemność (zazwyczaj brak jest oświetlenia sztucznego,

a światło naturalne nie dociera), przeważnie istnieje jedno, ewentualnie dwa wejścia/wyjścia. Wszystkie wymienione czynniki powodują, że ewentualne działania ratownicze w tych obiektach będą do siebie bardzo zbliżone. Należałoby tutaj, więc również wspomnieć o silosach zbożowych oraz różnego rodzaju zbiornikach zarówno podziemnych (np. na stacjach paliw) jak i naziemnych.

Kanały techniczne, ściekowe, burzowe czy techniczne stwarzać będą dodatkowe trudności w działaniach, jeżeli ratownicy nie będą mieli wglądu w dokumentację techniczną i przez to nie będą mogli się zapoznać z rozkładem podziemnych „dróg”. Spowodować to może znaczne wydłużenie czasu dotarcia do osoby poszkodowanej, a przez to będzie wpływać niekorzystnie zarówno na kondycję fizyczną i psychiczną ratowników.

Dostęp do przedstawionych obiektów może być różnorodny. Część obiektów znajduje się w zabudowie miejskiej lub wiejskiej, więc istnieją dogodne drogi dojazdu. Niestety niektóre mogą być znacznie oddalone od jakichkolwiek dróg dojazdowych. Mowa tutaj szczególnie o różnego rodzaju budowlach militarnych. W takim przypadku niezbędne do ustalenia miejsca zdarzenia mogą być potrzebne współrzędne geograficzne systemu GPS. Brak dojazdu do miejsca zdarzenia będzie powodował dodatkowe trudności z transportem niezbędnego sprzętu na miejsce działania oraz ratowników. Wiązać się to będzie z koniecznością wykorzystania pojazdów z napędem terenowym, a w skrajnych przypadkach nawet tylko pieszego dotarcia na miejsce akcji.

### **Zagrożenia związane z przeznaczeniem obiektu**

Istnieje bardzo dużo zagrożeń związanych z opisywanymi obiektami, są to czynniki, które mogą zranić lub zabić osoby wchodzące i ratowników. Te zagrożenia można sprowadzić do trzech podstawowych kategorii:

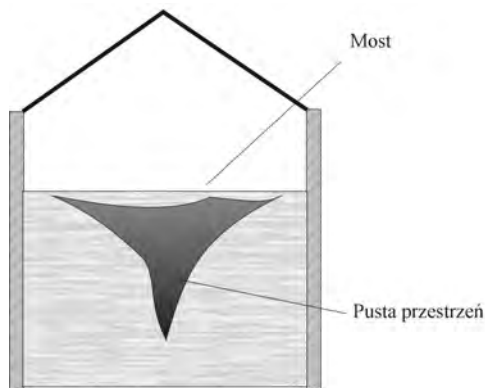
- fizyczne / mechaniczne
- psychologiczne,
- atmosferyczne.

Zanim rozpocznie się jakiekolwiek działania, wszystkie zagrożenia powinny zostać zidentyfikowane i w miarę możliwości zneutralizowane.

Głównym i podstawowym utrudnieniem jest ograniczona przestrzeń. Powoduje to, że działania ratownicze nie są stricte typowo wysokościowymi. Wiąże się to szczególnie z dotarciem do poszkodowanego, a następnie z jego transportem. Miejsca szczególnie ciasne, takie jak kanały techniczne, zmuszać będą ratowników do poruszania się

w niekonwencjonalny sposób tzn. poprzez czołganie, nawet w skrajnych przypadkach poruszanie się tzw. „ruchem robaczkowym”, czołganie tyłem będące następstwem tego, że nie ma możliwości odwrócenia się w kierunku wyjścia po dotarciu do poszkodowanego. Studnie głębinowe oraz różnego rodzaju pionowe rury, które stanowić mogą część urządzeń jakiegos procesu technologicznego niejednokrotnie pozwalają będą na dotarcie do osoby tam znajdującej się tylko poprzez opuszczenie ratownika głową do dołu. Jest to oczywiście możliwe tylko przy użyciu specjalnej uprząży.

Wszelkiego rodzaju silosy zbożowe, cementowe, zbiorniki służące do przechowywania mąki, trocin oraz innych sypkich materiałów, mają tendencje do sklejania się w większe, bardziej zwarte struktury, tworząc wewnątrz tzw. mosty, grożące zasypaniem osoby, która na nim się znalazła. Zbiorniki tego typu zawierają również wewnątrz grodzie, świdry, mieszalniki, które są elementami ruchomymi, mogącymi prowadzić nawet do zmiżdżenia osoby w nich się znajdującej. Z występowania takich zagrożeń ratownicy powinni sobie zdawać sprawę.



**Ryc. 1.** Most utworzony w silosie zbożowym

Działania w obiektach typu studnie, czy kanały są działaniami w trudnych warunkach związanych z wymienionymi już zagrożeniami mechanicznymi i atmosferycznymi, co stanowi ogromne obciążenie psychiczne. Występujące trudności powodują, że zarówno poszkodowani jak i ratownicy, z racji tego, że znajdują się w danym momencie w tym samym środowisku, podlegają takim samym obciążeniom psychicznym, do których zaliczamy: stres, kryzys, strach, lęk, panika. Ratownik w celu skutecznego prowadzenia działań musi posiadać podstawową wiedzę z zakresu wymienionych reakcji, aby skutecznie mógł im przeciwdziałać.

Niebezpieczna atmosfera jest atmosferą, która może wystawić pracowników na ryzyko osłabienia sprawności fizycznej, przez co do uniemożliwienia samodzielnego opuszczenia



miejsca, a w konsekwencji do śmierci. Zagrożenia atmosfery w obiektach mogą występować, jako:

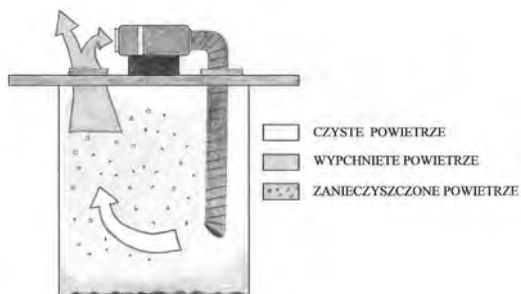
- łatwopalny gaz, lub pary tego gazu znajdujące się w granicach wybuchowości,
- pył i kurz tworzący z powietrzem atmosferę wybuchową (są to wszystkie pyły pochodzenia organicznego)
- stężenie tlenu poniżej 19,5 % lub powyżej 23,5 %
- stężenie substancji chemicznej, w atmosferze której przebywanie człowieka prowadzi do zagrożenia życia lub zdrowia.

Występowanie tego typu zagrożeń wiąże się z koniecznością rozpoznania wewnątrz obiektu, w którym mają być prowadzone jakiekolwiek działania, występującej tam atmosfery i nieustanne jej monitorowanie w trakcie prowadzenia czynności przy użyciu odpowiednich urządzeń pomiarowych.

Sytuacja, którą należy kontrolować pomimo tego, że wydaje się Błacha, to sytuacja kiedy uszkodzony znajduje się w bardzo małej przestrzeni, w której nie ma wymiany powietrza. Łatwo wtedy może dojść do przekroczenia poziomu dwutlenku węgla.

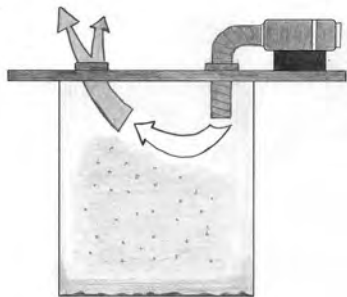
Kontrolowanie oraz łagodzenie występujących zagrożeń atmosferycznych ma istotnie znaczenie dla bezpieczeństwa zarówno ratowników jak i osób uszkodzonych. Podstawową metodą służącą do tego celu jest wentylacja mechaniczna, czyli wymuszona. Stosuje się ją przy użyciu odpowiednich wentylatorów elektrycznych, mogących pracować w systemie nadmuchu jak i wyciągu. Wyposaża się je dodatkowo w rękawy elastyczne oraz różnego rodzaju zwężki umożliwiające przetłaczanie powietrza przez wąskie zaciski.

Przykłady wentylacji zbiorników z różnie usytuowanymi otworami i różną ich ilością:

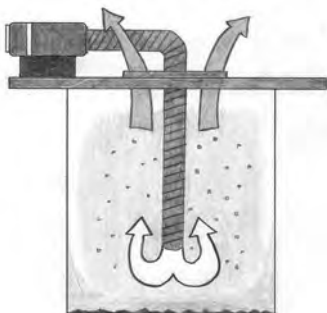


**Ryc. 2.** Przykład niewłaściwej wentylacji

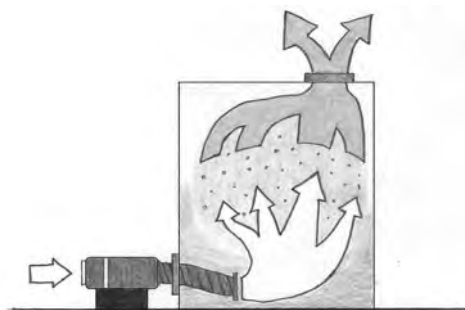
Rysunek nr 2 przedstawia nieprawidłowe wentylowanie zbiornika, ponieważ powietrze zanieczyszczone już wypchnięte zostaje zassane przez wentylator i ponownie wtłoczone do wewnątrz. Przykład ten obrazuje nieprawidłowe ustawienie wentylatora.



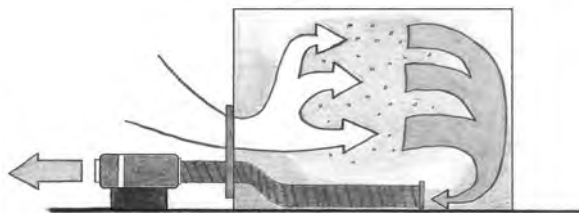
**Ryc. 3.** Prawidłowe przewietrzania zbiornika z dwoma otworami



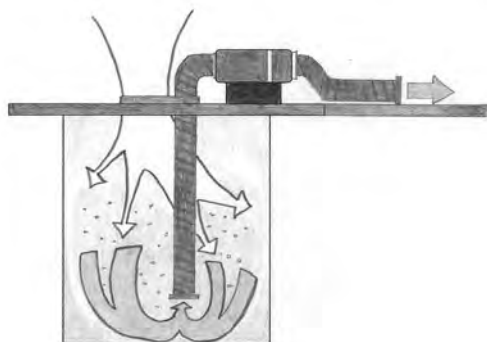
**Ryc. 4.** Wentylacja zbiornika z jednym otworem



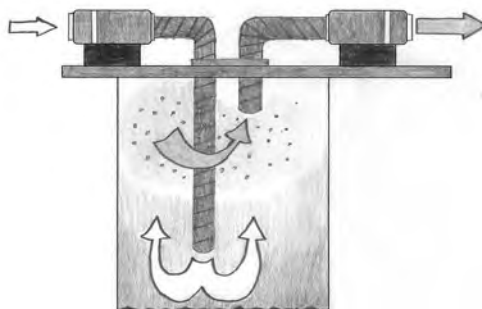
**Ryc. 5.** Wentylacja zbiornika z dwoma otworami



**Ryc. 6.** Wentylacja zbiornika z jednym otworem znajdującym się w dolnej części



**Ryc. 7.** Wentylacja zbiornika z jednym otworem poprzez wysysanie



**Ryc. 8.** Wentylacja przy pomocy dwóch wentylatorów. Jeden pracuje poprzez nawiew, natomiast drugi wysysa powietrze z wnętrza



**Ryc. 9.** Szybkie oczyszczenie środowiska w bezpośrednim otoczeniu osoby znajdującej się na dnie zbiornika w czasie przygotowań do właściwych działań ratowniczych

### Przebieg akcji ratowniczej

Akcja ratownicza ma swój początek w momencie zgłoszenia zdarzenia do odpowiedniego punktu alarmowania PSP, natomiast kończy się, gdy grupa prowadząca działania, w tym przypadku chodzi o Specjalną Grupę Ratownictwa Wysokościowego, powróci do jednostki macierzystej. Podczas takiej akcji można wyróżnić kilka zasadniczych części:

- przyjęcie zgłoszenia w punkcie alarmowym
- dojazd na miejsce zdarzenia
- właściwe działania ratownicze
- zebranie sprzętu i powrót do jednostki

Przyjęcie zgłoszenia w punkcie alarmowym stanowi podstawę późniejszych działań. Prawdliwość zebranych informacji przez dyspozytora punktu alarmowego od osoby będącej uczestnikiem bądź obserwatorem zdarzenia w znacznym stopniu mogą przyspieszyć właściwe działania. Informacje, jakie powinien zdobyć dyspozytor w przypadku zdarzeń mających miejsce, o których mowa w pracy to:

- dokładna lokalizacja miejsca zdarzenia – dokładny adres, w przypadku braku adresu najlepszym rozwiązaniem były by współrzędne geograficzne do systemu GPS, jednak w obecnym czasie jest to bardzo mało prawdopodobne, możliwe drogi dojazdu i czy takie istnieją,

- rodzaj zdarzenia – „co się stało”, czy są osoby poszkodowane, jeżeli tak to ile, co się im stało, np. czy wpadły gdzieś czy są przysypane itp., w jakim są stanie, jakich doznały urazów
- obiekt – jak najwięcej informacji o rodzaju obiektu, w którym miało miejsce zdarzenia, o zagrożeniach, jakie w nim występują, wysokość lub głębokość obiektu oraz miejsca, w którym znajduje się osoba poszkodowana.

Wszystkie te informacje muszą być dokładnie przekazane do SGRW, aby mogła stworzyć wstępny plan działania już w czasie dojazdu.

Dojazd na miejsce zdarzenia niejednokrotnie wiąże się z dość długim czasem, który dowódca poświęca na wydanie wstępnych rozkazów członkom SGRW, na podstawie otrzymanych informacji przed wyjazdem. Dodatkowo dowódca cały czas prowadzi korespondencję z właściwym stanowiskiem kierowania w celu otrzymania większej ilości informacji. Często przed przybyciem SGRW na miejsce docierają tam inne jednostki, które nie będą w stanie podjąć właściwych działań ratowniczych, jednak mogą prowadzić działania pomocnicze. SGRW jest w stanie od tych jednostek otrzymać dokładniejsze informacje o obiekcie i rodzaju zdarzenia, co w znacznym stopniu ułatwi przygotowanie się do właściwego działania, czyli np. ubranie się ratowników w konieczny sprzęt ochrony osobistej taki jak np. kombinezony wodoszczelne.

Jeżeli zdarzenie ma miejsce w jakimś miejscu bez możliwości podania adresu oraz nie ma możliwości podania współrzędnych geograficznych, konieczne może być wysłanie osoby znającej teren w celu doprowadzenia SGRW na miejsce.

Po zebraniu pewnej ilości informacji dowódca SGRW jest w stanie podjąć pierwsze decyzje. Może określić, jaki sprzęt będzie potrzebny, podzielić zespół i przydzielić im zbliżone czynności do wykonania.

Po dojeździe na miejsce wszystkie ustalenia, które powstały w trakcie przemieszczania się zostają zweryfikowane. Jeżeli zastana sytuacja zgadza się z wcześniejszymi informacjami dowódca po stwierdzeniu prawidłowości wydanych rozkazów może je podtrzymać.

Niestety nie jest możliwe, aby zastana sytuacja nie wymagała korekty wcześniejszych poleceń lub zupełnej ich zmiany. Dopiero na miejscu SGRW jest w stanie określić wiele czynników mających wpływ na wybór odpowiedniej taktyki, czynników, których osoba niezwiązana z tematem nie jest w stanie określić. Działania tego typu są działaniami specyficznymi, dlatego dowodzenie akcją przejmuje dowódca SGRW, a w razie bardziej rozbudowanej akcji tworzy się oddzielny odcinek bojowy. Obowiązkiem dowódcy jest

zapewnienie bezpieczeństwa ratownikom oraz osobom postronnym znajdującym się w pobliżu. Wszystkie rozkazy muszą być więc wydawane poprzez pryzmat bezpieczeństwa. Rozpoznanie zagrożeń, jakie mogą występować wewnątrz obiektów, czyli określenie jaka substancja chemiczna lub jakie elementy ruchome mogą się tam znajdować jest pierwszą i podstawową czynnością. Po wstępnej ocenie miejsca zdarzenia należy określić, jakie działania są konieczne, aby wszystkie wykonywane czynności nie stwarzały zagrożenia, (chodzi tutaj o konieczność wykonywania poręczówki).

Po zebraniu niezbędnych informacji dowódca SGRW określa dokładny plan działania informując o nim ratowników. Konieczne więc może być podzielenie zespołu na grupy, które zajęłyby się wykonywaniem odmiennych zadań. Najważniejszym działaniem jest jak najszybsze dotarcie ratownika do osoby poszkodowanej, w celu określenia jej stanu i w razie konieczności udzielenia pomocy przedlekarskiej. Dotarcie takie odbywa się jednak w miarę możliwości i nie zawsze będzie wykonalne w pierwszej fazie działań. Jeżeli środowisko, w którym będzie działał ratownik jest „nieprzyjazne”, konieczne będzie zastosowanie ochrony dróg oddechowych. Ciasne przestrzenie będą powodowały konieczność użycia węzowego aparatu oddechowego, co z kolei wiąże się z wejściem w strefę niebezpieczną przynajmniej pary ratowników. Dodatkowo na zewnątrz pozostaje cały czas osoba monitorująca ciśnienie i stan aparatu węzowego. Osoba odpowiedzialna za to zadanie nie ma prawa pozostawić urządzenia bez nadzoru. Prowadzenie skutecznych działań możliwe jest tylko dzięki odpowiedniej łączności pomiędzy członkami grupy. Dowódca musi posiadać bieżące informacje o zmieniającej się sytuacji, aby we właściwy sposób móc reagować. Łączność bezprzewodowa daje swobodę poruszania się wszystkim członkom grupy, jednak nie zawsze może być realizowana z powodu nie przenikania fal radiowych przez różne materiały. Takiego ograniczenia nie stawia łączność przewodowa, która jednak ogranicza swobodę przemieszczania się.

Po dotarciu ratowników do poszkodowanego, pozostała część grupy zajmuje się przygotowaniem odpowiedniego transportu. Dowódca musi określić, w jaki sposób będzie przebiegał taki transport, tzn. czy przy użyciu uprząży ewakuacyjnej czy w noszach, a następnie, w jakiej pozycji (poziomo lub w pionie). Oczywiście wszystko uwarunkowane jest stanem poszkodowanego i obrażeniami jakie odniósł oraz możliwościami, jakie stwarza sam obiekt.

Określając sposób transportu, dowódca SGRW musi określić za pomocą, jakich technik będzie prowadzona ta ewakuacja. Po ustaleniu tego wyznaczyć powinien miejsce, w którym ma znajdować się punkt zbiorczy służący do prowadzenia liny trakcyjnej. Jeżeli

działania będą prowadzone przy użyciu trojnego taki punkt będzie stanowił najczęściej wierzchołek tego przyrządu. Ratownicy znając koncepcję prowadzenia działania samodzielnie dobierają punkty stanowiskowe, a w razie potrzeby tworzą je poprzez montowanie kotew lub innych sztucznych zamocowań. Dowódca nie bierze bezpośredniego udziału w czynnościach, ponieważ uniemożliwiłoby mu to kontrolowanie całości wydarzeń. Poziome kanały techniczne mogą ograniczyć działanie ratowników nie wchodzących do wnętrza jedynie do ręcznego podciągania za linę osoby poszkodowanej, którą za zwyczaj w noszach pokonuje odległość do wyjścia.

Podczas gdy budowane są stanowisko ewakuacyjne, a w razie konieczności również asekuracyjne, ratownicy udzielający bezpośrednio pomocy przedlekarskiej przygotowują poszkodowanego do transportu, czyli umieszczają go w noszach bądź uprząży oraz udzielają wsparcia psychologicznego.

Sygnal do rozpoczęcia transportu wydaje dowódca SGRW po wcześniejszym zgraniu działań ratowników wszystkich grup, na które byli podzieleni w początkowej fazie. Odpowiednie rozplanowanie wszystkich czynności ma niebagatelne znaczenie, ponieważ decyduje o szybkości przeprowadzenia akcji.

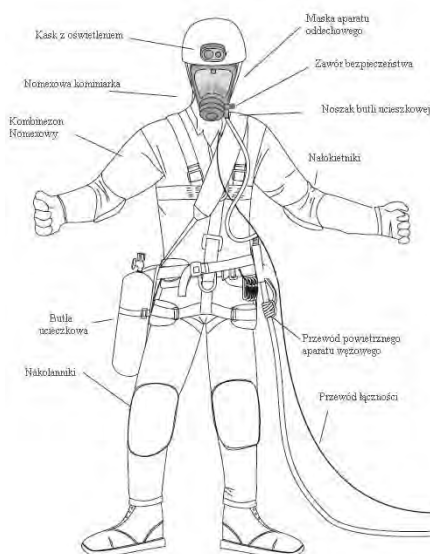
Biorąc pod uwagę liczebność osób, w jakich SGRW przystępują do działań, niejednokrotnie może zająć potrzeba wykorzystania do działań pomocniczych ratowników nie będących w grupie. Właśnie transport jest jedną z takich czynności, w której nie będzie potrzebna wiedza z zakresu ratownictwa wysokościowego, natomiast siła mięśni może okazać się nieoceniona. Strażaków będących na miejscu można również wykorzystać do udzielania pomocy przedlekarskiej osobom poszkodowanym, jeżeli ich tylko przetransportujemy w miejsce przebywania takiej osoby. Powodować to będzie pozostawienie ratownika wysokościowego do działań stricte wysokościowych. Jeżeli jest to możliwe, a lekarz wyraża na to zgodę, najlepszym rozwiązaniem jest umożliwienie właśnie jemu dotarcia do ofiary. Czynnością kończącą ewakuację jest przekazanie poszkodowanego Pogotowiu Ratunkowemu.

Działania SGRW kończy się zebraniem całego sprzętu i częstokroć zabezpieczeniem miejsca zdarzenia.

## **Wypożażenie**

Sprzęt wykorzystywany w działaniach SGRW dzielimy na wyposażenie indywidualne ratowników oraz wyposażenie grupowe. Specyfika działań w studniach i kałach technicznych

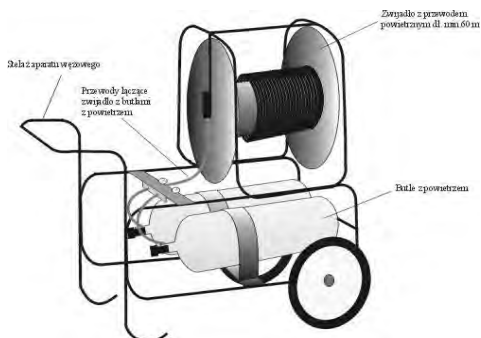
powoduje konieczność używania specjalistycznego sprzętu, nie tylko alpinistycznego. Posiadanie różnorodnego wyposażenia daje możliwość doboru właściwych technik w czasie akcji ratowniczej, co prowadzi do bardziej skutecznych, bezpieczniejszych, a w konsekwencji szybszych działań. Przedstawiony sprzęt nie jest ujęty w przepisach mówiących o wyposażeniu SGRW, ale jest niezbędny w celu prowadzenia skutecznych działań.



**Ryc. 10.** Ratownik w pełnym wyposażeniu ochrony osobistej

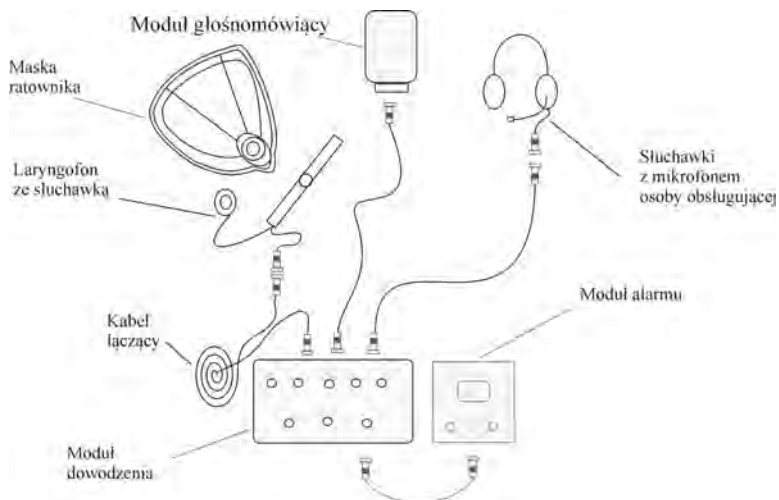
Rysunek powyżej przedstawia ratownika przygotowanego do prowadzenia działań w ciasnych przestrzeniach, z zanieczyszczoną atmosferą. Podstawą jest osłonięcie całego ciała z dodatkowymi ochronnikami na kolana i łokcie, czyli części ciała najbardziej narażonych na urazy. Kombinezon powinien być wykonany z niepalnego materiału o mocnej strukturze, zapobiegającej rozdarciom i przetarciom. Ratownik ma na sobie maskę z podłączonym przewodem węzowego aparatu powietrznego oraz butlę „ucieczkową”. Uprząż służy do opuszczania, podnoszenia lub asekurowania za pomocą lin. Dodatkowo ratownik jest wyposażony w łączność przewodową.





**Ryc. 11.** Przykład aparatu węzowego

Rysunek. 11 przedstawia węzowy aparat oddechowy, którego uzupełnieniem jest aparat ucieczkowy w postaci małej butli o pojemności do 3 l oraz maski. Jest to komplet i każdy ratownik wchodzący w strefę zagrożenia, stosując urządzenie węzowe, musi mieć ze sobą również aparat ucieczkowy, który w przypadku przerwania przewodu głównego lub jego niedrożności pozwala za pomocą zaworu bezpieczeństwa przełączyć się na małą butlę z powietrzem, dając ok. 13 min swobodnego oddychania. Aparaty te są używane wszędzie tam, gdzie nie ma możliwości poruszania się w tradycyjnych środkach ochrony dróg oddechowych.



**Ryc. 12.** Schemat łączności przewodowej

System łączności przewodowej jest stosowany wszędzie tam, gdzie łączność radiowa nie funkcjonuje. Jest to system polegający na tym, że na jednym końcu przewodu znajduje się

ratownik wyposażony w laryngofon lub mikrofon wbudowany w maskę oraz jedną słuchawkę. Na drugim końcu przewodu znajduje się moduł łączący oraz sterujący pracą całego systemu. Elementem zamykającym są słuchawki z mikrofonem oraz przyciskiem powodującym nadawanie dla dowodzącego akcją. Mikrofon ratownika najczęściej działa w systemie duplex lub VOX, czyli bez konieczności naciskania przycisku nadawania.

Do transportu poszkodowanych służą uprząże ewakuacyjne oraz nosze. Niejednokrotnie jednak może zaistnieć konieczność niekonwencjonalnego sposobu ewakuacji osoby poszkodowanej, jak i sposobu dotarcia ratownika do ranego. Jednym z takich sposobów jest użycie uprząży zakładanej na nogi. Pozwala to na opuszczenie ratownika głową do dołu w miejscach, w których nie miałby możliwości odwrócenia się. Dzięki temu możliwe jest dotarcie do poszkodowanego rękoma i dzięki temu założenie mu odpowiedniego „olinowania” w celu wydobycia go na powierzchnię. Uprząż taką jest np. uprząż stosowana do skoków bungy

Nosze typu Sked są typowymi noszami przeznaczonymi do przemieszczania osób poszkodowanych poprzez ciągnięcie po podłożu. Ich zwarta budowa, możliwość ściskania i wyginania, znacznie ułatwia transport w ciasnych przestrzeniach. Noszami, które dają bardzo podobne możliwości jak Skedy są jaskiniowe nosze firmy Petzl. Dzięki specjalnym mocowaniom znakomicie sprawdzają się zarówno w transporcie poziomym jak i pionowym. Dzięki wyciąganym poprzecznym usztywnieniom, nosze te można ścisnąć i skręcać, co ułatwia przeciskanie ich w największych przepustach.

### **Techniki stosowane w działaniach ratowniczych.**

Skuteczne działania możliwe są tylko dzięki znajomości i umiejętności stosowania odpowiednich technik linowych. Jest to pojęcie bardzo szerokie, gdyż zaliczyć do niego należy nie tylko znajomość węzłów, obsługi sprzętu alpinistycznego oraz umiejętność poruszania się na linie, ale również tworzenia różnorodnych układów wyciągowych, stosowania przyrządów takich jak trójnóg czy nosze. Ratownik powinien znać i przewidywać określone skutki zastosowania danej techniki.

Działania w kanałach i studniach wymagają odpowiedniego poruszania się ratowników, czyli przyjmowania jak najwygodniejszej pozycji, którą możemy otrzymać dzięki odpowiedniej uprząży.



**Ryc. 13.** Pozycja ratownika w uprzęży biodrowej

Uporzęd biodrowa utrzymuje osobę w wygodnej pozycji siedzącej, co może sprawiać problemy w tak wąskich studzienkach jak widać.



**Ryc. 14.** Pozycja ratownika w uprzęży przemysłowej z punktem wpięcia na plecach

Uchwyt na plechach jest stosowany przede wszystkim w czasie prac do ochrony przed upadkiem z wysokości. Jak widać powoduje to ułożenie osoby w pozycji pochylonej do przodu, co również może okazać się kłopotliwe w wąskich obiektach. Ma jednak sporą zaletę, jeżeli chodzi o wydobywanie osób zasypanych. Tego typu zdarzenie charakteryzuje się ciągłą

zmiennością sytuacji, polegającą na niestabilności gruntu. Zastosowanie tej uprząży pozwalałoby dostać się od góry do poszkodowanego i w zawisie, bez zbędnego obciążania gruntu prowadzić skuteczne kopanie, podanie tlenu zasypianemu, a także zabezpieczeniu go przed zagłębieniem się.

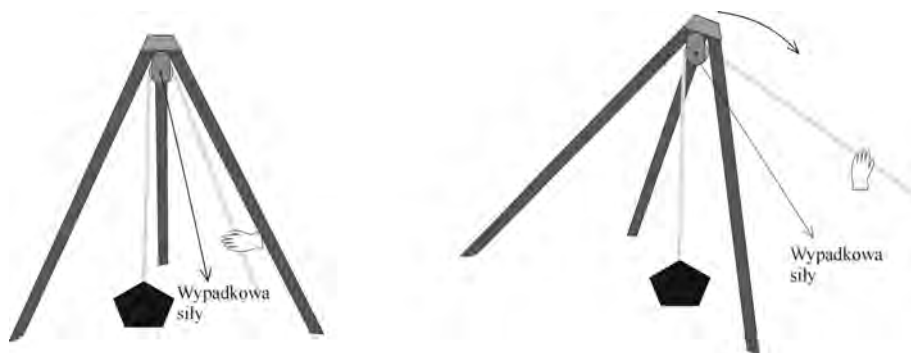


**Ryc. 15.** Uprząż Newton Fast z pałkiem Lift

Uprząż Newton w połączeniu z pałkiem Lift daje znakomity efekt w postaci sylwetki utrzymanej prawie w całkowicie pionowej pozycji. Dzięki temu wąskie studnie czy kanały nie powinny stwarzać problemów w poruszaniu się.

Podobną sylwetkę otrzymujemy stosując uprząż zakładaną na nogi, jednak stosowanie jej będzie ostatecznością.

Jak łatwo zauważyć za zdjęciach przyrządem często stosowany w tego typu działaniach będzie trójnóg. Stanowi on punkt centralny, a do tego można go umieścić na odpowiedniej wysokości, na którą pozwala długość nóg trójnogu. Do prawidłowego wykorzystania możliwości tego przyrządu jest potrzebna umiejętność stabilizacji go, czyli przewidywanie, w których kierunkach będą działać odpowiednie siły.



**Ryc. 16.** Prawidłowe i błędne wybieranie kierunku działania siły.

Rysunek pokazuje, co może się stać gdy kierunek wyciągania ciężaru nie jest odpowiedni, czyli kąt względem osi trójnożu jest zbyt duży. Zapobiec temu możemy poprzez zmianę kierunku ciągnięcia, czyli np. wstawienie dodatkowego bloczka kierunkowego, zmianę wartości sił działających w układzie tzn. zastosowanie wieloblocza, co pozwoli zmniejszyć siłę powodującą przewracanie się trójnożu, lub po prostu poprzez stabilizację go dodatkowymi odciągami.

Brak możliwości postawienia wszystkich trzech nóg na podłożu nie oznacza rezygnacji z takiego założenia w przypadku, gdy istnieje możliwość jego wychylnego rozstawienia.

Podstawowym układem wyciągowym stosowanym w działaniach jest układ wieloblocza. Używając podwójnych bloczków jesteśmy w stanie osiągnąć zadowalający stosunek sił 1: 4, co pozwala na bezproblemowe jednoczesne wyciąganie zarówno ratownika jak i poszkodowanego. Minusem tej metody jest stosunek wymaganej liny do głębokości, na jakiej się działa i w tym przypadku jest niekorzystny, bo wynosi 4:1. Jeżeli nie posiadamy żadnych punktów poza trójnogiem wymagane będzie stworzenie blokera na wieloblocza w celu bezpiecznego podnoszenia ciężaru.



**Ryc. 17.** Bloker wykonany za pomocą węzła francuskiego



**Ryc. 18.** Bloker wykonany za pomocą Poigne

Na zdjęciach nr 17 i 18 oprócz blokerów widoczna jest po lewej stronie dodatkowa lina, wpinana w punkt przed rozpoczęciem działań, która umożliwia swobodne dojście przy użyciu przyrządów zaciskowych do wierzchołka trójkąta. Dzięki temu możliwa jest obsługa blokera. Ratownik opuszczany do osoby poszkodowanej musi zabrać odpowiednie wyposażenie, które pozwoli skutecznie przeprowadzić konieczne działania.



**Ryc. 19.** Kompletne wyposażenie ratownika

Zdjęcie nr 19 przedstawia sposób wpięcia wyposażenia. Płytką stanowiskową jest punktem zbiorczym, a jednocześnie porządkuje cały sprzęt i wpięte w nią są: trójkąt ewakuacyjny, jednak może to być inna uprząż ewakuacyjna, która w konkretnych warunkach będzie stanowiła najlepsze rozwiązanie, miernik wielogazowy do ciągłego monitorowania atmosfery wewnątrz obiektu, taśma stanowiskowa do dowolnego wykorzystania, np. do dopięcia poszkodowanego do punktu centralnego. Ratownik jest w masce ochrony dróg oddechowych z zewnętrznym zasilaniem, czyli węzowy aparat oddechowy, który daje możliwość dopięcia dodatkowej maski przeznaczonej dla poszkodowanego. Wpięcie ratownika rolką stop w krótki odcinek liny daje mu pewną swobodę poruszania, co ma znaczenie po dopięciu osoby poszkodowanej, ponieważ pozwala mu zmieniać swoje położenie względem tej osoby. Ze względu na specyficzne warunki, w jakich prowadzone są działania ewakuacja osoby poszkodowanej oznaczać będzie brak komfortu, ale niejednokrotnie będzie to jedyny możliwy sposób, a mowa tutaj o wyciąganiu za nadgarstki i będzie to miało miejsce w wyjątkowo ciasnych przestrzeniach.

Przedstawione techniki stanowią jedynie niewielką część wszystkich dostępnych.

## Wnioski

Działania w studniach, kanałach technicznych, różnego rodzaju zbiornikach podziemnych są bardzo specyficznymi działaniami, nakładającymi na ratujących niezwykle duże obciążenie psychiczne. Doskonałe przygotowanie fizyczne oraz teoretyczne w znacznym stopniu może ułatwić tego rodzaju działania czyniąc je bezpieczniejszymi.

Obecne programy szkolenia z zakresu ratownictwa wysokościowego nie zawierają elementów, które przygotowywałyby do działania na tak charakterystycznych obiektach. Specyfikę takich działań najbardziej przybliży kurs jaskiniowy, jednak przygotowuje on tylko do oswojenia się z ciasnotami niejednokrotnie bardzo mało przyjaznym środowiskiem. Nikt jednak nie jest przygotowany w pełni do rozpoznawania np. zagrożeń chemicznych, które tak często mogą występować choćby np. w kanałach technicznych czy ściekowych.

Rodzime warunki raczej nie zmuszają nas do tworzenia kolejnej specjalizacji, ale wydaje się być zasadnym fakt wprowadzenia do programu szkolenia SGRW pewnych elementów tak charakterystycznych dla obiektów, o których mowa. Można do tego celu wykorzystać 15% ogólnej liczby godzin kursu przeznaczonych na nowe zagadnienia. Rzeczą wiadomą jest bowiem, że wszędzie tam gdzie pojawia się jakaś wysokość, czy trudno dostępne miejsce w rozwiniętych poziomo kanałach dysponowana będzie SGRW, a jeżeli taka specjalistyczna grupa podejmuje działania to oczywistym jest stworzenie oddzielnego odcinak bojowego albo tylko jednego, ale dowodzonego właśnie przez dowódcę SGRW. Dzięki temu cała odpowiedzialność za jakiegokolwiek działania spada na jednego człowieka, który oczywiście może posiłkować się specjalistami choćby z grupy chemicznej, jednak, jeżeli nie będzie sobie zdawał sprawy z istniejących zagrożeń, nie podejmie stosownych decyzji, co w konsekwencji może prowadzić do prowokowania niebezpiecznych sytuacji. Dodatkową kwestią przyczyniającą się do poprawy bezpieczeństwa działających ratowników jest ich odpowiednie wyposażenie. Obecnie niewiele grup jest wyposażonych w czujniki wielogazowe, czy choćby służące do pomiaru stężenia tlenu w atmosferze, a to podstawowy przyrząd do tego typu działań. Należy się więc zastanowić nad doposażeniem grup w te urządzenia jak i np. łączności kablowej. Uzależnione jest to jednak od rejonu działania danej SGRW, a co za tym idzie pozostaje to w gestii dowódcy grupy.



**Literatura:**

1. Browne G. J., Crist G. S.: Confined space rescue. Albany, Bonn, Boston, Cincinnati, Detroit, London, Madrid, Melbourne, Mexico City, New York, Pacific Grove, Paris, San Francisco, Singapore, Tokyo, Toronto, Washington: International Thomson Publishing, 1999, ISBN 0-8273-8559-5 (sc)
2. Confined space entry and rescue manual – second edition. Santa Barbara: CMC Rescue, Inc., 2007, ISBN 0-9618337-4-2
3. <http://www.cmcrescue.com>
4. <http://www.kong.it/>
5. <http://www.petzl.pl>
6. <http://www.con-space.com/>

bryg. mgr inż. **Tomasz KRASOWSKI**

Dowódca JRG 2 Siedlce

## **WYKORZYSTANIE WĘŻY TŁOCZNYCH DO ZBUDOWANIA MOBILNEJ ZAPORY OLEJOWEJ**

### **Streszczenie**

Artykuł opisuje sposób wykorzystania węży tłocznych do zbudowania mobilnej, tymczasowej zapory olejowej, którą można przygotować w sytuacjach zagrożenia ujęć wody pitnej.

### **Summary**

The article describes the way how to use fire hoses to construction of mobile, temporary oil dam, which can be prepared in situations of water intake menace

O powodzeniu każdej akcji ratowniczej decydują (niekoniecznie w podanej kolejności) trzy elementy: sprzęt, przyjęta strategia działań (tatyka ratownicza) i sami ratownicy. W zależności od rodzaju wykonywanych czynności, w danej chwili i czasie jeden z elementów jest najważniejszy, lecz zawsze współpracują one ze sobą i są od siebie zależne. Symbioza sprzętu, urządzeń i umiejętności ratowników jest więc bardzo ważna. Nowoczesny sprzęt ratowniczy oczywiście pomaga, podnosi efektywność i skuteczność działań ratowniczych, ale zawsze gdzieś będzie występować bariera jego wykorzystania lub po prostu go nie będzie na miejscu akcji.

Prawdą jest więc, że przy akcji ratowniczej prawie zawsze stajemy w obliczu jakichś braków. Często ratownik na miejscu zdarzenia spotyka się z sytuacją, gdy potrzebny i przydatny w danej sytuacji sprzęt jest niedostępny. I co wtedy, gdy brakuje mu czegoś w wyposażeniu lub okoliczności zdarzenia utrudniają stosowanie standardowych procedur? Oczywiście najgorszą rzeczą, jaka może w tym momencie zrobić ratownik jest zaniechanie działań. Bezradność będzie jego osobistym dramatem i oczywiście natychmiast znajdzie

przełożenie na tragedię poszkodowanych. W takiej sytuacji tylko wyszkolony ratownik będzie mógł zdecydować jaki inny sprzęt w danej chwili zastosować i jak wykorzystać jego walory, a także czy zmiana taktyki działania nie poprawi istniejącej w danej chwili sytuacji. Często się o tym przekonywałem, gdy nie miałem drabiny i skokochronu, a musiałem ratować ludzi z wysokości, nie miałem w danej chwili dźwigu, a musiałem wykonać dostęp do poszkodowanych będących pod walcem cysterny lub też nie miałem zapór, a musiałem zatrzymać niekontrolowany spływ niebezpiecznego medium nurtem rzeki.

Dlatego, moim zdaniem, dobrze wyszkolony ratownik wszelkiej specjalizacji zawsze w ratownictwie będzie najważniejszy, pomimo ciągłego rozwoju technologicznego w zakresie sprzętu i techniki. Niejednokrotnie byłem w sytuacji, gdzie ratując nie miałem potrzebnego sprzętu, a coś dało się wymyśleć, niejako na poczekaniu. Były też sytuacje, kiedy, jak by się mogło wydawać, wszystko co potrzebne było na miejscu, a akcja "poszła" nie tak, jak bym tego chciał. Teraz już wiem, że ratownik nigdy nie będzie miał wszystkiego i zawsze czegoś będzie mu brakować, bo np. zostało w koszarach czy znajduje się na samochodzie drugiego rzutu, którym na domiar złego nie ma kto przyjechać. A czas upływa i poszkodowany nie może czekać, albo nurtem akwenu płynie niebezpieczne medium zagrażające pobliskiemu ujęciu wody pitnej.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia, po raz kolejny chciałbym wrócić do niestandardowego wykorzystania sprzętu, który polski strażak (i nie tylko polski) ma „od zawsze” na swoim wyposażeniu, z którym zawsze jest kojarzony. Chodzi oczywiście o **strażacki wąż pożarniczy W75**, który w standardowych akcjach gaśniczych napelniany jest wodą. Po wypełnieniu powietrzem możemy użyć go do skutecznego ratownictwa na akwenach pokrytych lodem (pisałem o tym wcześniej), a wypełnionych powietrzem i wodą do powstrzymania przemieszczania niebezpiecznego medium po powierzchni akwenu.

Mam w swojej JRG proste zapory płaszczone, ale zawsze będąc nad akwenu, którym płynęło jakieś medium zastanawiałem się, czy przy stosunkowo niewielkiej emisji nie można zastosować czegoś prostszego i łatwiejszego do sprawienia. Poza tym nie wszystkie JRG mają takie lub inne zapory. Nikt też na samochodzie strażackim nie wozi słomy (czasami nie ma jej też w pobliżu), aby zbudować prostą zaporę sorpcyjną. Analizując tego typu rozmyślania i znając (z mediów) wiele tego typu przypadków z własnego doświadczenia, zacząłem poszukiwać skutecznej techniki możliwej do zastosowania w takiej sytuacji operacyjnej.

Chociaż jestem przekonany, że opracowana i prezentowana tu technika jest skuteczna na wąskich akwenach z niewielkim nurtem, to jej wykorzystanie będzie miało miejsce w okolicznościach zdeterminowanych czasem, gdzie nie będzie nic innego „pod ręką”

Co robić, gdy zostaniemy zadysponowani, przyjeżdżamy na miejsce zdarzenia i zastajemy następującą sytuację:

*„Nurtem wąskiej rzeki o szerokości 15 m płynie substancja ropopochodna. Pięć kilometrów od miejsca dotarcia zastępu ratowniczego i ujawnieniu emisji jest ujęcie wody dla miejscowości X. Miejscowa JRG nie posiada w swoim wyposażeniu żadnego rodzaju zapór pomostowych, elastycznych, płaszczowych czy pneumatycznych oraz sorpcyjnych. Z każdą chwilą zwiększa się niebezpieczeństwo skażenia ujęcia wody”*

Nie możemy przecież nie zrobić nic i czekać aż z najbliższej JRG przyjedzie zaporą i separator. Słoma od dostawcy, zgodnie z ustaleniami planu ratowniczego, będzie za godzinę. Co robić, z czego skorzystać? Jak? Kiedy wszystko, co potrzebne, dotrze na miejsce zdarzenia może być za późno. Działam!

## Przybycie na miejsce zdarzenia i rozpoznanie

Po przybyciu na miejsce zdarzenia należy dokładnie rozpoznać sytuację (określając rzeczywistą szerokość akwenu, jego nurt, czy akwen posiada jakąś infrastrukturę: podesty, mola itp., która może być wykorzystana podczas akcji ratowniczej) i przygotować miejsce na tzw. pole operacyjne. Powinno być ono budowane, w miarę możliwości, po pierwsze: blisko źródła rozlewu/emisji czyli tak by było możliwe zatrzymanie czoła rozlewu lub jego głównej masy. Po drugie powinno znajdować się w rejonie rozszerzenia się koryta rzeki, czyli tam, gdzie nurt będzie najwolniejszy i w miarę możliwości skierowany do brzegu, na którym będą ustawione zbieracze i inny sprzęt, który dojedzie później. **Ponadto, bardzo ważne przy doborze pola operacyjnego jest znalezienie, w miarę możliwości, dużej, płaskiej przestrzeni tuż przy brzegu rzeki, celem umożliwienia budowy przyszłego zaplecza akcji ratowniczej oraz manewrowania pojazdami.** W trakcie prowadzonych już działań korygowanie ustawienia samochodów i sprawionego już sprzętu jest często niemal niemożliwe.

## Zabezpieczenie miejsca zdarzenia i ratowników

Sceneria zdarzeń na akwenie jest w swej naturze niebezpieczna dla ratowników z uwagi na to, że nie spotykają się oni z tego typu zdarzeniami dosyć często i, wydawać by się mogło, są statyczne.

Zabezpieczając miejsce zdarzenia **pod żadnym pozorem nie należy wchodzić do nierozpoznanego akwenu, dokładnie wydzielić obszar działań ratowniczych, nie dopuszczając do wchodzenia weń osób postronnych, nie zaangażowanych bezpośrednio w działania ratownicze, gapiów i obserwatorów, a także ściśle egzekwować noszenie kamizelek asekuracyjnych przez ratowników.**

Kluczową sprawą w tej fazie akcji ratowniczej (mającą wpływ na jej efektywne i ergonomiczne zarządzanie w jej dalszej części) jest utworzenie **punktu składowania sprzętu (PSS)**. Powstanie takiego punktu w dobrym miejscu może wyeliminować ewentualny chaos i konieczność donoszenia pojedynczych elementów sprzętu z samochodu.



**Fot. 1** Punkt składowania sprzętu (PSS)

### **Sprawienie zapory. Zatrzymanie płynięcia niebezpiecznej substancji nurtem akwenu i skierowanie jej do brzegu.**

Jak sprawić zaporę? Nie jest to trudne, jednakże wymaga trochę wcześniej przygotowania sprzętu w strażnicy. Jak to zrobić? Wykorzystać przedstawioną poniżej technikę, nie stosowaną (o ile mi wiadomo) w naszym kraju.

Sprawa pierwsza.

Napompować jeden z dwóch węży W75 (z zaślepką na jednym z końców) powietrzem, prostym układem pneumatycznym z butli aparatu powietrznego z reduktorem.



**Fot. 2.** Napełnienie węża wodą i powietrzem

Drugi wąż W75 napełnić wodą poprzez zawór kulowy. Wąż ten powinien być zakończony zaworem odpowietrzającym, który umożliwi wypchniecie powietrza podczas napełniania wodą. Dlaczego tak? Otóż wąż napełniony wodą będzie niejako stanowił obciążenie naszej zapory, a wąż z powietrzem będzie jej gwarantował pływalność. Następnie oba węże należy scalić, wykorzystując do tego np. podpinkę lub linkę, ale lepszym rozwiązaniem, gwarantującym zaporze szczelność, będzie zastosowanie foliowej taśmy do pakowania. Zakończenie takiego układu należy związać z obu stron linkami w celu jej zwodowania i utrzymania zapory na nurcie akwenu.



**Fot.3** Węże scalone folią



**Fot. 3a.** Węże scalone linką



**Fot. 4 i 4a.** Układ przygotowany do zwodowania obwiązany linkami mocującymi

Tak zbudowany układ należy zwodować zgodnie ze sztuką jak dla zapór płaszczowych i zamocować na przeciwnych brzegach przy pomocy linek.



**Fot. 5 i 5a.** Sprawiona technicznie zaporą na akwenu

Jak widać do skutecznej realizacji tego zadania potrzebne są aż albo tylko dwie linki strażackie, dwa odcinki węża W75, wcześniej przygotowane i zmodyfikowane w strażnicy zaślepki i zawory oraz butla aparatu ODO. W sumie to niewiele, trzeba tylko chcieć.



**Fot. 6. i 6a.** Akcja ratownicza na doprowadzalniku siedleckiego zalewu – zatrzymanie wpłynięcia zanieczyszczeń do akwenu.

Zdaję sobie sprawę, że przedstawiona technika nie będzie skuteczna w 100%, a dowódca już w po rozpoznaniu wstępnym zadysponuje przewidziany do likwidacji takich zagrożeń właściwy sprzęt. Ale przecież nie ma innej, skutecznej alternatywy w tego typu zdarzeniu w jego początkowej fazie, jeśli nie dysponuje się profesjonalnym sprzętem, przeznaczonym do takich akcji. Dlatego moim zdaniem warto się poważnie zastanowić nad jej wdrożeniem w swojej JRG i przeszkolić „swoje” OSP, bo to one w zdecydowanej większości są również najbliższe takich zdarzeń. Warto też rozważyć zastosowanie takiej zapory jako wspomagającej czy uzupełniającej profesjonalny sprzęt

Na zakończenie przedstawiam szkic technicznego sprawiania sprzętu i życzę sobie i wszystkim ratownikom jak najmniej okazji do wykorzystania zaprezentowanej techniki

Opracowanie tekstu : Joanna Cybulska



