

# Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza

## Safety & Fire Technique

Kwartalnik CNBOP-PIB



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

Józefów 2012

Redaktor naczelny – mł. bryg. dr inż. Dariusz WRÓBLEWSKI

KOMITET REDAKCYJNY

dr inż. Eugeniusz W. ROGUSKI - Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego– PCA  
/Organizacja i Zarządzanie Strategiczne/  
dr hab. inż. Ewa RUDNIK, prof. nadzw.  
/Badania i Rozwój/  
dr inż. Stefan WILCZKOWSKI  
/Technika i Technologia/  
dr Tomasz WĘSIERSKI  
/Redaktor Statystyczny/  
mł. bryg. mgr inż. Jacek ZBOINA  
/Certyfikaty, Aprobaty i Rekomendacje/  
bryg. mgr inż. Krzysztof BISKUP  
/Rozdział Autorski – Współpraca Zagraniczna/  
nadbryg. Janusz SKULICH  
/Studium Przypadku – Analiza Akcji/  
nadbryg. w st. spocz. Maciej SCHROEDER  
/Z Praktyki dla Praktyki/  
mgr Joanna CYBULSKA - Sekretarz Redakcji  
/Nauki Humanistyczne i Społeczne na Rzecz Bezpieczeństwa/

RADA NAUKOWA

dr hab. inż. Ewa RUDNIK, prof. nadzw.  
prof. dr inż. Rainer Koch  
dr inż. Hauke Speth

Przygotowanie do wydania  
mgr Joanna Cybulska

Projekt okładki:  
Barbara Dominowska

ISSN 1895 - 8443

© by Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego  
Ochrony Przeciwpowodziowej  
**im. Józefa Tuliszkowskiego**  
Państwowego Instytutu Badawczego  
ul. Nadwiślańska 213  
05-420 Józefów k/Otwocka  
tel. : 022 769 32 00  
www.cnbop.pl  
e-mail : cnbop@cnbop.pl

---

Druk i oprawa  
Oficyna Drukarska Jacek Chmielewski  
01-142 Warszawa, ul. Sokołowska 12a; tel./fax: (22) 632 83 52  
www.oficyna-drukarska.pl

Wersja papierowa jest wersją pierwotną  
Nakład 500 egzemplarzy

---

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

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

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

# SPIS TREŚCI

|                     |   |
|---------------------|---|
| 1. Od Redakcji..... | 6 |
|---------------------|---|

## I. ROZDZIAŁ AUTORSKI

|                              |                                                                                                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. L. Godderis<br>V. Hermans | A study into the development of requirements concerning<br>the physical and mental suitability of firemen and candidate firemen ..... 9 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## II. ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE

|                             |                                                                                                      |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. P. Lesiak<br>R. Porowski | Ocena skutków awarii przemysłowej w instalacjach procesowych,<br>w tym efektu domino – cz. I..... 13 |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## III. NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

|                   |                                                                 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1. Z. Ciekanowski | Proces oceniania pracowników w nowoczesnej organizacji ..... 27 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|

## IV. PARTNERSTWO DLA INNOWACYJNOŚCI NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA

|                 |                                                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Уласевич А.Н | Огнезащитные и огнетушащие вещества для инженерной защиты<br>и ликвидации пожаров ..... 35 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

## V BADANIA I ROZWÓJ

|                             |                                                                                                                        |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. S. Koziół<br>A. Zbrowski | Metoda poprawy bezpieczeństwa budynków poprzez zastosowanie<br>odzysku ciepła w układach wentylacji pożarowej ..... 39 |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                          |                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. A Chwaleba<br>A. G. Jatsunenko,<br>J. Szczurko<br>J. Szmitowski<br>S. A. Yatsunenko<br>S. Wilczkowski | Możliwości terapeutyczne promieniowania elektromagnetycznego<br>bardzo wielkiej częstotliwości..... 47 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                 |                                                      |
|---------------------------------|------------------------------------------------------|
| 3. Z. Salamonowicz<br>W. Jarosz | Odłamkowanie podczas wybuchu zbiorników LPG ..... 53 |
|---------------------------------|------------------------------------------------------|

|                                           |                                                                       |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 4. J. Rakowska<br>K. Radwan<br>Z. Śłosorz | Problemy oceny wielkości i kształtu ziaren materiałów sypkich..... 59 |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|

|                                             |                                                             |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 5. A. Omazda<br>J. Rybiński<br>A. Szajewska | Badanie rozwoju pożaru samochodu osobowego w tunelu..... 65 |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

## **VI. CERTYFIKATY, APROBATY I REKOMENDACJE**

|               |                                                                                                            |    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. M. Cieślak | Koncepcja ochrony przeciwpożarowej oraz certyfikacji systemów przeciwpożarowych elektrowni wiatrowych..... | 71 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## **VII TECHNIKA I TECHNOLOGIA**

|                                                                |                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. W. Wnęk<br>P. Kubica<br>M. Basiak                           | Standardy projektowania urządzeń tryskaczowych – porównanie głównych parametrów .....                                | 83  |
| 2. W. Jaskółowski<br>M. Kasperkiewicz                          | Wpływ antypirogenów stosowanych w górnictwie węgla kamiennego na ograniczenie skłonności węgla do samozapalenia..... | 97  |
| 3. J. Rakowska<br>K. Radwan<br>Z. Ślosorz                      | Efekty środowiskowe usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych .....                                                     | 107 |
| 4. D. Czerwienko<br>A. Gontarz<br>L. Jurecki<br>I. Pogorzelski | Pojazdy pożarnicze wczoraj i dziś – rozwój technologii.....                                                          | 115 |
| 5. Ł. Chołuj                                                   | Bezpieczna ewakuacja a założenia scenariusza pożarowego .....                                                        | 127 |

## **JUBILEUSZ CZTERDZIESTOLECIA ISTNIENIA CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZEGO OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ IM. JÓZEFA TULISZKOWSKIEGO – PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO**

|                              |                                                                                                                                                                                                         |     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. D. Wróblewski             | Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy – czterdzieści lat konsekwentnej pracy dla ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności ..... | 131 |
| 2. Praca zbiorowa            | Sprzęt i wyposażenie służb ratowniczych.....                                                                                                                                                            | 149 |
| 3. Praca zbiorowa            | Środki chemiczne w ratownictwie .....                                                                                                                                                                   | 159 |
| 4. Praca zbiorowa            | Techniczne systemy zabezpieczeń przeciwpożarowych .....                                                                                                                                                 | 165 |
| 5. Praca zbiorowa            | Procesy spalania i wybuchowości.....                                                                                                                                                                    | 169 |
| 6. Praca zbiorowa            | Aprobacja i normalizacja.....                                                                                                                                                                           | 173 |
| 7. Praca zbiorowa            | Ocena zgodności na rzecz ochrony przeciwpożarowej.....                                                                                                                                                  | 179 |
| 8. Praca zbiorowa            | Edukacja na rzecz bezpieczeństwa.....                                                                                                                                                                   | 183 |
| Wskazówki dla autorów .....  |                                                                                                                                                                                                         | 191 |
| Requirments for authors..... |                                                                                                                                                                                                         | 192 |



**Szanowni Czytelnicy,**

Oto leży przed Wami trzeci, tegoroczny numer naszego Kwartalnika. Oddajemy go Czytelnikom w szczególnym roku dla całej Państwowej Straży Pożarnej, jak również dla naszego Instytutu. W bieżącym roku obchodzimy bowiem dwudziestolecie powołania PSP, czterdziestolecie istnienia Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowodzi, a także stulecie pierwszego wydania najstarszego czasopisma pożarniczego w Polsce – Przeglądu Pożarniczego. W całym kraju odbywają się z tej okazji liczne uroczystości. Kilkadziesiąt tysięcy uczestników festynu strażackiego, który odbył się w ostatnią sobotę sierpnia na Stadionie Narodowym, mogło podziwiać ich przygotowanie, wyposażenie, sprawność i profesjonalizm, gdy wspinali się po kopule warszawskiego obiektu.

Również nasz Instytut aktywnie włącza się w nurt obchodów strażackich jubileuszy. Jednak nawet w czasie dni świątecznych, bez względu na uroczystości, mają miejsce zdarzenia, kiedy strażacy muszą interweniować w ochronie życia, zdrowia i mienia obywateli. Ratownicy mają być zawsze w pogotowiu, a sprzęt, z którego korzystają musi być zawsze sprawny i gotowy do użytku. Między innymi w tym właśnie miejscu CNBOP-PIB wnosi swój wkład w szeroko rozumiane bezpieczeństwo powszechne. Dlatego też, z okazji naszego jubileuszu przedstawiamy Państwu wieloletnie osiągnięcia badawcze naszych laboratoriów we wszystkich dziedzinach istotnych dla ochrony przeciwpożarowej i ratownictwa. Zarówno Zespoły Laboratoriów, jak również Jednostka Certyfikująca czy Zakład Aprobata Technicznych swoją konsekwentną pracą sprawiają, że ratownicy korzystają z bezpiecznego sprzętu czy środków gaśniczych, przez co ich działania są bardziej skuteczne. Zachęcamy do zapoznania się z pracą i osiągnięciami naszych jednostek organizacyjnych.

Oczywiście prezentujemy naszym Czytelnikom nie tylko materiały informacyjne związane z jubileuszem naszego Instytutu. Ten wyjątkowy dla nas numer naszego Kwartalnika zawiera także wiele interesujących tekstów dotyczących badań nad szeroko rozumianym bezpieczeństwem. Kontynuujemy tematykę pożarów samochodów osobowych. Tym razem publikujemy artykuł dotyczący badań nad rozwojem pożaru samochodu w zamkniętej przestrzeni (tunelu). Jak zwykle sporo uwagi poświęcamy środowisku naturalnemu i dlatego polecamy uwadze Państwa artykuł mł. bryg. dr inż. Joanny Rakowskiej, mgr Katarzyny Radwan i mgr inż. Zuzanny Ślosorz poświęcony efektem środowiskowym usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych. Wiele miejsca poświęcamy także awariom przemysłowym czy ogólnemu bezpieczeństwu budowli. Jednakże szczególnej Państwa uwadze chcielibyśmy polecić artykuł pracowników Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego z Radomia – dr inż., dr inż. Stanisława Kozioła i Andrzeja Zbrowskiego „Metoda poprawy bezpieczeństwa budynków poprzez zastosowanie odzysku ciepła w układach wentylacji pożarowej”. Uzyskał on bardzo wysoką punktację w ocenie recenzentów i w związku z tym został jednogłośnie wybrany decyzją Komitetu Redakcyjnego jako najlepszy w numerze 03/12.

Szanowni Państwo, jak zawsze staraliśmy się tak dobrać zawartość numeru, aby w jak największej ilości rozdziałów móc zaprezentować interesujący materiał. Uważamy bowiem, że każdy z naszych stałych rozdziałów jest potrzebny, każdy dotyczy tematycznie jakiegoś ważnego dla bezpieczeństwa wycinka wiedzy. Jeśli człowiek posiada wiedzę, nawet tylko tę teoretyczną, to z o wiele większym prawdopodobieństwem zachowa się właściwie w sytuacjach, jakie przynosi życie praktyczne. Oczywiście wolelibyśmy, aby badania dotyczące zdarzeń losowych pozostały tylko w sferze teorii. Warto jednak czasami pamiętać mądre sentencje łacińskie: *praemonitos, praemunitus* czyli uprzedzony, uzbrojony.... Naszym zdaniem Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, w ciągu czterdziestu lat swojego istnienia, wniosło wiele tego „uzbrojenia” dla szeroko rozumianego bezpieczeństwa powszechnego.

**Komitet Redakcyjny:**

dr inż. Eugeniusz W. Roguski - Przewodniczący  
mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski - Redaktor Naczelny  
dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw., - członek Komitetu Redakcyjnego  
nadbryg. Janusz Skulich – członek Komitetu Redakcyjnego  
nadbryg. w st. spocz. Maciej Schroeder – członek Komitetu Redakcyjnego  
dr inż. Stefan Wilczkowski - członek Komitetu Redakcyjnego  
dr Tomasz Węsierski - członek Komitetu Redakcyjnego  
mł. bryg. mgr inż. Jacek Zboina - członek Komitetu Redakcyjnego  
bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup – członek Komitetu Redakcyjnego  
mgr Joanna Cybulska - Sekretarz Redakcji



**MINISTERSTWO  
SPRAW WEWNĘTRZNYCH**

Warszawa, dnia 14 sierpnia 2012 r.

DRiOL-OL-0761-9/12

**Pan  
mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski**

**Dyrektor  
Centrum Naukowo - Badawczego  
Ochrony Przeciwpowazarowej  
im. Józefa Tuliszkowskiego  
- Państwowy Instytut Badawczy**

*Szanowny Panie Dyrektore,*

Jako Minister Spraw Wewnętrznych pragnę podkreślić znaczenie kwartalnika „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” dla pogłębiania i popularyzacji wiedzy z zakresu ochrony przeciwpożarowej.

Kwartalnik stanowi cenne źródło informacji o pracach prowadzonych w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowazarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowym Instytucie Badawczym oraz dostarcza informacji z zakresu rozwoju techniki pożarniczej na świecie.

Artykuły prezentowane w Kwartalniku dają pracownikom Ministerstwa Spraw Wewnętrznych zajmującym się tematyką ochrony ludności i ochrony przeciwpożarowej możliwość wzbogacenia wiedzy potrzebnej w ich pracy zawodowej.

Pragnę wyrazić uznanie dla Redakcji Kwartalnika za jego profesjonalne prowadzenie oraz złożyć życzenia wielu dalszych sukcesów.

*Z wyrazami szacunku,*

*[Signature]*









Prof. dr Lode GODDERIS  
Prof. dr Veerle HERMANS  
Toon BRAEYE  
Roeland MOTMANS  
Claire BAUKENS  
Dr Ronny VERHOOGEN

## A STUDY INTO THE DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS CONCERNING THE PHYSICAL AND MENTAL SUITABILITY OF FIREMEN AND CANDIDATE FIREMEN

*commissioned by the Belgian Federal Office for Internal Affairs*

### Introduction

This report was compiled for the Belgian Federal Office for Internal Affairs. It contains a discussion of the creation and subsequent application of a test battery and questionnaires for assessing the physical and mental capacity of firemen. There are currently no uniform criteria for these in Belgium. They are coupled to a scientifically-based training programme.

### Wprowadzenie

Autorzy zamieszczonego poniżej artykułu udowadniają, że kwestia predyspozycji psychofizycznych strażaków ma wymiar uniwersalny – podobny w każdym kraju. Fakt, iż przydatność do służby determinowana jest w jednakowym stopniu sprawnością i wytrzymałością fizyczną oraz cechami psychiki, potwierdza zarówno praktyka, jak i badania naukowe.

Na zlecenie rządu Belgii (Federalnego Biura Spraw Wewnętrznych), grupa naukowców pod kierunkiem prof., prof. Lode Godderis'a i Veerle Hermans'a, opracowała jednolite kryteria oceny przydatności strażaków i kandydatów na strażaków. Ciekawy jest sposób podejścia do problemu. Diagnoza dokonana przez belgijską administrację rządową była jednoznaczna – brakuje jednolitych kryteriów oceny predyspozycji do pełnienia odpowiedzialnej i związanej z szeregiem ryzyk, służby w straży pożarnej. Celowo piszę „służby”, a nie „pracy”, bo nawet laik zdaje sobie sprawę, że strażak – to nie jest zawód podobny do innych. Wielu twierdzi wręcz, że trzeba mieć do niego powołanie.

Zostawmy metafizyczne rozważania. Nie sposób jednak zaprzeczyć, że w tej służbie sprawdzą się ludzie, którzy charakteryzują się odpowiednimi cechami ciała, umysłu i psychiki. Jakimi? Aby odpowiedzieć na to pytanie, wybrano najprostszy i najskuteczniejszy, moim zdaniem, sposób – zlecono wybitnym specjalistom (naukowcom i wspierającym ich praktykom) zrealizowanie projektu naukowo-badawczego. Jak im się to udało? Zachęcam do lektury.

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

**Keywords:** firemen, candidate fireman, requirements;

**Słowa kluczowe:** strażacy, kandydaci do służby, wymagania;

### Methodology

The specific physical and psychological requirements for fire service work were first assessed. These requirements were selected on the basis of a literature study and national and international experience. National experience was gathered in collaboration with different fire departments and with the organisation of two expert meetings. International experts were questioned via an online survey. Practical and feasible, functional tests were sought on the basis of the noted physical requirements. Validated psychological questionnaires were selected and indicator questions asked concerning the mental requirements. All the physical and mental requirements and the associated

tests and questionnaires were presented at a first experts meeting. The experts group consisted of experienced firemen, sports monitors, occupational doctors, Dutch experts and representatives from the client, the Belgian Federal Office for Internal Affairs.

Subsequently, a feasibility study was drawn up inviting the voluntary participation of adults from various Flemish and Wallonian fire departments and 3 schools. In the end, the test battery and questionnaires were distributed to and completed by 149 people, including 80 firemen and 69 'safety profession' students. The test population was mixed: 15 women and 134 men. The study took place on 5 different days and at 2 different locations. Firstly,

informed consent was given, and then the indicator questions and validated questionnaires were completed. These validated questionnaires were the Epworth Sleepiness Scale, Brief Symptom Inventory Fear/Phobia/Depression, Impact of Event scale, Need for Recovery scale, Post-traumatic Cognition Inventory, Emotional Load scale and Social Support. After this, the physical test battery was taken. The participants were personally supervised throughout the tests. The test battery consisted of 9 different tests; pull-ups, climbing, balance, squat walks, push-ups, tarp-dragging, hose-pull, hose-lift and stair-climb. Each test lasted no more than 1 minute, and was followed by 1 minute of recovery time. After completing the complete test battery, the firemen were given the chance to grade the relevance of the different components on a scale of 1 (completely irrelevant) to 6 (completely relevant).

With the data gathered from the feasibility study, a scoring system was developed to come up with a total score on the physical test battery and to be able to decide whether or not a fireman or candidate met the minimum requirements. In this scoring system, all the tests, except for the balance test, carried equal weighting. Individual results for the tests were subdivided as follows: a score lower than percentile 30 of all scores = 1 point, a score between percentile 30 and 80 = 2 points and a score higher than percentile 80 = 3 points. Since balance is an important minimum condition, no points were allocated for this part if it was not performed successfully.

All the data were entered into a database and statistically processed using SPSS. For the descriptive statistics we used means, standard deviations (SD) and percentiles. For the comparative statistics, we used the Spearman correlation coefficient when examining correlations. The populations were compared with each other using unpaired T-tests. Indicator questions were compared with validated questionnaires by means of Chi-square tests.

The training programme was compiled from the revealed functional requirements, the literature and existing training programmes, put together by experts from best practice.

## Results

*General characteristics:* For complete populations, the average age was 28 years (SD 11.1), height 179.3 cm (SD 7.6), weight 76.1 kg (SD 11.6). For the firemen, this was 35.6 years (SD 9.9), height 179.9 cm (SD 7.7), weight 79.7 kg (SD 11.3), and for the students 18.7 years (SD 1.8), height 178.5 cm (SD 7.4). A significant and clear correlation was found between age and BMI ( $R=0.44$ ,  $P<0.001$ ).

*Physical test battery:* 3 of the 9 different tests were not successfully completed. Of the complete study population, 11.4% could not do a single pull-up, 43% did not succeed in climbing once or twice over the beam, and 19.5% did not succeed in completing the balance test within the minute. The pull-ups occurred on average 7.1 times (SD 5.2). The climbing lasted an average of 18.9 sec

(SD 9.8) for successful candidates. When the balance test was successfully performed, it lasted on average 33.1 sec (SD 12.7). The squat walks lasted on average 17.3 sec (SD 5.3). There was an average of 33.7 press-ups (SD 12.8). The tarp-dragging lasted for an average of 28.5 sec (SD 10.2). Hose-pull lasted on average 8.8 sec (SD 3.8). The hose was lifted on average in 16.1 sec (SD 3.9). The stair-climb lasted on average 48.6 sec (SD 8.5). The various tests were scored on average as very relevant.

Of the significant correlations between general characteristics and results on the different tests, we note the correlations between age and hose-lift ( $R=-0.5$ ,  $P<0.001$ ), weight and hose-pull ( $R=-0.5$ ,  $P<0.001$ ) and tarp-dragging ( $R=-0.44$ ,  $P<0.001$ ), height and successful climbing ( $R=0.41$ ,  $P<0.001$ ). The previously self-estimated condition correlated positively with the results for the various test components. When comparing the test populations, we notice that students score a little lower on the different components. However, this is not significant if we compare male students with male firemen. Women scored significantly lower than men on all tests except weight and squat walks. The total score is significantly related to age and gender. But 23% of the women and 25% of participants over 50 reached the set limit of 15. Height is also correlated with a good overall score ( $R=0.31$ ,  $P<0.001$ ).

*Psychological questionnaires:* For the firemen population we saw no need to follow up for phobias (BSI-FOB=0); for sleepiness (ESS) only 2.5% follow-up was required. Complaints of depression (BSI-DEP) requiring follow-up were present among 7.5%. Anxiety disorders (BSI-ANG) were too high at 15.2%. A not yet fully processed traumatic event (SVL) was still affecting 15% of the firemen. Firemen experience more social support from colleagues than from management. For 35.8%, there was a compromising social capacity. 12.5% of the firemen have problems completely recovering from the current working rhythm of their work. For the psychological questionnaires we see a striking difference between the high scores of students and the low scores of firemen that cannot be explained by age. For this reason, these questionnaires only play a role in recruitment and periodic examination and not in selection. Men and women achieved similar scores. There was no clear relationship between the indicator questions and the questionnaires. Therefore it was decided not to continue working with these indicator questions. However, the PTCI clearly correlated with the different lists, which is interesting from the point of view of research, but there is currently no tool for interpreting this score.

*The training programme* was drawn up on the basis of the literature and an analysis of existing training programmes set up by experienced sports monitors and sports centres associated with fire departments. The training programme is also compiled to be of assistance in maintaining condition after a successful test battery and in preparing candidates for a test battery.

**Conclusions**

In this project a validated, relevant and practically feasible physical test battery and psychological questionnaires were compiled. Since the job requirements for all firemen are the same regardless of age or gender, we retained the same criteria for all firemen. This test battery was supplemented with an endurance test: Cooper test and swimming diploma, min 100 m, must be

submitted. This is so that a comprehensive instrument can be found for assessing the physical suitability of firemen and candidate firemen. In addition to condition and strength of the candidate, the most significant influencing factors for the total score are gender, age and height. During recruitment and periodic check-ups, firemen can be screened for psychological problems using these questionnaires.





st. kpt. inż. **Piotr LESIAK**

st. kpt. mgr inż. **Rafał POROWSKI**

Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi

*im. Józefa Tuliszkowskiego -*

Państwowy Instytut Badawczy

## **OCENA SKUTKÓW AWARII PRZEMYSŁOWEJ W INSTALACJACH PROCESOWYCH, W TYM EFEKTU DOMINO – CZĘŚĆ 1.**

### **Assessment of physical effects for major hazard accidents in the process industries including domino effect – Part 1**

#### **Streszczenie**

Zwiększanie mocy produkcyjnych w zakładach przemysłowych powiązane jest z ich stopniową rozbudową. Skutkuje, to generowaniem procesów inwestycyjnych i budową nowych instalacji procesowych, które bardzo często napotykać na ograniczenie związane z rozmiarami działek budowlanych. Pociąga to za sobą niekorzystną tendencję, w której inwestorzy i biura projektowe starają się maksymalnie zagospodarować teren pod inwestycje, zachowując jak najmniejsze odległości pomiędzy aparaturami procesowymi, zbiornikami, itp. W przypadku zajścia zdarzenia awaryjnego na jednej instalacji przemysłowej, może dojść do przeniesienia i eskalacji skutków awarii na sąsiednią instalację i wystąpienia tzw. efektu Domino. Zdarzenia tego typu są bardzo niebezpieczne i w konsekwencji mogą prowadzić do olbrzymich zniszczeń na terenie całego zakładu lub jego części, a także poza jego terenem. W zależności od rozwoju sekwencji zdarzeń w scenariuszu awaryjnym, końcowym efektem skutków może być np. wybuch BLEVE-Fireball, wybuch przestrzenny, pożar powierzchniowy, pożar strumieniowy, itp. Towarzyszyć temu mogą różne formy oddziaływania fizycznego, w postaci odłamkowania, promieniowania cieplnego, czy fali nadciśnienia. Ich zasięg i potencjał niszczący ma zasadnicze znaczenie przy określaniu tzw. bezpiecznych odległości pomiędzy blokami instalacji już na etapie ich projektowania.

Artykuł ten został podzielony na cztery części. W części pierwszej autorzy przeanalizowali zdarzenia awaryjne, w których wystąpił efekt Domino. Zwrócono tutaj uwagę na skalę zjawisk zachodzących podczas tego typu awarii oraz towarzyszące im skutki. Opisano także kompleksowo definicję efektu Domino, które powstały w wyniku badań tego zjawiska. W ostatniej części artykułu przeanalizowano zagrożenia jakie towarzyszą zdarzeniom awaryjnym oraz przedstawiono rodzaje pożarów i wybuchów.

#### **Summary**

Production development in the process industries makes it larger wide-world. It makes a large number of investments and brand-new technological installations limited by land-use planning procedures. Investors and architects try to use minimum distances between particular vessels and apparatus to fulfill a regime of limited land-use planning. In case of failure events of installation it is possible to make an interaction of accidental results which can lead to domino effect. Such events are dangerous and can lead to huge damages of industrial plant or some part of installation, including external areas. Depend on failure event development it can result in BLEVE-Fireball, vapor cloud explosion, pool fire, jet fire, flash fire, etc. Physical effect in such scenario could be a generation of blast wave, thermal radiation or even fragmentation. The range of physical effects is prior in determination of safety distances in the process industries at the designing phase. This paper is divided into 4 parts. The first one includes the analysis of failure events where domino effect took place, including a scale of phenomena involving major-hazard accident. Complex definition of domino effect was described. At the last part of this paper some possible effects are assessed and several types of fires and explosions are showed.

**Słowa kluczowe:** strefy zagrożenia, substancje niebezpieczne, modelowanie awarii;

**Keywords:** dangerous zones, hazardous substances, industrial accident modeling;

## Wprowadzenie

Od ponad stu lat następuje stały wzrost zapotrzebowania ludzi na wszelkie dobra, głównie konsumpcyjne. Aby zaspokoić popyt, zwiększane są zdolności produkcyjne zakładów i wytwarzanie różnego rodzaju surowców służących do wyrobu produktów, poczynając od najprostszych przedmiotów codziennego użytku, po bardzo skomplikowane urządzenia. Wraz z rosnącą produkcją wzrasta równoległe zapotrzebowanie na projektowanie i budowę różnego rodzaju instalacji przemysłowych, których liczba zwiększa się z roku na rok na całym świecie, zwłaszcza w krajach rozwijających się. Ponadto, zmniejszające się zasoby surowców nieodnawialnych powodują konieczność stosowania coraz bardziej złożonych procesów technologicznych w celu osiągnięcia maksymalnej wydajności produkcyjnej. Sytuacja taka wiąże się z zastosowaniem w zakładach przemysłowych wyszukanych metod prewencji i złożonych systemów zabezpieczeń w celu zminimalizowania możliwości wystąpienia zdarzeń awaryjnych lub zminimalizowania skutków tych zdarzeń.

Celem niniejszej pracy jest próba opisania najbardziej przydatnej w praktyce metody analizy ryzyka i oceny skutków awarii, w tym efektów domina dla wybranej instalacji mogącej znaleźć się w zakładzie o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej. Wyniki pracy mogą zostać wykorzystane w części analitycznej raportu o bezpieczeństwie, w którym ocena skutków awarii, w tym efektów domino stanowi najważniejszą jego część.

W drugiej połowie XX wieku zwiększyła się liczba awarii przemysłowych niosących ze sobą katastrofalne skutki, co zwróciło uwagę opinii publicznej na zagrożenie ze strony dużych zakładów przemysłowych. Należy wspomnieć o awarii w Anglii (1974 r.) w miejscowości Flixborough lub we Włoszech w miejscowości Seveso (1976 r.).

Doświadczenia poczynione na gruncie tych zdarzeń stały się przyczyną do tego, aby w krótkim czasie stworzyć instrumenty prawne za pomocą, których można było skuteczniej nadzorować zakłady chemiczne, stosujące substancje niebezpieczne. Wspólnota Europejska uchwaliła Dyrektywę nr 82/501/EWG z 24 czerwca 1982 r. dotyczącą zapobiegania awariom przemysłowym, zwaną Dyrektywą Seveso I, nakładającą na zakłady chemiczne dodatkowe obowiązki, wśród których najważniejszym było przygotowywanie dla zakładu analizy bezpieczeństwa użytkowanej instalacji przemysłowej. 9 grudnia 1996 r. na gruncie nowych doświadczeń związanych m.in. z wystąpieniem awarii przemysłowych w Indiach w miejscowości Bhopal oraz w Meksyku w Mexico City w 1984 r. została dokonana przebudowa i rozszerzenie Dyrektywy Seveso I o nowe postanowienia. Znowelizowana dyrektywa, zwana Dyrektywą Seveso II, nałożyła na prowadzących zakłady przemysłowe obowiązki polegające m.in. na wykonywaniu oceny ryzyka możliwości wystąpienia zdarzeń awaryjnych, wprowadzaniu ponadnormatywnych zabezpieczeń oraz przygotowaniu się do działań zapobiegawczych oraz ratowniczych na wypadek wystąpienia zagrożeń ze strony prowadzonych

procesów przemysłowych. W dyrektywie tej wprowadzono także rozwiązanie mające na celu zminimalizowanie zagrożeń z tytułu bliskiej lokalizacji zakładów należących do różnych podmiotów, tzw. grup zakładów narażonych na wystąpienie efektu Domino. Obowiązek identyfikacji takich grup zakładów został nałożony na władze nadzorujące wprowadzanie w danym Państwie Członkowskim postanowień Dyrektywy Seveso II. Odpowiednie zapisy zawarte zostały w art. 8, w którym zobowiązano właściwe organy do tego, że wykorzystując informacje otrzymane od prowadzących zakład zidentyfikują zakłady lub grupy zakładów, w których prawdopodobieństwo lub skutki poważnych awarii mogą być wzmożone ze względu na ich lokalizację.

Obecnie cały czas toczą się prace nad doskonaleniem zapisów dyrektywy dotyczącej przeciwdziałaniu poważnym awariom przemysłowym. Mające miejsce awarie w Europie – 13 maja 2000 r. w Enschede w Holandii oraz 21 września 2001 r. w Tuluzie we Francji pokazały niedoskonałości środków prawnych służących do ograniczania lokalizacji obiektów cywilnych w stosunku do zakładów przemysłowych. Istotnym kolejnym krokiem w podnoszeniu jakości wspomnianych przepisów było wprowadzenie ograniczenia w lokalizacji budownictwa mieszkalnego oraz obiektów użyteczności publicznej w sąsiedztwie zakładów – odpowiednie zapisy zawarto w art. 12 znowelizowanej Dyrektywy Seveso II. Właśnie bezpośrednie sąsiedztwo mieszkalne stało się przyczyną wystąpienia licznych ofiar wśród ludzi oraz zniszczeń mienia podczas awarii wymienionych powyżej.

Podsumowując można stwierdzić, że dyrektywa przechodziła poważne zmiany, które stopniowo zostawały wprowadzane do jej zapisów. Posiłkując się doświadczeniami opartymi na zdarzeniach historycznych wdrożono istotne zapisy dotyczące warunków budowy zakładów we wzajemnym sąsiedztwie, ograniczające zabudowę obiektów cywilnych oraz nakazujące wzajemną wymianę informacji pomiędzy sąsiednimi zakładami.

Pomimo, że oszacowanie wzajemnego oddziaływania sąsiednich instalacji przemysłowych w przypadku awarii jest obowiązkiem prawnym, nie zostało ostatecznie zdefiniowane pojęcie efektu Domino. W obiegu jest wiele definicji tego pojęcia, jednak nie zostały określone jednolite kryteria, którymi można by się posługiwać przy szacowaniu tego zjawiska. Poniżej opisano różne definicje efektu Domino posługując się podejściem różnych krajów objętych obowiązkiem realizacji Dyrektywy Seveso II:

- Efekt domino to szereg następujących po sobie zdarzeń, w których skutki wcześniejszego zdarzenia powiększane są przez następujące po sobie kolejne zdarzenia wtórne, prowadząc w konsekwencji do zdarzeń końcowych.
- Efekt domino to efekt zachodzący wskutek istnienia równoległych bądź szeregowych zdarzeń związanych z uwolnieniem substancji niebezpiecznych lub określonego oddziaływania fizycznego na instalacji wtórnej, które powstaje w wyniku wystąpienia efek-

tów fizycznych na instalacji pierwotnej, znajdującej się w bezpośrednim otoczeniu instalacji wtórnej.

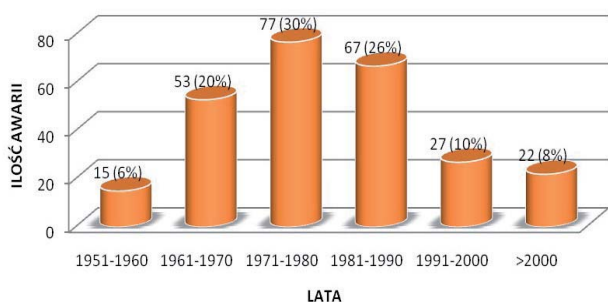
W obu wyżej wymienionych przypadkach stopniowe zwiększanie potencjału strat może być czasowe (tzn. rozciągnięte w czasie oddziaływanie skutków, np. uwolnienie substancji toksycznej) lub przestrzenne (tzn. oddziaływanie skutków awarii ma wymiar fizyczny, np. oddziaływanie fali nadciśnienia lub strumieniowania ciepłego). Naukowcy prowadzący badania nad przedmiotowym zjawiskiem, efekt domino definiują następująco:

- czynnik wzięty do obliczeń ryzyka, które może się zdarzyć w przypadku, gdy uwolnienie niewielkiej ilości substancji może prowadzić do eskalacji skutków pośrednio lub bezpośrednio przez to uwolnienie [1],
- utrata pewnego poziomu bezpieczeństwa instalacji, która prowadzi do eskalacji wypadków na sąsiednich instalacjach [2],
- zdarzenie polegające na uwolnieniu pewnej substancji niebezpiecznej do otoczenia, które zakłóci prace innych instalacji tak, że nastąpi eskalacja zdarzeń i rozprzestrzenienie się dalszych uwolnień [3].

Awarii przemysłowych z możliwym wystąpieniem efektu Domino było znacznie więcej w okresie rozwoju przemysłu chemicznego, tj. na przestrzeni 100 lat. Z danych zbieranych na cele statystyczne, zawartych m.in. w:

- Major Accident Reporting System – MARS, European Commission, Joint Research Centre, Ispra [5];
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) [6];
- FACTS Database for Industrial Safety, PC – Friends, TNO [7];
- A Fuzzy Approach to Accessing Accident Databases [8];
- Health and Safety Executive (HSE), United Kingdom [9];

Wynika, że zdarzeń tego typu można wytypować ok. 100. Za każdym razem niosły one za sobą poważne zniszczenia oraz wielokrotnie dochodziło do powstania dużej liczby rannych i zabitych. Jeśli chodzi o występowanie samych zdarzeń awaryjnych w określonych przedziałach czasu to przedstawione to zostało na Ryc. 1 [10].



Ryc. 1. Liczba zdarzeń awaryjnych w okresie od 1951 – do czasów współczesnych. [10]

Fig. 1. Number of failure events in the process industries between 1951 up to today's. [10]

Z powyższego wykresu wynika pewna tendencja, która spowodowana jest kilkoma czynnikami. Z jednej strony w początkowej fazie wzrostu ilości zdarzeń awaryjnych następowała jednoczesna poprawa dostępu do informacji, co można przełożyć na wzrost zdarzeń awaryjnych, które zostały zidentyfikowane. Z drugiej jednak strony należy mieć na uwadze to, że dynamicznie rosła liczba zakładów oraz ich rozmiar w związku ze zwiększaniem się zapotrzebowania na produkty po okresie II wojny światowej. Najwięcej zdarzeń awaryjnych odnotowano w latach 70-tych XX wieku. W okresie tym nastąpiła największa rozbudowa gałęzi przemysłu, co bezpośrednio przełożyło się na lepszy dostęp do informacji oraz zwróciło uwagę na problematykę związaną z efektem Domino. W ciągu dwóch ostatnich dziesięcioleci poprawy bezpieczeństwa, rozwoju technik analiz ryzyka przemysłowego oraz tworzenia prawa regulującego zagadnienia awarii przemysłowych doszło do znacznego zmniejszenia liczby wypadków w przemyśle.

Biorąc pod uwagę grupy krajów, w których w przeszłości dochodziło do zdarzeń awaryjnych z udziałem substancji niebezpiecznych to można wyszczególnić ich trzy kategorie:

- kraje Unii Europejskiej – 24% wszystkich zdarzeń awaryjnych;
- Stany Zjednoczone, Kanada, Australia, Japonia, Nowa Zelandia – 57% wszystkich zdarzeń awaryjnych;
- reszta świata - 19% wszystkich zdarzeń awaryjnych.

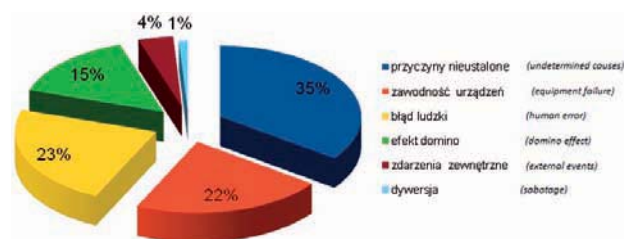
Ogólnie rzecz biorąc wystąpienie zdarzeń awaryjnych nie determinuje jeszcze wystąpienia efektu Domino, jednak większość awarii nie składa się z jednego zdarzenia inicjującego tylko z kilku, kilkunastu etapów zachodzących równolegle lub szeregowo. Można powiedzieć, że każda awaria przemysłowa zachodzi wskutek wystąpienia pojedynczych, lokalnych efektów Domino, które prowadzą do eskalacji danego zdarzenia. Analiza danych zebranych przez HSE<sup>1</sup> w zakresie zależności wystąpienia awarii przemysłowej oraz efektu domina wykazała, że są to zjawiska wykazujące zależność.

Z uwagi na złożoność procesów chemicznych oraz skomplikowaną aparaturę przemysłową najczęściej nie daje się określić przyczyn niezależnych – stanowi to ok. 35% wszystkich zdarzeń. Drugą w kolejności przyczyną są awarie stricte techniczne, zakres ten należy do dziedziny określającej niezawodność urządzeń. Przyczyny te najczęściej wynikają z nieprawidłowego doboru materiału lub innych komponentów, np. uszczelki, zawory, połączenia i stanowią 22% wszystkich przyczyn awarii. Podobny udział procentowy określony został dla źródeł należących od niezawodności ludzkiej i zależy od popełnienia błędu ludzkiego począwszy od etapu opracowywania technologii

1 HSE – Health and Safe Executive jest to pozarządowa organizacja w Wielkiej Brytanii, która jest odpowiedzialna za wdrażanie i nadzorowanie przepisów dotyczących szeroko pojętego bezpieczeństwa w pracy.



produkcji poprzez projektowanie, montowanie i dobór urządzeń instalacji, aż po etapy przeglądów i wyłączenia instalacji – stanowi to 23% przypadków. Występujące efekty Domino należą do mniej licznej grupy przyczyn mogących spowodować awarię przemysłową. Stanowią one maksymalnie do 15% wszystkich przyczyn awarii w przemyśle. Przedostatnią grupą są tzw. zdarzenia warunkowane wewnątrz i do tej grupy możemy zaliczyć przyczyny naturalne, np. pioruny, powódzie, silne wiatry oraz zdarzenia niezależnych jednostek np. zewnętrznej firmy transportowej (4%). Ostatnia grupa, najmniej liczna to sabotaże i działania wrogich jednostek (1%), co przedstawiono na Ryc. 2.



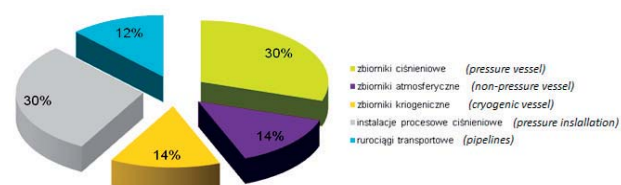
**Ryc. 2.** Udział procentowy poszczególnych przyczyn wystąpienia awarii przemysłowych. [11]

**Fig. 2.** Percentage of particular failure causes in the process industries. [11]

Biorąc pod uwagę instalacje, w których wystąpiła awaria przemysłowa, wraz z efektem Domino można określić, że miały one miejsce w następujących urządzeniach i aparatach procesowych:

- zbiorniki ciśnieniowe,
- zbiorniki atmosferyczne,
- zbiorniki kriogeniczne,
- instalacje procesowe ciśnieniowe
- rurociągi transportowe.

Na Ryc. 3 i 4 przedstawiono udział zdarzeń awaryjnych w poszczególnych instalacjach w rozróżnieniu na instalacje pierwotne, tj., takie, w których została zapoczątkowana awaria przemysłowa oraz (Ryc. 4.) instalacje wtórne, tj. takie, które są wrażliwe na oddziaływanie skutków awarii pochodzące z instalacji pierwotnej – czyli takie, na których może dojść do wystąpienia efektu domino.

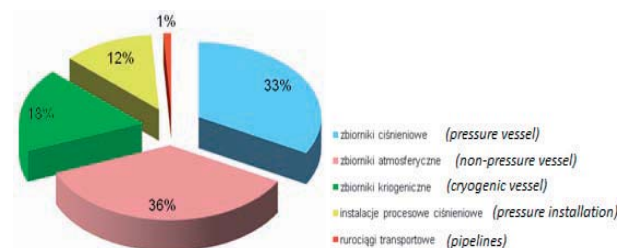


**Ryc. 3.** Udział poszczególnych instalacji, w których zostaje zapoczątkowana awaria przemysłowa. [11]

**Fig. 3.** Fraction of particular installations with initiation of major accident. [11]

Z zestawienia wykonanego na Rysunku 3 widać, że największy udział w instalacjach, w których najczęściej dochodzi do wystąpienia awarii są zbiorniki magazynowe

– w sumie 58 % biorąc pod uwagę zbiorniki ciśnieniowe, kriogeniczne oraz bezciśnieniowe. Sytuacja taka ma miejsce, gdyż w tego typu instalacjach gromadzona są duże ilości substancji niebezpiecznych. Wniosek ten jest bardzo istotny z uwagi na przeprowadzoną w dalszych częściach artykułu ocenę ryzyka i oszacowanie skutków awarii oraz efektu domina.



**Rys. 4.** Udział poszczególnych instalacji w wystąpieniu efektu Domino. [11]

**Fig. 4.** Fraction of particular installation in Domino effect. [11]

Z danych przedstawionych na Rysunkach 3 i 4 wynika, że do instalacji przemysłowych najbardziej narażonych na oddziaływanie efektu Domino należą instalacje zbiornikowe (87%), a tym samym niosą ze sobą największy potencjał zagrożenia. Zarówno w przypadku możliwości wystąpienia zdarzenia awaryjnego, jak i oddziaływania efektu Domino potwierdza się, że decydującym czynnikiem jest ilość substancji niebezpiecznej, a nie prowadzone procesy technologiczne. Oczywiście, podczas omawiania wpływu czynników na „ciężkość” awarii przemysłowej nie można pominąć istotnej kwestii dotyczącej właściwości chemicznych i fizycznych substancji niebezpiecznych, które w wysokim stopniu wpływają na rodzaj skutków zdarzeń awaryjnych. Substancje te można podzielić na kilka grup:

- substancje toksyczne, np. środki ochrony roślin, fosgen, chlor,
- ciecze palne, np. ropa naftowa, alkohole,
- gazy palne, np. węglowodory,
- pozostałe substancje, które nie zostały zakwalifikowane do ww.

Dla każdej wyżej przedstawionej grupy substancji określono w Tabeli 1. [10] jej udział w mających miejsce awariach przemysłowych z uwzględnieniem ich udziału w efekcie domino.

Tabela 1.

Udział poszczególnych zdarzeniach awaryjnych z uwzględnieniem wystąpienia efektu domino. [10]

Table 1.

Fraction of failure events, including Domino Effect. [10]

| Rodzaj (type)                                      | Substancje toksyczne (toxic substances) | Ciecze palne (flammable liquids) | Gazy palne (flammable gases) | Pozostałe substancje (Other substances) | Suma (amount) |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| Liczba awarii                                      | 45                                      | 43                               | 50                           | 69                                      | 207           |
| Liczba awarii, z co najmniej jednym efektem domino | 7                                       | 21                               | 29                           | 23                                      | 80            |
| Liczba awarii, z co najmniej dwoma efektami domino | 2                                       | 8                                | 14                           | 10                                      | 34            |

Z Tabeli 1. oraz rysunków 3 i 4 wynika, że rodzaj substancji niebezpiecznej oraz sposób składowania/rodzaj instalacji mają istotny wpływ na liczbę awarii przemysłowych oraz efektów domina. Substancje należące do grupy gazów palnych, niosą za sobą największy potencjał niebezpieczeństwa zdarzeń awaryjnych. Wpływa na to również fakt, iż składowane są przede wszystkim, jako skroplone pod ciśnieniem, co podnosi czynnik niebezpieczeństwa procesu technologicznego. Natomiast substancje toksyczne nie wpływają w dominujący sposób na liczbę efektów domino. Podsumowując, można zauważyć, że w przypadku mniej więcej równej liczbie awarii przemysłowych udział gazów palnych jest dominujący, jeśli chodzi o liczbę powstałych efektów domino. W odniesieniu do substancji toksycznych udział ten się zmniejsza do ok. 15% udziału, czyli można przyjąć, że jest niewielki wobec ponad 50% udziału gazów palnych w możliwości utworzenia się efektu domino we wszystkich analizowanych zdarzeniach awaryjnych.

Analiza statystyczna pokazuje, że częstotliwość wypadków z efektem Domino spadła w ciągu ostatnich dwóch dekad. Najbardziej charakterystyczne zdarzenia awaryjne związane są z pożarem i wybuchem, a przyczyny ich wystąpienia uwarunkowane są błędami człowieka oraz uszkodzeniami mechanicznymi.

### Charakterystyka zagrożeń związanych z wystąpieniem awarii przemysłowych

Zagrożenia w zakładach przemysłowych powstają wskutek uwolnienia niebezpiecznych substancji chemicznych do środowiska. Rodzaje zagrożeń, a tym samym rodzaj efektów fizycznych oraz skutków zależą od kilku składowych. Przede wszystkim od ilości i właściwości fizykochemicznych uwalnianej substancji, charakteru prowadzonego procesu, rodzaju uwolnienia oraz warunków atmosferycznych. Rozróżnia się trzy rodzaje zagrożeń powodujących eskalację skutków awarii przemysłowych:

- pożar – niekontrolowana, egzotermiczna reakcja substancji palnej z utleniaczem, zainicjowana źródłem zapłonu;
- wybuch – proces spalania połączony z gwałtownym wzrostem ciśnienia, powodujący powstanie rozprzestrzeniającej się fali spalania;
- skażenie toksyczne – wzrost stężenia substancji toksycznej w środowisku naturalnym (woda, powietrze, gleba) i wywołanie narażenia otoczenia na dany czynnik chemiczny.

Są to trzy najważniejsze czynniki, które można podzielić na mniejsze podgrupy, to jest zjawiska fizyczne, które mogą się utworzyć w specyficznych warunkach. Większość z nich została zestawiona w Tabeli 2.

Tabela 2.

### Zestawienie głównych typów zagrożeń

Table 2.

Major types of hazards in the process industries

| Rodzaj | Typ zagrożenia                      | Interpretacja                                                                                                     | Zdarzenie szczytowe                                                                     | Efekt fizyczny                                            |
|--------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Pożar  | Pożar błyskawiczny (flash fire) FF  | Deflagacyjne spalanie mieszaniny palnej bez wytworzenia niszczącej fali ciśnienia                                 | Wyciek cieczy przegrzanej lub gazu skroplonego, powstanie chmury parowej i jej zapłon   | Strumień promieniowania cieplnego oraz produkty toksyczne |
|        | Pożar powierzchniowy (pool fire) PF | Spalanie par substancji ze swobodnej powierzchni cieczy                                                           | Wyciek lotnej cieczy palnej z aparatów, rurociągów                                      |                                                           |
|        | Pożar strumieniowy (jet fire) JF    | Płomień w kształcie strumienia powstający u wylotu gazu wypływającego ze zbiornika ciśnieniowego przez mały otwór | Oslabienie wytrzymałości ścianki lub przekroczenie dopuszczalnego ciśnienia w zbiorniku |                                                           |
|        | Pożar kulisty (fire ball) FB        | Spalanie chmury palnej, tworząc kulistą przestrzeń płomienia                                                      | Powstanie chmury palnej wskutek pęknięcia zbiornika z gazem skroplonym i jej zapłon     |                                                           |



Tabela 2. Cd

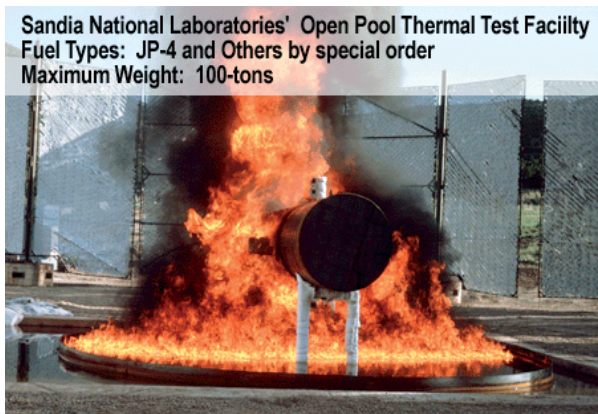
| Rodzaj             | Typ zagrożenia                                                  | Interpretacja                                                                               | Zdarzenie szczytowe                                                                        | Efekt fizyczny                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Wybuch             | W ograniczonej przestrzeni (vapour cloud explosion) VCE         | Heterogeniczne, zwykle deflegacyjne spalanie mieszaniny palnej w ograniczonej przestrzeni   | Wpływ gazu, gazu skroplonego lub przegrzanej cieczy ze zbiornika ciśnieniowego             | Fala ciśnienia, promieniowanie cieplne             |
|                    | W otwartej przestrzeni (unconfined vapour cloud explosion) UVCE | Heterogeniczne spalanie mieszaniny palnej z powstaniem fali ciśnienia lub fali uderzeniowej | Dyspersja oraz zapłon opóźniony                                                            | Fala ciśnienia, promieniowanie cieplne             |
|                    | Ekspandującej pary z wrzącej cieczy (BLEVE)                     | Wybuchowe samoodparowanie cieczy palnej o temperaturze powyżej temperatury wrzenia          | Zewnętrzny pożar typu pf lub jf, obejmujący swoim zasięgiem zbiornik z gazem skroplonym    | Fala ciśnienia, promieniowanie cieplne, odłamki    |
|                    | Wykipienie cieczy wrzącej ze zbiornika (boilover) BO            | Gwałtowny wypływ cieczy o temperaturze powyżej temperatury wrzenia                          | Gwałtowne odparowanie cieczy znajdującej się wewnątrz cieczy właściwej w postaci emulsji   | Promieniowanie cieplne                             |
| Wybuch             | Wyrzut wrzącej cieczy ze zbiornika                              | Gwałtowny wyrzut wrzącej cieczy o temperaturze powyżej temperatury wrzenia                  | Gwałtowne odparowanie cieczy znajdującej się poniżej poziomu cieczy właściwej              | Promieniowanie cieplne                             |
|                    | Pyłowy (dust explosion) DE                                      | Gwałtowne spalanie (zwykle deflegacyjne) mieszaniny pyłowo-powietrznej                      | Zapłon mieszaniny pyłowej wewnątrz instalacji procesowej lub na zewnątrz po jej uwolnieniu | Fala ciśnienia, promieniowanie cieplne, odłamki    |
|                    | Ciepłny (thermic explosion) TE                                  | Gwałtowne wydzielenie się energii cieplnej ze wzrostem ciśnienia                            | Strata szczelności wskutek niekontrolowanego rozkładu cieplnego materiału                  | Fala ciśnienia, odłamki                            |
|                    | Fizyczny (physical explosion) PHE                               | Wzrost ciśnienia wewnątrz aparatu bez udziału reakcji chemicznej                            | Przekroczenie dopuszczalnego ciśnienia w urządzeniu                                        | Fala ciśnienia, odłamki                            |
|                    | Boilover                                                        | Wykipienie zawartości zbiornika wskutek gwałtownego wrzenia                                 | Zewnętrzny pożar lub reakcja chemiczna w zbiorniku                                         | Fala ciśnienia                                     |
| Skażenie toksyczne | Ciągłe (toxic release Continuous) TRC                           | Ciągły wypływ toksycznego gazu lub cieczy                                                   | Utrata szczelności zbiornika lub rurociągu                                                 | Wzrost stężenia substancji w środowisku (skażenie) |
|                    | Chwilowe (toxic release instantaneous) TRI                      | Chwilowy wypływ dużej ilości toksycznego gazu lub cieczy                                    | Utrata szczelności zbiornika lub rurociągu, wypływ w krótkim czasie                        |                                                    |

Pożar powierzchniowy (pool fire) powstaje w wyniku uwolnienia się substancji palnej i utworzenia rozlewiska na powierzchni podłoża. Wystąpienie zapłonu powoduje powstanie pożaru pary cieczy nad jej powierzchnią, który jest podtrzymywany głównie przez stały dopływ par palnych, powstających w wyniku dostarczanego ciepła od płomieni do powierzchni cieczy. Pożar powierzchniowy może prowadzić do pożarów zbiorników lub w skrajnym przypadku do pożaru BLEVE. Głównym efektem fizycznym tego zagrożenia jest promieniowanie cieplne oraz produkty spalania, które w niektórych przypadkach mogą być toksyczne.

Dla obliczeń skutków pożarów powierzchniowych najistotniejszym zagadnieniem jest określenie zależności promieniowania cieplnego od odległości. Ze względu

na sferyczny kształt rozprzestrzeniania się promieniowania cieplnego, odległość tę określa się, jako promień sfery, na którym może występować dany rodzaj skutków, np. 100% ofiar śmiertelnych wśród całej narażonej na oddziaływanie populacji. Im bliżej powierzchni czoła płomienia nad rozlewiskiem, tym skutki są poważniejsze. Podczas określania skutków należy uwzględnić wartości progowe wpływu strumienia promieniowania cieplnego na obiekty, człowieka oraz określić wymagane prawem bezpieczne odległości. Bezpieczna odległość jest to minimalna odległość zapewniająca takie oddziaływanie skutków awarii, które nie spowodują nieodwracalnych skutków zdrowotnych, a także strat majątkowych i środowiskowych. Zagadnienie to jest szczególnie ważne ze względu na lokalizację poszczególnych instalacji w zakładach oraz

przy planowaniu przestrzennym, z uwagi na możliwość występowania efektu domino i przenoszenia się zagrożeń na inne instalacje. Poniżej na fotografii 1. przedstawiono pożar powierzchniowy.



**Fot. 1.** Pożar powierzchniowy. [14]  
**Pict. 1.** Example of pool fire. [14]

Pożar błyskawiczny (flash fire), powstaje przy zapłonie mieszaniny chmury palnego gazu i tlenu. Kształt płomienia zależy od miejsca zapłonu i przybiera postać, chmury przed jej zapłonem. Ogólnie można powiedzieć, że ten rodzaj pożaru występuje wtedy, gdy palne pary i lub gaz nie do końca wymieszają się dokładnie z utleniaczem. Powoduje to sytuację, w której siły generowane w wyniku spalania powodują turbulencje, które dodatkowo wspomagają spalanie, bez gwałtownego wzrostu ciśnienia. Pożar ten może być skutkiem utworzenia rozlewiska, jego parowania, dyspersji do środowiska i następnie zapłonu opóźnionego przemieszczającej się chmury. W specyficznych warunkach może prowadzić do wybuchu przestrzennego (UVCE lub VCE).

Ocena zagrożeń związanych z pożarem błyskawicznym połączona jest z określeniem dyspersji mieszaniny i następnie jej zapłonem. Zazwyczaj zakłada się, że na brzegu konturu mieszaniny panuje stężenie gazu palnego równe, co najmniej dolnej granicy wybuchowości. Osoby znajdujące się wewnątrz chmury ponoszą skutki śmiertelne, natomiast osoby na zewnątrz chmury narażone są na określony poziom promieniowania cieplnego w zależności od odległości.

Wyjaśniając bardziej szczegółowo mechanizm pożaru błyskawicznego można się odnieść do bardziej szczegółowego modelu. Wystąpienie zapłonu na krawędzi chmury powoduje pożar błyskawiczny i spalanie zachodzi w wąskiej warstwie, gdzie powietrze może dyfundować do obłoku i obniżać stężenie paliwa poniżej górnej granicy wybuchowości. Proces spalania jest kontrolowany przez zdolność migracji powietrza do obszaru spalania. Ponieważ grubość warstwy płomienia nie jest zbyt duża, to i ilość energii wypromieniowanej jest mała, a strefa zagrożenia zwykle posiada te same wymiary jak wymiary obłoku parowego. Na fotografii 2 przedstawiono przykład pożaru błyskawicznego.



**Fot. 2.** Pożar błyskawiczny. [15]  
**Pict. 2.** An example of flash fire. [15]

Pożar strumieniowy (jet fire) powstaje, gdy uwalniająca się z rurociągu lub zbiornika ciecz lub gaz palny ulegnie zapłonowi. Zwykle wypływ ten zachodzi z małego otworu, a substancja znajduje się pod ciśnieniem. Powstaje wtedy długi ciągły płomień, który w przypadku małej prędkości wypływu substancji powstaje blisko punktu wypływu, a przy dużych prędkościach następuje oderwanie płomienia i jego stabilizacja w pewnym oddaleniu od źródła wypływu. Strumień substancji, opuszczający rurociąg lub zbiornik w wyniku ich rozszczelnienia, porywa duże ilości powietrza, wskutek czego paliwo to spala się z utworzeniem bardzo jasnych płomieni, oraz wydzielają się niewielkie ilości dymu. Przy modelowaniu tego zjawiska trudno jest oszacować rozmiary płomienia, ponieważ powstaje zjawisko oderwania się płomienia od źródła, a dodatkowym czynnikiem, który ma tutaj wpływ jest prędkość i kierunek wiatru. Z uwagi na powyższe trudności, analiza pożarów strumieniowych pomija wpływ tych parametrów i opisuje pożar strumieniowy w postaci widzialnego płomienia w warunkach idealnych, w nieruchomym powietrzu. Pożar strumieniowy może inicjować inne poważne zagrożenia np. wybuch BLEVE. Na fotografii 3. przedstawiono pożar strumieniowy.



**Fot. 3.** Pożar strumieniowy. [16]  
**Pict. 3.** An example of jet fire. [16]

Pożar kulisty (fire ball) powstaje wskutek gwałtownego uwolnienia dużej ilości palnego gazu lub par i objawia się w postaci kuli ognistej. Początkowo przed zapłonem chmura przybiera postać półkuli, a po zapłonie szybko się zmienia w kulę ognistą, w wyniku oddzia-

ływania cieplnych sił wyporu mieszaniny. Jeśli wypływ skierowany jest do góry, to kula ognista tworzy się natychmiast po zapłonie chmury. Pożar kulisty stanowi najczęściej drugi etap wybuchu BLEVE. W literaturze przedmiotu dość często błędnie w sposób równorzędny rozpatruje się pożar kulisty oraz zjawisko BLEVE. Przy modelowaniu skutków awarii przemysłowych, należy rozpatrywać te dwa zjawiska odrębnie, jeśli chce się uzyskać wyniki zbliżone do rzeczywistych. Na fotografii 4. przedstawiono pożar kulisty.



**Fot. 4.** Pożar kulisty. [17]  
**Pict. 4.** An example of fire ball [17]

BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion) skrót ten jest akronimem wybuchu ekspandującej pary wrzącej cieczy. Zjawisko to może wystąpić podczas ogrzania zbiornika z substancją niebezpieczną (najczęściej skroplonym gazem) w wyniku pożaru zewnętrznego, co może być przyczyną pęknięcia ścianki zbiornika, a w konsekwencji spowodować gwałtowny wyciek zawartości zbiornika i jego rozerwanie, czyli tzw. wybuch BLEVE czyli zjawisko fizyczne. W konsekwencji czego mogą powstać następujące efekty fizyczne:

- promieniowanie ciepłe;
- fala nadciśnienia;
- odłamkowanie.

O ile pierwsze dwa zagrożenia rozchodzą się sferycznie od źródła to odłamkowanie może być niesymetryczne i rozprzestrzeniać się z różnymi prędkościami. Na fotografii 5. przedstawiono wybuch BLEVE w momencie rozerwania zbiornika ze skroplonym propanem.

W przypadku, gdy chmura paliwa o kształcie kuli jest ograniczona ze wszystkich stron przez powietrze, spalanie chmury przebiega trzyetapowo:

- zapalenie się na granicach chmury,
- rozcieńczenie chmury przez powietrze,
- rozprzestrzenianie się płomienia w chmurze.

Tworząca się w pierwszym okresie po awarii chmura pary tworzy z powietrzem mieszaninę bogatą (stężenie składnika palnego jest bardzo duże). Granice palności

par cieczy generujących zjawisko Fireball są bardzo wąskie (dla większości substancji 1,5 - 9,0 % obj.). Stąd też po odparowaniu, stężenie składnika palnego w mieszaninie jest wyższe od 10 % obj. i paliwo nie spala się. Skład ilościowy mieszaniny palnej w kształcie kuli nie jest stały, lecz jest funkcją czasu i odległości od miejsca wycieku. Na granicach chmury, gdzie styka się ona z powietrzem, dyfundujące do niej powietrze rozcieńcza mieszaninę do stężeń określonych zakresem palności składnika palnego. Jeśli ulegnie ona zapaleniu w tej części chmury, spala się dając produkty spalania. Gorące produkty spalania różnią się gęstością od niezapalanej mieszaniny z powodu różnicy w ich nagrzewaniu. Powstałe w ten sposób siły wyporu powodują pionowe przyspieszenie palącej się chmury i coraz szybsze wciąganie do niej powietrza. W ten sposób zaczyna się spalać coraz większa objętość chmury. Proces ten zapewnia ciągłość spalania chmury (im więcej powietrza wpływa do chmury, tym więcej spala się paliwa). Jeśli stężenie powietrza wciąganego do chmury będzie wystarczające do całkowitego spalania chmury, płomień rozprzestrzeni się na całą objętość chmury, powodując jej całkowite spalanie. W zjawisku *BLEVE-Fireball* praktyczne znaczenie ma przede wszystkim:

- wysokość tworzącego się płomienia,
- czas całkowitego spalania,
- maksymalna średnica powstałego pożaru.



**Fot. 5.** Wybuch BLEVE. [18]  
**Pict. 5.** An example of BLEVE [18]

Czynniki te decydują o całkowitej mocy strumienia ciepła generowanego podczas *Fireball*. Tabela 3 przedstawia oddziaływanie strumieni cieplnych na ratowników w wyniku przejścia wybuchu BLEVE w kulę ognistą podczas wycieku LPG.

Kolejne zagrożenie to promieniowanie ciepłe, które jest związane z wybuchem chemicznym (lub pożarem, jako następstwem wybuchu). W Tabeli 4 przedstawiono dane umożliwiające porównanie intensywności promieniowania cieplnego od wybuchu typu BLEVE i różnego rodzaju pożarów węglowodorów.



Tabela 3.

## Oddziaływanie strumieni ciepłych na ratowników [12]

Table 3.

## Effects of heat fluxes on rescuers [12]

| Masa uwolnionego LPG z cysterny<br>(mass of LPG released from the tank)<br>[kg] | Charakterystyka powstałej kuli ogniowej<br>(characteristics of the resulting of fireball)                                                                    | Strumień ciepła [kW/m <sup>2</sup> ] w funkcji odległości od środka kuli ogniowej<br>(thermal radiation as a function of distance from the center of the fireball)<br>[m] |                                  | Skutki oddziaływania strumienia ciepła (oparzenia)<br>(Effects of heat flux (burns)) |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 000                                                                           | Wysokość fireball – 48,2 m<br>Średnica – 96,4 m<br>Czas spalania – 13,5 s<br>Gęstość promieniowania cieplnego powierzchni płomienia – 450 kW/m <sup>2</sup>  | 49,0<br>27,4<br>9,6<br>1,4                                                                                                                                                | 130,2<br>165,4<br>235,7<br>423,2 | Oparzenia III stopnia<br>Oparzenia II stopnia<br>Oparzenia I stopnia<br>Próg bólu    |
| 10 000                                                                          | Wysokość fireball – 54,2 m<br>Średnica – 108,3 m<br>Czas spalania – 14,9 s<br>Gęstość promieniowania cieplnego powierzchni płomienia – 450 kW/m <sup>2</sup> | 49,0<br>27,4<br>9,6<br>1,4                                                                                                                                                | 144,0<br>185,0<br>265,1<br>468,2 | Oparzenia III stopnia<br>Oparzenia II stopnia<br>Oparzenia I stopnia<br>Próg bólu    |
| 22 000                                                                          | Wysokość fireball – 70,1 m<br>Średnica – 140,2 m<br>Czas spalania – 19,3 s<br>Gęstość promieniowania cieplnego powierzchni płomienia – 450 kW/m <sup>2</sup> | 49,0<br>27,4<br>9,6<br>1,4                                                                                                                                                | 187,3<br>238,1<br>339,6<br>593,5 | Oparzenia III stopnia<br>Oparzenia II stopnia<br>Oparzenia I stopnia<br>Próg bólu    |

Jak widać, jedynie pożar strumieniowy ciekłych paliw węglowodorowych przewyższa wybuch typu BLEVE pod względem natężenia generowanego promieniowania cieplnego. Przy ocenie obrażeń ciała, jakie powoduje u ludzi intensywne promieniowanie ciepłe przyjmuje się dwie wartości czasu narażenia, a mianowicie:

- 10 sekund - przy założeniu, że w tym czasie osoba narażona znajdzie schronienie,
- 30 sekund - zakładając przypadek braku środków ochrony lub braku możliwości ucieczki.

Przy czasach ekspozycji w granicach 10 s, ból nie do wytrzymania pojawia się przy strumieniach ciepła rzędu 7 kW/m<sup>2</sup>, zaś przy czasach ekspozycji w granicach 30 s – przy strumieniach ciepła rzędu 3 kW/m<sup>2</sup>. Przykładowe dane charakteryzujące oddziaływanie intensywnego promieniowania cieplnego na ludzi przedstawiono w tabeli 5.

Skutki wynikające z oddziaływania fali nadciśnienia po wybuchu na ludzi i konstrukcje budowlane przedstawione zostały w tabeli 6 i 7 [13].

Tabela 4.

## Średnie intensywności promieniowania dla różnych typów pożarów gazów i cieczy [12]

Table 4.

## Mean intensity of heat radiation for different fires involving gases and flammable liquids [12]

| Rodzaj pożaru<br>(type of fire)                                | Natężenie promieniowania cieplnego<br>(the intensity of thermal radiation)<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Temperatura płomienia<br>(temperature of the flame)<br>[K] |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| BLEVE<br>(wszystkie ciecze palne)                              | 250                                                                                                | 1500                                                       |
| Pożary strumieniowe<br>LPG/benzyna/nafta<br>LNG/etanol         | 350<br>200                                                                                         | 1600<br>1600                                               |
| Pożary powierzchniowe<br>LNG<br>LPG<br>Benzyna/nafta<br>etanol | 200<br>100<br>75<br>150                                                                            | 1600<br>1600<br>1300<br>1550                               |



Tabela 5.

**Oddziaływanie promieniowania ciepłego na ludzi [12]**

Table 5.

**Effects of heat radiation on humans [12]**

| <b>Strumień cieplny</b><br>(thermal radiation)<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | <b>Rodzaj obrażeń</b><br>(type of injury)                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 35                                                                     | 100 % ofiar śmiertelnych w ciągu 1 min; 1 % ofiar śmiertelnych w ciągu 1s                                                  |
| 23                                                                     | 100 % ofiar śmiertelnych w ciągu 1 min; znaczne urazy w ciągu 10 s                                                         |
| 12,6                                                                   | 1 % ofiar śmiertelnych w ciągu 1 min; I stopień oparzenia w ciągu 10 s                                                     |
| 4,7                                                                    | Powoduje ból przy czasie narażenia dłuższym niż 20 s;<br>uszkodzenia ciała możliwe przy czasie narażenia dłuższym niż 30 s |
| 2,1                                                                    | Wartość progowa dla wywołania bólu przy czasie narażenia dłuższym niż 1 min                                                |
| 1,2                                                                    | Przy długich czasach narażenia nie stwarza dyskomfortu                                                                     |

Tabela 6.

**Wpływ wartości nadciśnienia powstałego w skutekwybuchu na wielkość i typ zniszczeń elementów konstrukcyjnych i instalacji [13]**

Table 6.

**Influence of explosion overpressure on types and sizes of damages in constructionsand elements [13]**

| <b>Nadciśnienie</b><br>(overpressure)<br>[kPa] | <b>Skutki</b><br>(effects)                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,14                                           | Dokuczliwy hałas, szum (137 dB)                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 0,21                                           | Pękanie dużych szyb okiennych (szkło zwykłe)                                                                                                                                                                                                                                      |
| 0,30                                           | Głośny huk (143 dB)                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 0,70                                           | Rozrywanie ram okiennych                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2,7                                            | Wartość bezpieczna dla budynku                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2,8                                            | Ograniczone uszkodzenia konstrukcji                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4,8                                            | Uszkodzenia konstrukcji budynku                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6,9                                            | Częściowe zburzenie budynków bez możliwości ich odbudowania                                                                                                                                                                                                                       |
| 6,9 - 13,8                                     | Zniszczenie płyt gipsowo-kartonowych, elementów stalowych i aluminiowych, uszkodzenie mocowań i posadowień elementów konstrukcyjnych                                                                                                                                              |
| 9,0                                            | Lekkie odkształcenia ramowej konstrukcji budynku wykonanej ze stali                                                                                                                                                                                                               |
| 13,8                                           | Częściowe zawalenie się ścian i dachów budynków                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13,8 – 20,7                                    | Rozpadanie się nie wzmocnionych ścian betonowych                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15,8                                           | Dolna granica nadciśnień poważnych uszkodzeń konstrukcji budowlanych                                                                                                                                                                                                              |
| 17,2                                           | Zburzenie 50% domów murowanych                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 20,7                                           | Niewielkie uszkodzenia ciężkich maszyn i urządzeń (o masie do 1500 kg), zniekształcenie i wyrwanie z posadowienia (fundamentu) ramowych konstrukcji stalowych                                                                                                                     |
| 34,5 – 48,0                                    | Prawie całkowite zniszczenie budynków                                                                                                                                                                                                                                             |
| 48,0                                           | Wywrócenie załadowanych wagonów towarowych                                                                                                                                                                                                                                        |
| 48,0 – 55,1                                    | Zniszczenie ścian murowanych o grubości mniejszej lub równej 0,3 m, wykonanych z cegły pełnej, zniszczenia zbiorników magazynowych powodujących masowe wypływy substancji, granica wystąpienia efektu domino – tj oddziaływania destrukcyjnego RZA na sąsiednią instalację/obiekt |
| 62,1                                           | Całkowite zniszczenie załadowanych, krytych wagonów towarowych                                                                                                                                                                                                                    |
| 68,9                                           | Całkowite zniszczenie budynków, przesunięcie i poważne uszkodzenia ciężkich maszyn i urządzeń (o masie do 3500 kg)                                                                                                                                                                |

Wybuch w przestrzeni nieograniczonej UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) występuje wtedy, gdy substancja palna (gaz lub ciecz o wysokiej prężności par) wypływa na zewnątrz zbiornika i miesza się z powie-

niż w przypadku UVCE, co przekłada się na duże zniszczenia w konstrukcji obiektu, wewnątrz którego wybuch ma miejsce. Ponadto można się tu spodziewać generowania sporej ilości odłamków analogicznie, jak w przypadku

Tabela 7.

**Wpływ wartości nadciśnienia powstałego wskutek wybuchu na wielkość obrażeń u ludzi [13]**

Table 7.

**Influence of explosion overpressure on humans [13]**

| Nadciśnienie<br>(overpressure)<br>[kPa] | Skutki<br>(effects)                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 100 – 133                               | 50% zniszczenia błony bębenkowej ucha (poniżej 20 roku życia) |
| 200 – 233                               | 50% zniszczenia błony bębenkowej ucha (powyżej 20 roku życia) |
| 133 – 200                               | Znaczne uszkodzenia płuc                                      |
| 200 – 300                               | Graniczna wartość wystąpienia ofiar śmiertelnych              |
| 350 – 500                               | 50% ofiar śmiertelnych                                        |
| 500 – 800                               | 100% ofiar śmiertelnych                                       |

trzem do czasu utworzenia się mieszaniny palnej, której średnie stężenie substancji jest wyższe niż dolna granica wybuchowości. Charakterystyczną cechą wybuchu jest utworzenie się fali nadciśnienia, stanowiącej jedyny mechanizm przekazywania energii otoczeniu w miejsca wybuchu chmury gazowej. Zjawisko to posiada duży potencjał powodowania zniszczeń w otwartej przestrzeni zajmującej duży obszar. Intensywność wybuchu zależy głównie od ilości substancji biorącej udział w reakcji oraz mocy źródła zapłonu. Na fotografii 6 przedstawiono wybuch UVCE.



**Fot. 6.** Wybuch UVCE. [21]

**Pict. 6.** An example of UVCE [21]

Wybuch w ograniczonej przestrzeni VCE (Vapour Cloud Explosion) jest to wybuch chmury palnych par lub gazu z powietrzem, w której średnie stężenie substancji palnej jest wyższe niż dolna granica wybuchowości. Różnica w porównaniu z UVCE polega na tym, że wybuch ten przebiega w ograniczonej przestrzeni np. we wnętrzach aparatów przemysłowych budynków. Oddziaływanie tego wybuchu generuje znacznie większe wartości nadciśnień

wybuchu fizycznego BLEVE. Na fotografii 7. przedstawiono wybuch VCE.



**Fot. 7.** Wybuch VCE. [22]

**Pict. 7.** An example of VCE [22]

Wybuch BOILOVER (wyrzut - cieczy wrzącej ze zbiornika) następuje wtedy, gdy stopniowo zwiększa się objętość cieczy i w konsekwencji przeleje się ona przez krawędź zbiornika magazynowego. Zjawisko wykipienia jest prawdopodobne w przypadku cieczy palnej o wysokiej lepkości, zawierającej nierozpuszczone substancje o niskiej temperaturze wrzenia. W przypadku magazynowanej ropy naftowej substancją tą jest woda, której zawartość związana jest z procesem wydobywania ropy oraz dostarczaniem wody na skutek działań gaśniczych. W początkowym okresie spalania, woda mniej lub bardziej równomiernie rozłożona jest w objętości zbiornika z ropą naftową. W wyniku zmniejszenia lepkości górnej warstwy ropy na skutek ogrzewania i odparowywania lżejszych frakcji ropy, zawieszone krople wody stopniowo opadają ku dołowi, zatrzymując się w głębszych

warstwach cieczy o stosunkowo dużej lepkości (o niższej temperaturze). Jednocześnie woda nagrzewa się i gdy osiągnie temperaturę wrzenia odparowuje. Wytworzona para wodna przepływa do góry zbiornika powoduje spienienie ropy, która paląc się intensywnie przelewa się przez krawędź zbiornika. Na Fotografii 8 pokazano wykipienie ropy naftowej ze zbiornika magazynowego.



**Fot. 8.** Wykypienie ropy naftowej. [23]  
**Pict. 8.** An example of BOILOVER. [23]

Wyrzut ropy naftowej może nastąpić wtedy, gdy podczas spalania ropy w zbiorniku, na którego dnie zalega warstwa wody. Temperatura powierzchni ropy w trakcie pożaru jest równa temperaturze wrzenia. Pod powierzchnią ropy, w wyniku oddziaływania ciepła rozdestylowania ropy tworzą się 2 warstwy; górna i dolna. Po pewnym czasie pożaru temperatura górnej warstwy ropy przewyższa jej temperaturę wrzenia, grubość tej warstwy zwiększa się w czasie trwania pożaru. W drugiej dolnej warstwie temperatura szybko maleje w głąb od powierzchni rozdziału z powodu wchodzenia jej w ochłodzone warstwy znajdujące się bliżej dna zbiornika. Charakter takiego zjawiska spowodowany jest silnymi prądami konwekcyjnymi tworzącymi się w objętości cieczy wypełniającej zbiornik magazynowy. W trakcie procesu spalania ropa składająca się z różnych frakcji węglowodorów rozdestylowuje się na frakcje lekkie i ciężkie. Te drugie charakteryzują się większą gęstością od gęstości, jaką posiadały przed pożarem. W wyniku tego przesuwają się one ku dół zbiornika, a na jej miejsce napływa nieoddestylowana ropa. W momencie, gdy warstwa przegrzana ropy o temperaturze rzędu 300-350°C dotrze do dna zbiornika, gdzie znajduje się woda następuje gwałtowne jej odparowanie. Wskutek zwiększenia objętości wody około 1700 razy i gwałtownego jej przemieszczenia ku górze zbiornika następuje wyrzut ropy ze zbiornika, która wraz z parą wodną wydostaje się poza zbiornik. Z powodu znacznych sił wygenerowanych przy wyrzucie pary wodnej, tego typu awarie charakteryzują się dużym zasięgiem generowanych skutków (głównie rozlewiska płonącej cieczy). Na fotografii 9. pokazano zbiornik z ropą naftową przed wyrzutem ropy naftowej.



**Fot. 9.** Wyrzut ropy naftowej. [24]  
**Pict. 9.** BOILOVER of crude oil. [24]

Zjawisko wybuchów mieszanin pyłowo-powietrznych jest bardzo podobne do wybuchu gazów, czy par cieczy palnych, jednakże mimo wszystko istnieje kilka znaczących różnic pomiędzy nimi. Wybuch pyłu może pojawić się w momencie, gdy powstaje mieszanina pyłowo-powietrzna. Wówczas następuje uwolnienie dużej ilości ciepła spalania oraz gwałtowny wzrost ciśnienia (zazwyczaj na poziomie 0,5-1,2 MPa). Wybuch mieszaniny pyłowo-powietrznej zależeć zatem będzie w głównej mierze od:

- dopływu tlenu do procesu spalania,
- własności pyłu (rozdrobnienie, wilgotność, części lotne, stężenie, itp.),
- składu i stanu mieszaniny wybuchowej,
- rodzaju przestrzeni wybuchu,
- cech inicjatora (energia, czas działania, temperatura, itp.).

Proces wybuchu mieszaniny pyłowo-powietrznej składać się zatem będzie w uproszczeniu z następujących procesów [25]:

- transportu ciepła do powierzchni cząstki, przemianowania go przez cząstkę i jej nagrzewania,
- rozkład termiczny powierzchni cząstki z dalszym jej nagrzewaniem oraz wydzielanie części lotnych,
- mieszania się wydzielonych części lotnych z powietrzem wytwarzającego mieszaninę palną i jej zapaleniu,
- transportu ciepła od płomienia do sąsiednich cząstek oraz ich utlenianie i zapłon.

Jedynie w niektórych, czy też tylko poszczególnych przypadkach, takich jak młyny strumieniowe, wybuchowa mieszanina pyłowo-powietrzna może powstać na etapie procesu technologicznego. W większości przypadków wybuchowe mieszaniny pyłowo-powietrzne powstają na skutek uniesienia lub dyspersji pyłu nagromadzonego w warstwach. Proces nagromadzenia pyłu może zarówno stanowić cel zamierzony lub wymagany do celów przemysłowych, jak na przykład w silosach, koszach samowyladowczych, czy w filtrach workowych,



jak również być efektem ubocznym (niezamierzonym), przykładowo osadzanie się pyłu na zewnętrznych powierzchniach urządzeń procesowych, lub na ścianach i podłogach pomieszczeń magazynowych. Rozproszony pył może wytworzyć mieszaninę pyłowo-powietrzną o stężeniu zawartym pomiędzy dolną i górną granicą wybuchowości jedynie przez krótki czas.

## Literatura

1. Lees F. P., *Loss Prevention in Process Industries*, Butterworths, 1980 r.;
2. Bagster D.F., Pitblado, R.M., *The Estimation of Domino Incident Frequencies – An Approach*, Trans I ChemE, Vol. 69, Part B, 1991 r.;
3. Health and Safety Commission, *The Control of Major Hazards*, Third Report of the HSC Advisory Committee on Major Hazards, HMSO, 1984 r.;
4. <http://www.atest.com.pl/pictures/2002/ed0211b.jpg> (17/08/2010);
5. <http://mahb.jrc.ec.europa.eu/>;
6. <http://www.atsdr.cdc.gov/>;
7. <http://www.factsonline.nl/>;
8. Chung P. W. H., Jefferson M., *A Fuzzy Approach to Accessing Accident Databases*, September 1998.;
9. <http://www.hse.gov.uk/>;
10. Clini, R. M., Darbra and J. Casal, *Historical Analysis of Accidents Involving Domino Effect F*;
11. Kourniotis S.P., Kiranoudis C.T., Markatos N.C., 2000, *Statistical analysis of domino chemical accidents*, Journal of Hazardous Materials 71 239–252;
12. Praca zbiorowa pod redakcją Adama S. Markowskiego, *Zapobieganie stratom w przemyśle. Część III – Zarządzanie bezpieczeństwem procesowym*, Politechnika Łódzka, 2000;
13. *CPR 16E – Methods for determination of possible damage*, TNO, Holandia 1989;
14. <http://www.sandia.gov/tp/images/pool.gif> (17/08/2011);
15. <http://darksideofrom.com/wp-content/uploads/2008/03/caddyshack02.jpg> (12/08/2011);
16. <http://www.thermdyne.com/> (11/11/2011);
17. <http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:fd4uE-vlvosAIgM>:[http://http://www.ctv.ca/servlet/ImageShrinker?http://images.ctv.ca/archives/CTV-News/img2/20100804/600\\_mynews\\_propane\\_100804.jpg,160,81&t=1](http://http://www.ctv.ca/servlet/ImageShrinker?http://images.ctv.ca/archives/CTV-News/img2/20100804/600_mynews_propane_100804.jpg,160,81&t=1) (12/11/2011);
18. [http://2.bp.blogspot.com/\\_IzZ9zHM6YVU/SRbG-GICFR2I/AAAAAAAAAEI4/U5ABWU0NWL0/s400/BLEVE](http://2.bp.blogspot.com/_IzZ9zHM6YVU/SRbG-GICFR2I/AAAAAAAAAEI4/U5ABWU0NWL0/s400/BLEVE) (15/09/2011);
19. [http://www.enotes.com/w/images/d/d5/Bleve\\_explosion.png](http://www.enotes.com/w/images/d/d5/Bleve_explosion.png) (15/09/2010);
20. <http://www.safetycasemanagement.ltd.uk> (21/08/2011);
21. [http://www.bizkaia.org/Home2/Archivos/DPT07/Temas/Fotos/fuego\\_diapositiva17.jpg](http://www.bizkaia.org/Home2/Archivos/DPT07/Temas/Fotos/fuego_diapositiva17.jpg) (11/07/2009);
22. <http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:rMKHaOkj-mV9a1M>:<http://www.lboro.ac.uk/departments/cg/news/graphics/VapourCloudExplosion.jpg&t=1> (10/09/2011);
23. [http://www.gezamenlijke-brandweer.nl/media/images/fotos/boilover-1\\_large.jpg](http://www.gezamenlijke-brandweer.nl/media/images/fotos/boilover-1_large.jpg) (13/08/2011);
24. <http://www.cbc.ca/gfx/images/news/photos/2007/11/29/enbridge-fire-cp-3965937.jpg> (15/08/2009);
25. Teodorczyk A., *Podstawy modelowania matematycznego wybuchu mieszaniny pyłowo-gazowej*, III Międzynarodowa Szkoła Wybuchowości Pyłów Przemysłowych, 1987;

### st. kpt. inż. Piotr Lesiak

w 2002 r. ukończył studia w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. W 2010 r. uzyskał dyplom inż. chemii w Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Obecnie pełni służbę w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowodzi Państwowym Instytucie Badawczym w Józefowie w Zespole Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości. Oficer PSP.

### st. kpt. mgr inż. Rafał Porowski

w 2002r. ukończył studia w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. W 2010 roku ukończył studia podyplomowe w University of Ulster w Irlandii Północnej w kierunku inżynierii bezpieczeństwa wodorowego. W roku 2011 ukończył studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. W latach 2010-2011 stypendysta Fulbrighta w California Institute of Technology w Explosion Dynamics Laboratory (USA). Pełni funkcję kierownika Zespołu Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpowodzi PIB w Józefowie.

### Recenzenci

dr Grzegorz Łyjak  
dr Tomasz Węsierski





dr inż. **Zbigniew CIEKANOWSKI**  
Akademia Obrony Narodowej

## PROCES OCENIANIA PRACOWNIKÓW W NOWOCZESNEJ ORGANIZACJI

### The process of workers evaluation in a modern organization

#### Streszczenie

Artykuł przedstawia jak istotną rolę w funkcjonowaniu nowoczesnej organizacji spełnia ocenianie pracowników. Przedstawiono istotę i cele ocen pracowniczych oraz zasady i kryteria jak również metody oceniania. Ocenianie jako kompleksowe narzędzie - zajmuje centralne miejsce w systemie zarządzania zasobami ludzkimi i służy wielu celom na przykład: administracyjnym, informacyjnym i motywacyjnym. Ocenianie może spełniać swoje cele, tylko wtedy, gdy będzie się odbywało systematycznie. Wyróżnia się dwa rodzaje ocen: bieżące i okresowe. Skuteczny system oceniania charakteryzuje się następującymi zasadami: systemowości, systematyczności, powszechności, elastyczności, konkretności, jawności i prostoty. Natomiast kryteria oceniania zależą w dużej mierze od celów, którym mają służyć i dzielą się na cztery grupy: kryteria kwalifikacyjne, efektywnościowe, behawioralne i osobowościowe. Metody oceny można podzielić na: metody absolutne do których zaliczamy ocenę opisową, metodę wydarzeń krytycznych, metodę porównywania ze standardami, listy kontrolne, skalę ocen, testy wyboru, Assessment Center, ocenianie przez określenie celów, metodę 360°, i metody relatywne w skład których wchodzi ranking, metoda porównywania parami, metoda wymuszonego rozkładu i portfolio personalne. Należy podkreślić, że dojrzałe realizowany proces oceniania pracowników przynosi bardzo wiele korzyści dla organizacji jak i dla pracowników. W procedurze oceniania pracowników na co zwraca publikacja muszą brać udział wszyscy pracownicy i wszyscy muszą znać procedury ocen pracowników. Dla pracownika bardzo ważna jest ocena okresowa, bowiem dostarcza, informacji jak przełożony ocenia jego pracę, jego stosunek do pracy, zachowania. Informacja o wynikach oceny okresowej pracownika motywuje pracownika do zwiększenia efektywności wykonywania zadań w przyszłości. W przypadku, gdy pracownik nie jest zadowolony z uzyskanej oceny ma możliwość odwołania, natomiast ocena uzyskana z odwołania, powinna być oceną ostateczną.

#### Summary

The article presents how important role plays the evaluation of workers in a modern organization. In this work the essence and purposes of evaluation of workers tool occupies the central position in the management of human resources and serves multiple purposes. For evaluation to be effective certain regularity is required. There are two kinds of evaluation current and periodical. Effective system of evaluation must be comprehensive, regular, specific, flexible, open and simple. But criteria of evaluation depend largely on the purposes they are to serve and are divided into four groups; qualification criteria, effectiveness criteria, behavioral and personal criteria of evaluation can be divided into absolute methods with descriptive evaluation, methods of critical events, method of comparison with standards, control lists, scale of marks, multiple choice tests, Assessment Center, evaluation through defining purposes, the 360 method and relative methods which comprise ranking method of comparison in pairs, method of forceful disintegration and personal portfolio. It should be emphasized that well conducted evaluation brings many benefits to the organization and employees. This publication stresses the fact that in this process all employees should be engaged and the rules of evaluation should be clear. For the employee the periodic evaluation is very important as it gives information an how his superior appraises the employee's work, attitude and behaviour. Information about the results of a periodic evaluation encourage him to more effective work in the future. In the case where the employee is not satisfied with the evaluation results they have the possibility to make an appeal. However, the result of evaluation after the appeal should be treated as irrevocable.

**Słowa kluczowe:** centrum oceny; częstotliwość oceniania; listy kontrolne; ocenianie, skale ocen; ranking;

**Keywords:** Assessment Center, frequency of assessment, control lists, assessment, rating scales, ranking;

## Wstęp

Jednym z kluczowych elementów procesu zarządzania zasobami ludzkimi w każdej organizacji jest ocenianie pracowników, które uważa się za najbardziej rozpowszechnione działania w praktyce funkcjonowania organizacji. Pracownicy oceniają siebie i innych, oceniani są przez bezpośredniego przełożonego, kierownictwo czy też inny zespół.

Ocena pracy pracownika jest ściśle związana z wykonywaniem funkcji kierowniczych, dlatego też przełożeni starają się, tak dokonywać ocen, aby były one efektywnym instrumentem zarządzania ludźmi.

Ocena pojawia się na różnych szczeblach zarządzania, począwszy od kandydata ubiegającego się o przyjęcie do pracy, poprzez pracowników zatrudnionych w jednostce organizacyjnej, w stosunku, do których podejmowane są decyzje personalne takie jak: zmiana stanowiska pracy, włączenie w proces szkolenia, zastosowanie właściwych instrumentów motywacyjnych, czy też zwolnienia.

## 1. Istota i cele oceniania pracowników

Ocena jest, więc sądem wartościującym, wykorzystywanym w procesie zarządzania, który powstaje w wyniku pokonania cech kwalifikacji, zachowań czy też efektów pracy konkretnego pracownika w odniesieniu do innych pracowników bądź też do ustalonego wzorca<sup>1</sup>.

Ocenianie jako kompleksowe narzędzie - zajmuje centralne miejsce w systemie zarządzania zasobami ludzkimi, służy wielu celom, a za najważniejsze uznaje się:

- cele administracyjne, tj. wykorzystywanie wyników oceniania do kształtowania polityki personalnej w zakresie przyjęć, przemieszczeń wewnętrznych i wynagradzania pracowników;
- cele informacyjne, tj. dostarczanie menedżerom danych o tym, jak pracują ich podwładni, a pracownikom danych o ich mocnych i słabych stronach;
- cele motywacyjne, tj. dostarczanie pracownikom informacji zwrotnej, która powinna ich motywować do rozwoju osobistego i doskonalenia efektywności ich pracy<sup>2</sup>.

Ocenianie może skutecznie spełniać swoje cele, jeśli będzie się odbywało nie przypadkowo, lecz będzie procesem systematycznym.

System oceniania to spójny zbiór wzajemnie ze sobą powiązanych elementów, które tworzą: cele oceniania, zasady oceniania, kryteria oceniania, podmioty oceniania, przedmiot oceniania, techniki oceniania, częstotliwość oceniania, procedury oceniania<sup>3</sup>.

System ocen pracowników, który jest formalną metodą ewaluacji pracy i uczestnictwa, jest realizowany etapami:

- identyfikacja celów oceny;
- analiza pracy;
- tworzenie procedur oceny;
- ustalanie zasad oceny;
- ocena wyniku pracy;
- ocena pracownika;
- dyskusja wyników oceny z pracownikiem;
- formułowanie planów rozwoju pracownika;
- decyzje dotyczące wynagrodzeń.

Zakres oceny pracownika zależy przede wszystkim od treści obecnej lub przyszłej roli zawodowej pełnionej przez pracownika. Wyróżnia się dwa rodzaje ocen: bieżące i okresowe. Ocena bieżąca dokonywana jest przez bezpośredniego przełożonego i ma charakter ciągły i sytuacyjny na przykład wytypowanie pracowników do zespołu projektowego, którego członkowie powinni posiadać zróżnicowaną wiedzę, umiejętności pracy zespołowej. Ocena okresowa ma charakter sformalizowany i dokonywana jest, co pewien czas, przy zastosowaniu odpowiednich procedur, zasad, regulaminów. Ocena okresowa obejmuje całokształt wyników pracy ocenianego pracownika oraz zawiera elementy oceny jego umiejętności a także i postawy wobec pracy. Oceny okresowe umożliwiają ocenę pracy w określonym przedziale czasowym, a także pozwalają określić zadania na przyszłość jak również potrzebę rozwoju pracownika. Są one oparte na określonych regułach, zasadach, kryteriach, metodach, zarówno ocenianego jak i oceniającego, co pozwala na obiektywizm ocen i ich porównywalność w czasie. Powiązanie tych elementów tworzy system okresowych ocen pracowniczych.

System okresowych ocen pracowniczych jest, więc zbiorem celowo dobranych i wzajemnie powiązanych elementów, mających na celu zwiększenie efektywności bieżącego i strategicznego zarządzania zasobami ludzkimi w kontekście misji i celów organizacji. Na system ocen najczęściej składają się świadome i logicznie dobrane elementy, takie jak: cele, zasady, kryteria, metody i procedury oceniania pracowników<sup>4</sup>.

Wprowadzenie okresowego oceniania pracowników wymaga przeprowadzenia konkretnych prac w trzech, wzajemnie ze sobą powiązanych fazach<sup>5</sup>:

- projektowania;
- wdrażania;
- wykorzystania systemu.

Wszystkie fazy powinny być traktowane jako równie ważne, gdyż popełnienie błędu w którejkolwiek z nich negatywnie wpływa na funkcjonowanie całego systemu.

<sup>1</sup> H. Król, A. Ludwiczynski *Zarządzanie Zasobami Ludzkimi. Tworzenie kapitału ludzkiego*, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006r. s. 275.

<sup>2</sup> A. Pocztowski *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody* Wydanie II zmienione Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne Warszawa 2007s.225.

<sup>3</sup> Tamże; s. 227.

<sup>4</sup> H. Król, A. Ludwiczynski *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006r. s.276

<sup>5</sup> Tamże; s. 276

Skuteczny system oceniania powinien się odznaczać następującymi cechami:

- jasno sformułowany cel oceniania tzn. przed przystąpieniem do oceniania należy rozstrzygnąć, do czego zostaną wykorzystywane wyniki oceniania;
- kryteria i czynniki dobrane starannie i pod kątem osiągnięcia ustalonych wcześniej celów oraz prostoty posługiwania się nimi;
- obejmuje wszystkich pracowników zatrudnionych w organizacji;
- znany i akceptowany przez pracowników;
- zawiera strukturę i wielkość danej instytucji.

Oceny powinien dokonywać bezpośredni przełożony ocenianych pracowników, specjalnie powołany zespół ekspertów, klienci organizacji, inni pracownicy, z którymi osoba oceniania współpracuje. Oceny może również dokonywać osoba oceniania, wówczas jest to samoocena.

Częstotliwość oceniania zależy od wielu czynników, takich jak<sup>6</sup>:

- praktyka organizacji w zakresie różnych aspektów zarządzania kapitałem ludzkim związanych z procesem oceniania np. podwyżek wynagrodzeń zasadniczych;
- okresy sprawozdawcze dla organizacji nadrzędnych oraz innych instytucji, np. urzędów skarbowych;
- możliwości wprowadzenia zmian w obszarach zweryfikowanych za pomocą systemu ocen okresowych;
- wybranej metody/metod oceny pod kątem czasochłonności prowadzenia procesu dla wszystkich uczestników systemu (im bardziej pracochłonna metoda, tym, częstotliwość przeprowadzania ocen powinna być mniejsza) itd.

Najczęściej stosowane okresy podlegające ocenie to: półroczne, rok czy co dwa lata.

Narzędziami systemu ocen okresowych pracowników są:

- kwestionariusz oceny okresowej pracowników;
- instrukcje dla oceniającego i ocenianego;
- informacje na temat terminów przeprowadzania ocen;
- procedury wykorzystania wniosków z oceny;
- procedury odwoławcze;
- program i materiały szkoleniowe dla uczestników procesu.

## 2. Zasady i kryteria oceniania

Zasady oceniania stanowią fundament systemu oceniania, ponieważ określają plan i reguły, według których system oceniania powinien funkcjonować w organizacji.

Podstawowe zasady w budowaniu skutecznego systemu oceniania to:

- zasada systemowości, zgodnie, z którą poszczególne elementy systemu oceniania powinny być wzajemnie spójne, a cały system oceniania wkomponowany w proces zarządzania zasobami ludzkimi;
- zasada systematyczności, zgodnie, z którą ocenianie powinno mieć stały charakter;
- zasada powszechności, oznaczająca, że ocenie podlegają wszystkie osoby zatrudnione;
- zasada elastyczności, zakładająca dostosowywanie kryteriów i technik oceniania do konkretnej sytuacji celów oceniania;
- zasada konkretności, w myśl, której należy dążyć do stosowania jasnych, mierzalnych i powiązanych z wykonywaną pracą kryteriów oceniania;
- zasada jawności, zgodnie, z którą oceniani pracownicy powinni być zaznajomieni z celami, kryteriami i procedurą oceniania;
- zasada prostoty, w myśl, której stosowany system oceniania powinien być zrozumiały dla wszystkich aktorów uczestniczących w procesie oceniania<sup>7</sup>.

Kryteria oceniania zależą w dużej mierze od stawianych celów, którym oceny mają służyć.

Przekazując pracownikom w procesie oceniania informację, według jakich kryteriów są oceniani, wskazujemy i utrwalamy wartości oraz normy uznawane w organizacji za szczególnie ważne. Tworzymy w ten sposób nowe lub utrwalamy stare elementy kultury organizacyjnej. Dlatego też dobór i znaczenie przyjętych kryteriów są szczególnie ważne, warunkują, bowiem dalsze prace nad budową systemu oceniania<sup>8</sup>.

Kryteria oceniania najczęściej dzielą się na cztery grupy<sup>9</sup>:

- kryteria kwalifikacyjne - to wiedza, umiejętności, doświadczenie, stan zdrowia – jakimi dysponuje pracownik bądź kandydat do pracy. Są one niezbędne do prawidłowego wykonywania zadań na danym stanowisku pracy. Wśród tych kryteriów można wymienić następujące: wykształcenie, doświadczenie zawodowe, umiejętność posługiwania się komputerem, znajomość języków obcych, umiejętność nawiązywania kontaktu z ludźmi itp<sup>10</sup>.
- Kryterium to jest przydatne, gdy oceny są podstawą do dokonywania przemieszczeń pracowników np.: awansów, rezerwy kadrowej bądź degradacji lub ustalenia planów szkoleniowych;

<sup>7</sup> A. Pocztowski *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody* Wydanie II zmienione Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2007, s. 230

<sup>8</sup> H. Król, A. Ludwiczynski *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006 r. s. 284

<sup>9</sup> Tamże; s. 284

<sup>10</sup> M. Rybak *Zarządzanie kapitałem ludzkim w przedsiębiorstwie* pod redakcją, Szkoła Główna Handlowa Warszawa 2000 r. s. 165

<sup>6</sup> Praca zbiorowa pod redakcją Marty Juchnowicz *Narzędzia i praktyka zarządzania zasobami ludzkimi*, Warszawa 2003 r. s. 144



- kryteria efektywnościowe - odnoszą się do indywidualnego pracownika bądź całego zespołu pracowniczego. Jeżeli dotyczą organizacji jako całości, mogą być wykorzystywane do oceny naczelnej kadry zarządzającej.

Określenie tych kryteriów wymaga dobrej znajomości specyfiki pracy konkretnego stanowiska. Wielu problemów przysparza ustalenie pomiaru efektywności pracy. Do najczęściej stosowanych kryteriów efektywnościowych należy zaliczyć: ilość, jakość i terminowość wykonywanej pracy.

Zastosowanie kryteriów efektywnościowych w procesie oceniania ma na celu określenie przydatności pracownika na danym stanowisku, a w dalszej kolejności podjęcie decyzji o przyznaniu premii, nagrody, podwyżce płac, ewentualnie zwolnieniu<sup>11</sup>;

- kryteria behawioralne - dotyczą zachowań pracowników lub zespołów pracowniczych. Oceny, w których wykorzystywane są kryteria behawioralne, polegają na porównaniu zachowań charakterystycznych dla pracowników obserwowanych w procesie pracy z zachowaniami pożądanymi w danym zespole i organizacji. Kryteria behawioralne mogą obejmować następujące cechy zachowań pracowników: systematyczność działań, wytrwałość i staranność realizacji zadań, lojalność, przestrzeganie dyscypliny, stosunek do klientów, przełożonych, kolegów, dyspozycyjność, uczciwość<sup>12</sup>;
- kryteria osobowościowe, rozumiane jak owe, które dotyczą względnie stałych dla danego pracownika cech psychicznych warunkujących stałość jego zachowań i postaw w procesie pracy, budzą najczęściej kontrowersji. Kontrowersje związane z kryteriami osobowościowymi dotyczą, co najmniej dwóch kwestii.

Po pierwsze, że istnieje zależność między osobowością człowieka, a wynikami jego pracy.

Po drugie, że cechy osobowości pracownika przejawiają się w jego zachowaniu. Dlatego też, przy ocenianiu okresowym pracowników, wystarczające wydaje się stosowanie kryteriów behawioralnych, uzupełnionych kryteriami efektywnościowymi i kwalifikacyjnymi.

Do kryteriów osobowościowych można zaliczyć takie kryteria, jak: odpowiedzialność, kreatywność, odporność na stresy, wyobraźnię, opanowanie i równowagę.

Projektując system ocen wyodrębnia się wśród zatrudnionych pracowników jednorodne grupy, których pracę można ocenić za pomocą takiego samego zestawu kryteriów np: grupę kierowników, specjalistów, pracowników wykonawczych. Znajomość zestawu kryteriów

obowiązujących w organizacji uświadamia pracownikom, jakich postaw i zachowań oczekuje się od nich i jakie zachowania będą pozytywnie oceniane<sup>13</sup>.

### 3. Metody oceniania

Metoda przeprowadzania ocen pracowników w organizacji rozumiana jako usystematyzowany sposób postępowania, powinna uwzględniać przyjęte wcześniej cele, zasady i kryteria ocen, które stanowią zintegrowany układ odniesienia, niezbędny do racjonalnego wyboru metody postępowania przy ocenie<sup>14</sup>.

O metodzie lub technice oceniania decydują m.in. zbierane informacje potrzebne do dokonania oceny; w jakiej formie zbierane informacje zostaną przedstawione, jak porównuje się otrzymane wyniki oceniania oraz jak należy te wyniki zinterpretować.

W literaturze przedmiotu i w praktyce zarządzania występuje wiele metod oceniania, które mają zastosowanie w systemie oceny pracowników.

Metody oceny można podzielić na<sup>15</sup>:

- metody absolutne, polegające na porównywaniu wyników osiągniętych przez pracownika z ustalonymi wcześniej standardami;
- metody relatywne charakteryzujące się porównywaniem poszczególnych pracowników między sobą.

Do najbardziej rozpowszechnionych absolutnych metod oceny można zaliczyć<sup>16</sup>:

- zwykły zapis (ocenę opisową);
- metodę wydarzeń krytycznych (incydentów krytycznych);
- metodę porównywania ze standardami (wzorcem);
- listy kontrolne;
- skale ocen;
- testy wyboru;
- Assessment Center;
- ocenianie przez określenie celów (zarządzanie przez cele);
- metodę 360°.

**Zwykły zapis (ocena opisowa)** to charakterystyka poszczególnych osobo ocenianych, wyrażona w formie pisemnej, która daje oceniającemu dużą swobodę sporządzania opisu efektów pracy osiąganych przez pracownika<sup>17</sup>.

Tego typu ocenianie może być stosowane przez bezpośredniego przełożonego na bieżąco w dogodnym dla niego czasie oraz formie, którą uzna za stosowną. Warun-

<sup>13</sup> Tamże; s. 235.

<sup>14</sup> H. Król, A. Ludwiczynski *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006 r. s. 289.

<sup>15</sup> Tamże s. 289.

<sup>16</sup> Tamże s. 290

<sup>17</sup> H. Król, A. Ludwiczynski *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006 r. s. 290

<sup>11</sup> *Zasoby ludzkie w firmie, organizacja-kierowanie-ekonomika* pod redakcją Alicji Sajkiewicz, Warszawa 2000 r. s. 233.

<sup>12</sup> Tamże; s. 233

kiem prawidłowości ocen opisowych jest posiadanie przez osobę dokonującą oceny niezbędnej wiedzy na temat oceniania oraz pewnej wprawy w sporządzaniu opisów<sup>18</sup>.

Zaletą tej metody jest prostota oraz możliwość wszechstronnego oceniania pracownika, a także uzasadnienia oceny. Natomiast wadą tej metody jest brak możliwości porównań, pracochłonność i czasochłonność.

Osoby dokonujące ocen przy zastosowaniu tej metody powinny odbyć wcześniej szkolenie w tym zakresie.

**Metoda wydarzeń krytycznych** jest również metodą opisową i polega na systematycznym sporządzaniu przez oceniającego zapisów kluczowych (krytycznych) wydarzeń, które dotyczą zachowania pracowników, jego osiągnięć lub porażek<sup>19</sup>. Przy zastosowaniu tej metody notuje się zarówno osiągnięcia jak i porażki pracowników. Pracownicy są poddawani ciągłej obserwacji. Zapisy z obserwacji są sporządzane sumiennie i dokładnie, gdyż to one stanowią podstawę do dokonania wnikliwej i trafnej oceny pracownika. Zaletą tej metody jest uzyskanie trafnej informacji o konkretnych zachowaniach pracowników w okresie będącym podstawą oceny. Informacja ta pozwala pracownikom na zmianę swojego zachowania, na jego poprawę i wzmocnienie.

Mankamentem tej metody jest to, że wymaga się nieustannego obserwowania pracowników i ciągłego sporządzania notatek. Metoda ta jest czasochłonna. Może się zdarzyć również to, że oceniający będzie rejestrował głównie same potknięcia oceniającego, a nie zauważy jego osiągnięć, co osłabia motywacyjną funkcję oceniania.

**Metoda porównywania ze standardami** polega na tym, że dokonuje się porównania rezultatów pracy pracownika z wcześniej ustalonymi standardami, dotyczącymi ilości i jakości pracy, czasu pracy oraz terminowości wykonania przydzielonych zadań<sup>20</sup>.

Procedura oceny tą metodą składa się z takich etapów, jak:

- określenie standardu;
- pomiar uzyskanych rezultatów i przekazanie pracownikowi informacji zwrotnej o uzyskanych rezultatach;
- dokonanie analizy i skutków ewentualnych różnic pomiędzy wyznaczonymi standardami, a uzyskanymi rezultatami.

Zaletą tej metody jest możliwość bezstronnej oceny, ponieważ przypisana jest do określonego wcześniej wzorca. Charakteryzuje się dużą wyrazistością kryteriów oceny i jest w miarę prosta w stosowaniu.

Wadą tej metody jest możliwość stosowania tylko do pracowników wykonujących pracę, których wyniki można wystandaryzować. Ponadto metoda ta nie dostarcza informacji o potencjalnych możliwościach zawodowych oceniającego.

**Listy kontrolne** to metoda, która polega na tym, że osoba lub osoby oceniające z określonej liczby opisów możliwych zachowań dokonują wyboru takiego zachowania, które najlepiej odpowiada zachowaniu osoby ocenianej<sup>21</sup>.

Ta metoda jest pomocnicza w ocenie pracowników. Zdarza się bowiem, że opisom zachowań przyporządkowana jest określona liczba punktów, która pozwala łączyć ocenę za pomocą list kontrolnych z oceną skali punktowej.

Zaletą tej metody jest łatwość i elastyczność jej stosowania oraz duży obiektywizm.

Wadą list kontrolnych jest pracochłonność i trudność sporządzania list opisów zachowań.

**Skale ocen** należą do najbardziej rozpowszechnionych metod oceniania i służą do pomiaru natężenia wartości takich czynników, jak wiedza, umiejętności i zachowania pracownika, uznawanych za cenne ze względu na zajmowane stanowisko pracy, czy też pełnioną rolę organizacyjną<sup>22</sup>.

A więc metoda ta, pozwala określić stopień przyjętego kryterium oceny pracownika w odniesieniu do ocenianego pracownika.

Skale ocen mogą przybierać różne formy. Jednak najczęściej spotyka się następujące skale:

- skale punktowe;
- skale graficzne;
- skale przymiotnikowe;
- skale behawioralne;
- skale mieszane.

**Skale punktowe** ocen są najstarszymi i najbardziej rozpowszechnionymi. Są one konstruowane w formie tabeli, w której znajdują się celowo dobrane istotne kryteria oceny na danym stanowisku.

Zaletą skal punktowych jest łatwość obliczenia wyniku punktowego, są łatwe do opracowania i stosowania oraz umożliwiają porównywanie wyników i pracowników.

**Skale graficzne** - istotą jest to, że osoba oceniająca zaznacza swój wybór na miejscu skali przez zakreślenie części odcinka obrazującej dane kryterium oceny.

**Skale przymiotnikowe** - pozwalają na określenie danego kryterium oceny pracownika słownie poprzez użycie przymiotnika np. dobra, zadawalająca, słaba, bardzo dobra.

**Skale behawioralne** - służą do oceny zachowań pracownika w procesie pracy. Analiza ta jest niezbędna przy opracowywaniu opisów zachowań na danym stanowisku pracy. Są to zachowania pożądane i niepożądane np. za-

<sup>18</sup> A. Pocztowski *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody* Wydanie II zmienione Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne Warszawa 2007s. 234

<sup>19</sup> *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Henryk Król, Antoni Ludwiczynski Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006r s. 290

<sup>20</sup> Tamże; s. 291

<sup>21</sup> Tamże; s. 292

<sup>22</sup> Tamże; s. 292

chowanie pożądane – terminowo wykonuje swoje zadania – zawsze, prawie zawsze, prawie nigdy; zachowanie niepożądane – nie reaguje na oczekiwania klientów – zawsze, prawie zawsze, prawie nigdy.

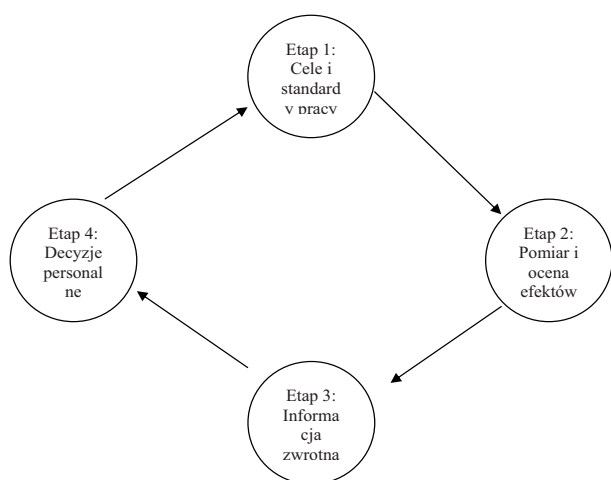
**Skale mieszane** to skale, które zawierają w swym składzie skale punktowe, przymiotnikowe i graficzne.

**Testy wyboru** konstruowane są z kilku lub kilkunastu pytań w taki sposób, że do każdego z nich przyporządkowany jest zestaw odpowiedzi do wyboru<sup>23</sup>.

Zadaniem oceniającego jest wybór takiej odpowiedzi, która najlepiej charakteryzuje zachowania oceniającego.

**Assessment Center** (centrum oceny) to kompleksowa metoda oceniania, która polega na wykonywaniu przez pracowników zestawu zadań, ćwiczeń i testów w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, charakterystycznych dla przyszłego stanowiska pracy<sup>24</sup>. Metoda ta stosowana jest do oceny zatrudnionych pracowników w celu kształtowania indywidualnych ścieżek kariery, wytyczania dróg awansu. Jej celem jest dokonywanie oceny zdolności, cech osobowości oraz zachowań wybranej grupy pracowników.

**Ocenianie przez określenie celów** nawiązuje wprost do znanej w literaturze metody zarządzania przez cele (management by objective – MBO) polega na wspólnym ustalaniu celów na każdym stanowisku pracy przez przełożonego i podwładnego, a następnie, po upływie określonego czasu, wspólnej ocenie stopnia ich realizacji<sup>25</sup> (rysunek nr 1).



**Ryc. 1.** Proces oceniania przez określenie celów.

**Fig. 1.** The process of evaluation through defining purposes.

Stage 1. Purposes and work standards.

Stage 2: Measurement and evaluation of effects.

Stage 3: Feedback.

Stage 4: Personal decisions.

[Źródło]: *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie – procesy – metody* Aleksy Pochtowski Wydanie II zmienione Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2007, s. 243

Stosowanie metody oceniania przez cele odbywa się w czterech etapach:

- w etapie 1 - następuje określenie celów lub ustalenie standardów wykonania danej pracy;
- w etapie 2 - mierzy się i ocenia osiągnięte efekty;
- w etapie 3 - przekazuje się wykonawcom pracy informacje zwrotne na temat osiągniętej efektywności oraz dyskutuje się o możliwościach doskonalenia efektywności;
- w etapie 4 - następuje generowanie informacji dla poszczególnych obszarów decyzyjnych zarządzania zasobami ludzkimi (rekrutacja, rozwój, wynagradzanie).

**Metoda 360°** jest kompleksowym, uporządkowanym sposobem zbierania i wykorzystywania informacji o kompetencjach behawioralnych ocenianego pracownika<sup>26</sup>.

Istotą tej metody jest dostarczanie pracownikowi i jego przełożonemu informacji zwrotnej o przestrzeganiu zachowań ocenianego pracownika przez wiele podmiotów takich jak: bezpośredni przełożony, inni przełożeni, współpracownicy, klienci zewnętrzni i wewnętrzni oraz podwładni. Metoda ta, może służyć do określania potrzeb szkoleniowych, ponieważ pozwala ocenić częstotliwość występowania pożądanych zachowań u ocenianego pracownika, a także do kreowania rozwoju organizacji, dostarczając informacji o kompetencjach charakteryzujących całą zbiorowość ocenianych pracowników.

Do relatywnych metod oceniania zaliczamy:

- ranking;
- metodę porównywania parami;
- metodę wymuszonego rozkładu;
- portfolio personalne.

**Ranking** jest prostą metodą oceny i polega na uszeregowaniu pracowników, zgodnie z przyjętym kryterium, od najlepszego do najgorszego<sup>27</sup>.

Jest to metoda pracochłonna i służy jedynie do oceny małych zespołów pracowniczych, ponieważ nie stwarza możliwości porównania między różnymi zespołami pracowniczymi.

**Metoda porównywania parami** polega na dokonywaniu przez oceniającego na podstawie wcześniej ustalonego kryterium, porównania każdego pracownika z każdym z pozostałych. Oceniani łączeni są w pary i każdy z nich oceniany jest jako lepszy lub gorszy pracownik<sup>28</sup>.

W metodzie tej oceanie podlega dwóch pracowników. Ten pracownik, który wypadł lepiej otrzymuje punkt, natomiast pracownik, który wypadł gorzej otrzymuje zero.

**Metoda wymuszonego rozkładu**, nazywana też metodą rozkładu normalnego, nawiązuje do prawdopodob-

<sup>26</sup> H. Król, A. Ludwiczynski *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006 r. s. 297

<sup>27</sup> H. Król, A. Ludwiczynski *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006r s. 298

<sup>28</sup> Tamże s. 298

<sup>23</sup> *Zarządzanie zasobami ludzkimi – Tworzenie kapitału ludzkiego* Henryk Król, Antoni Ludwiczynski Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006 r. s. 295

<sup>24</sup> Tamże s. 295

<sup>25</sup> Tamże s. 296

bieństwa rozkładu danej cechy, na którą ma wpływ wiele czynników organizacyjnych, psychospołecznych czy też kulturowych<sup>29</sup>.

Według tej metody dokonywanie oceny polega na określeniu przez oceniającego, w którym przedziale rozkładu znajduje się oceniany pracownik ze względu na przyjęte wcześniej kryterium oceny.

**Metoda portfolio personalne**, nazywana również metodą portfelową, nawiązuje do bostońskiej metody analizy strategii organizacji (macierz BCG) i zakłada ocenę pracownika przy wykorzystaniu dwóch wzajemnie powiązanych kryteriów: efektywności pracy i potencjału rozwojowego pracownika<sup>30</sup> (rysunek nr 2).

Zastosowanie efektywności pracy i potencjału pracownika pozwala grupować pracowników w cztery kategorie:

|      |                               |                                              |
|------|-------------------------------|----------------------------------------------|
| High | The best workers<br>(eagles)  | Hard working people<br>(industrious workers) |
|      | Problematic workers<br>(????) | Workers of little use<br>(dead trees)        |
| Low  |                               |                                              |
|      | High                          | Low                                          |

**Ryc. 2.** Portfolio personalne  
**Fig. 2:** Personal portfolio.

[Źródło]: *zarządzanie Zasobami Ludzkimi. Tworzenie kapitału ludzkiego w organizacji* Redakcja Naukowa He. Król, A. Ludwiczynski  
Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2006 s. 301

Umieszczenie ocenianego pracownika w jednym z czterech pól oznacza przyjęcie w stosunku do niego odpowiedniej strategii personalnej np.: inwestowanie w jego rozwój, stabilizowanie czy zwolnienie.

Z wyborem metody lub zestawu metod oceniania, proponowanych w projekcie systemu okresowych ocen w konkretnej organizacji ściśle wiąże się z konstrukcją podstawowych narzędzi ocen, jakim są kwestionariusze (arkusze) ocen<sup>31</sup>.

Forma i treść zależy od celów, kryteriów, zasad i metod wcześniej określonych w projekcie systemu ocen.. Arkusze mogą być mniej lub bardziej rozbudowane i zawierać wzajemnie powiązane części.

#### 4. Procedura oceniania

W fazie projektowania systemu okresowych ocen pracowniczych bardzo ważnym etapem jest określenie procedury oceniania.

Ustalenie procedury oceniania porządkuje funkcjonowanie całego systemu, a zatem jest konieczne<sup>32</sup>:

- przedmiot oceniania;
- podmiot (podmiotów) oceniającego;
- częstotliwości dokonywania ocen;
- termin dokonywania ocen;
- trybu odwołań.

Przedmiotem oceniania powinni być wszyscy pracownicy zatrudnieni w danej organizacji, za wyjątkiem tych, którzy nie przepracowali więcej niż sześć miesięcy w danej organizacji. Podmiotem oceniającym pracowników wykonawczych jest jego bezpośredni przełożony. Oceny również może dokonać i sam pracownik, wtedy możemy mówić o samoocenie. Bezpośredni przełożony posiada dokładną wiedzę o kwalifikacjach, zachowaniach i wynikach swoich podwładnych. Wyniki oceny przełożonego podlegają dalej akceptacji przełożonego wyższego szczebla, a następnie są podane do wiadomości ocenianego pracownika.

Częstotliwość oceniania zależy od wielu czynników m.in. od tego, jakie grupy pracownicze podlegają ocenie. Najczęściej przyjmowane są okresy :co pół roku lub raz na rok, a w niektórych organizacjach raz na dwa lata..

Termin, w jakim będzie przeprowadzana ocena okresowa, powinien być ustalony z dużym wyprzedzeniem, aby zarówno oceniany, jak i oceniający mógł wcześniej się przygotować. W organizacjach, gdzie ocena okresowa pracowników przeprowadzana jest raz na rok, zwykle odbywa się w pierwszym kwartale roku.

Nie każdy pracownik jest zadowolony z uzyskanej oceny, dlatego powinien mieć możliwość odwołania. Procedura odwołania powinna zawierać takie informacje, jak: kiedy i do jakiego organu, pracownik może się odwołać, w jakim terminie powinien złożyć odwołanie. Ocena, jaką uzyska pracownik z odwołania powinna być oceną ostateczną.

#### Podsumowanie

Każda organizacja, zwłaszcza efektywna, opiera swoją działalność na efektywnych pracownikach. Na skutek właściwego motywowania postawa ich wobec zadań jest zawsze na wysokim i pozytywnym poziomie. Przy czym należy jednak zauważyć, że bywa i tak, że nie zawsze personel organizacji swoją motywację utrzymuje na najwyższym poziomie. Wynika to z posiadanych umiejętności pracownika, chęci do pracy, stosunku pracownika do realizowanych przez niego zadań. Cechy te powinien na bieżąco znać przełożony. Wszystko to wskazuje na niezbędność oceny pracy pracowników. W jaki stopniu i ile jest „udziału” pracownika w wytworze jego pracy, ile powinien wiedzieć nie tylko pracownik, ale i jego przełożony

<sup>29</sup> Tamże; s. 299

<sup>30</sup> Tamże; s. 300

<sup>31</sup> Tamże; s. 302

<sup>32</sup> *Zarządzanie Zasobami Ludzkimi. Tworzenie kapitału ludzkiego w organizacji* Redakcja Naukowa H. Król, A. Ludwiczynski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006 s. 303.



i służba personalna. Wkład ten powinien być odpowiednio oceniony i wyceniony, temu przedsięwzięciu również służy ocena pracownika.

### Literatura

1. Juchnowicz M.[red], *Narzędzia i praktyka zarządzania zasobami ludzkimi*, Praca zbiorowa, Warszawa 2003;
2. Król H., Ludwikowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi, Tworzenie kapitału ludzkiego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006;
3. Sajkiewicz A., *Zasoby ludzkie w firmie. Organizacja – kierowanie - ekonomia*, Warszawa 2000;
4. Poczrowski A., *Zarządzanie Zasobami Ludzkimi, Strategie – procesy – metody*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2007;
5. Rybak M., *Zarządzanie kapitałem ludzkim w przedsiębiorstwie*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2000.

dr inż. **Zbigniew Ciekanowski**

Jest adiunktem w Akademii Obrony Narodowej i Wyższej Szkole Społeczno-Ekonomicznej w Warszawie. Jego zainteresowania naukowe skupiają się wokół zagadnień związanych z bezpieczeństwem wewnętrznym w zakresie ekonomii, telekomunikacji, antyterroryzmu, zarządzania kryzysowego, jak również zarządzania zasobami ludzkimi. Jest autorem wielu opracowań krajowych i zagranicznych w wyżej wymienionych dziedzinach.

### Recenzenci

dr inż. **Czesław Ochenduska**

dr inż. **Zbigniew Dubrawski**

**УЛАСЕВИЧ А.Н.**

Начальник Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь

**ПОЛКОВНИК ВНУТРЕННЕЙ СЛУЖБЫ**

Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь

## **Огнезащитные и огнетушащие вещества для инженерной защиты и ликвидации пожаров**

### **FIRE retardants and extinguishing agents for engineering protection and fire suppression**

#### **Содержание**

Разработаны методы экспериментального определения устойчивости к старению огнезащитных покрытий по древесине, древесным материалам и металлу и определения срока сохранения огнезащитной эффективности пропиточных составов для древесины и прочности огнезащищенной древесины. Представлены разработки огнезащитных покрытий – краска ОК-ДМ и огнебиозащитный лак ЛДО-11, которые при минимальных материальных затратах повышают уровень пожаробезопасности, сохраняя эстетические особенности, присущие изделиям из древесины и материалов на ее основе. Синтезирован и испытан фторсодержащий пенообразователь «Барьер-плёнкообразующий», позволяющий оптимизировать затраты на противопожарную защиту при повышении ее надежности и эффективности

#### **Summary**

It were developed and tested methods of experimental determination of resistance to aging of fire protective coatings for wood, wood materials and metal, and retention time determination of fire-resistance rating of impregnating compositions for wood and strength of fire-resistant wood. Developments of fire protective coatings – paint OK-DM and bio-fire protective lacquer LDO-11 with minimal material costs increase the level of fire safety, while maintaining the aesthetic features in wood products and materials based on it. It was synthesized and tested the highly effective fluoro-containing foam agent “Film-forming barrier”, allowing to optimize the cost of fire protection at improving its reliability and efficiency

**Ключевые слова:** огнезащитное покрытие, огнебиозащитный лак, пенообразователь, пожаробезопасность;

**Keywords:** fire protective coating, bio-fire protective lacquer, foam agent, fire safety;

#### **Введение**

Одним из основных направлений интенсификации производственных и интеллектуальных усилий в области разработки и внедрения современных технологий пожаротушения является создание и совершенствование огнезащитных и огнетушащих средств, а также методов их применения.

В настоящее время наиболее распространенным строительным материалом традиционно остается древесина и изделия из нее. Правильно выполненная отделка древесины, спроектированные должным образом конструкции и разумная профилактика гарантируют хороший окончательный результат и длительный срок службы деревянных изделий.

Однако наряду с достоинствами, выгодно отличающими ее от других строительных материалов, древесина обладает и недостатками, главными из которых являются легкая воспламеняемость и горючесть.

При использовании деревянных конструкций в большинстве случаев должны приниматься меры по снижению горючести и пределов распространения огня. Это достигается применением огнезащитных пропиток или специальных покрытий.

Эффективными средствами тушения крупных пожаров горючих и легковоспламеняющихся жидкостей являются пленкообразующие пенообразователи, которые в настоящее время используются в США и странах ЕС.

## Методы определения устойчивости к старению и срока сохранения огнезащитных покрытий

Огнезащитные составы имеют широкий спектр составляющих, имеющих различную химическую природу и, существенно отличаются по свойствам. Любой компонент, обладающий комплексом определенных свойств, реагирует на действие различных внешних факторов неодинаково. Поэтому, одной из наиболее актуальных задач при оценке качества огнезащитных материалов является определение срока их гарантийной эксплуатации.

Институтом разработаны и прошли апробацию методы экспериментального определения устойчивости к старению огнезащитных покрытий по древесине, древесным материалам и металлу и определения срока сохранения огнезащитной эффективности пропиточных составов для древесины и прочности огнезащитной древесины. Данные методики вошли в основу стандарта СТБ 11.03.02-2010 «Система стандартов пожарной безопасности. Средства огнезащитные. Общие технические требования и методы испытаний».

По разработанным методам проведены исследования термовспенивающихся огнезащитных красок по древесине и древесным материалам, металлическим конструкциям с целью определения срока сохранения огнезащитной эффективности. Полученные результаты исследований позволили существенно расширить область применения огнезащитных термовспучивающихся красок, повысить качество и эстетический уровень конструктивных решений, экономичность строительства и ремонта.

## Огнезащита древесных материалов

Согласно СНБ 2.02.01. одной из основных характеристик пожарной безопасности зданий и сооружений является степень их огнестойкости. Степень огнестойкости здания определяется огнестойкостью его строительных конструкций. Показателем огнестойкости СК является предел огнестойкости, который определяется по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний: потери несущей способности; потери целостности; потери теплоизолирующей способности.

Огнезащита древесных материалов сводится к введению в древесину веществ, которые при определенной концентрации воздействуют на кинетику пиролиза древесных материалов, уменьшая при этом образование горючих летучих продуктов, ингибируют газофазные реакции пламени и исключают горение без источника пламени. Сохранение длительного огнезащитного эффекта возможно в том случае, когда вводимые в структуру материала замедлители горения - антипирены, вступают в реакцию с компонентами древесного комплекса.

С помощью огнезащиты решаются две задачи. Во-первых, повышается устойчивость здания при пожаре за счет повышения предела огнестойкости строительных конструкций, и во-вторых, предотвращается развитие и распространение пожара в зданиях и сооружениях за счет снижения горючести материалов и способности материалов к воспламенению и распространению пламени по их поверхности. В конечном итоге снижается вероятность гибели людей и минимизируются материальные потери от пожаров.

На основании данных исследований работниками института разработана огнезащитная краска ОК-ДМ с достаточными защитно-декоративными свойствами для отделки изделий корпусной мебели и облицовки стен. Краской можно обрабатывать не только древесину и материалы на ее основе, но и многие виды полимерных материалов. Большое значение имеет тот факт, что можно произвести дополнительную обработку не снижая существенно защитно-декоративные и эстетические показатели.

Огнезащитные составы по механизму действия, толщине и функциональному назначению подразделяются на следующие типы:

- огнезащитные обмазки толщиной 10-70 мм (для декоративных целей не используются);
- огнезащитные краски толщиной 1-10 мм (они могут выполнять декоративные цели, скрывая при этом цвет текстуру древесины);
- декоративные покрытия, образующие защитную пленку до 1 мм (сохраняют цвет и текстуру древесины);
- вспучивающиеся покрытия;
- комбинированные покрытия.

Институтом совместно с РУП «Институт БелНИИ-ИС»-Научно-технический центр в рамках выполнения задания ГНТП «Защита от чрезвычайных ситуаций» взамен огнезащитных составов ЛПД-83 и ЛДО-6А, разработан вспучивающийся огнезащитный лак ЛДО-11 (ТУ ВУ 101114857.063-2008) с достаточными защитно-декоративными свойствами для облицовки стен и других элементов оформления интерьеров. С целью увеличения адгезии к подложке защищаемого материала, долговечности и огнезащитных свойств, синтезированный лак изготавливается с применением вторичных диамидинов. В результате химической реакции получаемая линейная полиметилолированная гуанилмочевина, в отличие от подобных, широко применяемых антипиренов («Латик», «Протерм Вуд», «Феникс ДП») при высыхании образует прочную пленку, обладающую хорошими эксплуатационными свойствами.

Лаком можно обрабатывать не только древесину и материалы на ее основе, но и многие виды полимерных материалов. Данное свойство имеет большое значение потому, что после введения ограничений

на показатели пожарной опасности облицовочных материалов стен путей эвакуации и ряда помещений общественного назначения собственник здания, где использовались для этих целей уже отделанные древесина и материалы на ее основе может не менять прежнюю облицовку, а произвести дополнительную обработку не снижая существенно защитно-декоративные и эстетические показатели.

Лак сохраняет свою огнезащитную эффективность не менее 10 лет службы при использовании в местах не испытывающих воздействия климатических факторов и химически агрессивных сред. При воздействии климатических факторов и химически агрессивных сред огнезащищенные материалы и конструкции сохраняют свойства не менее двух лет.

Применение разработанного огнебиозащитного лака ЛДО-11 при отделке изделий древесины и материалов на ее основе позволит при минимальных материальных затратах повысить уровень пожаробезопасности, сохраняя эстетические особенности, присущие изделиям из древесины и материалов на ее основе.



Рис. 1. Лак огнезащитный ЛДО-11 до и после испытаний по ГОСТ 30244

### Фторсодержащий пленкообразующий пенообразователь

1. Фторуглеродный компонент пленкообразующего пенообразователя снижает поверхностное натяжение его водного раствора до величины, меньшей, чем у нефтепродуктов. [1, 2] Вследствие этого пленка раствора, выделяющегося из пены, растекается по поверхности топлива и резко сокращает скорость его испарения. Кроме того, фторуглеродный компонент пенообразователя придает пене

инертность к углеводородным жидкостям, что существенно снижает возможность загрязнения пены горючей жидкостью и позволяет подавать низкократную пену в очаг пожара навесной струей или в нижнюю часть резервуара под слой нефтепродукта. При использовании фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей появляется возможность значительно снизить как экономические, так и экологические последствия пожаров и аварий с утечками нефти и нефтепродуктов.

Учитывая мировую тенденцию к расширению использования пленкообразующих пенообразователей для тушения крупных пожаров ЛВЖ и ГЖ, НИИ ПБиЧС разработан и освоен в производстве высокоэффективный фторсодержащий пенообразователь «Барьер-пленкообразующий». По своим свойствам он не уступает, а по стоимости в 1,5-2 раза дешевле зарубежных аналогов.

Основные достоинства фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей следующие.

1. Для тушения горючих жидкостей пенообразователь целесообразно применять в виде пены низкой кратности, при этом огнетушащая эффективность пены остается высокой, в отличие от пенообразователей общего назначения. Дальность подачи пены низкой кратности с помощью ручных и лафетных стволов составляет 20-60 метров, что позволяет более эффективно тушить пожары и снизить риск для людей. Допускается применять пенообразователь в виде пены низкой кратности в системах автоматического пожаротушения с использованием спринклерных или дренчерных пенных оросителей.
2. Пенообразователь может применяться для тушения пожаров в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами методом подачи пены низкой кратности под слой горючего с помощью высоконапорных генераторов пены и методом подачи пены низкой кратности на поверхность горючей жидкости с помощью водо-пенных комбинированных лафетных стволов и мониторов.
3. Благодаря специальным добавкам, срок хранения пенообразователя в 3 раза выше, чем у пенообразователей общего назначения и составляет более 10 лет.
4. Стоимость фторсодержащих пенообразователей целевого назначения примерно в пять раз выше, чем пенообразователей общего назначения. Однако вследствие более высокой огнетушащей эффективности фторсодержащего пенообразователя для тушения пожара его требуется значительно меньше, чем углеводородного пенообразователя. Таким образом, реальная стоимость фторсодержащего пенообразователя, необходимого для тушения пожара, сопоставима или меньше стоимости углеводородного.



НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси были проведены испытания отечественного фторсодержащего пенообразователя «Барьер-плёнообразующий» при тушении пожаров в резервуарах методом подслоного тушения [3]. На тушение резервуара объемом 2000 куб. м. в затрачивались около 120-150 секунд и менее 240 литров пенообразователя. Расходы на пенообразователь на одно тушение составили менее 800 долларов США. Результаты испытаний свидетельствуют, что положительный результат тушения достигнут преимущественно за счет высокой пленкообразующей способности пенообразователя «Барьер-пленкообразующий».

Это наглядная иллюстрация возможностей пленкообразующего фторсинтетического пенообразователя и экономической эффективности его применения, несмотря на то, что стоимость нового состава по сравнению с традиционными пенообразователями выше.

Таким образом, применение фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей позволяет оптимизировать затраты на противопожарную защиту при безусловном повышении ее надежности и эффективности.

В отличие от практически всех зарубежных пенообразователей, «Барьер-пленкообразующий» обеспечивает получение пены средней кратности на эжекционных стволах типа ГПС, использующихся органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

## Выводы

Данные разработки широко применяются при предупреждении ликвидации чрезвычайных ситуаций в области инженерной защиты и пожарной безопасности.

## Литература

1. Хрулев В.М., Рыков Р.И., Итыгилов А.А. *Применение полимеров для защиты древесины от возгорания* - Улан-Удэ: Бурятское кн.изд. 1977.
2. Современные пенообразующие составы, свойства, области применения и методы испытания. – М. : НИИТЭХИМ, 1984. – 45 с.
3. Шароварников, А.Ф. *Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение* / А.Ф. Шароварников, С.А. Шароварников. – М.: Пожнаука, 2005. – 335 с.
4. Навроцкий, О.Д. *Разработка пленкообразующего пенообразователя для тушения пожаров* / О.Д. Навроцкий, С.Г. Котов, Д.С. Котов // *Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация*. – 2006. – № 18. – С. 84–95.

**Recenzenci**

**dr inż. Stefan Wilczkowski**

**dr inż. Jacek Roguski**

dr inż. Stanisław KOZIOL

dr inż. Andrzej ZBROWSKI

andrzej.zbrowski@itee.radom.pl

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy

## METODA POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA BUDYNKÓW POPRAZ ZASTOSOWANIE ODZYSKU CIEPŁA W UKŁADACH WENTYLACJI POŻAROWEJ

**The method for increasing the safety of the buildings by application  
of heat recuperation in the fire fighting ventilation systems**

### Streszczenie

W budynkach wysokich i wysokościowych pionowe klatki schodowe stanowią jedyną drogę ewakuacyjną w przypadku wystąpienia pożaru. W celu zapewnienia bezpiecznej ewakuacji z wyższych kondygnacji budynku stosowane są układy wentylacji pożarowej utrzymującej w drogach ewakuacyjnych odpowiednią atmosferę. W wyniku różnicy temperatur nawiewanego powietrza i konstrukcji klatki schodowej powstaje różnica ciśnienia powietrza pomiędzy górnymi, a dolnymi kondygnacjami tzw. ciąg kominowy utrudniający bezpieczną ewakuację w wyniku niekorzystnej migracji gazów pożarowych lub blokowania możliwości otwarcia drzwi wewnętrznych. Likwidacja ciągu kominowego wymaga stosowania kosztownych instalacji zdolnych do przetłaczania przez klatkę schodową dużych mas powietrza. W artykule wykazano związek między wysokością budynku i parametrami atmosferycznymi wewnętrznymi i zewnętrznymi, a wartością różnicy ciśnienia w klatce schodowej oraz jej wpływ na bezpieczeństwo akcji ratowniczej.

Przedstawiono sposób zmniejszenia ciągu kominowego przez zastosowanie odzysku ciepła w układzie wentylacji pożarowej. Założeniem zaproponowanej metody jest dążenie do wyrównania temperatur powietrza nawiewanego z zewnątrz i konstrukcji klatki schodowej, co w konsekwencji prowadzi do minimalizacji powstającej w takich warunkach różnicy ciśnień gdyż likwiduje przyczynę jej powstawania.

Przedstawiono koncepcję wykorzystania odrębnej instalacji wentylacji mechanicznej, części instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej wyposażonych w układ odzysku ciepła o odpowiedniej wydajności do zniwelowania ciągu kominowego. Przedstawiono przykłady obliczeniowe wykazujące możliwość wyrównania ciśnień w klatce schodowej budynku o wysokości 120 m poprzez podgrzanie powietrza wprowadzanego do klatki schodowej przy pomocy powietrza usuwanego (rekuperacji) w wymiennikach o różnej sprawności. Wyprecyzowano najważniejsze wymagania dotyczące układu odzysku ciepła, które musi on spełniać, by mógł być zastosowany w tego rodzaju rozwiązaniu. Wykazano za pomocą obliczeń, że metoda ta pozwala na zachowanie wymaganych przepisami bezpieczeństwa parametrów atmosfery pozwalających na bezpieczną ewakuację w warunkach pożaru.

### Summary

In tall buildings and skyscrapers the vertical staircases are the only evacuation way in case of the fire. To ensure safe evacuation from the higher floors of the building the special ventilation systems are used for maintaining of the proper atmosphere in the evacuation tract. As a result of the difference in temperatures between the fresh air and the staircase construction the difference between the pressures at the bottom and the top of the building occurs which causes so called chimney effect, which hinders safe evacuation by the strong draught of fire-produced gases and causing difficulties in opening the inner doors. The removal of the chimney effect requires the use of expensive plants for pushing the large amounts of air mass through the staircase. The article shows the relation between the height of the building and the parameters of the atmosphere indoors and outdoors and the value of the pressure in the staircase and its influence on the safety of the rescue mission.

Also the method for decreasing of the chimney effect by use of the heat recuperation in the fire ventilation system is presented. The assumption for the proposed method is the aiming at the equalisation of temperatures of the fresh air and the construction of the staircase, which leads to the minimalisation of created difference in pressures, as it removes the cause of its generation.

The concept of application of the separate system for mechanical ventilation, part of the ventilation or air-conditioning system equipped with the recuperation system of proper power to eliminate the chimney effect. The calculation exam-

ples are presented for the possibility of equalisation of the pressures in the staircase of the 120m tall building by heating the air introduced into the staircase by means of the air removed from the staircase in the heat exchangers of different efficiency. The most important requirements were specified for the heat recuperation system to make it sufficient to be applied in such a solution. It was shown by calculation, that the method allows keeping the law-enforced requirements for the parameters of the atmosphere that allows safe evacuation during the fire.

**Słowa kluczowe:** wentylacja pożarowa, ciąg kominowy, budynki wysokie, odzysk ciepła;

**Key words:** fire-fighting ventilation system, chimney effect, tall buildings, heat recuperation;

## Wprowadzenie

Pożar jako zagrożenie bezpieczeństwa osób lub mienia musi być brany pod uwagę w przypadku każdego istniejącego oraz nowo projektowanego budynku. Zagrożenia te są szczególnie istotne w budynkach wysokich i wysokościowych, w których z założenia jedyną drogą ewakuacji, dla osób przebywających na górnych kondygnacjach, jest klatka schodowa. Jest to także jedyna droga dostępu dla ekip ratowniczych straży pożarnej. Z tego powodu w takich budynkach klatki schodowe, zgodnie z prawem budowlanym [1] czy też warunkami technicznymi [2], powinny spełniać określone wymagania. Również z tego powodu stosowane obecnie systemy wentylacji pożarowej przeznaczone dla budynków wysokich i wysokościowych mają za zadanie, jako jeden z podstawowych warunków, zapewnić bezpieczną drogę ewakuacji wszystkich osób znajdujących się w budynku oraz prawidłową drogę dostępu dla jednostek straży pożarnej.

Kluczowym elementem w tego typu rozwiązaniach jest odpowiedni układ gwarantujący prawidłową pracę systemu wentylacji pożarowej w trakcie akcji ratowniczej. Jednym z istotnych aspektów funkcjonowania takich systemów (system nadciśnieniowy) jest m.in. zapewnienie takiego rozkładu ciśnienia w klatce schodowej, który umożliwi bezproblemowe otwarcie drzwi ewakuacyjnych na każdej z kondygnacji przy równoczesnym uniemożliwieniu przedostania się gazów pożarowych z palącej się kondygnacji do przestrzeni klatki schodowej stanowiącej drogę ewakuacyjną. Różnica ciśnień pomiędzy korytarzem na danej kondygnacji, a klatką schodową powinna być utrzymywana na poziomie 50 Pa [3]. Wymaganie to powoduje wiele problemów, szczególnie w okresie zimowym podczas bardzo mroźnych dni oraz letnim podczas upałów. W przestrzeni klatki schodowej (szczególnie zlokalizowanej wewnątrz budynku) panuje względnie stabilna temperatura wynikająca z bilansu cieplnego budynku i znikomego wpływu warunków panujących na zewnątrz. Przykładowo w okresie zimowym wynosić ona może 20°C. W tej sytuacji nawiew zimnego powietrza zewnętrznego w celu napowietrzenia klatki schodowej spowoduje zjawisko ciągu kominowego. Dzieje się tak na skutek ogrzania strumienia zimnego powietrza od przegród budowlanych, w których zakumulowana jest duża ilość energii. Spełnienie powyższych zaleceń (zapewnienie równomiernego rozkładu ciśnień na całej wysokości klatki schodowej) wymaga

zmniejszenia lub zniwelowania oddziaływania wpływu konwekcji swobodnej w klatce schodowej.

Najnowszymi rozwiązaniami, które pojawiły się w ostatnich kilku latach na rynku [4, 5] i jednocześnie jednymi z najskuteczniejszych są systemy bazujące na rozwiązaniach zapewniających wytworzenie odpowiedniego dodatkowego przeciwcisnienia. Sumowanie się tych rozkładów ciśnień pozwala w znacznym stopniu zapobiec negatywnym skutkom efektu kominowego (konwekcji swobodnej) podczas akcji ewakuacyjnej. Systemy te wymagają jednak przetłaczania względnie dużych strumieni powietrza przez przestrzeń klatki schodowej oraz stosowania kosztownych rozwiązań technicznych. Wymusza to znaczne nakłady inwestycyjne wynikające z konieczności budowy niezależnego systemu wentylacji o dużych wydajnościach i sprężach dyspozycyjnych [6].

Oczywiste wydają się koncepcje systemów wentylacji przeciwpożarowej pozwalające zoptymalizować działanie oraz koszty tego typu instalacji poprzez zniwelowanie oddziaływania wpływu konwekcji swobodnej na funkcjonowanie instalacji oddymiających. Założeniem nie jest tutaj wytwarzanie przeciwcisnienia, lecz dążenie do wyrównania temperatur powietrza nawiewanego z zewnątrz i konstrukcji klatki schodowej, co w konsekwencji prowadzi do minimalizacji powstającej w takich warunkach różnicy ciśnień gdyż likwiduje przyczynę jej powstawania. Wynika to z założenia, iż podgrzewając powietrze w zimie oraz ochładzając w lecie dąży się do wyrównania temperatur i co za tym idzie minimalizacji zjawiska konwekcji swobodnej i wynikającej z niej różnicy ciśnień zwanej ciągiem kominowym. Stosowanie specjalnych wymienników ciepła przeznaczonych do zmiany temperatury powietrza przeznaczonego do napowietrzania klatek schodowych byłoby jednak bardzo trudne do praktycznej realizacji. Wynika to z relatywnie dużej mocy tych wymienników ciepła w porównaniu z istniejącą w danym budynku instalacją klimatyzacji czy wentylacji oraz konieczności zapewnienia medium grzewczego lub instalacji chłodniczej. W przypadku okresu zimowego należałoby zainstalować nagrzewnicę elektryczną o dużej mocy, zamówić tę moc i ponieść związane z tym koszty podczas gdy w przypadku normalnej eksploatacji budynku (nie zdarza się pożar) moc ta nigdy nie zostałaby wykorzystana. Zastosowanie alternatywnie nagrzewnicy gazowej byłoby niedopuszczalne w przypadku pożaru, a kotłownia gazowa połączona z nagrzewnicą wodną potrzebowałaby czasu na osiągnięcie

parametrów pracy (akumulacja energii) co uniemożliwiłoby reakcję systemu w wymaganym czasie.

Powietrze napływające do przestrzeni klatki schodowej podczas ewakuacji budynku jest z niej następnie wyprowadzane. Z założenia nie powinno ono zawierać żadnych gazów pożarowych. Można więc wykorzystać je do podgrzania powietrza wprowadzanego do klatki schodowej. Efekt ten można uzyskać dzięki wykorzystaniu spełniającego odpowiednie wymagania systemu odzysku ciepła. Kluczowym parametrem będzie tutaj sprawność procesu wymiany ciepła. Instalacja taka poprzez niwelowanie ujemnego wpływu konwekcji swobodnej i minimalizowanie szkodliwego wpływu efektu kominowego, byłaby w stanie zapewnić prawidłową pracę instalacji napowietrzania dróg ewakuacyjnych podczas pożaru.

### **Wpływ ciągu kominowego w pionowej drodze ewakuacyjnej na bezpieczeństwo pożarowe budynku**

Podstawowymi czynnikami stwarzającymi zagrożenie dla ludzi przebywających w budynku w trakcie pożaru są:

- dym - poprzez ograniczenie widoczności,
- niedostateczna ilość tlenu,
- toksyczne produkty spalania,
- wysoka temperatura gazów i powierzchni,
- bezpośrednie oddziaływanie płomieni.

Dla osób znajdujących się w budynku największe zagrożenie dla ich zdrowia i życia stanowi dym [7]. Ogranicza on widoczność, powoduje, że ludzie tracą orientację i w konsekwencji nie są w stanie odnaleźć drogi ewakuacji. W budynkach znaczna ilość wyposażenia składa się z łatwopalnych tworzyw sztucznych, podczas spalania tego typu substancji wydzielane są toksyczne związki, które nawet w niewielkich ilościach stanowią zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. Należy podkreślić, że szczególnie ważny z punktu widzenia bezpieczeństwa jest czas ucieczki i ewakuacja osób z objętego pożarem budynku. W przypadkach gdy osoby znajdujące się wewnątrz nie są w stanie w sposób prawidłowy i możliwie szybki wydostać się z budynku, narażone są na oddziaływanie wszystkich czynników stanowiących zagrożenie dla życia.

W trakcie pożaru dym rozprzestrzenia się w sposób wynikający z praw fizyki, które stanowią główną siłę napędową przemieszczania się dymu wewnątrz budynku. Norma PN-EN 12101-6 [3] wymienia następujące czynniki powodujące przemieszczanie się dymu podczas pożaru:

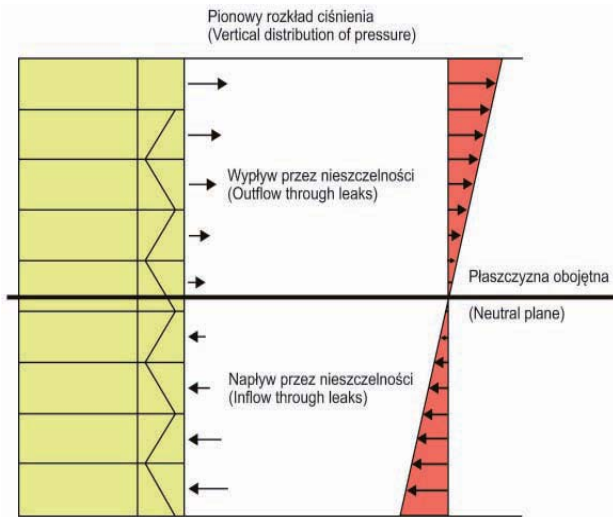
- siła wyporu działająca na gazy na kondygnacji objętej pożarem - ze względu na zmniejszoną gęstość dym powstający w strefie objętej pożarem podlega siłom wyporu, co prowadzi do przemieszczania do góry przez nieszczelności w pionowych przegrodach oraz otwory stanowiące elementy konstrukcyjne budynku,

- rozszerzalność cieplna gorących gazów w strefie objętej pożarem wywołana wzrostem temperatury w wyniku powstania pożaru powoduje wzrost ciśnienia, któremu towarzyszy wypływ gorących gazów z pomieszczenia,
- siła naporu wiatru - wiatr wiejący w stronę danej ściany budynku jest przez nią spowalniany, w konsekwencji wzrasta ciśnienie po stronie nawietrznej i spadek ciśnienia po stronie zawietrznej wywołując poziomy ruch powietrza i dymu przez budynek ze strony nawietrznej do zawietrznej,
- efekt kominowy - różnica ciśnień oraz związany z nią ruch gazu wynikające ze zmian jego gęstości, które powstają na skutek różnicy temperatur; jest to zjawisko fizyczne dzięki któremu powstaje naturalny przepływ cieplejszego powietrza z dołu do góry w klatkach schodowych budynków, szybach wentylacyjnych, szybach wind itp.,
- instalacje wentylacji, klimatyzacji i ogrzewanie budynku mają istotny wpływ na rozwój pożaru - mogą przykładowo dostarczać powietrze do strefy objętej pożarem, wspomagając spalanie lub przemieszczać dym do sąsiednich stref; podczas pożaru są zwykle wyłączane, jednak mogą być tak zaprojektowane aby ograniczały rozprzestrzenianie się dymu bądź były używane w połączeniu z ciśnieniowym systemem wentylacji pożarowej.

W celu zapobiegania zagrożeniu jakie niesie ze sobą pojawienie się dymu, stosuje się różnego typu rozwiązania wentylacji pożarowej wyznaczając w budynkach strefy chronione. Służą one kontroli rozprzestrzeniania dymu poprzez takie ukierunkowanie ruchu gazów pożarowych w budynku, aby zapewnić odpowiednie bezpieczeństwo. Są to przede wszystkim korytarze ewakuacyjne, przedsionki przeciwpożarowe, szyby windowe oraz obudowane i oddzielone drzwiami klatki schodowe (jako obszary wolne od dymu i ognia). Strefy te stanowią drogę bezpiecznej ewakuacji osób znajdujących się w budynku.

W budynkach wysokich i wysokościowych szczególnie niekorzystny wpływ na bezpieczeństwo pożarowe ma ciąg kominowy. W klatkach schodowych budynków przepływ gazów odbywa się m.in. dzięki nieszczelnościom, otwartym oknom oraz drzwiom. W klimacie polskim jest to szczególnie odczuwalne w okresie zimowym. Powietrze o temperaturze znacznie niższej od temperatury przegród klatki schodowej wpływa do jej wnętrza na niskich kondygnacjach, ogrzewa się przez co zmniejsza swoją gęstość i przepływa w górną część przestrzeni klatki schodowej, gdzie powstaje strefa podwyższonego ciśnienia, natomiast w dolnej części ciśnienie maleje. Ciąg termiczny powoduje pionowy rozkład ciśnienia (Rys. 1).





**Rys.1.** Ciąg kominowy -schemat rozkładu ciśnienia  
**Fig.1.** The chimney effect – the diagram of the distribution of the pressure

W okresach letnich, gdy powietrze zewnętrzne jest o wyższej temperaturze niż wewnątrz budynków następuje efekt odwrrotny - ciepłe powietrze napływające do przestrzeni klatki schodowej ochładza się zwiększając swoją gęstość i w konsekwencji opada w dół na skutek działania siły grawitacji. W górnej części klatki schodowej budynku z tego powodu pojawia się ciśnienie niższe od ciśnienia na zewnątrz, co powoduje przepływ powietrza skierowany w dół. W obu przypadkach w okolicach środka wysokości słupa powietrza powstaje obszar neutralnego ciśnienia. Jest to obszar gdzie ciśnienie powietrza zewnętrznego i wewnętrznego są sobie równe. Wartość ciśnienia ciągu kominowego można oszacować następującą uproszczoną zależnością:

$$\Delta p_0 = (\rho_p - \rho_g) \cdot h \cdot g \text{ [Pa]}$$

gdzie:

$\rho_p$  - gęstość powietrza zewnętrznego przy temperaturze  $T_p$  [°C] i ciśnieniu  $b$  [hPa],

$\rho_g$  - średnia gęstość powietrza wewnętrznego przy temperaturze  $T_{gs}$  [°C] i ciśnieniu  $b$  [hPa],

$h$  - wysokość klatki [m],

$g$  - przyspieszenie ziemskie = 9,81 [m/s<sup>2</sup>].

Wartości  $\rho_g$  i  $\rho_p$  można obliczyć korzystając z równania stanu:

$$\rho_p = \frac{p_a}{R \cdot T_p} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right], \quad \rho_g = \frac{p_a}{R \cdot T_g} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

gdzie:

$T_p$  – średnia temperatura powietrza zewnętrznego [K]

$T_g$  – średnia temperatura powietrza wewnętrznego [K]

$p_a$  – ciśnienie barometryczne [hPa].

$R$  – Indywidualna stała gazowa powietrza 287.05 [J/kgK]

Badania laboratoryjne, poligonowe oraz testy numeryczne wykazują, że w rzeczywistych warunkach ciąg kominowy jest nieco mniejszy od wartości wyliczonej z powyższej zależności. W pracy [8] wprowadzono współczynnik korekcyjny zmniejszający tę wartość. Niestety określenie wartości uniwersalnych tego współczynnika wymaga przeprowadzenia symulacji lub badań dla wielu budynków. Zmodyfikowana zależność przyjmuje postać:

$$\Delta p_i = C \cdot \Delta H \cdot \psi \text{ [Pa]}$$

gdzie:

$C$  - stała ciągu wyrażana jako  $C = (\rho_p - \rho_g) \cdot g \left[ \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \right]$ ,

$\Delta H$  - wysokość danej kondygnacji poniżej węzła, dla którego wyliczane jest ciśnienie [m],

$\psi$  - współczynnik korekcyjny ciągu.

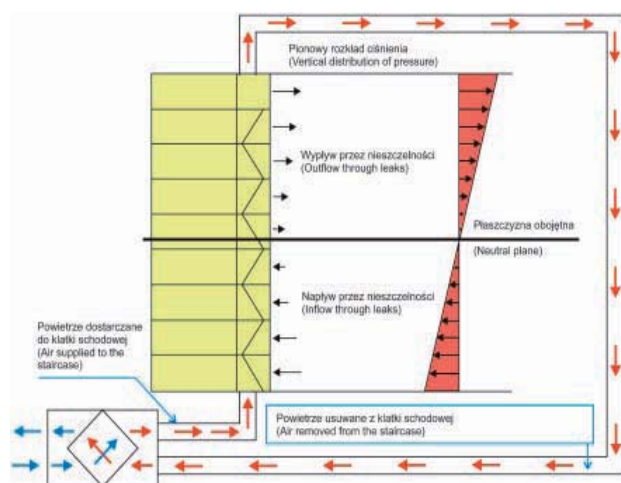
Efekt kominowy stanowi bardzo niekorzystne zjawisko, w kontekście wentylacji pożarowej. Jest to szczególnie niebezpieczne w przypadku klatek schodowych budynków wysokich i wysokościowych gdzie prowadzi do poważnych utrudnień w działaniu systemów zabezpieczających klatki schodowe przed zadymieniem, a w konsekwencji bezpiecznego prowadzenia akcji ewakuacyjnej. Systemy wentylacji pożarowej zwykle wtłaczają do klatek schodowych duże ilości powietrza w celu zapewnienia nadciśnienia w przestrzeni klatki w stosunku do korytarzy ewakuacyjnych. Powietrze zewnętrzne o temperaturze znacznie niższej od temperatur panujących wewnątrz klatki schodowej wywołuje silny efekt ciągu kominowego, który wytwarza duży gradient ciśnienia wewnątrz klatki schodowej budynku. Powstała różnica ciśnień może być tak duża, że na wielu skrajnych kondygnacjach znacznie są przekroczone, określone w normach i wytycznych, wartości siły koniecznej do otwarcia drzwi na drodze ewakuacyjnej oraz nie są utrzymane minimalne wartości ciśnienia koniecznego do zapobiegania przedostawania się dymu na klatkę schodową. Z tego też powodu szczególnie niebezpieczne jest pojawienie się efektu podciśnienia, ponieważ skutkować to może zasysaniem dymu do wnętrza klatki schodowej stanowiącej kluczowy element drogi ewakuacyjnej w budynkach wysokich i wysokościowych.

W przypadku klatek schodowych wewnątrz budynku, do których wpływa i wypływa tylko powietrze wewnętrzne z przestrzeni użytkowej budynku zjawisko ciągu kominowego może nie występować. Efekt kominowy będzie pojawić się dopiero w momencie napowietrzania klatki schodowej przez wentylację pożarową - w momencie gdy bardzo duże ilości powietrza zewnętrznego zaczną wymieniać ciepło (ogrzewać się lub ochładzać) wewnątrz klatki schodowej. Jest to podstawowy problemem przy nadciśnieniowym zabezpieczaniu pionowych stref ewakuacyjnych. Wielkość efektu kominowego zależy przede wszystkim od wysokości obiektu oraz od różnicy temperatur, które bezpośrednio wpływają na gęstość powietrza.

## Sposób zmniejszenia ciągu kominowego przez zastosowanie odzysku ciepła w układzie wentylacji pożarowej

Koncepcja wykorzystania odrębnej instalacji wentylacji mechanicznej, części instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej wyposażonych w układ odzysku ciepła o odpowiednio wysokiej sprawności, dawałaby możliwość zniwelowania efektu kominowego, który jest szczególnie niebezpieczny w przypadku klatek schodowych stanowiących często jedyną drogę ewakuacji w przypadku pożaru z budynków wysokich i wysokościowych. W przypadku doboru odpowiednich systemów odzysku ciepła, wykorzystywanych również w systemach wentylacji bytowej, do minimalizacji różnic temperatur powietrza nawiewanego przez wentylację pożarową - szczególnie zaś systemy zapobiegania przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji, pozwoliłyby na podniesienie bezpieczeństwa i jakości systemów wentylacji pożarowej często przy równoczesnym obniżeniu całłościowych kosztów układów przeciwpożarowych.

Należy podkreślić, że prawidłowe zastosowanie odpowiedniego układu odzysku ciepła minimalizowałoby powstawanie ciągów termicznych występujących w pionowych drogach ewakuacji, dzięki czemu zapewnione zostałyby dobre warunki każdemu ze stosowanych systemów napowietrzania jedno lub wielopunktowego [9], systemów przeciwciaгу i wszelkim innym rozwiązaniom, ponieważ założeniem jest doprowadzenie różnicy temperatur do wartości mającej pomijalny wpływ na zjawisko ciągu kominowego.



**Rys. 2.** Schemat ideowy koncepcji systemu wentylacji pożarowej napowietrzającego klatki schodowe budynków wysokich i wysokościowych z wykorzystaniem podgrzania powietrza nawiewanego wymiennikiem do odzysku ciepła.

**Fig. 2.** The diagram of the concept of the fire-fighting ventilation system for the staircases of the tall buildings and skyscrapers with use of heated air introduced by the heat recuperation

Ideowo koncepcję systemu wentylacji pożarowej napowietrzającego klatki schodowe budynków wysokich i wysokościowych przedstawiono na rysunku nr 2.

Poniżej przedstawiono przykład obliczeniowy, który wykazuje możliwość wyrównania ciśnień w klatce schodowej budynku o wysokości 120 m poprzez podgrzanie powietrza wprowadzanego do przestrzeni klatki schodowej przy pomocy powietrza usuwanego (rekuperacji) w wymiennikach o różnej sprawności. Posłużono się wzorami opisanymi wyżej oraz następującą zależnością na sprawność temperaturową rekuperatora zakładającą równość strumieni powietrza w wymienniku:

$$\eta = \frac{T_R - T_Z}{T_P - T_Z}$$

gdzie:

$T_P$  – temperatura powietrza wewnętrznego [°C],

$T_Z$  – temperatura powietrza zewnętrznego [°C],

$T_R$  – temperatura powietrza po rekuperatorze [°C],

$\eta$  – sprawność rekuperatora.

Obliczenia wykonano dla skrajnie niekorzystnych warunków zimowych kiedy temperatura wewnątrz budynku wynosi  $T_P = 20^\circ\text{C}$ , temperatura powietrza zewnętrznego  $T_Z = -20^\circ\text{C}$ , a sprawność rekuperatora  $\eta$  = odpowiednio 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 lub 0,9, współczynnik korekcyjny ciągu przyjęto  $\psi = 0,9$ . Wyniki obliczeń dla takich założeń przedstawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1.

**Porównanie pracy systemu napowietrzania dróg ewakuacyjnych wyposażonego w rekuperatory różnej sprawności**

Table 1.

**Comparison of the ventilation system for the evacuation tracts equipped with the recuperators of different efficiency**

| $\eta$ | $T_R$ [°C] | $\rho_g$ [kg/m <sup>3</sup> ] | $\rho_p$ [kg/m <sup>3</sup> ] | $\Delta p$ [Pa] | $P_{d_g}$ [Pa] | $P_{d_d}$ [Pa] |
|--------|------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| 0      | -20        | 1.20                          | 1.39                          | 201,53          | 150,76         | -50,76         |
| 0,4    | -4         | 1.20                          | 1,31                          | 113,73          | 106,86         | -6,86          |
| 0,5    | 0          | 1.20                          | 1,29                          | 93,39           | 96,69          | 3,31           |
| 0,6    | 4          | 1.20                          | 1,27                          | 73,63           | 86,82          | 13,18          |
| 0,7    | 8          | 1.20                          | 1,26                          | 54,44           | 77,22          | 22,78          |
| 0,8    | 12         | 1.20                          | 1,24                          | 35,78           | 67,89          | 32,11          |
| 0,9    | 16         | 1.20                          | 1,22                          | 17,64           | 58,82          | 41,18          |

gdzie:

$\eta$  – sprawność rekuperatora,

$T_R$  – temperatura powietrza po rekuperatorze [°C],

$\rho_g$  – gęstość powietrza w temperaturze  $T_P$  [K] przy ciśnieniu 1013 [hPa],

$\rho_p$  – gęstość powietrza w temperaturze  $T_R$  [K] przy ciśnieniu 1013 [hPa],

$P_{d_g}$  – ciśnienie mierzone na drzwiach na górnych kondygnacjach [Pa],

$P_{d_d}$  – ciśnienie mierzone na drzwiach na dolnych kondygnacjach [Pa].

W obliczeniach założono, że celem instalacji jest utrzymanie ciśnienia w przestrzeni klatki schodowej na poziomie 50Pa. Przy założeniu liniowego rozkładu ciśnienia w klatce schodowej wartość ta będzie zachowana na poziomie płaszczyzny obojętnej (Rys.1 oraz 2). Przyjmuje się, że dla zapewnienia skuteczności systemu napowietrzania klatek schodowych najniższa różnica ciśnień zmierzona pomiędzy korytarzem ewakuacyjnym i przestrzenią klatki schodowej wynosi odpowiednio 12.5 Pa wg NFPA 92A – amerykański standard dotyczący ochrony przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych, 20Pa wg instrukcji ITB 378/2002 lub 30Pa wg znowelizowanej normy PN-EN 12101 – 6. Najwyższe ciśnienie w klatce schodowej względem korytarza nie może zaś przekroczyć w zależności od przyjętego standardu wartości odpowiadającej wartości siły potrzebnej do otwarcia drzwi 133 N wg NFPA 92A, 80 Pa wg Instrukcja ITB 378/2002, 100 N wg znowelizowanej normy PN-EN 12101 – 6. Należy więc przyjąć jako skrajnie niekorzystne wartości:

- najniższe dopuszczalne ciśnienie 30 Pa,
- najwyższe dopuszczalne ciśnienie 80 Pa.

Z wyników obliczeń zamieszczonych w tabeli wynika, że w odniesieniu do przepisów NFPA 92A oraz Instrukcji ITB 378/2002 wymagane warunki rozkładu ciśnień powietrza w klatce schodowej zostaną zachowane już przy sprawności rekuperatora na poziomie 70%, zaś w odniesieniu do PN-EN 12101 wymagana sprawność odzysku ciepła wynosi 80%. Należy przy tym uwzględnić fakt, że zakładamy tutaj dowolny system nawiewu powietrza. Przy zastosowaniu specjalnych systemów nawiewu jak np. system przeciwciągu (system SAFETY WAY firmy SMAY [6]) wartości te mogą okazać się znacznie niższe. Poza tym przy tego typu kierunkowych nawiewach powietrza znacznie spadnie wydajność instalacji wentylacji pożarowej co może przyczynić się do bardzo dużych oszczędności inwestycyjnych związanych z zakupem takiej instalacji do budynku.

Aby jednak system odzysku ciepła mógł zostać zastosowany we współpracy z wentylacją pożarową musiałby spełnić odpowiednie wymagania. Wymagania te to przede wszystkim:

- potwierdzona badaniami odpowiednia efektywność odzysku ciepła dająca gwarancje minimalizowania do możliwego do zaakceptowania poziomu efektu kominowego w określonych warunkach temperaturowych,
- efektywna praca systemu w przypadku wysokich wilgotności powietrza wywiewanego oraz niskich temperatur powietrza zewnętrznego (problem obładzenia w przypadku niektórych wymienników przeponowych),
- efektywność odzysku chłodu w przypadku wyższych temperatur powietrza zewnętrznego w okresach letnich,

- odpowiednia szczelność,
- odporność temperaturowa w przypadku pojawienia się gorących gazów w powietrzu wywiewanym.

## Podsumowanie

Systemy odzysku ciepła stosowane w instalacjach wentylacji mechanicznej wpływają bezpośrednio na energochłonność instalacji, a co za tym idzie koszty użytkowania budynku. Poza aspektami związanymi ze zużyciem energii efektywność tych urządzeń nie wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo osób przebywających w budynku. W przypadku jednak zastosowania rekuperatora jako elementu instalacji oddymiającej jego efektywność staje się parametrem kluczowym gdyż zależy od niej bezpośrednio bezpieczeństwo osób ewakuowanych z budynku podczas pożaru. Dlatego wymienniki ciepła (rekuperatory) zastosowane w tego typu instalacjach muszą być dobierane z zachowaniem szczególnej dbałości o uzyskanie wymaganych parametrów pracy. Mając na uwadze korzyści jakie może przynieść wykorzystanie opisanej metody poprawy bezpieczeństwa pożarowego budynków, opierając się o dostępne zalecenia normatywne, wytyczne i procedury badawcze w zakresie wymagań jakie powinny spełniać rekuperatory w systemach wentylacyjnych, powinny zostać podjęte w tym zakresie odpowiednie prace badawcze i rozwojowe. Celem badań powinno być wypracowanie procedur pozwalających określić i zweryfikować wymagania jakie powinien spełniać system odzysku ciepła, aby można było go zastosować do instalacji napowietrzania dróg ewakuacyjnych.

## Literatura

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. Nr 89, poz. 414) z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2010 r. Nr 234 poz. 1623 tekst jednolity)
2. EN-13141-7 *Ventilation from buildings Performance testing of components/products for residential buildings -Part 7: Performance testing of mechanical supply and exhausted ventilation unit (including heat recovering) for mechanical ventilation systems intended for single family dwellings.*
3. PN-EN 12101-6:2007 *Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień. Zestawy urządzeń.*
4. Dział rozwoju firmy SMAY; *Safety Way® – nowy sposób na ochronę klatek schodowych*; Chłodnictwo i Klimatyzacja 1-2/2009
5. Dział rozwoju firmy SMAY; *Praktyczne spostrzeżenia wynikające z badań systemu Safety Way®*; Chłodnictwo i Klimatyzacja 3/2009
6. Kubicki G.; Wiche J., *Safety Way® – pierwszy inteligentny system ochrony przed zadymieniem dróg ewakuacji*; Ochrona Przeciwpożarowa 3/2010

7. PN-B-02856:1989 – *Ochrona przeciwpożarowa budynków – Metoda badania właściwości dymotwórczych materiałów.*
8. Sypek G., Tekielak I., Wiche J., *Różnicowanie ciśnienia w pionowych drogach ewakuacyjnych budyn-*

*ków wysokościowych. Analiza numeryczna działania systemów; Chłodnictwo i Klimatyzacja 6/2010*

9. Sypek G., Wiche J.: *Temperatura a systemy ochrony przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji; Ochrona Przeciwpożarowa 12/2009*

**dr inż. Stanisław Koziol**

jest adiunktem w Instytucie Technologii Eksploatacji - PIB w Radomiu. Kieruje pracami Działu Projektowania. Jest autorem lub współautorem 60 publikacji naukowych, 10 uzyskanych patentów oraz 50 zgłoszeń patentowych. Brał udział w realizacji 40 projektów badawczych, ponadto kierował 20 projektami badawczymi i rozwojowymi.

**Dr inż. Andrzej Zbrowski**

jest adiunktem w Instytucie Technologii Eksploatacji - PIB w Radomiu. Kieruje Zakładem Doświadczalnym. Jest autorem lub współautorem 130 publikacji naukowych, 35 uzyskanych patentów oraz 110 zgłoszeń patentowych. Brał udział w realizacji 40 projektów badawczych, ponadto kierował 12 projektami badawczymi i rozwojowymi.





Prof. dr hab. inż. Augustyn CHWALEBA\*<sup>1</sup>

Anatoly G. JATSUNENKO<sup>1</sup>

dr n. med. Volodymyr P. KAMKOV

dr n. techn. Jan SZCZURKO<sup>2</sup>

dr inż. Józef SZMITKOWSKI<sup>3</sup>

dr Sergey A. YATSUNENKO<sup>4</sup>

dr inż. Stefan WILCZKOWSKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instytut Mechaniki Technicznej

Ukraińska Akademia Nauk i Agenda Badan Kosmicznych

<sup>2</sup> Instytut Systemów Mechatronicznych,

Wojskowa Akademia Techniczna

<sup>3</sup> Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwporażeniowej

im. Józefa Tuliszewskiego

Państwowy Instytut Badawczy

<sup>4</sup> Instytut Fizyki PAN

## MOŻLIWOŚCI TERAPEUTYCZNE PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO BARDZO WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

### Therapeutic possibilities of electromagnetic radiation of very high frequency

#### Streszczenie

Praktycznie całe widmo promieniowania elektromagnetycznego ma zastosowanie w medycynie. Z tym, że promieniowanie w pasmie częstotliwościowym od 30 GHz do 300 GHz wykorzystywane jest od niedawna. Zespół autorski opracował (i nadal doskonali) metodę terapeutyczną wykorzystującą pole elektromagnetyczne bardzo wielkiej częstotliwości (b.w.cz.) w pasmie od 40 GHz do 70 GHz i subniskiej intensywności - gęstość strumienia mocy nie przekracza  $1 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ . Pole to oddziałuje informacyjnie na komórki, wywołując procesy reaktywacyjne w organizmie - normalizując właściwe stany narządów i układów. Dzięki subniskiemu poziomowi gęstości strumienia mocy promieniowanie to nie wpływa na struktury atomowe i molekularne, jak również na makrocząsteczki biologiczne - stymuluje jedynie energię ich obrotów.

Aby zapewnić dostarczanie przydatnych informacji zawartych w sygnale terapeutycznym - aparatura terapeutyczna powinna mieć następujące właściwości:

- gęstość strumienia mocy promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez promienniki nie powinna przekraczać  $1 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ ;
- częstotliwość promieniowania elektromagnetycznego otrzymanego z aparatury terapeutycznej musi odpowiadać jednej z biologicznie aktywnych częstotliwości rezonansowych;
- w urządzeniach do terapii b.w.cz. powinna być możliwość modulacji częstotliwościowej jak i modulacji amplitudowej;
- dewiacja częstotliwości (przy modulacji częstotliwościowej) musi być równa lub szersza od pasma biologicznie aktywnych własnych częstotliwości organizmu;
- oddziaływanie powinno się odbywać w wąskich pasmach nie szerszych niż  $\pm 100 \text{ MHz}$  wokół określonych biologicznie aktywnych częstotliwości rezonansowych;
- w trakcie sesji terapeutycznych powinna być możliwość ukierunkowania promieniowania na obszary głównych stawów oraz punkty biologicznie aktywne.

Praktycznie wszystkie te właściwości ma wielokanałowa aparatura terapeutyczna, która była poddana wieloletnim badaniom klinicznym - pod kątem skuteczności korzystnego oddziaływania regulacyjnego pola elektromagnetycznego b.w.cz. na dynamikę procesów metabolicznych organizmu. Zestaw terapeutyczny "RAMED EXPERT-08" (z dziewięcioma promiennikami) jest przeznaczony głównie do użytku w neurologii, a zestaw "RAMED EXPERT-09" (z dwunastoma promiennikami) w endokrynologii. Ten ostatni zestaw terapeutyczny w roku 2010 był badany pod kątem wykorzystania go w leczeniu cukrzycy.

Biorąc pod uwagę wysoką czułość organizmów żywych na promieniowanie elektromagnetyczne b.w.cz. i subniskiej in-

<sup>1</sup> Wkład merytoryczny w powstanie artykułu: prof. dr hab. inż. Augustyn Chwaleba – 30%, pozostali autorzy po 10%.

tensywności należy sądzić, że w metodzie i aparaturze tkwi jeszcze wiele potencjalnych (dotychczas niezbadanych i nie-zrealizowanych) możliwości korekcyjnych systemu bioenergoinformacyjnego człowieka.

## Summary

Virtually the entire spectrum of electromagnetic radiation is applied in medicine, with the fact that the radiation in the frequency band from 30 GHz to 300 GHz has been used recently. The authors developed (and continue to improve) the therapeutic method that uses electromagnetic fields of very high frequency (vhf) in the band from 40 GHz to 70 GHz and sublow intensity - the power flux density does not exceed  $1 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ . This field acts informationally on cells, causing the reactivation processes in orgasm - normalizing the relevant states of organs and systems. Thanks to sublow power flux density level the radiation does not affect the atomic and molecular structures, as well as biological macromolecules - it stimulates only the energy of their turnover. To ensure the provision of useful information contained in the therapy signal - therapeutic apparatus should have the following properties:

- Power flux density of electromagnetic radiation emitted by the emitters should not exceed  $1 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ ;
- The frequency of electromagnetic radiation received from a therapeutic equipment must conform to one of the biologically active resonant frequencies;
- In devices for vhf therapy should there be an ability for frequency and amplitude modulation;
- Frequency deviation (at modulation frequency) must be equal to or wider than the band's biologically active own frequencies of organism;
- The impact should take place in narrow bands no wider than  $\pm 100 \text{ MHz}$  around a set of biologically active resonant frequencies;
- During therapy sessions should there be an ability to focus the radiation on areas of major joints and biologically active points.

Practically all of these features are included in the multi-therapeutic apparatus company, which was subjected to many years of clinical trials - in terms of effectiveness of positive impact of regulatory electromagnetic field - RF & Microwave. the dynamics of the body's metabolic processes. A therapeutic set "RAMED EXPERT-08" (with nine radiators) is intended primarily for use in neurology, "RAMED EXPERT-09" (with twelve radiators) in endocrinology, this last therapeutic set was studied for its use in the treatment of diabetes in 2010.

Given the high sensitivity of living organisms to electromagnetic radiation of RF & Microwave and sublow intensity it is believed that in the method and apparatus lies a lot of potential (yet unexplored and not realized) correction possibilities of human bioenergetic information system.

**Słowa kluczowe:** nowe technologie medyczne, leczenie bezinwazyjne, normalizacja stanu funkcjonalnego

**Keywords:** new medical technologies, non-invasive treatment, normalization of the patient's functional status

## Wstęp

Terapia b.w.cz. jest w medycynie tym kierunkiem, który do przeprowadzenia procedur medycznych profilaktycznych i leczniczych stosuje, jako podstawowy środek oddziaływania promieniowanie elektromagnetyczne (PEM) bardzo wielkiej częstotliwości (b.w.cz.) i subniskiej intensywności (s.n.i.). Wiadome jest, że całe widmo fal elektromagnetycznych ma praktyczne zastosowanie w medycynie. Jednak promieniowanie w pasmie 30-300GHz (odpowiada długościom fali 10-1 mm) znalazło zastosowanie stosunkowo niedawno. Terapia b.w.cz. powiązała i pozwoliła wykorzystać praktycznie najnowsze osiągnięcia w dziedzinie biologii, biofizyki, technik wielkiej częstotliwości i nowych informacyjnych technologii medycznych.

Powodem tak rosnącej popularności terapii b.w.cz. są właściwości fizyczne promieniowania elektromagnetycznego bardzo wielkiej częstotliwości o subniskiej intensywności. Zdecydowały o tym przede wszystkim właściwości energii promieniowania elektromagnetycznego, a także jego zdolność do zmian charakteru oddziaływania ze strukturami biologicznymi w zależności od charakterystyk jakościowych oddziałującego sygnału.

Dzięki subniskiej gęstości strumienia mocy (na poziomie pojedynczych  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) są one na pograniczu słabych i bardzo słabych poziomów oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego w układach biologicznych. Promieniowanie to nie tylko nie ma wpływu na struktury atomowe i molekularne, ale nie może mieć wpływu na widmo drgań makrocząstek biologicznych. Przy wzajemnym oddziaływaniu z makrocząstkami biologicznymi, może tylko wpływać na energię obrotów tych cząstek. Energia kwantowa fotonu ( $h \cdot f$ ,  $h$  – stała Plancka,  $T$  – temperatura  $^{\circ}\text{K}$ ), z jednej strony jest mniejsza niż energia ruchu cieplnego atomów i molekuł ( $k \cdot T$ ), a z drugiej strony jest znacznie mniejsza niż energia nawet słabych wiązań wodorowych w żywych organizmach.

Każdy żywy organizm, jako system dyssypacyjny, jest ściśle związany z otaczającym środowiskiem i różni się od innych systemów dyssypacyjnych tym, że jego istnienie jest determinowane nie przez przypadkowy przepływ energii z otoczenia do systemu. Z jednej strony system dyssypacyjny bierze aktywny udział w wyborze rodzajów energii i jest zdolny dostosować się do akceptacji takiego rodzaju energii, którego nie może zmienić lub wyeliminować. Z drugiej strony, sam organizm może być

źródłem takich rodzajów energii, które są nieobecne w środowisku zewnętrznym. Są one odzwierciedleniem stanu wewnętrznego organizmu i można korzystać z ich właściwości informacyjnych w celu utrzymania wskaźników dynamicznego organizmu w korytarzach normy.

To nie przypadek, że brak w otaczającej przyrodzie monochromatycznego promieniowania elektromagnetycznego - jest ono silnie absorbowane w powietrzu, wodzie i środowiskach wodnych. Duża pojemność informacyjna tego promieniowania, skłoniły badaczy do zwrócenia uwagi na jego właściwości i postawienia wielu oryginalnych hipotez o szczególnej roli promieniowania elektromagnetycznego (PEM) bardzo wielkiej częstotliwości (b.w.cz.) i subniskiej intensywności

[1-6] w utrzymywaniu homeostazy żywych systemów, co zostało potwierdzone w późniejszych eksperymentach.

### **Terapia promieniowaniem b.w.cz.**

W czasie ostatnich trzech i pół dekad, w wielu badaniach eksperymentalnych zaobserwowano specyficzne nowe właściwości oddziaływania PEM b.w.cz. na obiekty biologiczne oraz przedstawiono naukowe wyjaśnienia tych zjawisk [4-7]. Zgromadzono również ogromną liczbę danych doświadczalnych [6-10], opracowano i wyprodukowano wiele różnych urządzeń technicznych do terapii b.w.cz. oraz sformułowano ogólne wymagania dotyczące tych urządzeń:

- gęstość mocy promieniowania elektromagnetycznego b.w.cz. nie powinna przekraczać  $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ;
- częstotliwość promieniowania elektromagnetycznego b.w.cz. aparatury terapeutycznej musi odpowiadać jednej z biologicznie aktywnych częstotliwości rezonansowych;
- w urządzeniach do terapii b.w.cz. powinna być możliwość modulacji częstotliwościowej jak i modulacji amplitudy;
- dewiacja częstotliwości, przy modulacji częstotliwościowej, musi być równa lub szersza od pasma biologicznie aktywnych własnych częstotliwości rezonansowych organizmu;
- oddziaływanie powinno odbywać się w wąskich pasmach, nie szerszych niż  $\pm 100 \text{ MHz}$ , wokół określonych biologicznie aktywnych częstotliwości rezonansowych;
- w trakcie sesji terapeutycznych powinna być możliwość ukierunkowania promieniowania na różne części ciała, strefy Zakharyina-Geda, obszary głównych stawów oraz punkty biologicznie aktywne (PBA).

Analiza współczesnych trendów w medycynie z zastosowaniem fal elektromagnetycznych pokazuje, że są podjęte prace badawcze w kierunkach: miniaturyzacji (rozwój miniatury modułów generatora), automatyzacji sterowania, łączenie generatorów promieniowania różnych częstotliwości w jednej obudowie, rozszerzenia możliwości funkcjonalnych urządzeń w ogóle (wielokanałowość,

połączenie różnych trybów pracy, itp.).

Powstaje pytanie: w jakim kierunku powinien zdążać rozwój aparatury i technologii medycznych b.w.cz., żeby zapewnić dostarczanie przydatnych informacji zawartych w sygnale w interakcji z organizmem, z maksymalnym uwzględnieniem jego indywidualnych cech?

Po pierwsze, można to zrobić przez poszukiwanie i stosowanie nowych aktywnych biologicznie rezonansowych częstotliwości w pasmie b.w.cz.. Jednak jest to tylko część problemu związanego z jakością sygnału UHF propagowanego na powierzchni. Dlatego nie musimy szczególnie skupiać swoją uwagę na tym problemie.

Naszym zdaniem, wzrost znaczenia informacyjności sygnału b.w.cz. można osiągnąć jeszcze co najmniej trzema sposobami. Każdy z nich wymaga przeprowadzenia prac badawczych z różnych dziedzin nauki i medycyny. Zatrzymajmy się chwilę nad nimi. Po pierwsze - zapewnienie możliwości przekazywania informacji za pomocą sygnałem b.w.cz. przy minimalnych zniekształceniach i najlepsze wykorzystanie wewnętrznych i zewnętrznych kanałów komunikacyjnych ludzkiego organizmu.

Po drugie - formowanie złożonego sygnału b.w.cz., zapewniającego przepływ informacji specyficznych dla danego typu choroby organizmu, drogą zmiany składu widmowego sygnału b.w.cz. (elektromagnetyczna wersja homeopatii).

Po trzecie - połączenie możliwości pierwszego i drugiego sposobów za pomocą specjalnych promienników różnych kształtów i rozmiarów, aby zapewnić trafienie promieniowania elektromagnetycznego (PEM) bardzo wielkiej częstotliwości (b.w.cz.) i subniskiej intensywności (s.n.i.) bezpośrednio do organów lub trudno dostępnych biologicznie aktywnych stref ciała (np. uszy lub odbytnica).

Podjęcie do rozwiązywania pierwszym sposobem jest jasne - należy zapewnić możliwość wykorzystania fal milimetrowych do biochemicznych recepcji. W przypadku złożonych obiektów biologicznych oddziaływanie powinno obejmować systemy regulacji i kontroli procesów biochemicznych wspierających homeostazę. W badaniach [11,12], które pokazują, że bardzo dobry efekt terapeutyczny uzyskuje się przez napromieniowanie punktów skórnych powiązanych z narządami wewnętrznymi i systemami (biologicznie aktywne punkty i strefy). Nasze doświadczenia pokazują, że efekt terapeutyczny jest znacznie zwiększony dzięki umiejętnemu połączeniu wielowiekowych doświadczeń w akupunkturze i terapii krótkofalowej. Obecny poziom rozwoju naukowo - technologicznego pozwala już na przeprowadzenie terapii za pomocą wielokanałowego urządzenia do terapii b.w.cz.. Do najbardziej znanych tego typu urządzeń należą aparaty z serii "RAMED-EXPERT". W tej aparaturze po raz pierwszy zastosowano oddziaływanie jednoczesne nie mniej niż na 12 punktów biologicznie aktywnych. Urządzenia te były testowane klinicznie i potwierdzono ich wysoką wydajność i niezawodność.



Ponieważ organizm i jego organy wytwarzają zmienne pola elektromagnetyczne, jest zupełnie naturalne, że są one bardzo wrażliwe na charakter pól terapeutycznych. Może to być zarówno dobre i złe dla organizmu lub organów odrębnych, w zależności od jego pierwotnej reakcji oraz zasobów wewnętrznych. Poza tym, interakcja między wewnętrznymi i zewnętrznymi polami elektromagnetycznymi tworzy własną wielowymiarową czasoprzestrzeń struktury biosystemu. Wytwarzając własne pole elektromagnetyczne i wzajemnie oddziaływując z polem zewnętrznym, biosystem moduluje ich amplitudy, częstotliwości i fazy ze zmianą ich intensywności i składu widmowego, a także parametrów ich polaryzacji. Ciągłe automatyczne skanowanie ciała na różnych poziomach (od poziom PBA do całego organizmu), takie przestrzenno-czasowe struktury tworzą trwałe obrazy reakcji (lub jej brak), na podstawie, których można zidentyfikować i skorygować stan i zachowanie organizmu w odpowiedzi na zewnętrzne wymuszenie promieniowaniem elektromagnetycznym (PEM) o bardzo wielkiej częstotliwości (b.w.cz.) i subniskiej intensywności (s.n.i.).

Uwzględniając powyższe, jest oczywiste, że kierunek doskonalenia aparatury do terapii b.w.cz. powinien obejmować zarówno rozwój narzędzi zapewniających odpowiednią jakość sygnału, jak i opracowanie narzędzi i metod monitorowania kondycji organizmu, odpowiednio do tych, które zapewniają prawidłowy rozwój medykamentów (środków) terapeutycznych. Pod pojęciem jakości sygnału b.w.cz. rozumiemy, przede wszystkim, zgodność charakterystyk widmowych sygnału terapeutycznego z wymaganym składem spektralnym.

Wiadomo, że charakterystyka widmowa sygnału b.w.cz. w pierwszej kolejności, zależy od parametrów sygnału stosowanego do modulacji amplitudy, częstotliwości i fazy. Ale właściwości tego sygnału zależą też od wielu cech konstrukcyjnych nadajnika i jego układu rezonansowego, jak również od rodzaju zastosowanego elementu aktywnego, ponieważ wprowadza on dodatkowe zniekształcenia wynikające z jego nieliniowości.

Najbardziej dostępną i szeroko stosowaną w nowoczesnych urządzeniach do terapii b.w.cz. jest modulacja częstotliwości, która zapewnia rozszerzenie pasma widma sygnału. Zastosowanie tej modulacji pozwala na oddziaływanie poliharmoniczne, które zwiększa efektywność reakcji adaptacyjnych, jak również zwiększa prawdopodobieństwo zgodności zewnętrznego sygnału b.w.cz. z sygnałem własnym biologicznie aktywnych częstotliwości rezonansowych pacjenta.

W używanym obecnie sprzęcie b.w.cz. praktycznie nie stosuje się modulacji fazy (ze względu na szereg trudności natury technicznej i brak danych badań biofizycznych). Niemniej jednak, niektóre dane wskazują na to, że korzystanie z modulacji amplitudy może pozwolić realizować dostarczanie dodatkowej informacji drogą przekształcenia sygnału za pomocą nieliniowej charakterystyki

prądowo-napięciowej struktur komórkowych. Zwłaszcza, może to przejawiać się w rezonansowej interakcji promieniowania elektromagnetycznego ze strukturami białka, co jest zgodne z istniejącymi modelami. W szczególności, autorzy modelu antenowego [13] zakładają, że promieniowanie zewnętrzne energii elektromagnetycznej aktywuje receptory obwodowe. W wyniku aktywnej wymiany biochemicznych kanałów komunikacyjnych pomiędzy obwodowymi akceptorami (otrzymały kodowaną energię) i centrum asocjacji (w tym przypadku jonów metali), odbiorca otrzymuje informację i energię, które powodują pewne procesy biologiczne.

Nie wdając się w szczegółowy opis modelu antenowego, przedstawiamy niektóre z zaleceń, które można wykorzystać w procesie projektowania aparatury b.w.cz.:

1. Największy wpływ zewnętrznego pola monochromatycznego jest realizowany w zakresie wspólnego rezonansu akceptorów obwodowych i centrum asocjacji:

$$\Omega_1 = \Omega_2 = \omega \quad (1)$$

- przy czym  $\omega$  .....  $\Omega_1$  i  $\Omega_2$  pulsacje rezonansowe akceptorów obwodowych i centrów asocjacji.

2. W realizacji modulacji amplitudy sygnału zewnętrznego występują dodatkowe możliwości rezonansowego oddziaływania na makrocząsteczki biologiczne w zakresie częstotliwości

$$\Omega_{1,2} = \begin{cases} \omega \\ \omega \pm \Omega \end{cases} \quad (2)$$

gdzie:  $\Omega$  .....,

3. Uwzględniając nieliniowość kwadratową elementu aktywnego sygnał monochromatyczny wprowadza dodatkowy rezonans dla drugiej harmonicznej (jakiego sygnału):

$$\Omega_{1,2} = 2\omega \quad (3)$$

4. Uwzględniając występującą w modulacji amplitudy nieliniowość, można jeszcze w organizmie człowieka wyróżnić szereg dodatkowych rezonatorów:

$$\Omega_{1,2} = \begin{cases} \omega \\ 2\omega \\ 2\omega \pm \Omega \\ 2(\omega \pm \Omega) \end{cases} \quad (4)$$

Przedstawione zależności wskazują na olbrzymie możliwości, niewykorzystywane dotychczas we współczesnej aparaturze medycznej promieniowania b.w.cz. - zewnętrznej regulacji stanu organizmu za pomocą parametrów sygnału wykorzystywanego do modulacji amplitudy i częstotliwości

ści zgodnych z biologicznie aktywnymi częstotliwościami rezonansowymi pacjenta. W rzeczywistości chodzi o stworzenie zupełnie nowych urządzeń do terapii b.w.cz. zapewniających korzystne oddziaływanie regulacyjne na dynamikę procesów metabolicznych organizmu z uwzględnieniem ich ogólnych i indywidualnych cech, poprzez monitorowanie i wpływ na strukturę złożonych i wielowymiarowych przestrzenno-czasowych sygnałów b.w.cz..

Rysunki 1 i 2 przedstawiają najnowsze wielokanałowe zestawy terapeutyczne promieniowania b.w.cz. Badania techniczne i kliniczne zestawów terapeutycznych z serii „RAMED EXPERT - 08” (dziewięć promienników) i „RAMED EXPERT - 09” (dwanaście promienników) przekonująco dowiodły w jakim kierunku powinien iść dalszy rozwój aparatury medycznej b.w.cz., żeby zapewnić najwyższe właściwości informacyjne sygnału w interakcji z organizmem, z maksymalnym uwzględnieniem jego indywidualnych cech.

Należy zauważyć, że zestaw terapeutyczny „RAMED EXPERT - 08” jest przeznaczony głównie do użytku w neurologii, a zestaw terapeutyczny „RAMED EXPERT - 09” do stosowania w endokrynologii. W 2010, w trakcie badań klinicznych zestawu terapeutycznego „RAMED EXPERT - 09” były zademonstrowane możliwości bezinwazyjnego leczenia cukrzycy [..].



Ryc. 1. Zestaw terapeutyczny „RAMED EXPERT - 08”  
Fig. 1. A set of therapeutic “RAMED EXPERT - 08”



Ryc. 2. Zestaw terapeutyczny „RAMED EXPERT - 09”  
Fig. 1. A set of therapeutic “RAMED EXPERT - 09”

## Podsumowanie

Wysoka czułość organizmów żywych na promieniowanie elektromagnetyczne bardzo wielkiej częstotliwości i subniskiej intensywności, zależność skutków biologicznych od częstotliwości i charakterystyk widmowych sygnału, nie tylko dyktuje specyficzne wymagania co do aparatury terapeutycznej b.w.cz., jak i do diagnostyki medycznej, ale także kryje wiele potencjalnych niezbadanych i nierealizowanych możliwości korekcyjnych systemu bioenergoinformacyjnego człowieka z późniejszą korekcją dążącą do normalizacji jego stanu funkcjonalnego.

## Literatura

1. Fröhlich H., *Internat. Quantum Chemistry*. 1968. V.11. P. 641;
2. Bozonova E.B., Bryukhova A.K., Vylenskaya R.L. [et al.], *Nekotorye voprosy metodiki i rezultaty eksperimentalnogo issledovaniya vozdeystviyu SVCH na mikroorganizmy i zhivotnykh*. Uspekhi fizicheskikh nauk. - 1973. - T.110, vyp.3. - s. 381-392;
3. Holant M.B., Bryukhova A.K., Dvadsatova E.A. [et al.], *Vozmozhnost regulirovaniya zhiznedejatelnosti mikroorganizmov pri vozdeystvii na nikh elektr o-magnitnykh kolebaniyu millimetr ovogo diapazona. Effekty neteplovogo vozdeystviya millimetr ovogo izlucheniya na biologicheskie obekty*, Sb. statyeim / Pod red. N.D.Devyatkov. - M.: IEE AN SSSR, 1983. - s. 115-122;
4. Dardelhon M., Averbek D., Berteaud A., *Determination of a Thermal Equivalent of Millimeter Microwaves in Living Cells*, J. Microwave Power. - 1979. - N 14. - P. 307-312;
5. *Nauchnaya sessiya otdeleniya obshcheyu fi ziki i astronomii AN SSSR (17-18 yanvarya 1973 g., Uspekhi fizicheskikh nauk. - 1973. - T. 110, vyp.3. - s. 456 - 460;*
6. Holant M.B.: *Vliyanie monokhromaticheskikh izlucheniyu millimetr ovogo diapazona maloiu moshchnosti na biologicheskie protsessy*. Biofizika. - 1986.- T. 31, vyp.1. - s.139-147.
7. Devyatkov N.D., Holant M.B., Betsky O.V., *Millimetrovye volny i ikh rol v protsessakh zhiznedejatelnosti*. - M.: Radio i svyazim, 1991. - 160 s;
8. Devyatkov N.D., Holant M.B. , Betsky O.V., *Osobennosti mediko-biologicheskogo primeneniya millimetrovykh voln*. - M.: IEE RAN, 1994.-164 s;
9. *Mezhdunarodnyim simpozium „Millimetrovye volny neteplovoi intensivnosti v meditsine” 3-6 oktyabrya 1991, Moskva, sbornik dokladov*, 746 s;
10. *XI Rossijskij simpozium s mezhdunarodnym uchastiem „Millimetrovye volny v biologii i meditsine”*: Sb. dokladov .-M.: IEE RAN 1997.-243 s;
11. Rodsat I.V., *Millimetrovye volny v biologii i meditsine*. M., 1989. - s.72-82;

12. Teppone M.V., *Metodika mnogoazonalnoj KVCH-terapii. Informatsionnyj sbornik "Izbrannye voprosy KVCH-terapii v klinicheskoy praktike.* M.: Ministerstvo oborony SSSR, 1991 g., № 4. s.128-142;
13. Reshetnyak S.A., Shcheglov V.A., Blagodatsky V.I., Gariaev P.P., Maslov M. Yu., *Mechanism of interaction of electromagnetic radiation with a biosystem.* Lazer Physics. 1996. V.6. № 2. P. 621-653.

**Augustyn Chwaleba**

prof. elektronik; specjalność metrologia elektryczna - przetwarzanie informacji pomiarowej; w ostatnim dwudziestolecu zajmuje się wykorzystaniem elektroniki i technik pomiarowych w medycynie; autor lub współautor około 200 publikacji - w tym : szeregu książek, artykułów i referatów, kilkunastu patentów, wielu opracowań aparatury kontrolno - pomiarowej.

**Anatoly G. Yatsunenko**

radiofizyk; specjalizuje się w opracowywaniu aparatury mikrofalowej głównie na użytek medycyny; jest głównym metrologiem Instytutu Mechaniki Technicznej Ukraińskiej Akademii Nauk; autor lub współautor około 140 publikacji, ponad 60 patentów i 50 opracowań konstrukcyjnych aparatury mikrofalowej.

**Volodymyr P. Kamkov**

dr n. med. - internista; pracuje jako docent w Instytucie Mechaniki Technicznej Ukraińskiej Akademii Nauk i Instytucie Medycyny Konwencjonalnej i Niekonwencjonalnej w Dniepropietrowsku; jest autorem i współautorem 4 monografii i około 100 artykułów i referatów.

**Jan Szczurko**

dr n. tech. – dyscyplina mechanika, specjalność-diagnostyka techniczna; adiunkt w Instytucie Systemów Mechatromicznych Wydziału Mechatroniki Wojskowej Akademii Technicznej; jest autorem i współautorem kilkudziesięciu artykułów i referatów.

**Sergey A. Yatsunenko**

dr fizyki; specjalizuje się w badaniach właściwości optycznych półprzewodników; jest adiunktem w Instytucie Fizyki PAN; jest autorem i współautorem ponad 40 publikacji i patentu.

**Józef Szmitkowski**

dr inż. elektryk - specjalność metrologia elektryczna; adiunkt w . Centrum Naukowo - Badawczym Ochrony Przeciwpowodzi - PIB; zajmuje się analizą symulacyjną pól temperaturowych oraz detekcją zagrożeń ratowników w trakcie akcji; jest autorem lub współautorem kilkudziesięciu artykułów i referatów.

**Stefan Wilczkowski**

dr inż. - specjalność chemia pożarnicza. Sekretarz Rady Naukowej Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowodzi – PIB. Autor 17 patentów oraz wielu opracowań i artykułów z zakresu chemii pożarniczej.

Recenzenci

Prof. dr hab. inż. **Aleksander Olejnik**  
Prof. dr hab. inż. **Krzysztof Pacholski**



dr inż. **Zdzisław SALAMONOWICZ**  
 dr inż. **Wojciech JAROSZ**  
 Szkoła Główna Służby Pożarniczej

# ODŁAMKOWANIE PODCZAS WYBUCHU ZBIORNIKÓW Z LPG

## Splinters forming during LPG tank explosion

### Streszczenie

Działania ratownicze podczas zdarzeń z LPG wiążą się z wieloma zagrożeniami. Obecność zagrożeń zależy od sytuacji na miejscu zdarzenia jak również od podjętych działań gaśniczych i ratowniczych. Umiejętność obserwacji i prognozowania rozwoju sytuacji może zminimalizować ryzyko uszkodzenia i zniszczenia przyległych obiektów. Wcześniej podjęta decyzja o ewakuacji i wycofaniu na bezpieczną odległość może uratować życie wielu ludzi i strażaków. W artykule zostały opisane zagrożenia od odłamków powstających w trakcie wybuchu BLEVE. Opisano metodykę obliczania zasięgu odłamków powstających w trakcie wybuchów fizycznych zbiorników. Przedstawiono i omówiono wyniki eksperymentalnych wybuchów 11 kg zbiorników z LPG przeprowadzonych na poligonie. W większości przypadków typowa butla na „propan-butan” ulegała fragmentacji na kilka odłamków: w części cylindrycznej na 1-2 odłamki, dwie dennice oraz obręcz ochronną i zawór. Średnio w trakcie wybuchu butli 11 kg z LPG powstaje od 4 do 6 odłamków. Zasięg odłamków zależy w głównej mierze od kształtu i masy. Największe fragmenty przeleciały dystans około 70 m. Maksymalny zasięg rażenia odłamkami wynosił około 250 i 270 m dla płaskich części poszycia oraz zwartych elementów butli. W niektórych przypadkach zasięg przewyższał maksymalny obliczony promień rażenia, prawdopodobnie ze względu na wystąpienie zjawiska „frisbee”. W trakcie zdarzeń na otwartej przestrzeni Kierujący Działaniem Ratowniczym w sytuacji zagrożenia wybuchem 11 kg butli z propanem-butanem powinien wyznaczyć strefę niebezpieczną o promieniu nie mniejszym niż 300m.

### Summary

The rescue operation during accidents with LPG vessels is connected with many threats. This threats depend from situation on accident place as well as firefighting and rescue activities. Skill of observation and forecasting of situation development can significantly minimise the risk of injury and destruction of objects. Early made decision about evacuation and withdrawal of attendance on safe distance can save many occupants and firefighter lives. The threats from splinters forming during BLEVE explosion was described in article. A method of calculating the range of fragments generated during physical explosions of tanks was called. The results of proving ground experiments with 11 kg LPG tank were showed and discussed. In most cases those type of vessels disrupt in cylindrical part of tank shell, which form few fragments of diversified shape and mass (1-2), two end-caps and gas cylinder top. Average number of missiles for cylindrical tank is between 4 and 6. The range of fragments depend on shape and mass. The largest elements of tank could be found in distance 70 m from experimental position. Maximum range, 250 and 270 m, had flat pieces of tank shell and compact, small mass elements. In some cases maximum distance is longer than calculated maximum range, because “frisbee” effect for flat parts can occur. Incident commander during action in open space with typical 11 kg LPG tank, when exist high probability of explosion, should determine dangerous zone of at least 300 m.

**Słowa kluczowe:** LPG, odłamki, wybuch BLEVE

**Keywords:** LPG, splinters, missiles, BLEVE explosion

### Introduction

The rescue operation during accidents with LPG vessels is connected with many threats. This threats depend from situation on accident place as well as firefighting and rescue activities. Depending on shape, size and type of breakdown, incident commander should consider during decision making process the possibility of:

- gas release to atmosphere and form of flammable vapour cloud with possibility of ignition mixture flammable gas - air,

- unconfined vapour cloud explosion (UVCE),
- jet fire (JF),
- boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE) [Salamonowicz, 2009].

Secondary effects of BLEVE will moreover:

- blast wave,
- fireball,
- splinters.



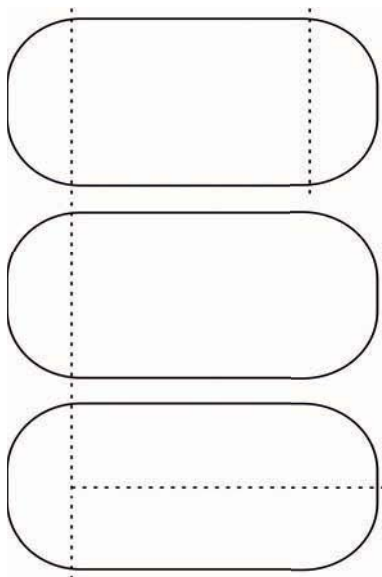
Skill of observation and forecasting of situation development can significantly minimise the risk of injury and destruction of objects. Early made decision about evacuation and withdrawal of attendance on safe distance can save many occupants and firefighter lives. Therefore, what distance is safe?

### Theoretical

In majority BLEVE explosion is accompanied by blast wave, fireball (flammable gases) and fly splinters. Dangerous zones for every above mentioned threats are appointive suitably from overpressure, radiant flux and kinetic energy of missiles. Zone in which life or health risks occur is defined by range of splinters formed during BLEVE explosion. Determination of zone in which overpressure and heat flux cause specified injuries is not difficult and is widely described in literature. Description of fragmentation and quantitative definition of danger zone is much more difficult.

The results of BLEVE explosion, being sequence of forming and spreading of splinters, depend from following factors:

- number and mass of splinters,
- velocity and range of missiles,
- direction of propagation of fragments,
- penetrative and destructive ability dependent on kinetic energy of splinters.



**Fig. 1.** General failure trend in cylindrical vessels [Figas, 2001].

**Ryc. 1.** Ogólna tendencja fragmentacji zbiorników cylindrycznych [Figas, 2001].

The number of missiles form from LPG vessels during BLEVE explosion depends type of destruction, shape of tank and energy of explosion. In general, vessel can disrupt as fragile failure and ductile failure. Typically, BLEVE will involve a ductile failure which will give less number of fragments than if it were fragile failure [Baum, 1999]. However, missiles formed during ductile failure have much

greater potential to bring damage [Hauptmanns, 2001]. The number of splinters formed for cylindrical tank contains between two and fifteen and typically does not exceed five. Holden and Reeves (1985) analyzed 27 BLEVE events with cylindrical tanks. Four splinters were formed in 15% of events, three – in 37%, two - in 30% and one missile in 26% of events. In case of cylindrical vessels, initial damage usually follows in axial direction and tank is broken into two fragments. If there are three missiles, tank can be divided into two end-cap and central body or first can be divided into two pieces, one end-cap and the rest, and then the second projectile can be divided through the line between liquid and vapour phase (Fig. 1). Lees (1996) analyzed 7 events with spherical tanks in which number of formed missiles contained between 3 and 19.

The total gas or vapour energy  $E$  inside pressure vessel is use up on formation blast wave and kinetic energy of splinters, which were formed as a result of separation individual elements from tank. For qualification of fragmentation effects accepts, then during BLEVE explosion form 4 missiles. The kinetic energy calculation of splinters is based on investigation, from which result that the coefficient of division of energy have value from 0,2 to 0,6 [Baum, 1988]. Therefore kinetic energy carries out:

$$E_k = 0,6 \div 0,2E \quad (1)$$

$$E = \frac{(p_1 - p_0)V}{\gamma - 1} \quad (2)$$

Next, from kinetic energy and mass of splinters, initial velocity of fragments carried out:

$$v_i = \left( \frac{2E_k}{m} \right)^{1/2} \quad (3)$$

where:

|          |                                        |                   |
|----------|----------------------------------------|-------------------|
| $E_k$    | kinetic energy                         | J                 |
| $m$      | total mass of the empty tank           | kg                |
| $p_0$    | ambient pressure outsider vessel       | Pa                |
| $p_1$    | absolute pressure in vessel at failure | Pa                |
| $V$      | internal volume of tank                | m <sup>3</sup>    |
| $\gamma$ | ratio of specific heat                 |                   |
| $v_i$    | initial missiles velocity              | m s <sup>-1</sup> |

The simplest relationship for calculating missiles rang is:

$$R = \frac{v_i^2 \sin(2\alpha_i)}{g} \quad (4)$$

where:

|            |                                              |                   |
|------------|----------------------------------------------|-------------------|
| $g$        | gravitational acceleration                   | m s <sup>-2</sup> |
| $R$        | horizontal range                             | m                 |
| $\alpha_i$ | initial angle between trajectory and horizon |                   |
| $v_i$      | initial missiles velocity                    | m s <sup>-1</sup> |

Splinters will travel on maximum distance when  $\alpha_i = 45^\circ$ .

$$R_{\max} = \frac{v_i^2}{g} \quad (5)$$

The above mentioned equation does not include air resistance coefficient. Some models include air resistance to range calculation, for example Clancey model (1976):

$$R = \frac{m^{1/3}}{k} h \frac{v}{u} \quad (6)$$

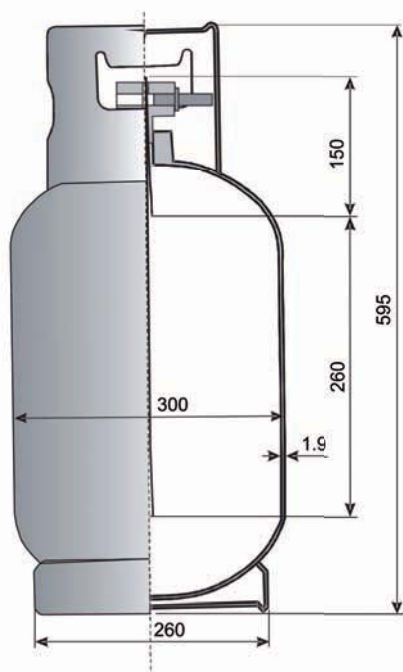
where:

|       |                           |                   |
|-------|---------------------------|-------------------|
| $a$   | air resistance            | (1,5 – 2,0)       |
| $k$   | empirical coefficient     | (0,0014 – 0,002)  |
| $m_i$ | missiles mass             | kg                |
| $u_i$ | end missiles velocity     | m s <sup>-1</sup> |
| $v_i$ | initial missiles velocity | m s <sup>-1</sup> |

In some accidents distances were unexpectedly large. Baum (1999, 2001) explain this phenomenon as „rocketing” effect. If vapour forming from evaporating liquid remnant, escapes from open part of end-cap, then additional acceleration appears. This phenomenon is similar to gas release from rocket’s nozzle and it increase maximum distance. In case of flat splinters, range of their flight increases almost twice as the result of phenomenon called „frisbee”.

## Experimental

Sensors to measure temperature and pressure were installed directly outside and inside tank. During experiments (heating to explosion) were measure temperature in vapour and liquid phase and pressure inside tank. Heating was performed with use of constructed burner stand and mounted burner of approx. 20 kW power, used during roof works.



**Fig. 2.** Diagram of vessel with measuring sensors.  
**Ryc. 2.** Zbiornik testowy z sensorami pomiarowymi.

The figure below present experimental vessel with sensor. Following parameters during investigation were measured:

- temperature liquid and vapour phase inside vessel,
- pressure inside vessel,
- test time,
- temperature outside vessel,
- temperature of vessel wall,
- splinters mass,
- distances between splinters and central point,
- pressure of blast wave.

Part of this parameters like splinters mass, pressure inside tank, distance and tank volume are used in this paper.

Table below contain parameters our testing vessel.

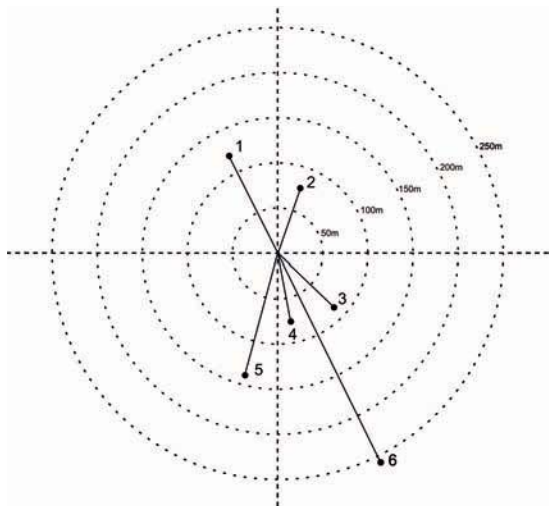
Table. 1.  
**Technical parameters of vessel**  
Tabela. 1.  
**Parametry techniczne butli testowej**

| Parameter                | Value                      |
|--------------------------|----------------------------|
| Capacity                 | 27 dm <sup>3</sup> (11 kg) |
| Height                   | 595 mm                     |
| Diameter                 | 300 mm                     |
| Thickness of tank shell  | 1,9 mm                     |
| Material of tank shell   | StE 355 DIN 17102          |
| Maximum service pressure | 2,5 MPa                    |

## Results and discussion

Carried out experiments show, that during BLEVE explosion, pressure vessel cracks into 5-6 parts (3-5 main missiles and few smaller fragments). All tanks were disrupt in similar way. In each case gas cylinder top with thread and two elliptic end-caps (heads) of vessel were ripped off. Whereat the upper part of tank break off with considerable fragment of tank shell. Rest of tank shells formed 2 or 3 splinters. The direction and range of missiles was showed on figure 1 and 2. Pressure inside tanks before explosions were 42 bar and 72 bar.

The range of fragments depend on shape and mass. The largest elements of tank could be found in distance 70 m from experimental position. Maximum range, 250 and 270 m, had flat pieces of tank shell and compact, small mass elements (e.g. head on Fig. 3 and small piece on Fig. 4).



**Fig. 3.** Direction and range of missiles from LPG tank explosion – 1.

**Ryc. 3.** Kierunek i zasięg odłamków po wybuchu z biornika z LPG – 1.

**Splinters and range – 1.**

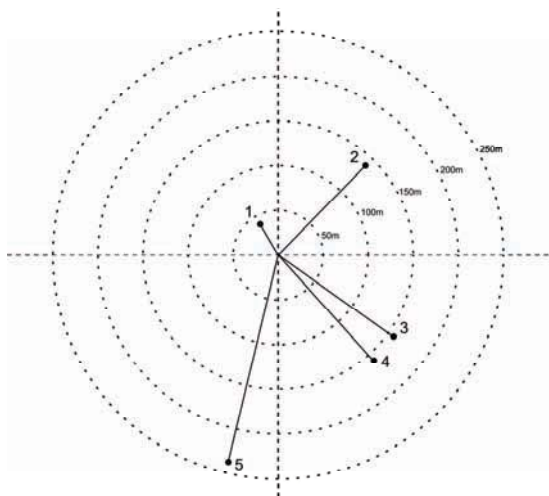
Table. 2.

Tabela. 2.

**Odłamki i zasięgi – 1.**

| Nb. | Splinter                    | Range [m] | Mass [kg] | Theoretical max. range [m] <sup>1)</sup> |
|-----|-----------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 1   | part of the tank shell      | 122       | 2,34      | 49                                       |
| 2   | safety collar               | 79        | 0,89      | 129                                      |
| 3   | up head                     | 91        | 2,10      | 55                                       |
| 4   | down head                   | 78        | 1,55      | 74                                       |
| 5   | gas \cylinder top           | 143       | 1,36      | 84                                       |
| 6   | flat part of the tank shell | 257       | 1,86      | 62                                       |

<sup>1)</sup> – from eq. (5);  $E_k = 0,6E$



**Fig. 4.** Direction and range of missiles from LPG tank explosion – 2.

**Ryc. 4.** Kierunek i zasięg odłamków po wybuchu zbiornika z LPG – 2.

**Splinters and range – 2.**

Table. 3.

Tabela. 3.

**Odłamki i zasięgi – 2.**

| Nb. | Splinter                    | Range [m] | Mass [kg] | Theoretical max. range [m] <sup>1)</sup> |
|-----|-----------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 1   | main part of the tank shell | 44        | 5,68      | 34                                       |
| 2   | down head                   | 142       | 1,61      | 119                                      |
| 3   | up head                     | 154       | 2,37      | 81                                       |
| 4   | safety collar               | 153       | 0,54      | 356                                      |
| 5   | gas cylinder top            | 244       | 1,38      | 139                                      |



**Fig. 5.** Gas cylinder top with sensor outlet after explosion.

**Ryc. 5.** Głowica załadunkowa z czujnikami pomiarowymi po wybuchu.



**Fig. 6.** Safety collar after explosion.

**Ryc. 6.** Obręcz ochronna po wybuchu.



**Fig. 7.** Down head after explosion.

**Ryc. 7.** Dolna dennica po wybuchu.



## Conclusions

The number of missiles formed during BLEVE explosion, as well as during other explosions, is impossible to foresee. All calculations and forecasts are based on statistical data, since main source of information about fragmentation is historical data assembled during many years.

However analysis of 11 kg cylindrical vessels splinters shows some regularities. In most cases those type of vessels disrupt in cylindrical part of tank shell, which form few fragments of diversified shape and mass (1-2), two end-caps and gas cylinder top. Average number of missiles for cylindrical tank is between 4 and 6.

In some cases maximum distance is longer than calculated from eq. 5, because "frisbee" effect for flat parts can occur.

Incident commander during action in open space with typical 11 kg LPG tank, when exist high probability of explosion, should determine dangerous zone of at least 300 m.

## References

1. Baum, M.R. (1988). *Disruptive Failure of Pressure Vessel: Preliminary Design Guidelines for Fragment Velocity and the Extent of the Hazard Zone*. Journal of Pressure Vessel Technology, transaction of the ASME, 110, 168-176;
2. Baum, M.R. (1999). *Failure of a Horizontal Pressure Vessel Containing a High Temperature Liquid: the Velocity of End-cap and Rocket Missiles*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 12, 137-145;
3. Baum M.R. (2001). *The velocity of large missiles from Arial rupture of gas pressurized cylindrical vessels*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 14, 199-203;
4. Clansey V.J. (1976). *Liquid and vapour emission and dispersion*, in: *Course on Loss Prevention in the Process Industries*. Department of Chemical Engineering, Loughborough University of Technology;
5. Gubinelli G., Zanelli S., Cozzani V. (2004). *A simplified model for the assessment of the impact probability of fragments*. Journal of Hazardous Materials, 116, 175-187;
6. Hauptmanns U. (2001). *A procedure for analyzing the flight of missiles from explosions of cylindrical vessels*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 14, 394-402;
7. Figas, M. (2001). *The Handbook of Hazardous Materials Spills Technology*. McGraw-Hill, New York;
8. Holden, P.L., Reeves, A.B. (1985). *Fragment hazards from failures of pressurized liquified vessels*. Chem. Eng. Symp. Ser., 93, 205-217;
9. Lees, F.P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries – Hazard Identification, Assessment, and Control*, 1-3, Butterworth-Heinemann, Oxford;
10. Leslie I.R.M., Birk A.M. (1991), *State of the art review of pressure liquified gas container failure mo-*

*dels and associated projectile hazards*. Journal of Hazardous Materials, 28, 329-365;

11. Salamonowicz Z., *Rescue-firefighting actions during accidental collisions with Liquefied Petroleum Gas containing containers*, Polski Przegląd Medycyny Lotniczej, 15/1 (2009) 51-59;

### st. kpt. dr inż. Zdzisław Salamonowicz

ukończył Szkołę Główną Służby Pożarniczej w 2003 roku i uzyskał tytuł magistra inżyniera pożarnictwa w zakresie inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. W 2005 roku ukończył studia na Wydziale Chemii Politechniki Warszawskiej z dyplomem inżyniera na kierunku technologia chemiczna, specjalność – materiały wysokoenergetyczne i bezpieczeństwo procesów chemicznych. W 2011 roku, na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej otrzymał tytuł doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii chemicznej, specjalność - bezpieczeństwo procesowe. Obecnie pełni służbę w Szkole Głównej Służby Pożarniczej jako kierownik Zakładu Ratownictwa Chemicznego i Ekologicznego na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego.

### bryg. dr inż. Wojciech Jarosz

jest oficerem PSP. W 1993 r. ukończył Szkołę Główną Służby Pożarniczej W Warszawie. W 2006 r. obronił doktorat Zagrożenia środowiska naturalnego powodowane przez zjawiska wykipienia i wyrzutu paliw w czasie pożarów zbiorników zawierających ciecze ropopochodne na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Od 1993 r. pracuje w Szkole Głównej Służby Pożarniczej zajmując kolejno stanowiska asystent, kierownik pracowni, adiunkt, prodziekan. Obszar zainteresowań naukowych to zagrożenia związane z materiałami niebezpiecznymi, szczególnie z ciekłymi węglowodorami oraz zagrożenia procesowe.

### Recenzenci

dr inż. Adam Majka

dr inż. Tadeusz Terlikowski, prof. nadzw.





mł. bryg. dr inż. **Joanna RAKOWSKA**  
 mgr **Katarzyna RADWAN**  
 mgr inż. **Zuzanna ŚLOSORZ**  
 Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych

## PROBLEMY OCENY WIELKOŚCI I KSZTAŁTU ZIAREN MATERIAŁÓW SYPKICH

### Problems of estimation the size and shape of grain solids

#### Streszczenie

W artykule omówiono podstawowe pojęcia z dziedziny analizy ziarnistości oraz problemy opisu kształtu ziaren i cząstek materiałów sypkich. Poszczególne ziarna materiału mają na ogół kształt nieregularny, a więc ich wymiary liniowe nie są jednakowe w różnych kierunkach. Możliwość określenia wielkości i kształtu ziaren jest niezwykle istotna zarówno w badaniach podstawowych, jak również praktyce. Wiedza ta znajduje szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu chemicznego, farmaceutycznego, spożywczego, geologii, budownictwie czy technologii materiałów. W opracowaniu przedstawiono różnice rezultatów uzyskanych w prowadzonych analizach związane z wielkością próbki i zastosowaną metodą szacowania wielkości oraz opisu kształtu cząstek. Zaprezentowano zarówno możliwości tradycyjnych, najczęściej stosowanych technik pomiarowych, jak i współczesnych, wykorzystujących najnowszą aparaturę badawczą. Wcześniej stosowane metody pomiarowe były bardzo pracochłonne i mało dokładne. Obecnie wykorzystywana aparatura pomiarowa umożliwia szybkie, dokładne uzyskanie wyników. Ponadto, zazwyczaj są to metody nieniszczące i jednocześnie pozwalają na uzyskanie znacznie szerszego zakresu informacji.

#### Summary

The article discusses the basic concepts of analysis and problems of grain shape and size description of particulate solids. The individual grains of material are generally irregular in shape, so their linear dimensions are not similar in different directions. Ability to determine the size and shape of grains is very important both in basic research, as well as in practice. This knowledge is widely used in many fields of chemical, pharmaceutical and food industry as well as in , geology, construction or materials technology. The paper presents the results obtained in different studies conducted in relation to the size of the sample and the method used for estimating the particle shape and description. Both the traditional, most commonly used and new, using the latest research equipment measurement techniques are presented. Previously used methods of measurement are very laborious and not very accurate. Currently used measuring equipment enables fast, accurate to obtain results. In addition, they are usually non-destructive methods and also allow to obtain much more information.

**Słowa kluczowe:** ziarno, cząstka, kształt, wielkość, proszek;

**Key words:** grain, particle, shape, size, powder;

#### Wstęp

Wiele materiałów stałych wykorzystywanych jest w postaci rozdrobnionej: pyłów, proszków, granulatów itd. Do tej grupy zaliczyć można stosowane przez jednostki ratowniczo-gaśnicze straży pożarnej proszki gaśnicze i niektóre sorbenty. Efektywność działania różnych preparatów sypkich zależy od szeregu właściwości chemicznych i fizycznych [1÷5].

Na skuteczność proszku gaśniczego składa się nie tylko jego działanie na konkretny materiał palny, ale także takie cechy, które umożliwiają dotarcie cząstek proszku do strefy spalania (m.in. struktura ziarnistości, kształt ziaren). Ze wzrostem stopnia rozdrobnienia wzrasta skutecz-

ność gaśnicza proszku, nie można jednak dowolnie zwiększać tego parametru, gdyż wówczas pogarszają się inne cechy użytkowe wyrobu takie jak: odporność na zbrylanie, chłonność wilgoci, zdolność przepływu przez przewody instalacji gaśniczych, zasięg rzutu itp.

W przypadku sorbentów sypkich, ich zdolność pochłaniania związana jest nie tylko z budową chemiczną, ale także z aktywną powierzchnią adsorpcji ziaren, które mogą mieć różny kształt i porowatość. Powierzchnia adsorpcji to rozwinięta powierzchnia zewnętrzna ziarna oraz powierzchnia porów. Występowanie bardzo małych i lekkich ziaren powoduje utrudnienia w dozowaniu. Stosowanie materiału o dużym rozdrobnieniu prowadzi do zapylenia miejsca podawa-

nia oraz konieczności stosowania masek przeciwpylowych. W efekcie substancja sorbująca podawana jest w znacznej części poza obszar rozlewiska i nie wykorzystywana w procesie usuwania zanieczyszczenia.

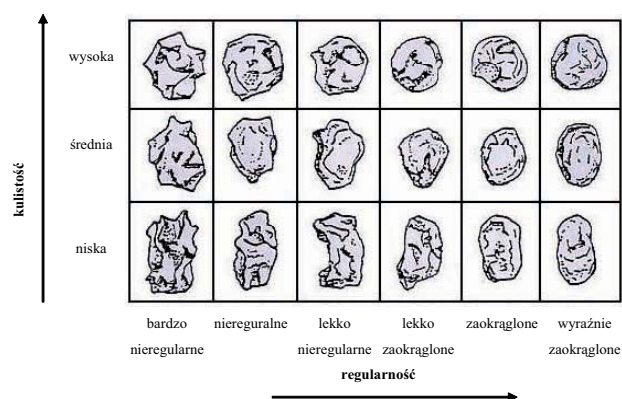
Istnieje więc, pewien optymalny skład granulometryczny, zapewniający dobrą skuteczność działania wyrobów stosowanych w postaci sypkiej i jednocześnie wygodne użytkowanie [6÷8]. Poszukiwanie optymalnego kształtu i wielkości ziaren jest zatem zagadnieniem ciągle aktualnym. Kształt ziaren wynika przede wszystkim ze składu chemicznego materiału determinującego budowę krystalograficzną. Dodatkowe procesy technologiczne mogą jednak wpływać na porowatość i stopień rozdrobnienia substancji.

## Podstawowe pojęcia z dziedziny analizy ziarnistości

### Kształt cząstek

Kształt cząstek wyznaczać można metodą opisową lub metodą matematyczną. Typowe, charakterystyczne kształty ziaren proszku oraz ich nazewnictwo wg metody opisowej przedstawiono na rysunku 1 [9].

Inny sposób opisu słownego kształtów ziaren przedstawia rysunek 2.

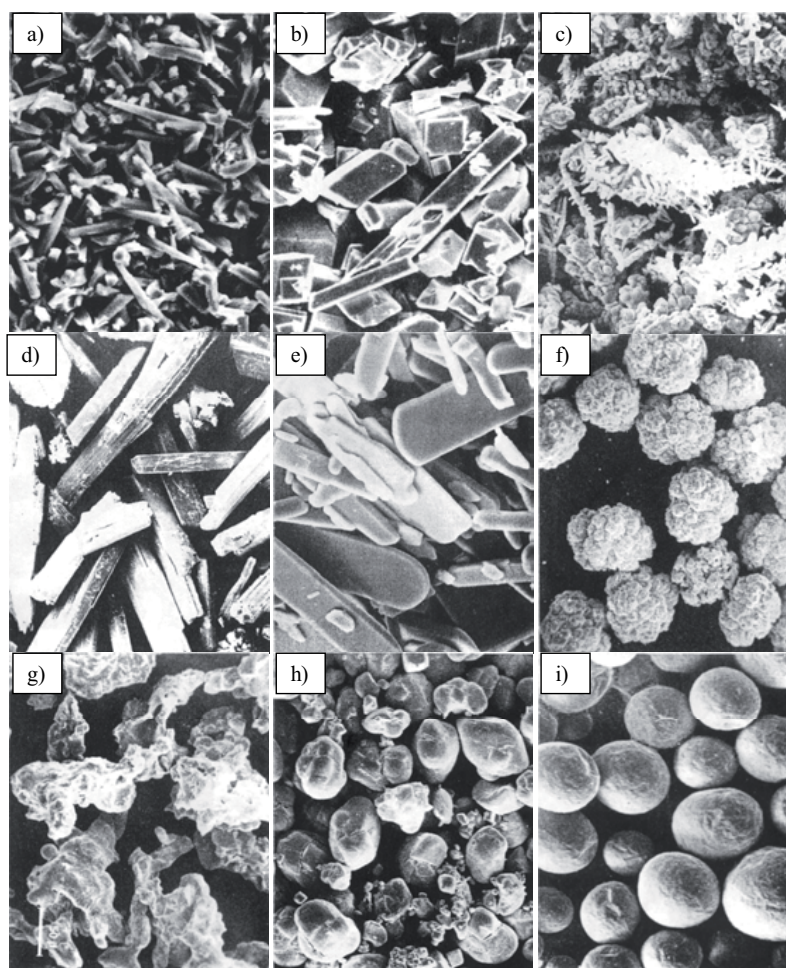


Rys. 2 Różnorodne kształty ziaren piasku [10]

Fig. 2 Different shapes of sand grains [10]

Metoda opisowa jest metodą subiektywną, a wynik oceny kształtu cząstek proszku zależy od obserwatora. Dokładniejszym sposobem określenia kształtu drobin są metody matematyczne. Jedną z nich jest metoda Hausnera [11, 2] oparta na analizie konturów cząstki. Metoda Hausnera polega na wyznaczeniu trzech wskaźników (zależności 1, 2, 3):

*wskaźnik wydłużenia*



Ryc. 1. Kształt cząstek proszków: a) iglasty, b) wielościenny, c) dendrytyczny, d) włóknisty, e) płatkowy, f) granulowy, g) nieregularny, h) globularny, i) kulisty [9]

Fig. 1. Particle shape of powders: a) needle shaped, b) polyhedral, c) dendritic, d) fibrous, e) patch, f) granular, g) irregular, h) globular, i) spherical [9]

$$x = \frac{a}{b} \quad (1)$$

wskaznik masy

$$y = \frac{A}{a * b} \quad (2)$$

wskaznik powierzchni

$$z = \frac{C^2}{12,6 * A} \quad (3)$$

gdzie:  $a$  - długość,  $b$  - szerokość,  $A$  - pole rzutu cząstki,  $C$  - obwód konturu;  $a$  i  $b$  dotyczą obrysu rzutu cząstki zawartego w prostokącie o najmniejszej powierzchni gdy  $x = 1$  - kontur cząstki jest kwadratem; gdy  $y = 1$  - kontur zajmuje całą powierzchnię prostokąta; gdy  $z = 1$  - badana cząstka jest kulą

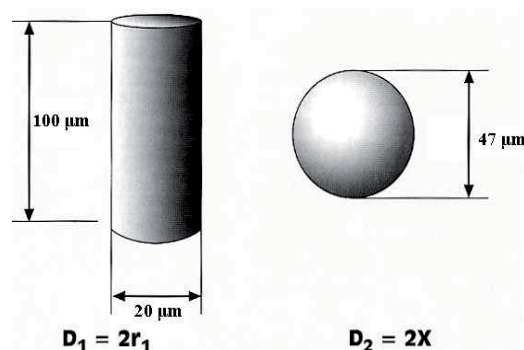
Inną metodą matematyczną określania kształtu cząstek proszku jest metoda Fouriera, w której kształt ziarna opisywany jest za pomocą współczynników Fouriera, a następnie przetwarzany z zapisu matematycznego na obraz graficzny. W metodzie Fouriera dokładność odwzorowania obrazu wzrasta wraz ze zwiększeniem liczby współczynników Fouriera [12].

### Wielkość cząstki

Wymiar regularnej bryły przestrzennej określa się przez jej długość, wysokość, szerokość lub promień. W przypadku kształtów bardziej złożonych i nieregularnych jak np. ziarno piasku, cząstka pigmentu farby, ziarno proszku czy sorbentu, określenie wielkości obiektu jest bardziej skomplikowane. Niejednokrotnie wygodnie jest,

aby cząstkę opisywała tylko jedna liczba np.: aby móc obserwować zmiany przeciętnego wymiaru w przebiegu procesu technologicznego. Opisywanie trójwymiarowego przedmiotu tylko jedną liczbą jest podstawowym zadaniem analizy ziarnistości [10, 13].

Jedyną bryłą, którą można opisać wyłącznie jedną wielkością jest kula. Znajomość średnicy wystarcza do jej odwzorowania. W przypadku regularnej bryły wiele jej cech można opisać jedną liczbą. Na przykład masę, objętość czy pole powierzchni. Tak więc, jeśli znana jest masa obiektu, to można przyrównać jego masę do masy kuli równoważnej i wyznaczyć jednoznacznie jej średnicę. Stosuje się wtedy średnicę zastępczą [14]. Należy przy tym pamiętać, że średnica kuli równoważnej np.  $D_2 = 47 \mu\text{m}$  odpowiada całej rodzinie walców: zarówno  $h = 100 \mu\text{m}$ ,  $D_1 = 20 \mu\text{m}$ , jak i  $h = 10 \mu\text{m}$ ,  $D_1 = 57 \mu\text{m}$  (rys. 3)



Ryc. 3 Kula równoważna walcowi [10]  
Fig. 3 Sphere equivalent to cylinder [10]

Zostało to wykorzystane w pomiarach laserowych wielkości cząstek. Metoda równoważnej kuli pozwala na proste obrazowanie 3-wymiarowej cząstki. Opis kilkoma wiel-

### Opis średnic nieregularnych ziaren [15]

Tabela 1

#### Description of the irregular particle diameters [15]

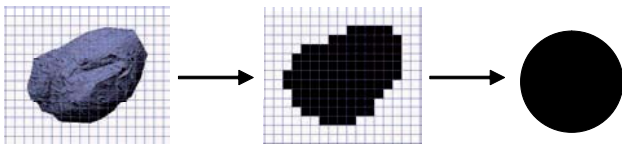
Table 1

| Symbol   | Nazwa                            | Definicja                                                                                                                         |
|----------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $d_s$    | rozmiar sitowy                   | minimalny rozmiar boku kwadratowego oczka w sicie, przez które zdołało przejść ziarno                                             |
| $d_p$    | rozmiar powierzchniowy           | średnica kuli o takiej samej powierzchni jak rozpatrywane ziarno                                                                  |
| $d_v$    | rozmiar objętościowy             | średnica kuli o takiej samej objętości jak rozpatrywane ziarno                                                                    |
| $d_R$    | rozmiar projekcyjny              | średnica kuli o takiej samej powierzchni przekroju jak powierzchnia rzutu ziarna na płaszczyznę jego stabilnego spoczynku         |
| $d_{st}$ | rozmiar wg Stokesa               | średnica kuli o takiej samej gęstości i opadającej w lepkim ośrodku z taką samą szybkością jak rozpatrywane ziarno ( $Re < 0,2$ ) |
| $d_{sw}$ | rozmiar wg powierzchni właściwej | średnica kuli o takim samym stosunku $S/V$ jak rozpatrywane ziarno                                                                |
| $d_F$    | rozmiar Fereta                   | średnia odległość pomiędzy dwoma równoległymi liniami st stycznymi do rzutu ziarna                                                |
| $d_M$    | rozmiar Martina                  | średnia długość cięciwy rzutu ziarna                                                                                              |



kościami byłby oczywiście dokładniejszy, jednak mniej wygodny. Stosując różne techniki pomiarowe do określania wielkości ziarna wykorzystuje się parametry charakterystyczne przedstawione w tabeli 1. Dla przykładu, w analizie obrazu mikroskopowego cząstka jest odwzorowana przez jej rzut dwuwymiarowy.

Można znaleźć wiele średnic, które będą charakteryzować cząstkę. Jeżeli przyjmie się maksymalną długość za wymiar cząstki, wtedy cząstka jest kulą o tym maksymalnym wymiarze. W przypadku wyboru innej wielkości np.: średnicy minimalnej lub średnicy Fereta, wyniki końcowe będą różniły się między sobą istotnie. Przykład odwzorowania wielkości ziarna w analizie obrazu przedstawiono na rys. 4



**Ryc. 4** Konwersja nieregularnej cząstki 3D do obrazu 2D i konwersja do koła o tej samej powierzchni w analizie obrazu [16]

**Fig. 4** Conversion of 3D irregular particles to 2D image and conversion to a circle with the same surface in image analysis [16]

Różne możliwe warianty opisu metodą równoważnych kul ziarna proszku obrazuje rysunek 5. Każda z zastosowanych metod jest prawidłowa, jednak każda mierzy inną właściwość cząstki. Wiarygodne porównywanie pomiarów jest możliwe tylko w przypadku pomiaru cząstek jakiegoś proszku przy użyciu tej samej metody pomiarowej. To także oznacza, że nie istnieje standard wielkości drobin w odniesieniu do takich cząstek nieregularnych jak np. ziarna piasku.

Jeśli istnieje potrzeba porównywania różnych metod pomiarowych, wymiary standardowe powinny odnosić się do kuli. Jednakże można wprowadzić pojęcie standardowego wymiaru cząstki dla określonej techniki pomiarowej, a to z kolei umożliwia porównywanie wyników uzyskanych przy zastosowaniu różnych przyrządów wykorzystujących daną metodę pomiarową.

Wybór określonej techniki pomiarowej powoduje uzyskanie wyników obarczonych różnym błędem. Dla przypadku trzech kul o średnicach odpowiednio 1, 2 i 3 jednostki średnia arytmetyczna wymiaru odniesiona do liczby cząstek ( $n = 3$ ) wynosi 2,00.

$$D[1,0] = \frac{1 + 2 + 3}{3} = 2,0 = \frac{\sum d}{n} \quad (4)$$

Tak zdefiniowaną średnią średnicę oznacza się jako  $D[1,0]$ , ponieważ w liczniku występują średnice w pierwszej potęgze, a w mianowniku średnice nie występują.

W przypadku, gdy interesującym parametrem jest powierzchnia tych kul, średnia średnica wyniesie:

$$D[2,0] = \sqrt{\frac{(1^2 + 2^2 + 3^2)}{3}} = 2,16 = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}} \quad (5)$$

Natomiast, gdy istotnym parametrem jest masa kul określona zależnością  $4/3\pi r^3 \rho$  to średnia średnica wyniesie:

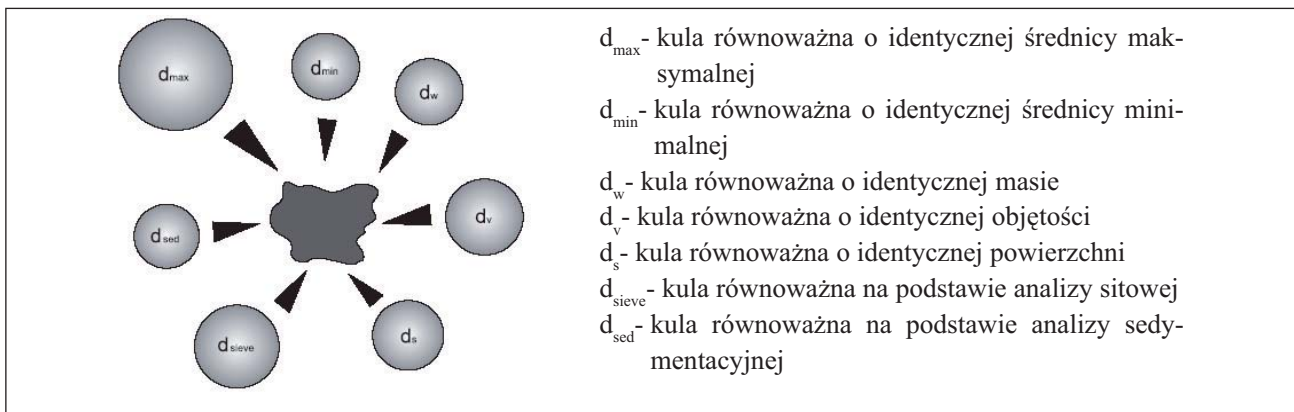
$$D[3,0] = \sqrt[3]{\frac{\sum d^3}{n}} = \sqrt[3]{\frac{(1^3 + 2^3 + 3^3)}{3}} \approx 2,29 \quad (6)$$

$D[3,0]$  w procesach technologicznych określa się jako Średnia Średnica Odniesiona do Objętości (Volume Mean Diameter - VMD).

Kula o objętości równoważnej średniej cząstce o dowolnym kształcie zostanie zapisana jako  $D[4,3]$ , a kula równoważna pod względem pola powierzchni odpowiednio  $D[3,2]$  lub jako Średnia Średnica Sautera (Sauter Mean Diameter - SMD). Średnice te opisane są odpowiednio zależnościami (7) i (8).

$$D[4,3] = \frac{1^4 + 2^4 + 3^4}{1^3 + 2^3 + 3^3} = \frac{\sum d^4}{\sum d^3} \quad (7)$$

$$D[3,2] = \frac{1^3 + 2^3 + 3^3}{1^2 + 2^2 + 3^2} = \frac{\sum d^3}{\sum d^2} \quad (8)$$



**Ryc. 5** Określenie wielkości ziarna przez różne średnice zastępcze [9]  
**Fig. 5** Determining the size of grain with different substitute diameters [9]

Dla rozważanych ziaren o średnicach 1, 2 i 3, wartość  $D[4,3] \approx 2,72$ , a wartość  $D[3,2] \approx 2,57$ . W równaniach tych nie uwzględnia się ilości rozważanych ziaren. Metody pomiarowe, jak na przykład dyfrakcja laserowa, które mierzą rozkład wielkości cząstek proporcjonalny do  $D^3$ , nie wymagają informacji o liczbie cząstek dla określenia średniego wyniku.

Natomiast pomiar średniej długości średnic  $D[1,0]$  cząstek przy pomocy mikroskopu elektronowego przeprowadza się mierząc średnice poszczególnych ziaren i uwzględniając ich ilość. Jeżeli w wykorzystywanej metodzie analizy obrazu mierzy się pole powierzchni każdej z cząstek i dzieli przez ich ilość, to w ten sposób wyliczana jest  $D[2,0]$ . Za pomocą dyfrakcji laserowej można uzyskać  $D[4,3]$  lub średnią równoważną pod względem objętości. Jest ona identyczna jak średnia równoważna pod względem masy, jeżeli tylko gęstość mierzonych cząstek jest stała. Z powyższych rozważań wynika, że różne techniki pomiarowe dają odmienne wartości średniej średnicy, ponieważ opierają się na pomiarze odmiennych właściwości cząstek. Ponadto stosowanie różnych metod badawczych w celu uzyskania określonych danych, może prowadzić do otrzymania rozbieżnych wyników obarczonych znacznym błędem. Jeśli na podstawie pomiaru cząstek za pomocą mikroskopu elektronowego rozdziału wyznaczono średnicę  $D[1,0]$ , czyli średni wymiar odniesiony do długości i na tej podstawie oszacowany zostanie wymiar odniesiony do masy lub do objętości  $D[3,0]$ , to niepewność pomiaru wzrośnie wykładniczo<sup>1</sup> przy założeniu, że pomiar na mikroskopie elektronowym obarczony jest błędem średniego wymiaru cząstki  $\delta D[1,0] = \pm 3\%$ , przekształcenie średniego wymiaru  $D[1,0]$  na średni wymiar masowy  $D[3,0]$ , może spowodować błąd  $\delta D[3,0] = 27\%$  [10]. W przypadku obliczania rozkładu masowego lub objętościowego, jak ma to miejsce w dyfrakcji laserowej, sytuacja staje się inna. Dla pomiaru stabilnej próbki, mierzonej w postaci zawiesiny cieczowej w warunkach recyrkulacji, można zapewnić odtwarzalność średniej, opartą na objętości z dokładnością 0,5%. Jeżeli średnią opartą na objętości przekształci się na średnią odniesioną do ilości, to błąd, będzie sześciennym pierwiastkiem z 0,5%, czyli około 0,8%. Zatem, wybierając technikę pomiaru należy uwzględnić możliwość wprowadzania wielkich błędów w czasie przekształceń matematycznych.

W metodzie dyfrakcji laserowej generowany jest rozkład objętościowy. W analizie Fraunhofera zakłada się rozkład rzutowanych pól powierzchni. Rozkład objętościowy może być przekształcony na dowolną średnicę obliczoną w odniesieniu do liczby cząstek lub długości. Jednakże stosując dowolną metodę analizy, należy brać pod uwagę konsekwencje takiego przekształcenia, jak również, która ze średnic średnich jest mierzona faktycz-

nie za pomocą przyrządu, a które średnice są wynikiem przekształcenia lub obliczeń opartych na pomierzonych średnicach. Wychodząc z pomiaru określanych średnic, różne metody pomiarowe prowadzą do wyznaczania różnych - inaczej zdefiniowanych - średnic. Większym zaufaniem obdarza się średnice zmierzone niż wartości przekształcone.

Pamiętając, że każda metoda pomiaru mierzy inną właściwość (lub wymiar) cząstki i że można użyć danych wyjściowych na wiele różnych sposobów, otrzymując odpowiednio różne wartości średnie ( $D[4,3]$ ,  $D[3,2]$ , etc), powstaje problem ustalenia prawidłowej wartości.

## Podsumowanie

Jak wykazano, stosowane metody pomiarowe dotyczące wielkości ziarna mają wiele ograniczeń i zakres ich stosowania jest bardzo selektywny. Porównywanie danych z różnych metod jest w wielu przypadkach niemożliwe ze względu na błędy, jakimi każda z metod może być obciążona. Wielokrotnie zastosowanie konkretnej metody wynika ze względów ekonomicznych: albo metoda jest tania; albo wyniki muszą być uzyskane w bardzo krótkim czasie i badań wykonuje się dużo – wtedy uzasadnione jest wykorzystywanie szybkich, chociaż drogiej aparatury.

Przeprowadzone rozważania pozwalają też wnioskować, że należy starannie wybrać odpowiednią metodę analizy wielkości cząstek do określonych zastosowań. Zaleca się, aby obserwacja rozkładu wielkości cząstek prowadzona była co najmniej w dwóch etapach: celem pierwszego etapu obserwacji jest określenie całego zakresu rozkładu wielkości cząstek, a celem drugiego etapu jest zbadanie wielkości cząstek w sposób bardziej szczegółowy i precyzyjny, w zależności od potrzeb badawczych.

W celu uzyskania pełnej charakterystyki cząstek, zwłaszcza na etapie opracowywania nowego produktu, powinny być wykorzystywane informacje uzyskane na podstawie wszechstronnych technik analitycznych stosowanych w technologii proszków.

## Literatura

1. G. Lumay, F. Boschini, K. Traina, S. Bontempi, J.-C. Remy, R. Cloots, N. Vandewalle, *Measuring the flowing properties of powders and grains*, Powder Technology 2012, 224, 19–27;
2. K. Thalberg, D. Lindholm, A. Axelsson, *Comparison of different flowability tests for powders for inhalation*, Powder Technology 2004, 146 (3), 206–213;
3. B. Felekoglu, *A new approach to the characterisation of particle shape and surface properties of powders employed in concrete industry*, Construction and Building Materials 2009, 23 (2), 1154–1162;
4. O. Roche, M.A. Gilbertson, J.C. Phillips, R.S.J. Sparks, *The influence of particlesize on the flow of initially fluidised powders*, Powder Technology 166 (3), 2006, 167–174

<sup>1</sup> Podany w artykule [10] sposób obliczania błędu nie jest właściwy, zwłaszcza w przypadku, gdy wielkość mierzona poddawana jest przekształceniom matematycznym. Odpowiednią metodą może być np. szacowanie błędu metodą różniczeki zupełnej; wtedy błąd  $\delta D[3,0] = 0,05\%$ .

5. X. Fu, D. Huck, L. Makein, B. Armstrong, U. Willen, T. Freeman, *Effect of particle shape and size on flow properties of lactose powders*, Particuology 2012, 10, 203–208;
6. H. Choi, W. Lee, D.-U. Kim, S. Kumar, J. Ha, S. Kim, J. Lee, *A comparative study of particle size analysis in fine powder: The effect of a polycomponent particulate system*, Korean J. Chem. Eng., 2009, 26(1), 300-305;
7. N. Laitinen, O. Antikainen, J. Yliruusi, *Characterization of Particle Sizes in Bulk Pharmaceutical Solids Using Digital Image Information*, AAPS PharmSci-Tech 2003; 4 (4) Article 49;
8. D. Hann, J. Strazisar, *Influence of Particle Size Distribution, Moisture Content, and Particle Shape on the Flow Properties of Bulk Solids*; Instrumentation Science and Technology 2007, 35, 571–584;
9. PN-EN ISO 3252:2002 *Metalurgia proszków - Słownictwo*
10. A. Rawle, *Podstawowe pojęcia z dziedziny analizy ziarnistości. Cz. 1*, LAB 5/2000, 22-26;
11. L. Svarovsky, *Powder Testing Guide. Methods of Measuring the Physical Properties of Bulk Powders*, Elsevier Appl. Sc. Publ. Ltd., England, 1987;
12. Wojnar L., Kurzydłowski J.K., Szala J., *Praktyka analizy obrazu*, Kraków 2002;
13. A. Rawle, *Podstawowe pojęcia z dziedziny analizy ziarnistości. Cz. 2*, LAB 1/2001, 10-14, 22;
14. L. Paderewski, *Procesy adsorpcyjne w inżynierii chemicznej*, WNT Warszawa, 89-90, 96;
15. J. Drzymała, *Podstawy metalurgii*, Wyd. Politech. Wroc., Wrocław 2001;
16. [http://www.malvern.com/malvern/kbase.nsf/allby-no/KB000809/\\$file/MRK664-01.pdf](http://www.malvern.com/malvern/kbase.nsf/allby-no/KB000809/$file/MRK664-01.pdf) 17.06.2012.

**dr inż. Joanna Rakowska** ukończyła studia na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej uzyskała na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Specjalność – technologia preparatów chemicznych stosowanych przez jednostki ratowniczo-gaśnicze.

Zastępca kierownika w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP - PIB.

**mgr Katarzyna Radwan**

w roku 2007 ukończyła studia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym (kierunek Chemia) Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach. W CNBOP - PIB pracuje w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych. Specjalność – technologia preparatów gaśniczych.

**mgr inż. Zuzanna Ślosorz**

w roku 2011 ukończyła studia na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. W CNBOP - PIB w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych zajmuje się badaniami środków powierzchniowo czynnych.

**Recenzenci**

**prof. dr hab. inż. Władysław Harmata**  
**dr inż. Piotr Machniewski**

mł. kpt. mgr inż. **Arkadiusz OMAZDA**<sup>1</sup>

Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie

bryg. prof. dr hab. **Janusz RYBIŃSKI**

dr inż. **Anna SZAJEWSKA**

Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie

## BADANIE ROZWOJU POŻARU SAMOCHODU OSOBOWEGO W POMIESZCZENIU

### The research of the development of a passenger car fire in a closed space

#### Streszczenie

Przedstawiono częstość występowania i przyczyny pożarów samochodów osobowych w dekadzie 2001-2010. Obserwuje się powolny, ale systematyczny spadek liczby pożarów w odniesieniu do liczby zarejestrowanych aut. Przedstawiono wyniki testu, w którym badano rozwój pożaru samochodu osobowego w pomieszczeniu (tunelu). W eksperymencie wykorzystano przyrządy pirometryczne do pomiaru temperatury powierzchni karoserii i wskazania ich porównano ze wskazaniami mierników termoelektrycznych. Wyniki eksperymentu porównano z wynikami wcześniej przeprowadzonych testów, w których badano rozwój pożaru samochodów osobowych na otwartym parkingu.

#### Summary

The frequency of occurrence as well as the reasons of passenger cars fires from 2001 to 2010 were presented in the research. Both very slow and systematic decrease of the number of fires is observed in respect of the number of registered cars. The research shows the results of the test, in which the development of a passenger car fire in a closed space was studied. In this experiment pyrometric devices were used to temperature measurement of the body surface. Then their indications were compared with the thermoelectric measurer indications. The result of the experiment was compared with the results of some tests carried earlier, in which the development of a passenger car fire in the open space was studied.

**Słowa kluczowe:** pożar samochodu, przyczyny pożaru, kamera termalna, pirometr podczerwieni;

**Keywords:** car fire, causes of fires, thermal camera, infrared pyrometer;

#### Wstęp

Pożary samochodów osobowych należą do niekorzystnych zjawisk obniżających poziom bezpieczeństwa obywateli. Przynoszą również straty ekonomiczne. Częstość występowania pożarów samochodów związana jest z poziomem kultury technicznej użytkowników, pracowników serwisu i producentów. Gdy już wydarzy się pożar, to uniknięcie jego tragicznych następstw oraz ograniczenie strat zależy od poziomu wiedzy i umiejętności kierowcy i pasażerów. Kierowca i pasażerowie powinni potrafić wyzwolić się z zaklinowanych pasów bezpieczeństwa, umieć opuścić samochód przy zablokowanych zamkach, wiedzieć jak należy gasić silnik i wnętrza samochodu. Na pomoc straży pożarnej można liczyć tylko w ograniczonym zakresie. Zwykle nie jest możliwe przybycie straży pożarnej na miejsce zdarzenia zanim pożar przejdzie do fazy rozwiniętego pożaru. Zatem edukacja

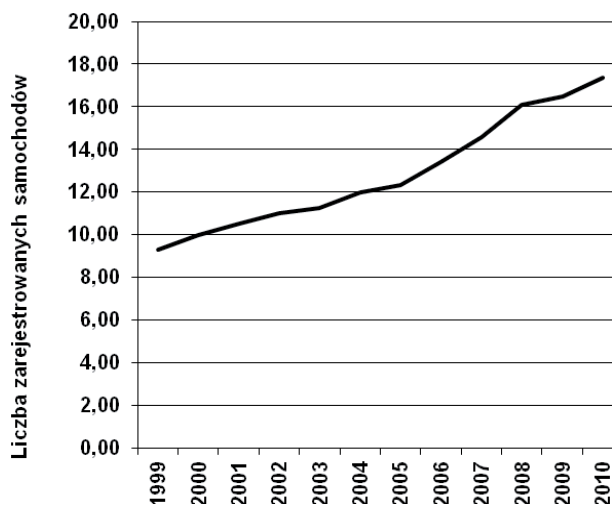
i kultura techniczna to klucze do obniżenia liczby pożarów samochodów osobowych i ograniczenia ich negatywnych skutków.

#### Statystyka i przyczyny pożarów samochodów osobowych w dekadzie 2001-2010

Pożary samochodów stanowią około 5% ogólnej ilości wszystkich pożarów. W końcu minionej dekady liczb ich przekroczyła 7 tysięcy rocznie. Jest to dużo, ale widok palącego się samochodu należy do rzadkości, podczas gdy z kolizjami spotykamy się na co dzień. W minionej dekadzie liczba pożarów samochodów osobowych wzrosła o około 21 % (ryc. 1). Wzrosła również (o około 65 %) liczba zarejestrowanych samochodów osobowych (ryc. 2). W efekcie liczba pożarów przypadających na milion zarejestrowanych samochodów osobowych spadła o około 27 %, od 551 w roku 2001 do 408 w roku 2010 (ryc. 3).

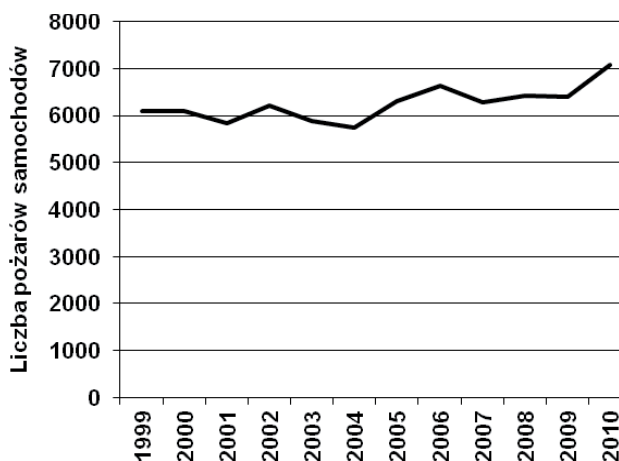
<sup>1</sup> Udział każdego współautora 33,33 %.





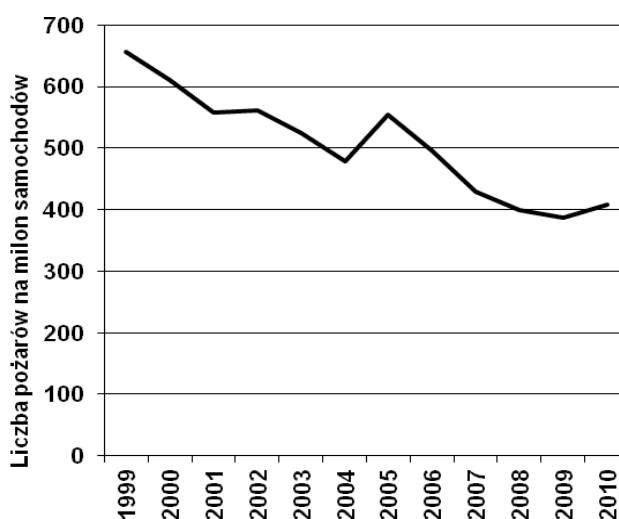
Ryc. 1. Liczba zarejestrowanych samochodów osobowych (w milionach) w latach 2001-2010.

Fig. 1. The number of registered passenger cars (in million) from 1999 to 2010.



Ryc. 2. Liczba pożarów samochodów osobowych w latach 2001-2010.

Fig. 3. The number of passenger car fires.



Ryc. 3. Liczba pożarów na milion zarejestrowanych samochodów osobowych w latach 2001-2010.

Fig. 3. The number of fires per 1 million registered passenger cars from 1999 to 2010.

Pożar samochodu osobowego jest groźnym zjawiskiem dla kierowcy i pasażerów. Szczególnie, gdy wystąpi w niekorzystnych okolicznościach, podczas kolizji, w czasie jazdy, w tunelu. Zapalają się zarówno auta stare, szczególnie przerabiane lub niewłaściwie serwisowane jak i nowe, posiadające wady fabryczne. Najczęstszymi przyczynami pożarów samochodów osobowych są: wycieki płynów łatwopalnych, nieszczelności w przewodzie gazu (w samochodach zasilanych LPG), defekty instalacji elektrycznej, defekty silnika i osprzętu a ponadto umyślne podpalenia, defekty układowego wydechowego, zapalenie materiałów wygłuszających, zaproszenie ognia przez nieuwagę. Wymienione przyczyny są konsekwencją wszelkiego rodzaju przeróbek w układzie paliwowym, w układzie elektrycznym, montowania dodatkowych urządzeń elektrycznych i elektronicznych przeciążających fabryczną instalację. Wynikają również z wad fabrycznych, ze stosowania niewłaściwych materiałów [6].

Do powstawania większości pożarów samochodów przyczyniają się ich użytkownicy, którzy wykonują przeróbki poza profesjonalnym serwisem naprawy. Względne zmniejszanie się liczby pożarów samochodów osobowych wynika prawdopodobnie ze zmniejszenia się liczby majsterkowiczów, gdyż na drogach jeździ coraz więcej nowoczesnych samochodów, których nie da się naprawiać poza profesjonalnym warsztatem. Również fabryki samochodów prowadzą szeroko zakrojone badania nad wyeliminowaniem czynników sprzyjającym powstaniu pożaru. Dotyczą one zachowanie się materiałów, mechanizmów i elementów wyposażenia samochodów. Tego rodzaju badania prowadzone są na Uniwersytecie Technicznym w Żylinie na Słowacji [2, 5]. Sąsiadująca z Uniwersytetem fabryka samochodów KIA dostarczyła nowe samochody do testów pożarowych. Udało się dzięki temu wykryć i wyeliminować wady technologiczne stwarzające zagrożenie pożarowe.

### Cel badań

Badania rozwoju pożaru samochodu osobowego prowadzone są w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Oprócz celu dydaktycznego mają one przyczynić się do poznania wszystkich aspektów pożaru samochodu, aby wyeliminować przyczyny pożarów i zoptymalizować sposoby prowadzenia akcji gaśniczej. Równoległym celem jest określenie warunków, które muszą być spełnione, aby w testach pożarowych można było mierzyć temperaturę metodami pirometrycznymi (za pomocą pirometru podczerwieni i kamery termalnej). Prezentowana praca jest prowadzona w ramach szerszego tematu pt.: „Zastosowania techniki podczerwieni w inżynierii bezpieczeństwa”. W realizacji tego tematu uczestniczą studenci wykonujący prace dyplomowe w SGSP. W ramach tematu wykonano kilkanaście testów pożarowych.

Dotychczasowe wyniki eksperymentów podważają sensowność stosowania pirometrów podczerwieni i w pewnej mierze kamer termalnych do pomiaru tempe-

ratury karoserii samochodu [3, 4]. Główne przyczyny błędów pomiaru temperatury to:

- nieznajomość wartości współczynnika emisyjności powierzchni karoserii (zmieniającego wraz się ze wzrostem temperatury i zmianami powierzchni blachy spowodowanymi pożarem,
- trudności z określeniem pola pomiarowego na powierzchni karoserii i jego zmian spowodowanych różnymi czynnikami związanymi z rozwojem pożaru (wystrzeleniem opony, wypadnięciem szyby),
- niestabilność zadymienia.

Jako wiarygodne można przyjąć wyniki pomiarów temperatury wewnątrz pojazdu, otrzymane za pomocą termopar. Panują tam warunki, w których termopary znajdują się w równowadze termodynamicznej z lokalnym otoczeniem. W literaturze brak jest dokładnych danych na temat wartości współczynnika emisyjności powierzchni polakierowanej blachy samochodowej znajdującej się w wysokiej temperaturze, o wartości kilkuset stopni Celsjusza. W tej sytuacji przyjęto dla współczynnika emisyjności powierzchni polakierowanej blachy karoserii wartość 0,95, opierając się na doświadczeniach wielu badaczy [1, 7].

Podczas pożaru wydzielala się duża ilość dymu. Dym pochłania i rozprasza promieniowanie podczerwone. Jego obecność powoduje zaniżanie wskazań pirometru. To samo odnosi się do kamery termalnej, ale w przypadku kamery znane jest miejsce pomiaru. Zmienne warunki pogodowe w testach prowadzonych na parkingu powodowały dużą niestabilność zadymienia. Postanowiono przeprowadzić testy w pomieszczeniu, gdzie fluktuacje gęstości zadymienia powinny być mniejsze.

### Test pożarowy

Test przeprowadzono w Centralnej Szkole Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie. Badania przeprowadzono w otwartym tunelu o wymiarach: 5,5 m x 20,0 m x 4,25 m, wybudowanym z cegły, o stropie łukowym samonośnym. Temperaturę mierzono termoparami typu K, pirometrem podczerwieni firmy Raytek typu Fluke 572 i kamerą termowizyjną typu K1000 Elite o rozdzielczości 320x240 pikseli.

Podczas eksperymentu panowała ładna, prawie bezwietrzna ustabilizowana pogoda z prądami wznoszącymi. Niebo lekko zachmurzone, temperatura powietrza od 23 °C do 25 °C. W tunelu był łagodny ciąg powietrza w kierunku obserwacji. Dzięki temu dym nie zasłaniał samochodu.

Do testu wybrano samochód osobowy Daewoo Lanos. Samochód posiadał pełne wyposażenie wnętrza i wszystkie szyby. Z samochodu zdemontowano instalację autogaz, a w miejsce zbiornika włożono koło zapasowe. Pożar zainicjowano w schowku deski rozdzielczej, przy użyciu 20 ml nafty świetlnej (ryc. 4).



Ryc. 4. Miejsce zainicjowania pożaru.  
Fig.4. The place of the fire initiating.

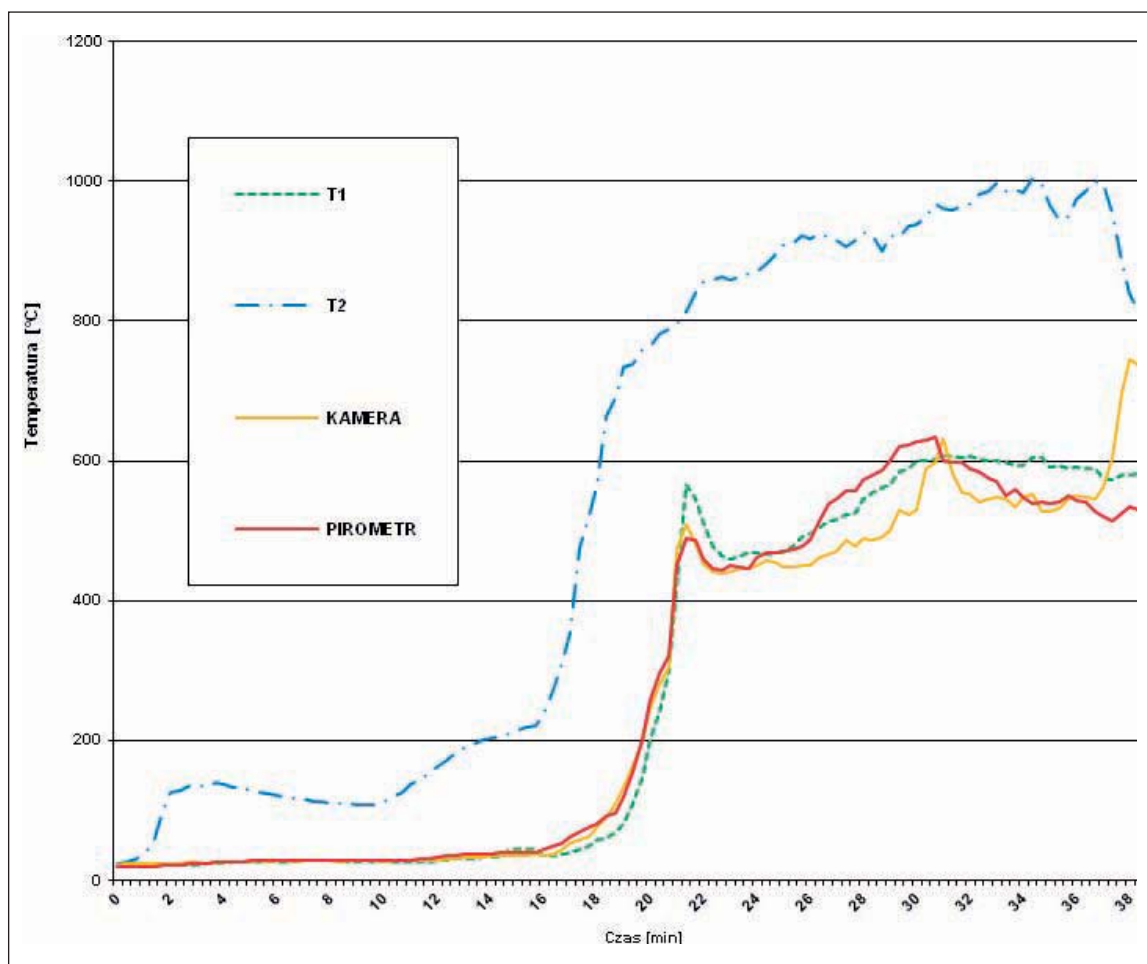


Rys. 5. Termogramu i fotografia samochodu w 27. minucie eksperymentu. Na termogramie krzyżem zaznaczone jest miejsce pomiaru temperatury.

Fig. 5. Thermogram and the photo of a car in 27th minute of experiment. The cross marks the place of temperature on thermogram.

Dokonano wyboru specjalnego obszaru pomiarowego na zewnętrznej powierzchni przednich drzwi od strony kierowcy, pod szybą, w którym temperaturę mierzono równocześnie pirometrem podczerwieni, kamerą termowizyjną i termoparą T1 (ryc.5). Termoparę T1 wprowadzono do środka drzwi bocznych i umieszczono ją w wykonanym wcześniej nacięciu. Termoelement przylegał do poszycia blaszanego od strony zewnętrznej. Przebiegi temperatury przedstawiono na ryc. 6.

Pozostałe termopary rozmieszczono w różnych miejscach samochodu i tunelu. Termoparę T2 umieszczono w części podsufitowej samochodu. Termoelement przylegał do welurowego wykończenia sufitu samochodu. Termoparę T3 wprowadzono do środka drzwi bocznych i umieszczono ją w ich dolnej części, w wykonanym wcześniej nacięciu. Termoelement przylegał do poszycia blaszanego od strony zewnętrznej. Termoparę T4 umieszczono na podłodze samochodu. Termoelement spoczywał na tunelu skrzyni biegów między fotelami przednimi a kanapą tylną. Termoparę T5 umieszczono w komorze bagażnika samochodu bezpośrednio nad kołem zapasowym samochodu. Termoparę T6 umieszczono w komorze silnika samochodu, nad silnikiem. Termoparę T7 umieszczono w górnej części tunelu bezpośrednio nad dachem samochodu. Odległość termopary od dachu samochodu około 2,20 m.



**Ryc. 6.** Zależność temperatury od czasu spalania, mierzonej kamerą termalną, pirometrem podczerwieni, termoparą T1 (w wybranym polu pomiarowym) i termoparą T2 (wewnątrz samochodu, przy suficie kabiny).

**Fig. 6.** The temperature dependence on the fire duration, measured by thermal camera, infrared pyrometer, thermocouple T1 (in selected measurement area) and by thermocouple T2 (inside the car, at its ceiling bottom).

W 12. minucie szyba przednich drzwi od strony kierowcy rozszczelniła się i wpadła do wnętrza samochodu. Swobodny dopływ powietrza spowodował rozgorzenie.

W 27. minucie eksperymentu pożarem objęty został cały samochód a tunel w całej swojej objętości był wypełniony dymem. Temperatura wewnątrz samochodu wynosiła około 920 °C (ryc. 6).

W 33. minucie nastąpiło rozszczelnienie koła zapasowego w bagażniku samochodu oraz niewielkie przesunięcie pola pomiarowego pirometru kamery. W 39. minucie nastąpiło gwałtowne rozerwanie opony tylnej. Towarzyszyła temu kula ognia o promieniu około 0.5 m. od samochodu. Karoseria samochodu obniżyła się i nastąpiło znaczne przesunięcie pola pomiarowego pirometru i kamery. W 42. minucie trwania eksperymentu rozpoczęto gaszenie samochodu.

### Podsumowanie i wnioski

Z analizy wykresów temperatury mierzonej w tym samym miejscu różnymi przyrządami wynika, że wskazania ich są zbliżone. Świadczy to, że przy zachowaniu stabilnych warunków eksperymentu, co miało miejsce w po-

mieszczeniu, pomiary pirometryczne temperatury pożaru mogą być wiarygodne. Ale jest wiele problemów, które są do rozwiązania. Zasygnalizowano je w pracy.

Pożar samochodu osobowego uwarunkowany jest wentylacją. W zamkniętym samochodzie rozwija się powoli. Dopiero po rozszczelnieniu szyb lub otwarciu drzwi nabiera gwałtowności. Długi czas powolnego rozwijania się pożaru daje ewentualnemu podpalaczowi możliwość oddalenia się z miejsca przestępstwa. Ten fakt powinien być uwzględniany w ekspertyzach sporządzanych dla organów dochodzeniowych.

W przeprowadzonym teście temperatura wewnątrz auta, pod sufitem, osiągnęła maksymalną około 1000 °C. W testowych pożarach samochodów osobowych na parkingach maksymalna temperatura w kabinie wynosiła również około 1000 °C. Temperatura przy podłodze była wyraźnie niższa. Dopiero pod koniec fazy rozwiniętego pożaru osiągnęła wartość około 900 °C.

Powietrze nad samochodem, przy suficie tunelu, osiągnęło temperaturę 650 °C. W końcowej fazie pożar przeniósł się pod maskę silnika osiągając temperaturę 700 °C i do komory bagażnika, w której temperatura osiągnęła wartość 650 °C.

## Literatura

1. Minkina W., Praca zbiorowa *Pomiary Termowizyjne w praktyce*, Agencja Wydawnicza PAKu, Warszawa 2004;
2. Polednak P., *Experimentalne overenie požiarov osobnych motorowych vozidiel*, 4. medzinarodna vedecka konferencja *Ochrana pred požiarom zachlanne služby*, 2-3.06.2010, Žylina;
3. Rybiński J., Jakubowski I., Szajewska A., *Fires of passenger cars in Poland*, Zeszyty Naukowe SGSP, nr 43, w druku, Warszawa 2012;
4. Rybiński J., Szajewska A., *Wykorzystanie termowizji w Państwowej Straży Pożarnej*, Pomiary Automatyka Kontrola, vol.57, nr 10/2011, str.1260-1263;
5. Slimonowa M., Polednak P., *Findigs from experimental verification of passenger motor car fires in closed space*, Int. Conf. Pożarni ochrana 2010, Ostrava 8-9. zari 2010;
6. Starzyński E., *Przyczyny pożarów w pojazdach silnikowych na paliwo ciekłe i gazowe*, Zbiór referatów z III Międzynarodowej Konferencji *Badanie przyczyn powstania pożarów*, pod redakcją Piotra Guzewskiego, s. 245-257, Poznań 2007;
7. Więcek B., De Mey G.: *Termowizja w podczerwieni podstawy*, Wydawnictwo PAK, Warszawa 2011.

## ml. kpt. mgr inż. Arkadiusz Omazda

starszy specjalista w Centralnej Szkole PSP w Częstochowie, wykładowca przedmiotu „Wyposażenie Techniczne”.  
e-mail: omazdaa@cspsp.pl

## bryg. prof. dr hab. Janusz RYBIŃSKI

jest profesorem Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. W latach 2005 – 2010 pełnił funkcję Dziekana Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego. Prowadzi prace naukowo badawcze w zakresie inżynierii bezpieczeństwa.

## dr inż. Anna SZAJEWSKA

jest adiunktem Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Prowadzi prace naukowo badawcze w zakresie wymiany ciepła i modelowania rozwoju pożarów.

## Recenzenci

dr inż. Norbert Tuśnio  
ing. Jozef Světlik, PhD





mgr inż. **Mariusz CIEŚLAK**  
Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB

## KONCEPCJA OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ ORAZ CERTYFIKACJI SYSTEMÓW PRZECIWPOŻAROWYCH ELEKTROWNI WIATROWYCH

### Idea of fire protection and certification of fire fighting systems for wind turbines

#### Streszczenie.

Celem artykułu jest przedstawienie przeglądu wytycznych dotyczących systemów przeciwpożarowych stosowanych w turbinach wiatrowych. Ze względu na zwiększającą się liczbę instalacji turbin wiatrowych, ochrona przeciwpożarowa związana z tą gałęzią energetyki zajmuje coraz większą uwagę nie tylko z punktu widzenia strat materialnych powodowanych przez ogień, lecz także z powodu przerw w dostawie energii elektrycznej. Turbiny wiatrowe, ze względu na swoją budowę oraz umiejscowienie, różnią się od typowych zastosowań urządzeń gaśniczych takich jak centra danych, muzea, magazyny itp. Ze względu na małe doświadczenie producentów w zastosowaniu urządzeń gaśniczych w turbinach, szczególnie ważne wydaje się być opracowanie wytycznych pozwalających na prawidłowe zaprojektowanie, wykonanie oraz serwisowanie takich systemów.

#### Summary

The purpose of this article is to review guidelines concerning fire protection systems for wind turbines. Since there is increasing number of installed wind turbines, fire protection connected with this energy branch takes more attention not only because of material losses caused by fire, but also because of interruptions in energy supply. Wind turbines, because of their construction and work location, differ from typical applications of firefighting systems such as data centers, museums, warehouses etc. Because of little experience of manufacturers in application of firefighting systems in wind turbines, especially important seems to be development of standards and guidelines which can help in their designing, assembling and servicing.

**Słowa kluczowe:** Stałe urządzenia gaśnicze, turbiny wiatrowe, energia odnawialna, certyfikacja, ochrona przeciwpożarowa;

**Keywords:** Fixed firefighting systems, wind turbines, renewable energy, certification, fire protection;

#### Wstęp

Dyrektywa Unii Europejskiej w sprawie wspierania produkcji energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych (ZEO) wymaga osiągnięcia 20% wskaźnika udziału energii elektrycznej pochodzącej z ZEO w zużyciu energii elektrycznej w całej Wspólnocie Europejskiej do 2020 r [1].

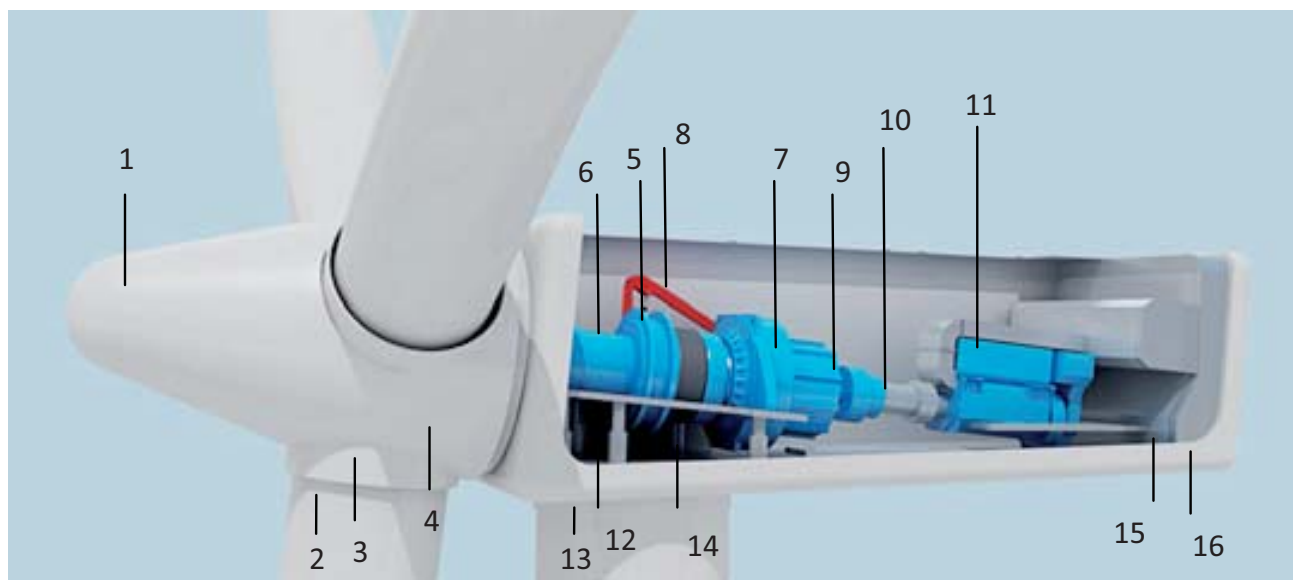
W Polsce największą dynamikę wzrostu wykorzystania źródeł odnawialnych wykazuje energetyka wiatrowa. Do końca 2011 r. zainstalowanych zostało w Polsce około 526 koncesjonowanych wiatraków o całkowitej mocy 1616 MW [2].

Ceny paliw kopalnych, w związku z wyczerpującymi się ich zasobami, odnotowują ciągły wzrost podczas, gdy koszty wytwarzania energii wiatrowej maleją. Szacuje się, że obecnie koszt pozyskania 1kW energii wiatrowej jest konkurencyjny w stosunku do pozyskania takiej samej ilości energii z paliw tradycyjnych (po uwzględnieniu szkód ekologicznych oraz zdrowotnych związanych ze spalaniem tradycyjnych paliw).

Dodając do powyższych informacji fakt, że istnieją w Polsce miejsca, gdzie umieszczanie elektrowni wiatrowych jest szczególnie korzystne, uważa się, że energetyka wiatrowa ma w naszym kraju sprzyjające warunki rozwoju.

#### Budowa i działanie elektrowni wiatrowych

Głównymi modułami elektrowni wiatrowej są: wirnik, gondola, wieża oraz fundament. Najważniejszym oraz najbardziej widocznym jej elementem jest wirnik. Najpopularniejszym obecnie rozwiązaniem są wirniki składające się z trzech łopat, dla których oś obrotu jest pozioma (turbiny wiatrowe z poziomą osią obrotu: Horizontal Axis Wind Turbine – HAWT). Istnieją, także konstrukcje turbin z pionową osią obrotu (Vertical Axis Wind Turbine – VAWT). Poprzez wirnik energia wiatru zamieniana jest na energię mechaniczną napędzającą pozostałe elementy turbiny. W obecnych elektrowniach wiatrowych śmigła osiągają średnicę ponad 120 m, a prędkość linowa ich końcówek przekracza 300 km/h.



**Ryc. 1** Schemat budowy turbiny wiatrowej [3]

1. Kołpak wirnika 2. Łopaty wirnika 3. Łożysko łopaty 4. Piasta wirnika 5. Łożysko główne 6. Wał główny 7. Przekładnia 8. Dźwig dla obsługi 9. Hamulec 10. Sprzęgło 11. Prądnica 12. Układ ustawiania kierunku 13. Wieża 14. Pierścień układu kierunkowania 15. Wentylacja prądnicy 16. Obudowa gondoli

**Fig. 1** Nacelle arrangement [3]

1. Spinner 2. Blades 3. Pitch bearing 4. Rotor hub 5. Main bearing 6. Main shaft 7. Gearbox 8. Service crane 9. Break disc 10. Coupling 11. Generator 12. Yaw gear 13. Tower 14. Yaw ring 15. Generator fan 16. Canopy

Materiałami używanymi do budowy śmigieł są m.in. włókna szklane wzmacniane poliestrem. Łopaty wirnika wraz z piastą tworzą wirnik elektrowni wiatrowej.

Kolejnym zespołem składowym turbiny wiatrowej jest system transmisyjny. Jego zadaniem jest przekazanie energii z łopat wirnika do generatora, gdzie jest ona przekształcana w energię elektryczną.

W skład systemu transmisyjnego wchodzi:

- piasta - służy połączeniu wirnika z wałem głównym,
- łożysko główne – łożysko toczne przenoszące obciążenia osiowe od wirnika oraz promieniowe (waga wału, napór ciśnienia wiatru etc.). Do smarowania używane są specjalne smary zachowujące swoje właściwości nawet w czasie silnych mrozów. W przypadku uszkodzenia łożyska może nastąpić wzrost temperatury w miejscu jego zamontowania co z kolei może prowadzić do powstania pożaru. Łożyska, oprócz łożyska głównego, umieszczane są w różnych częściach elektrowni np. przekładnia, generator, pompy hydrauliczne,
- wał główny – wał wolnoobrotowy przenoszący moment obrotowy z piasty do przekładni,
- przekładnia – rolą przekładni jest zwiększanie prędkości wału głównego do wartości odpowiednich dla prądnicy tj. do około 100-150 obr./min. Wał posiadający zwiększoną prędkość obrotową nosi nazwę wału szybkoobrotowego,
- hamulec – jego zadaniem jest zatrzymanie wału wolnoobrotowego oraz łopat wirnika. W przypadku zbyt dużej prędkości obrotowej wału, działanie hamulca

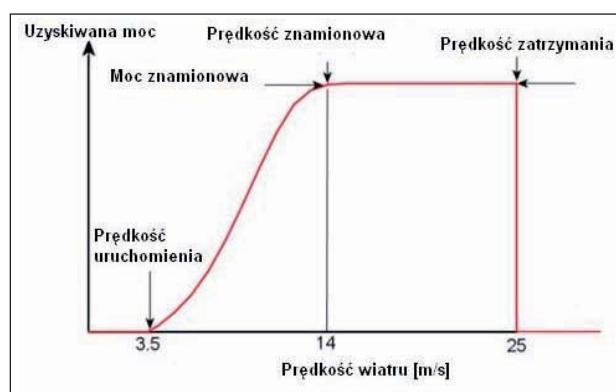
może powodować wytwarzanie wysokich temperatur oraz iskier które stanowią potencjalne źródło pożaru,

- prądnica – zadaniem prądnicy jest zamiana energii ruchu obrotowego wału szybkoobrotowego na energię elektryczną.

Powyższe elementy systemu transmisyjnego wraz z dodatkowymi modułami, np. układem kierunkowania łopat wirnika służącego do zmiany kierunku ustawienia gondoli w celu bardziej efektywnego wykorzystania energii wiatru, znajdują się w gondoli elektrowni wiatrowej.

Budowę wirnika oraz gondoli elektrowni wiatrowej przedstawiono na ryc. 1:

Profil mocy uzyskiwanej w czasie pracy turbiny wiatrowej (siłowni) przedstawiony został poniżej.



**Ryc. 2** Profil mocy turbiny wiatrowej

**Fig. 2** Wind turbine power curve

Możemy wyróżnić następujące parametry charakterystyczne:

- prędkość uruchomienia: minimalna prędkość średnia wiatru przy której siłownia wiatrowa wytwarza moc użyteczną,
- prędkość znamionowa: prędkość wiatru przy której elektrownia wiatrowa może oddawać moc znamionową. Moc znamionowa siłowni równa mocy znamionowej prądnicy,
- prędkość zatrzymania: prędkość średnia wiatru po przekroczeniu której siłownia wiatrowa jest zatrzymywana.

### Zagrożenia pożarowe występujące w turbinach wiatrowych

Turbiny wiatrowe ze względu na swoją konstrukcję oraz ryzyko całkowitego ich zniszczenia, różnią się od typowych instalacji wytwarzających energię elektryczną, np. elektrowni węglowych.

Na ryzyko to składają się następujące czynniki:

- duża koncentracja urządzeń w gondoli turbiny,
- występowanie dużej liczby źródeł możliwego powstania pożaru oraz ryzyko uderzeń pioruna,
- odległe, często trudno dostępne lokalizacje farm wiatrowych, wydłużające czas przybycia na miejsce zdarzenia odpowiednich służb.

Pożar turbiny wiatrowej może wystąpić w następujących jej częściach:

- gondoli
- wieży

oraz w podstacji elektrycznej do której podłączona jest turbina.

Duże zagęszczenie urządzeń takich jak: aparatura rozdzielcza, falownik, szafa sterownicza, transformator oraz palne materiały (izolacje dźwiękochłonne w gondoli tur-

torowej, kable elektryczne o dużym przekroju) umieszczone w gondoli powodują, że jest to miejsce najbardziej narażone na ryzyko powstania pożaru.

Możemy wyróżnić następujące przyczyny powstawania pożarów:

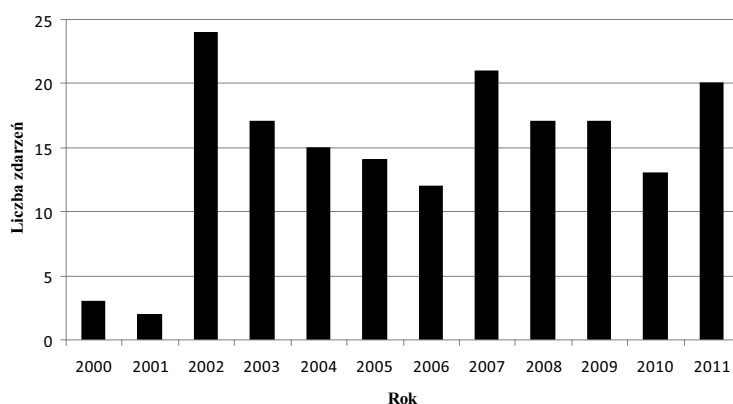
- uderzenie pioruna,
- pożary powstałe od urządzeń elektrycznych,
- uszkodzenie obwodów elektrycznych,
- powstanie dużych rezystancji spowodowanych złym połączeniem między współpracującymi elementami,
- przepięcia w uzwojeniach transformatora,
- powstawanie rezonansów w obwodach RC,
- pożary powstałe od urządzeń mechanicznych,
- mechaniczne uszkodzenie prądnic,
- wysokie temperatury powierzchni spowodowane pracą hamulca mechanicznego,
- wysokie temperatury spowodowane brakiem lub niedostatecznym smarowaniem elementów mechanicznych,
- nieprawidłowo przeprowadzone prace serwisowe.

Ryzyko powstania pożaru w elektrowniach wiatrowych może być zminimalizowane poprzez:

- zastosowanie niepalnych oraz trudnopalnych materiałów,
- zastosowanie systemów wczesnego wykrywania pożarów,
- odpowiedni nadzór oraz utrzymanie elektrowni,
- szkolenia osób wykonujących obsługę elektrowni w zakresie reagowania na sytuacje niebezpieczne oraz ustanowienie odpowiednich wewnętrznych przepisów dotyczących prac montażowych/serwisowych mogących być źródłem pożaru (np. spawanie, cięcie).

### Koszty związane z pożarami turbin wiatrowych

Liczbę pożarów turbin wiatrowych pokazano na ryc. 3 [5].



Ryc. 3 Liczba pożarów turbin wiatrowych w latach 2000-2011

Fig. 3 Number of fires in wind turbines in 2000-2011

biny, obudowy z tworzyw sztucznych, olej w systemach hydraulicznych, olej oraz smary w skrzyni biegów oraz pozostałych elementach mechanicznych, olej transforma-

Ogółem stwierdzono 175 pożarów. Straty pojedynczego zdarzenia wyniosły od 750,000 do 2 milionów dolarów. Oprócz kosztów związanych z pożarem turbin



wiatrowych takich jak zakup nowych podzespołów oraz ich montaż, dochodzą także koszty związane z przestojem turbiny, które są tym większe im większą moc miała uszkodzona turbina. Turbina wiatrowa o mocy 2MW oraz rocznym uzysku 4 mln kWh generuje tygodniowo 5.000 euro taryfy „feed-in” (tzw. taryfy gwarantowanej) [6]. Uszkodzenie turbiny wiatrowej może się także wiązać z koniecznością wzniesienia nowej turbiny, a więc przejścia przez całą drogę administracyjną, począwszy od uzyskania pozwolenia na budowę co znacząco wydłuża czas oddania urządzenia do użytkowania.

Zmniejszająca się liczba pożarów turbin wiatrowych, pomimo wzrastającej liczby instalacji, wynika nie tylko z rozwoju technologicznego podzespołów używanych do ich budowy, lecz także z przykładania coraz większej wagi do ochrony przeciwpożarowej turbin wiatrowych.

W 2008 r. opublikowane zostały wytyczne VdS 3523 [9] odnoszące się do ochrony przeciwpożarowej turbin wiatrowych, które wywarły znaczny wpływ na poprawę ich bezpieczeństwa pożarowego.

### Cele oraz projekt ochrony przeciwpożarowej

Wymagany zakres ochrony ppoż. turbiny wiatrowej może zależeć od wielu czynników. Między innymi możemy wyróżnić:

- doświadczenie ubezpieczyciela z różnymi rodzajami materiałów oraz komponentów użytych w konstrukcji turbiny,
- mocy turbiny,
- budowy turbiny wiatrowej oraz elementów ryzyka,
- lokalizacji turbiny – turbiny umieszczane na lądzie typu

„onshore” lub umieszczane na wodzie typu „offshore”,

- wartości ubezpieczanej.

Poniższa tabela przedstawia przykład klasyfikacji poziomów ochrony elektrowni wiatrowej wg wytycznych VdS 3523. Poziomy ochrony przedstawiono w poniższej tabeli jedynie w celach informacyjnych.

Z poniższej tabeli widzimy, że podstawowy, zerowy poziom ochrony uzyskiwany jest poprzez wyposażenie turbiny wiatrowej w systemy wykrywania pożaru instalacji oraz monitorowania pomieszczeń. Począwszy od poziomu 1 zastosowanie mają systemy gaśnicze. Wraz ze wzrostem poziomu ochrony wzrasta liczba instalacji oraz pomieszczeń, w których umieszcza się systemy gaśnicze. W przypadku poziomu pierwszego systemem gaśniczym chronione są instalacje (podzespoły), w przypadku poziomu drugiego również pomieszczenia. Biorąc pod uwagę doświadczenie odpowiednich instytucji zajmujących się ochroną przeciwpożarową możliwe jest ustalenie odpowiedniego poziomu ochrony uwzględniającego zarówno ryzyko wystąpienia pożaru, jak również koszty związane z implementacją takiego systemu w turbinie wiatrowej.

Dobór odpowiedniego poziomu, a co za tym idzie liczby chronionych instalacji lub pomieszczeń powinien być uzgodniony pomiędzy stronami zainteresowanymi tj. producentem turbiny, jej użytkownikiem oraz instytucją ubezpieczającą.

### Środki ochrony

#### Środki minimalizujące prawdopodobieństwo wystąpienia pożaru.

Ochronę przeciwpożarową turbin wiatrowych możemy podzielić na środki ochrony technicznej oraz budow-

### Przykłady poziomów ochrony

#### Examples of protection levels

Tabela 1.

Table 1.

| Środki ochrony jako moduły                                                                                              | Poziomy ochrony |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|---|---|
|                                                                                                                         | 0               | 1 | 2 | 3 |
| Urządzenia wykrywania pożaru instalacji oraz monitorowanie pomieszczeń                                                  | *               | * | * | * |
| Urządzenia gaśnicze - ochrona instalacji                                                                                |                 |   |   |   |
| Pomieszczenie sterownicze, falownik, rozdzielnica (LV/MV)                                                               |                 | * | * | * |
| Transformator                                                                                                           |                 |   | * | * |
| System hydrauliczny                                                                                                     |                 |   |   | * |
| Pierścień generatora                                                                                                    |                 |   |   | * |
| Urządzenia gaszenia - ochrona pomieszczeń                                                                               |                 |   |   |   |
| Podłogi podniesione wraz z miską olejową, przewodami oraz instalacjami elektrycznymi                                    |                 |   | * | * |
| Gondola wraz z generatorem, transformatorem, systemem hydraulicznym, przekładnią hamulcem, napędem układu kierunkowania |                 |   |   | * |
| Piasta wraz z napędem nastawienia kąta łopat oraz generatorem (jeżeli ma zastosowanie)                                  |                 |   |   | * |
| Podstawa wieży wraz z istniejącymi instalacjami (jeżeli ma zastosowanie)                                                |                 |   |   | * |

| Ochrona przeciwpożarowa turbin wiatrowych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ochrona techniczna:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedury</li> <li>• Systemy ostrzegawcze</li> <li>• Systemy alarmowe</li> <li>• Urządzenia ochrony przeciwpożarowej uruchamiane ręcznie</li> <li>• Urządzenia ochrony przeciwpożarowej uruchamiane automatycznie</li> <li>• Środki dodatkowe</li> <li>• Informacje dla użytkownika</li> </ul> | <b>Ochrona budowlana:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiały oraz podzespoły</li> <li>• Wyznaczone strefy pożarowe</li> <li>• ( np. wieża, gondola, łopaty wirnika)</li> <li>• Drogi ewakuacyjne</li> </ul> |

lanej. Poniższa tablica przedstawia przyporządkowanie środków ochrony do konkretnych obszarów ochrony ppoż. [7].

### Ochrona budowlana

Ochrona budowlana turbiny wiatrowej ma za zadanie utrzymanie dróg ewakuacyjnych w stanie użyteczności w przypadku wystąpienia pożaru, zmniejszenie obszaru rozprzestrzeniania się pożaru poprzez zastosowanie niepalnych materiałów oraz zapobieganiu jego wystąpieniu poprzez odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne np. zastosowanie osłon.

#### • Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa

Turbina wiatrowa powinna być wyposażona w odpowiednie środki ochrony odgromowej oraz przeciwprzepięciowej, dopasowane do danego jej typu. W celu zaprojektowania systemu ochrony odgromowej turbiny wiatrowej należy dokonać oceny ryzyka lub przyjąć najwyższy jego poziom zgodnie z normą IEC 62305 (poziom ochrony odgromowej I). Podczas oceny ryzyka, należy wziąć pod uwagę wszystkie możliwe drogi pioruna, poczynając od łopat wirnika poprzez piastę wirnika, gondolę, wieżę aż do fundamentów wiatraka. Odpowiedni poziom ryzyka powinien także być zakładany podczas projektowania elementów służących do ochrony odgromowej elektrowni wiatrowych (nie mniejszy jednak niż poziom II wg IEC 62305). Obszary ochrony mogą być zidentyfikowane przy zastosowaniu metod pomocniczych np.: metody „toczącej się kuli” (ang. rolling sphere method).

#### • Minimalizowanie ryzyka systemów elektrycznych

Ochrona systemów elektrycznych ma na celu identyfikację wad pojawiających się w czasie eksploatacji turbiny wiatrowej oraz wyłączenia z pracy poszczególnych jej elementów np. transformatorów, prądownic, podczas wystąpienia zagrożeń w ich działaniu. Ochrona ta dotyczy zarówno systemu elektrowni wiatrowej (parku) projektowanego przez dewelopera, jak również elementów turbiny wiatrowej (podzespołów), które są projektowane przez projektanta według wytycznych dewelopera. System bezpieczeństwa powinien zapewniać natychmiastowe oraz kontrolowane wyłączenie poszczególnych elementów turbiny. Powinien on także umożliwić przesłanie sygnału o awarii do stanowiska stale nadzorowanego przez człowieka.

#### • Minimalizowanie ilości materiałów palnych

Materiały użyte do budowy elektrowni wiatrowych powinny być materiałami niepalnymi, w miarę możliwości o komórkach zamkniętych z łatwo zmywalną powierzchnią. Należy unikać używania materiałów takich, jak tworzywa piankowe, polistyren, tworzywa sztuczne wzmocnione włóknami szklanymi. Użyte materiały powinny mieć klasę palności B1 wg DIN 4102 (klasa C-B wg PN-EN 13501-1), w przypadku, gdy nie można ich zastąpić materiałami niepalnymi.

Kable oraz przewody użyte w budowie elektrowni powinny charakteryzować się następującymi cechami:

- nie powinny podtrzymywać rozprzestrzeniania się pożaru,
- nie powinny wydzielać dużych ilości dymu oraz powinny powodować minimalne ilości zanieczyszczeń w pomieszczeniu w przypadku pożaru.

Oleje hydrauliczne oraz smary powinny być wybrane spośród materiałów niepalnych lub posiadać wysoki punkt zapłonu, który znacznie przewyższa temperaturę mogącą powstać w systemach, w których są używane.

Podczas pracy z płynami powinna być możliwość ich natychmiastowego zbierania np. poprzez odpowiednio rozmieszczone tace lub przy użyciu niepalnych materiałów wiążących oleje. Jakikolwiek wyciek powinien być natychmiast neutralizowany.

#### • Unikanie potencjalnych źródeł zapłonu

Źródłami zapłonu mogą być m.in.:

- prądy piorunowe,
- iskry oraz wysoka temperatura pojawiająca się w czasie pracy hamulca mechanicznego,
- zwarcia, łuki elektryczne oraz rezonanse w obwodach elektrycznych,
- gorące powierzchnie (np. hamulce, łożyska),
- samozapłon materiału np. brudne ścierki do czyszczenia pozostawione przez ekipy serwisowe.

Wszystkie materiały oraz źródła potencjalnego zapłonu powinny być odizolowane od reszty elementów turbiny. Można to uzyskać poprzez zastosowanie np. niepalnych osłon.

#### • Prace związane z ryzykiem powstania pożaru

Należy unikać wszystkich prac serwisowych związanych z ryzykiem powstania pożaru. Jeżeli nie jest to możliwe,

tw. metody zimne (cięcie, przykręcanie, klejenie) powinny być stosowane. Jeżeli nie ma możliwości zastosowania metod zimnych podczas prac serwisowych, powinny zostać podjęte odpowiednie środki ograniczające możliwość powstania oraz rozprzestrzeniania się pożaru.

Powinny zostać opracowane instrukcje dotyczące przeprowadzania prac serwisowych, uwzględniające potencjalne ryzyka powstania pożaru.

## Ochrona techniczna

### • Warunki atmosferyczne

Jednym z głównych czynników wpływających na działanie systemów ochrony przeciwpożarowej turbin wiatrowych są warunki atmosferyczne.

Szczególnie ważne są:

- działanie atmosfery słonej,
- znaczne zmiany temperatury w czasie dnia oraz nocy,
- drgania,
- przepływ powietrza w gondoli,
- wilgotność powietrza.

Wszystkie powyższe czynniki, mające wpływ na efektywność oraz niezawodność systemów przeciwpożarowych,

powinny być brane pod uwagę już podczas procesu projektowania turbiny wiatrowej.

### • Systemy wykrywania pożaru

System detekcji pożaru w turbinach wiatrowych ma za zadanie spełnić następujące funkcje:

- informowanie jednostki sterującej o wystąpieniu zagrożenia wraz z powiadamianiem do miejsca stale nadzorowanego przez człowieka,
- uruchomienie systemu gaśniczego,
- odłączenie turbiny wiatrowej od sieci energetycznej.

Urządzenia wykrywające pożar powinny zapewniać łatwość ich obsługi (biorąc pod uwagę ograniczoną przestrzeń w gondoli turbiny).

Wyróżnia się systemy monitorujące pomieszczenia oraz systemy monitorujące instalacje.

### • Monitorowanie przestrzeni

Gondola oraz części wieży, które zawierają instalacje do wytwarzania energii elektrycznej, jak również zewnętrzny transformator oraz elektryczna podstacja powinny być monitorowane przez automatyczny system wykrywania pożaru.

Tabela 2.

Przykład doboru czujek do pomieszczeń monitorujących oraz instalacji [9]

Table 2.

Information on the selection of fire detectors for monitoring rooms and installations [9]

| Rodzaj czujki                                                                                     | Czujka dymu            |               |                                  | Czujka ciepła<br>(z indeksem R<br>zgodna z EN 54-5) |         | Czujka<br>płomienia |    | Czujka dymu<br>wielodetektorowa |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|---------------------|----|---------------------------------|--------------------|
|                                                                                                   | Punktowa               | Wielopunktowa | Liniowa                          | Punktowa                                            | Liniowa | IR                  | UV | Dymu<br>oraz<br>ciepła          | Dymu<br>oraz<br>CO |
|                                                                                                   | Światło<br>rozproszone | Zasysające    | Wiązka światła<br>przechodzącego |                                                     |         |                     |    |                                 |                    |
| Gondola wraz<br>z transformatorem,<br>zwierająca piastę oraz<br>podniesione podłogi               | -                      | +             | -                                | -                                                   | -       | -                   | -  | -                               | -                  |
| Centrala podstacja<br>elektryczna, po-<br>mieszczenie prze-<br>łączników (switch<br>cabinet)      | +                      | +             | +                                | +                                                   | +       | -                   | -  | +                               | +                  |
| Podstawa wieży/<br>platforma wraz z<br>istniejącymi insta-<br>lacjami (jeżeli ma<br>zastosowanie) | -                      | +             | -                                | +                                                   | -       | -                   | -  | -                               | -                  |
| Pomieszczenie<br>przekładni                                                                       | +                      | +             | -                                | -                                                   | -       | -                   | -  | +                               | -                  |
| System<br>hydrauliczny                                                                            | -                      | +             | -                                | +                                                   | -       | -                   | -  | -                               | -                  |
| Transformator                                                                                     | -                      | +             | -                                | Przełącznik<br>Buchholza                            |         | -                   | -  | -                               | -                  |

Przestrzenie podpodłogowe oraz puste przestrzenie między stropami i sufitem podwieszanym, jak również przestrzenie o dużym obciążeniu ogniowym np. przewody energetyczne powinny być także poddane monitorin-  
gowi.

Systemy detekcyjne powinny być dobierane z uwzględnieniem ich zastosowania w obrębie turbiny wiatrowej. Pod uwagę powinny być brane nie tylko wa-  
runki środowiskowe, lecz również specyfika pożaru, który może powstać w danym obszarze turbiny.

Tabela 3.

**Przykładowe zastosowanie systemów gaśniczych do ochrony przestrzeni oraz instalacji [9]**

Table 3.

**Information on the selection of fire extinguishing systems for room and installation protection [9]**

| Urządzenie gaś-<br>nicze<br>(środek gaśniczy)                                                                                    | Urządzenia gaśnicze<br>gazowe |                  | Urządzenia gaśnicze wodne |             |               |       | Inne urządzenia<br>gaśnicze |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------|-------------|---------------|-------|-----------------------------|----------|
|                                                                                                                                  | CO2 (wysoko-<br>ciśnieniowy)  | Gazy<br>obojętne | Tryskaczowe               | Zraszaczowe | Mgła<br>wodna | Piana | Proszek                     | Aerozole |
| <b>Ochrona pomieszczeń</b>                                                                                                       |                               |                  |                           |             |               |       |                             |          |
| Gondola wraz z generatorem, trans-<br>formatorem, syste-<br>mem hydraulicz-<br>nym, przekładnią,<br>hamulcem, napędem<br>azymutu | +                             | +                | +                         | +           | +             | -     | -                           | -        |
| Piasta wraz z<br>napędem nastawie-<br>nia kąta łopat oraz<br>generatorem (jeśli<br>ma zastosowanie)                              | +                             | +                | +                         | +           | +             | -     | -                           | -        |
| Podłogi podniesione<br>wraz z miską ole-<br>jową, przewodami<br>oraz instalacjami<br>elektrycznymi                               | +                             | -                | +                         | +           | +             | +     | -                           | -        |
| Centrala podsta-<br>cja elektryczna,<br>pomieszczenie<br>przekładni (bez<br>transformatora)                                      | +                             | +                | -                         | -           | +             | -     | -                           | -        |
| Podstawa wieży<br>wraz z istniejącymi<br>instalacjami (jeżeli<br>ma zastosowanie)                                                | +                             | +                | +                         | +           | +             | -     | -                           | -        |
| <b>Ochrona instalacji</b>                                                                                                        |                               |                  |                           |             |               |       |                             |          |
| Pomieszczenie<br>sterownicze, falow-<br>nik, rozdzielnica<br>(LV/MV), pomiesz-<br>czenie zamknięte                               | +                             | +                | -                         | -           | +             | -     | -                           | -        |
| Transformator                                                                                                                    | +                             | -                | -                         | +           | +             | -     | -                           | -        |
| Pomieszczenie<br>sterownicze, falow-<br>nika, rozdzielnica<br>(LV/MV), pomiesz-<br>czenie otwarte                                | +                             | -                | -                         | -           | +             | -     | -                           | -        |
| System hydraulicz-<br>ny, otwarty                                                                                                | +                             | -                | +                         | +           | +             | +     | -                           | -        |



### • Monitorowanie instalacji

Urządzenia, które w czasie pracy są zamknięte, zachodzi w nich wymuszony obieg powietrza lub występuje wysoka wymiana powietrza np.: rozdzielnice oraz falowniki, wymagają oprócz monitorowania przestrzeni, w których się znajdują także monitorowania instalacji. Dobór odpowiednich elementów systemów detekcji pożaru w takim przypadku powinien odbywać się po przeanalizowaniu warunków pracy dla każdej turbiny osobno oraz po konsultacjach z producentem systemu detekcji.

Transformatory zawierające olej mineralny powinny być chronione przy pomocy np. przekątnika Buchholza jako środka dodatkowego do urządzeń monitorujących temperaturę transformatora oraz przestrzeń, w której transformator się znajduje.

Jak przedstawiono w tablicy 2, największy obszar zastosowania jako czujki monitorujące pomieszczenia lub instalacje, mają zasysające czujki dymu. Zaletą takich urządzeń jest ich wysoka czułość pozwalająca na wykrycie pożaru w jego wczesnym stadium i przez to ograniczające straty nim spowodowane. Czynnikiem ograniczającym zastosowanie takich czujek są zanieczyszczenia pojawiające się w gondoli turbiny, mogące wpływać na wywołanie fałszywych alarmów oraz uszkodzenie czujki. W przypadku wykrycia takiego zdarzenia konieczna będzie podróż osób zajmujących się serwisem do często odległych lokacji turbin w celu naprawy lub sprawdzenia fałszywych sygnałów generowanych przez czujki. Konieczne może być także usunięcie skutków uruchomienia systemu gaśniczego spowodowanego odebraniem fałszywego sygnału o pożarze. Należy więc zwrócić szczególną uwagę na odpowiednią instalację takich czujek minimalizującą występowanie powyższych niedogodności.

Interesującym rozwiązaniem są także systemy, których zadziałanie następuje w przypadku przerwania ciągłości przewodu elastycznego. Urządzenia takie nie wymagają źródła zasilania zewnętrznego oraz pracują zarówno jako czujniki pożaru jak i urządzenia gaśnicze. Wpływ środka gaśniczego następuje w miejscu przerwania ciągłości przewodu, który działa także jako czujka pożarowa. Urządzenia takie działają bez zewnętrznego źródła zasilania, co dodatkowo zwiększa ich niezawodność.

### Stale urządzenia gaśnicze stosowane w turbinach wiatrowych.

W celu skutecznej ochrony przeciwpożarowej turbin wiatrowych, wraz z systemem sygnalizacji pożarowej powinien być także zainstalowany automatyczny system gaśniczy. Ze względu na znaczne odległości od posterunków nadzorowanych przez człowieka, jak również trudności z dotarciem do miejsca pożaru (gondoli) jednostek straży pożarnej po przybyciu na miejsce, ugaszenie rozwijającego się pożaru może nastąpić wyłącznie w wyniku działania stałego urządzenia gaśniczego.

W tabeli 3. przedstawiono przykład zastosowania typowych systemów gaśniczych w aplikacjach turbiny wiatrowej.

W przypadku stosowania stałych urządzeń gaśniczych, należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

- efektywność akcji gaśniczej;
- wymagane stężenie gazu gaśniczego lub odpowiednia ilość wody;
- czas utrzymania stężenia gazu gaśniczego;
- czas działania wodnego środka gaśniczego;
- odciażenia/przepuszczalność pomieszczenia;
- składowanie środka gaśniczego (biorąc pod uwagę jego objętość, wagę itp.);
- miejsce zajmowane przez instalację gaśniczą w gondoli turbiny;
- montaż instalacji;
- serwis;
- niezawodność;
- koszt.

Powyższe czynniki, należy brać pod uwagę wybierając oraz projektując stałą instalację gaśniczą z systemem sygnalizacji pożarowej.

### Wady oraz zalety SUG przy zastosowaniu w turbinach wiatrowych

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę stałych urządzeń gaśniczych z uwzględnieniem ich zastosowania w turbinach wiatrowych.

- Stałe urządzenia gaśnicze gazowe.

W ich skład, w zależności od stopnia rozbudowania, wchodzi butle ze środkiem gaśniczym (gazem w postaci skroplonej lub lotnej), układy rurociągów, zawory kierunkowe, zawory zwrotne, wyzwalacze pneumatyczne lub elektromagnetyczne, dysze.

Urządzenia te mogą być stosowane zarówno do gaszenia miejscowego, jak również przez całkowite wypełnienie. W przypadku systemów gaśniczych gazowych dla których akcja gaśnicza odbywa się poprzez wypełnienie całej objętości przestrzeni gaszonej, szczególnym problemem może być także określenie integralności pomieszczenia (tzw. „door fan test”).

Ze względu na stopień skomplikowania podzespołów używanych do budowy SUG gazowych (zawory, wyzwalacze), należy zwrócić szczególną uwagę na ich przydatność przy zastosowaniu w specyficznym środowisku pracy występującym w gondoli turbiny.

- Stałe urządzenia gaśnicze wodne.

W przypadku SUG wodnych medium gaśniczym jest woda, która podawana zostaje z zbiorników lub sieci wodociągowej. W przypadku zastosowaniu SUG wodnych w elektrowniach wiatrowych szczególną uwagę, należy zwrócić na sposób dostarczenia wody do przestrzeni gaszenia. Ze względu na znaczną wysokość gondoli przy pobieraniu wody z sieci wodociągowej, należy stosować pompy dostarczające wodę do gondoli, co zwiększa koszt realizacji inwestycji.

Odmienne rozwiązanie stosowane jest w stałych urządzeniach gaśniczych mgłowych. W tych urządzeniach medium gaśniczym jest woda rozproszona do stanu mgły. Podawana jest ona pod wysokim lub niskim ciśnieniem na dyszę która rozprasza jej strumień. Wg normy NFPA 750 za mgłę wodną uznaje się strumień wody, gdzie średnice kropeł w 99% jej masy są mniejsze od 1 mm. Specyfikacja techniczna CEN/TS 14972 nakłada mniejsze wymagania: 90% całkowitej masy kropeł mniejsza od 1mm.

Charakterystyka gaśnicza mgły wodnej, ze względu na rodzaj jej rozdrobienia jest podobna bardziej do SUG gazowych niż do SUG tryskaczowych. Akcja gaśnicza polega głównie na wypieraniu tlenu ze strefy gaśniczej (podobnie, jak w SUG gazowych) oraz na szybkim schładzaniu palącego się materiału.

Należy pamiętać, że SUG mgłowe powinny być wcześniej przebadane w skali naturalnej pod względem skuteczności gaszenia oraz niezawodności działania. Szczególna uwaga powinna być zwrócona na kwestie stosowania powyższych urządzeń w temperaturach ujemnych (problem zamarzania wody w czasie zimy).

#### • Stałe urządzenia gaśnicze pianowe

Stałe urządzenia gaśnicze pianowe działają na zasadzie dostarczania roztworu środka pianotwórczego do strumienia wody, a następnie wyładowanie tego środka przez odpowiednio ukształtowaną dyszę, co powoduje generowanie piany gaśniczej. Piana gaśnicza powoduje efekt chłodzenia pożaru oraz zabezpiecza materiały palne znajdujące się w pobliżu pożaru przed nagrzewaniem przez promieniowanie ciepłe pożaru.

W zależności od liczby spienienia rozróżniamy piany: lekkie, średnie oraz ciężkie.

Urządzenia te nadają się do gaszenia cieczy palnych (piana ciężka), wypełniania przestrzeni zamkniętych (piany średnie oraz piany lekkie)

Piany gaśnicze (podobnie jak urządzenia gaśnicze wodne), ze względu na przewodność elektryczną, nie powinny być stosowane w urządzeniach, w których istnieje ładunek elektryczny, nawet gdy nie są one połączone bezpośrednio do napięcia np. kondensatorów o wysokich pojemnościach.

Zwiększenie szybkości generowania piany gaśniczej, a co za tym idzie także gaszenia pożaru może zostać osiągnięte poprzez dodanie sprężonego powietrza do roztworu pianotwórczego.

#### • Urządzenia gaśnicze proszkowe

Ze względu na skutki jakie może spowodować zastosowanie proszków gaśniczych, szczególnie w stosunku do elektroniki, nie jest zalecane stosowanie tego typu urządzeń do gaszenia turbin wiatrowych [9].

#### • Urządzenia gaśnicze aerozolowe

Ze względu na brak dokładnych danych dotyczących niezawodności oraz skuteczności gaśniczej jak również

skutków gaszenia generatorami aerozolu gaśniczego ich stosowanie nie jest zalecane [9].

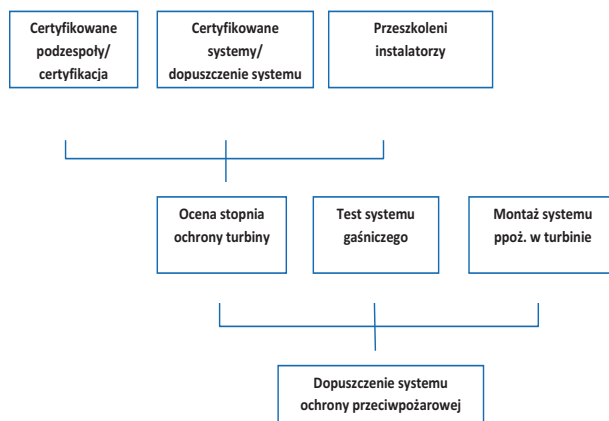
Ze względu na specyficzne warunki pracy stałych urządzeń gaśniczych w turbinach wiatrowych, firmy zajmujące się ochroną przeciwpożarową opracowują własne wytyczne dotyczące badań tych urządzeń. Pod uwagę powinny być brane warunki nie występujące w powszechnych miejscach zastosowania SUG, np.: wibracje, wysokie zapylenie, duże różnice temperatur występujące w czasie eksploatacji turbin, znaczna wilgotność (nawet powyżej 95%). Również projektowanie SUG powinno brać pod uwagę specyfikację turbin np. szczelności, nasycenie materiałami dla których, należy stosować różne metody gaszenia.

Powyższe czynniki mogą spowodować wzrost współczynnika bezpieczeństwa używanego przy projektowaniu stężenia gaśniczego dla instalacji gazowych do poziomu nie określonego przez żaden standard projektowania.

### Certyfikacja systemów ochrony przeciwpożarowej używanych w turbinach wiatrowych

Zaprojektowany oraz zamontowany system ochrony przeciwpożarowej turbiny wiatrowej powinien zostać zaaprobowany (certyfikowany) przez tzw. stronę trzecią. Proces certyfikacji zapewnia, że instalacja została zaprojektowana zgodnie z wymaganiami odpowiednich dokumentów odniesienia, a jej montaż jest zgodny z dokumentacją projektową oraz regulami sztuki inżynierskiej.

Proponowany schemat procesu certyfikacji systemów ochrony przeciwpożarowej przedstawiono na rycinie 3.



Ryc. 3 Schemat certyfikacji systemu ochrony przeciwpożarowej [7]

Fig. 3 Structure of the certification of the fire protection system [7]

Proces certyfikacji systemów ochrony ppoż. stosowanych w turbinach wiatrowych składa się z następujących elementów:

#### • Certyfikowanych podzespołów.

Podzespoły używane w systemach ppoż. turbin wiatrowych powinny być dopuszczone (certyfikowane) przez stronę trzecią, tj. instytucje certyfikujące.

- Certyfikowanych systemów

Systemy ppoż., składające się z certyfikowanych podzespołów/elementów powinny zostać dopuszczone do zastosowania w turbinach wiatrowych z wyszczególnieniem ich aplikacji np. stałe urządzenie gaśnicze gazowe do zastosowania w pomieszczeniach sterowania. Systemy gaśnicze dopuszczone do zastosowania w innych obiektach np. muzeach, serwerowniach, mogą nie spełnić warunków niezawodności działania oraz skuteczności gaśniczej przy zastosowaniu dla turbin wiatrowych.

Wraz z systemem ppoż. producent powinien dostarczyć wytyczne projektowania, montażu, obsługi oraz serwisowania instalacji.

- Przeszkolonych instalatorów

Instalatorem jest firma świadcząca następujące usługi w nawiazaniu do ochrony ppoż. turbin wiatrowych:

- Projektowanie instalacji;
- Montaż;
- Przekazanie użytkownikowi wraz z odpowiednimi szkoleniami;
- Serwisowanie instalacji.

- Oceny stopnia ochrony ppoż. turbiny

Instalatorzy systemu oraz system ochrony ppoż. turbiny powinni być oceniani przez stronę trzecią pod względem możliwości spełnienia przez nich wymagań ustanowionych przez producenta elektrowni wiatrowej. Weryfikacja ta powinna uwzględniać także wpływ instalacji na turbinę wiatrową.

- Montażu systemu ppoż. w turbinie

Systemy ochrony ppoż., zarówno budowlanej, jak również technicznej, powinny być tak zamontowane w turbinie wiatrowej, aby ograniczenia dla systemu gaśniczego narzucone przez producenta były przestrzegane, cele ochrony osiągnięte oraz systemy te nie wpływały negatywnie na konstrukcję oraz działanie turbiny wiatrowej.

- Testu systemu gaśniczego

Pierwsza instalacja systemu danego typu powinna zostać przetestowana w warunkach rzeczywistych przy udziale przedstawicieli strony trzeciej. Celem testu jest sprawdzenie współdziałania systemu z turbiną wiatrową, funkcjonalności systemu, jak również porównanie systemu zamontowanego w turbinie z dokumentacją dostarczoną przez producenta.

- Certyfikacji systemu ochrony ppoż.

Przed przystąpieniem do procesu certyfikacji systemu ochrony ppoż., określone powinny zostać następujące obszary:

- Cele ochrony;
- Ogólny projekt ochrony;
- Środki ochrony (strukturalnej oraz technicznej).

Certyfikacja ta obejmuje zarówno środki zapobiegawcze, jak również wykrywanie pożaru oraz jego gaszenie. Tłumienie pożaru, ze względu na długi czas dotarcia jednostek ratowniczych nie może być skutecznym środkiem używanym w projekcie ochrony ppoż. Certyfikat jest wydawany tylko dla danego typu turbiny wiatrowej (dotyczy to również wysokości wieży oraz średnicy łopat wirnika). W przypadku zmiany aranżacji urządzeń wewnątrz gondoli konieczne jest przeprowadzenie ponownego procesu certyfikacji.

Oprócz procesu certyfikacji kolejnym elementem wpływającym na niezawodność urządzeń gaśniczych jest ich prawidłowy serwis z nadzorem nad funkcjonowaniem urządzeń. Przeglądy instalacji powinny odbywać się w okresach przewidzianych przez producenta systemu gaśniczego. Przeglądy te, ze względu na prace wysokościowe, powinny być dokonywane przez specjalnie przeszkolony do tego celu personel.

Zasadne zdaje się także przeszkolenie jednostek straży pożarnej rozlokowanych w pobliżu istniejących parków wiatrowych, w celu właściwego podejmowania działań w razie wystąpienia pożaru turbiny. Jednostki te powinny być świadome zagrożeń wynikających z pożaru gondoli turbiny oraz powinny być przygotowane to odpowiedniej ochrony terenów przylegających.

## Podsumowanie

Pomimo znacznego rozwoju energetyki wiatrowej, ochrona przeciwpożarowa obiektów z nią związanych, w szczególności turbin wiatrowych, nie była rozwijana równolegle. Seria pożarów, które wystąpiły w ostatnich latach zmusza ubezpieczycieli oraz producentów turbin wiatrowych do przyjrzenia się problemom wynikającym z wymagań ochrony przeciwpożarowej. Prace instytucji zajmujących się badaniem oraz certyfikacją systemów przeciwpożarowych spowodowały wzrost jakości urządzeń, jednak wraz ze wzrostem mocy pojedynczych elektrowni wiatrowych, jak również coraz większym rozwojem parków wiatrowych typu „offshore” koszty powodowane przez pojedyncze pożary stale rosną.

Systemy ochrony ppoż., ze względu na ich wysokie koszty nie są obecnie powszechnie stosowanym rozwiązaniem w turbinach wiatrowych. Zachodzenie firmy ubezpieczające oferują jednak zniżki w kwocie ubezpieczenia, co skutkuje zwróceniem się takiej inwestycji po okresie około 5 lat. Biorąc pod uwagę średni czas użytkowania elektrowni jako 20 lat, inwestycja ta jest opłacalna. Bez uzyskania takich zniżek, zależy od ubezpieczycieli inwestycja w systemy ochrony przeciwpożarowej jest mało atrakcyjna dla użytkownika [8]. Również w Polsce dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej wymusi konieczność stosowania w elektrowniach automatycznych układów wykrywania oraz gaszenia pożarów.

## Literatura.

1. Dyrektywa parlamentu europejskiego i rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE];
2. [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl);
3. [www.energy.siemens.com](http://www.energy.siemens.com);
4. Intelligent fire detection in wind power plants manual Pelazas, S+S report international 2/2010;
5. [www.caithnesswindfarms.co.uk](http://www.caithnesswindfarms.co.uk);
6. BWE Market Survey 2006, German Wind Energy Association;
7. GL Wind Technical Note Certification of Fire Protection Systems for Wind Turbines, Certification Procedures, Revision 2, Edition 2009;
8. Ujikawa H., *Preventing fires in wind turbines*, Munich RE Schadenspiegel 1/2011;
9. VdS guideline no. 3523 :2008-07: Wind turbines. Fire protection guideline;
10. CFPA Europe guideline no. 22:2010 F: Wind turbines fire protection guideline.

### **mgr inż. Mariusz Cieślak**

w 2010 r. ukończył studia na Wydziale Mechatroniki Politechniki Warszawskiej. Obecnie pracuje w Centrum Naukowo - Badawczym Ochrony Przeciwpowodzi - PIB w Jednostce Certyfikującej.

### **Recenzenci**

**bryg. dr inż. Waldemar Wnęk**  
**ml. bryg. mgr inż. Jacek Zboina**





bryg. dr inż. **Waldemar WNEK**  
st. kpt. mgr inż. **Przemysław KUBICA**  
Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie  
inż. **Mariusz BASIAK**  
Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie

## STANDARDY PROJEKTOWANIA URZĄDZEŃ GAŚNICZYCH TRYSKACZOWYCH PORÓWNANIE GŁÓWNYCH PARAMETRÓW

### Standards for the installation of automatic sprinkler systems - the comparison of the general parameters

#### Streszczenie

Prawidłowe zaprojektowanie instalacji tryskaczowych w obiekcie stanowi jedną z najważniejszych rzeczy wpływających na wysoką skuteczność tych urządzeń. Aby tego dokonać należy przed przystąpieniem do procesu projektowania wybrać standard projektowania najbardziej odpowiadający zabezpieczeniu danej przestrzeni. W artykule przedstawiono porównanie najpopularniejszych standardów projektowania urządzeń gaśniczych tryskaczowych spotykanych w Polsce. Omówiono klasę zagrożenia pożarowego jako element wyjściowy do doboru parametrów instalacji tryskaczowej, porównano definicje, jak również przedstawiono w formie tabelarycznej podział na trzy podstawowe klasy zagrożenia pożarowego: małe, średnie i duże zagrożenie. Następnie omówiono podstawowe parametry instalacji tryskaczowej: intensywność zraszania, powierzchnię działania, minimalny czas działania oraz maksymalną powierzchnię chronioną przez jeden tryskacz. W przypadku każdego z parametrów przedstawiono ich definicje, funkcję i znaczenie w procesie projektowania instalacji. Dokonano zestawienia w formie tabelarycznej wartości z poszczególnych norm. Pozwala to na bezpośrednie porównanie standardów i ocenę różnic w nich występujących, w zakresie analizowanych parametrów. W podsumowaniu przedstawiono ogólne porównanie mocnych i słabych stron analizowanych standardów projektowania.

#### Summary

The right design of a sprinkler installation in an object comprises one of the most significant things which plays a role in the effectiveness of these devices. In order to accomplish this the standard for the installation which is the most appropriate for a space assuring should be chosen before starting a design process. In this article the comparison of the most popular design standards of the automatic sprinkler systems in Poland has been presented. The article analyses the classification of occupancies as a basic element to the selection of sprinkler installation parameters. There is not only a comparison of definitions, but also the division into the three basic classes: light, ordinary and high hazard in a tabular form. The next discussed problem deals with the basic sprinkler installation parameters: density, area of sprinkler operation, water supply duration and protection area per sprinkler. The definitions, functions and importance in the process of an installation design of every discussed parameter are included. There are also some speculations concerning a juxtaposition of particular norm values in a tabular form. It lets to their direct comparison, as well as an evaluation of the parameter standards differences. In conclusion, a general comparison of fortes and drawbacks of standards for the installation are under discussion in this article.

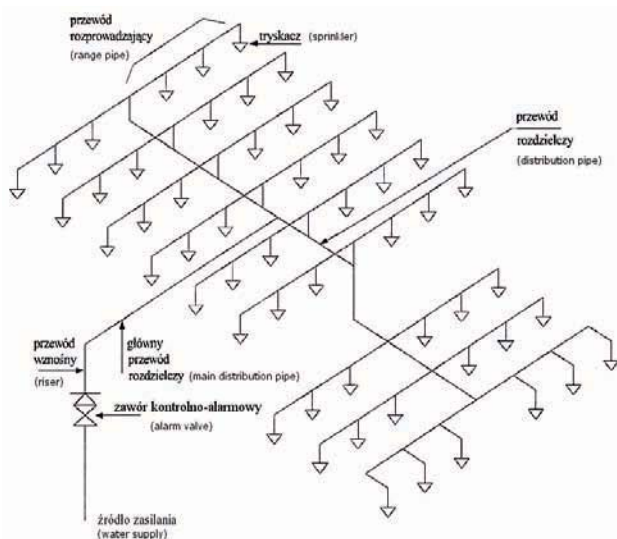
**Słowa kluczowe:** stałe urządzenia gaśnicze tryskaczowe, standardy projektowania, NFPA, VdS, klasa zagrożenia pożarowego, intensywność zraszania i powierzchnia działania, minimalny czas działania;

**Keywords:** automatic sprinkler systems, standard for the design and installation, NFPA, VdS, classification of occupancies, density and area of sprinkler operation, water supply duration;

## Wstęp

Instalacje tryskaczowe stanowią najbardziej rozpowszechnioną grupę stałych urządzeń gaśniczych wodnych. Swoją skutecznością i szerokim zastosowaniem zyskały sobie popularność na całym świecie.

Instalacja tryskaczowa składa się ze źródła zasilania w wodę i jednej lub wielu sekcji tryskaczowych. Sekcja składa się ze stacji kontrolno-alarmowej, sieci przewodów rurowych i podłączonych do nich tryskaczy (Ryc. 1). Tryskacze mogą być zainstalowane w przestrzeniach pod stropem lub dachem oraz gdy zachodzi taka konieczność również w poziomach pośrednich regałów, przestrzeniach międzystropowych i międzypodłogowych oraz innych specyficznych miejscach wymagających zabezpieczenia.



Ryc. 1. Schemat instalacji tryskaczowej [2]  
Fig. 1. Sprinkler system schema

Popularność instalacji tryskaczowych oraz bardzo szeroki zakres stosowania w budynkach i przestrzeniach o różnym przeznaczeniu sprawiły, że na świecie spotkać można wiele standardów dotyczących projektowania i eksploatacji tych instalacji. W zależności od kraju z którego dany standard pochodzi, jak również wieloletniego doświadczenia inżynierów, projektantów, producentów oraz prowadzonych badań mających na celu ciągły rozwój urządzeń tryskaczowych, standardy w większym lub mniejszym stopniu różnią się od siebie. Kwestia ta dotyczy zarówno podejścia do samego procesu projektowania, stopnia opisywanych zagadnień czy szczególnych wymagań zawartych w każdym ze standardów, jak również odmiennego spojrzenia i interpretacji poszczególnych parametrów. Różnice te czasem bardzo wyraźnie wskazują, który standard lepiej nadaje się do zabezpieczenia konkretnych przestrzeni. Dlatego przed przystąpieniem do właściwego projektowania, należy przeprowadzić dokładną analizę rozpatrywanego budynku, jego przeznaczenia, kubatury, składowanego materiału, usytuowania i innych parametrów, które pozwolą określić jaki standard okaże się najlepszy w danym przypadku.

Wśród wielu dostępnych standardów projektowania urządzeń tryskaczowych, do porównania zostały wybrane trzy, z którymi projektanci i rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych w Polsce spotykają się najczęściej:

- **Polska Norma PN-EN 12845+A2:2010** „Stałe urządzenia gaśnicze - Automatyczne urządzenia tryskaczowe - Projektowanie, instalowanie i konserwacja”, która stanowi polskie tłumaczenie normy wydanej przez Europejski Komitet Normalizacyjny - EN 12845:2004 „Fixed firefighting systems - Automatic sprinkler systems - Design, installation and maintenance”. Standard ten zastąpił starą Polską Normę PN-M-51540 „Ochrona przeciwpożarowa. Urządzenia tryskaczowe. Zasady projektowania i instalowania oraz odbioru i eksploatacji”.
- **Niemiecki standard VdS CEA 4001pl:2010-11 (04)** „Wytyczne dotyczące instalacji tryskaczowych. Projektowanie i instalowanie” (org. Richtlinien für Sprinkleranlagen. Planung und Einbau) opracowany przez grupę ekspertów GEI 4 sekcji ochrony przeciwpożarowej CEA we współpracy z ekspertami EUROFEU (Europejski związek producentów wyposażenia przeciwpożarowego i bezpieczeństwa oraz pojazdów pożarniczych).
- **Amerykański standard projektowania NFPA 13:2010** „Standard dla instalacji systemów tryskaczowych” (org. Standard for the Installation of Sprinkler Systems).

Niezależnie od zastosowanego standardu do prawidłowego zaprojektowania instalacji tryskaczowej niezbędna jest znajomość i odpowiedni dobór głównych parametrów instalacji, które zapewnią oczekiwany poziom ochrony przeciwpożarowej w danej przestrzeni.

Bez odpowiedniego i przemyślanego wyboru prawidłowe funkcjonowanie urządzenia będzie niemożliwe, co w konsekwencji może prowadzić do zaistnienia sytuacji zagrażających zdrowiu i życiu użytkowników obiektu, bądź też braku skuteczności gaśniczej takiego urządzenia. O ile wybór odpowiedniego typu urządzenia tryskaczowego jest stosunkowo prosty, w dużej mierze skupiający się wokół urządzeń wodnych, powietrznych i wstępnie sterowanych, o tyle dobór odpowiednich parametrów w zależności od danej sytuacji projektowej jest już trudniejszy. Poniżej scharakteryzowano klasy zagrożenia pożarowego, mające decydujący wpływ na przyjęte parametry instalacji tryskaczowej, czyli:

- intensywność zraszania,
- powierzchnia działania,
- minimalny czas działania,
- powierzchnię chronioną przez jeden tryskacz.

### Klasa zagrożenia pożarowego

Skuteczność działania instalacji tryskaczowej zależna jest od zakwalifikowania instalacji do odpowiedniej klasy zagrożenia pożarowego. Każdy ze standardów projektowa-

nia dokonuje przydziału obiektów, ich części, materiałów ze względu na zagrożenie pożarowe do odpowiedniej klasy, co potem ma bezpośredni wpływ na końcowe parametry instalacji tryskaczowej.

Niewłaściwy wybór klasy zagrożenia pożarowego może prowadzić do sytuacji, w której instalacja nie zapewni oczekiwanego poziomu zabezpieczenia.

Omawiane standardy wprowadzają trzy główne klasy zagrożenia pożarowego: małe (LH), średnie (OH) oraz duże zagrożenie pożarowe (HH w przypadku normy PN-EN 12845 i wytycznych VdS CEA 4001 oraz EH dla NFPA 13). Różnice między nimi występują w podziale na poszczególne podgrupy jak, również w definicjach poszczególnych klas.

Pod tym względem zbliżone są do siebie wytyczne europejskie VdS CEA 4001 oraz PN-EN 12845, które wprowadzają jednakowy podział poszczególnych podgrup: małe zagrożenie pożarowe – LH, średnie zagrożenie pożarowe w którym wyodrębnione zostały cztery podgrupy (OH1 – OH4), oraz duże zagrożenie pożarowe z podziałem na sposób składowania – HHS oraz przetwarzanie i produkcję – HHP (obie również podzielone na 4 podgrupy) [2].

W przypadku standardu NFPA 13 podział ten wygląda inaczej. Również występuje jedna grupa małego zagrożenia pożarowego LH, natomiast w przypadku klasy średniej i dużej wyróżnia się odpowiednio tylko dwie podgrupy OH1 i OH2 oraz EH1 i EH2 [3].

Należy również dodać, że oprócz głównych klas standard NFPA 13 wprowadza dodatkowo pojęcie przestrzeni zagrożenia specjalnego, dla przestrzeni takich występują

osobne, szczegółowe wytyczne, które klasyfikują te przestrzenie na podstawie rodzaju składowanego materiału (klasy I-IV), wysokości oraz sposobu składowania.

Do grupy tej zaliczają się między innymi magazyny wysokiego składowania, które można porównać z obiektami zaliczonymi do grupy HHS (duże zagrożenie pożarowe z podziałem na sposób składowania) występującej w pozostałych standardach. Standard amerykański w porównaniu z europejskimi, poświęca takim przestrzeniom znacznie więcej uwagi. Powoduje to znaczne ułatwienie dla projektanta przystępującego do procesu projektowania. Dodatkowo w przestrzeniach tych uwzględnia się zastosowanie specjalnych rodzajów tryskaczy (np. Early Suppression Fast-Response - ESFR, Control Mode Specific Application - CMSA) [6]. W normie VdS np. tryskacze ESFR omawiane są bez uwzględnienia przykładów zastosowań.

Poniżej zostaną porównane klasy zagrożenia pożarowego dla wybranych standardów projektowania instalacji tryskaczowych.

#### Małe zagrożenie pożarowe:

Grupa ta w przypadku standardów europejskich jest definiowana dość podobnie według PN-EN 12845 do klasy LH zaliczone są przestrzenie o małym obciążeniu ogniowym i małej palności, bez żadnego pojedynczego pomieszczenia o powierzchni większej niż 126m<sup>2</sup> i odporności ogniowej mniejszej niż 30min [1].

W wytycznych niemieckich klasa małego zagrożenia pożarowego obejmuje użytkowania nieprzemysłowe o ma-

Porównanie przestrzeni o małym zagrożeniu pożarowym - LH [por. 5]

Comparison of the light hazard occupancies - LH

Tabela 1.

Table 1.

| Klasa zagrożenia pożarowego<br>(Classification of occupancies) | PN-EN 12845                                                                                                                                                                      | VdS CEA 4001                                                                                                                                                                                             | NFPA 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LH – małe zagrożenie pożarowe                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- szkoły i inne jednostki edukacyjne (określone przestrzennie)</li> <li>- biura (określone przestrzennie)</li> <li>- więzienia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- szkoły i inne miejsca kształcenia (określone obszary)</li> <li>- biura (określone obszary)</li> <li>- hotele (niektóre obszary)</li> <li>- więzienia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- schroniska dla zwierząt</li> <li>- kościoły</li> <li>- pomieszczenia klubowe</li> <li>- przestrzenie pod okapami i wystęпами (o konstrukcji palnej bez palnych materiałów poniżej).</li> <li>- budynki edukacyjne</li> <li>- szpitale, włączając szpitale i lecznice dla zwierząt</li> <li>- budynki instytucji publicznej (urzędy)</li> <li>- hotele dla zwierząt</li> <li>- biblioteki (z wyłączeniem pomieszczeń magazynowych z dużymi regałami)</li> <li>- muzea</li> <li>- domy opieki i sanatoria</li> <li>- biura, włączając pomieszczenia elektronicznego przetwarzania danych</li> <li>- budynki i pomieszczenia mieszkalne</li> <li>- sale konsumpcyjne w restauracjach</li> <li>- teatry i audytoria (z wyjątkiem sceny i proscenium)</li> <li>- strychy nieużytkowe</li> </ul> |



łym obciążeniu ogniowym i małej palności, w której żaden pojedynczy obszar nie może być większy niż 126m<sup>2</sup>, jeśli nie jest wykonany z elementów budowlanych co najmniej utrudniających rozprzestrzenianie się ognia [2].

W standardzie NFPA 13 określono, że do klasy LH klasyfikujemy przestrzenie (w definicji określone jako zastosowania) w których ilość i/lub stopień palności materiałów są małe, a ewentualny pożar będzie się charakteryzował niskim współczynnikiem wydzielania ciepła [3].

Zestawienie przestrzeni zakwalifikowanych do LH przedstawiono w tabeli 1.

Analizując tabelę małego zagrożenia można zauważyć małą ilość obiektów w standardzie europejskim w porównaniu do amerykańskiego. Czy obiekty znajdują się w wyższych klasach zagrożenia pożarowego w standardach europejskich? Taka analiza zostanie przedstawiona w dalszej części opracowania.

Tabela 2.

**Porównanie przestrzeni o średnim zagrożeniu pożarowym – OH1 i OH2 [por. 5]**

Table 2.

**Comparison of the ordinary hazard occupancies- OH1 and OH**

| Klasa zagrożenia pożarowego (Classification of occupancies) | PN-EN 12845                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | VdS CEA 4001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | NFPA 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OH – średnie zagrożenie pożarowe                            | <b>OH1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fabryki cementu</li> <li>- fabryki wyrobów z blachy</li> <li>- ubojnie</li> <li>- mleczarnie</li> <li>- szpitale</li> <li>- hotele</li> <li>- biblioteki (bez księgarń)</li> <li>- restauracje</li> <li>- szkoły</li> <li>- biura</li> <li>- przetwarzanie danych (pomieszczenia komputerów z wyjątkiem składowania taśm)</li> </ul>                                                                                                                 | <b>OH1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fabryki cementu</li> <li>- zakłady wyrobów blaszanych</li> <li>- szpitale</li> <li>- hotele</li> <li>- biblioteki (z wyjątkiem księgarń)</li> <li>- restauracje</li> <li>- szkoły</li> <li>- biura</li> <li>- przetwarzanie danych (pomieszczenia komputerów, bez składowania taśm)</li> </ul>                                                                                                                          | <b>OH1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- parkingi i salony wystawowe samochodów</li> <li>- piekarnie</li> <li>- zakłady produkcji napojów</li> <li>- zakłady produkcji konserw</li> <li>- akłady produkcji i przetwórstwa wyrobów mleczarskich</li> <li>- zakłady elektroniczne</li> <li>- zakłady produkcji szkła i wyrobów szklanych</li> <li>- pralnie</li> <li>- pomieszczenia zaplecza restauracji</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| OH – średnie zagrożenie pożarowe                            | <b>OH2:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zakłady produkujące klisze filmowe</li> <li>- produkcja wyrobów metalowych</li> <li>- rzeźnie</li> <li>- zakłady mięsne</li> <li>- piekarnie</li> <li>- fabryki ciast biszkoptowych</li> <li>- browary</li> <li>- fabryki czekolady</li> <li>- fabryki słodczy</li> <li>- mleczarnie</li> <li>- wytwórnie</li> <li>- laboratoria (fizyczne)</li> <li>- pralnie</li> <li>- parkingi</li> <li>- muzea</li> <li>- fabryki wyrobów skórzanych</li> </ul> | <b>OH2:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- laboratoria fotograficzne</li> <li>- fabryki produkujące filmy</li> <li>- fabryki maszyn</li> <li>- piekarnie</li> <li>- fabryki ciastek</li> <li>- browary</li> <li>- mleczarnie</li> <li>- fabryki czekolady</li> <li>- fabryki słodczy</li> <li>- ubojnie</li> <li>- laboratoria (fizyczne)</li> <li>- pralnie</li> <li>- parkingi nieautomatyczne</li> <li>- muzea</li> <li>- fabryki wyrobów skórzanych</li> </ul> | <b>OH2:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- budynki gospodarcze</li> <li>- stodoły i stajnie</li> <li>- młyny zbożowe</li> <li>- zakłady chemiczne (zwykłe)</li> <li>- zakłady produkcji wyrobów cukierniczych</li> <li>- gorzelnie (destylarnie)</li> <li>- pralnie chemiczne</li> <li>- zewnętrzne doki ładunkowe</li> <li>- zakłady produkcji pasz</li> <li>- stajnie dla koni</li> <li>- biblioteki (pomieszczenia magazynowe z dużymi regałami)</li> <li>- warsztaty mechaniczne</li> <li>- zakłady obróbki metali</li> <li>- domy handlowe</li> <li>- papiernie i celulozownie</li> <li>- zakłady przetwarzania papieru</li> <li>- mola i nabrzeża</li> <li>- urzędy pocztowe</li> <li>- drukarnie i wydawnictwa</li> <li>- warsztaty naprawy samochodów</li> <li>- obszary nakładania żywic</li> <li>- sceny</li> <li>- zakłady produkcji tekstyliów</li> <li>- zakłady produkcji opon</li> <li>- zakłady produkcji wyrobów tytoniowych</li> <li>- zakłady obróbki drewna</li> <li>- montaż wyrobów z drewna</li> </ul> |

Tabela 3.

Porównanie przestrzeni OH3 i OH4 – PN-EN 12845 i VdS CEA 4001

Table 3.

Comparison of the OH3 and OH4 occupancies - PN-EN 12845 and VdS CEA 4001

| Klasa zagrożenia<br>pożarowego<br>(Classification of<br>occupancies) | PN-EN 12845                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | VdS CEA 4001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OH – średnie<br>zagrożenie<br>pożarowe                               | <b>OH3:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fabryki szkła</li> <li>- farbiarnie</li> <li>- fabryki mydła</li> <li>- laboratoria fotograficzne</li> <li>- zakłady stosujące farby na bazie wody</li> <li>- fabryki elektroniczne</li> <li>- fabryki sprzętu radiowego</li> <li>- fabryki pralek</li> <li>- fabryki samochodów</li> <li>- fabryki karmy dla zwierząt</li> <li>- młyny zbożowe</li> <li>- fabryki warzyw suszonych, mrożonek i zup w proszku</li> <li>- fabryki cukru</li> <li>- studia radiowe (małe)</li> <li>- dworce kolejowe</li> <li>- pomieszczenia (techniczne) fabryczne</li> <li>- budynki rolne</li> <li>- introligatornie</li> <li>- fabryki wyrobów z kartonu</li> <li>- fabryki papieru</li> <li>- domy handlowe</li> <li>- centra handlowe</li> <li>- fabryki dywanów (z wyjątkiem gumy i tworzyw sztucznych spienionych)</li> <li>- fabryki materiałów i odzieży</li> <li>- fabryki płyt wiórowych</li> <li>- fabryki obuwia (z wyłączeniem tworzyw sztucznych i gumy)</li> <li>- fabryki wyrobów dzianych</li> <li>- fabryki wyrobów pościelowych</li> <li>- fabryki materacy (z wyjątkiem tworzyw sztucznych spienionych)</li> <li>- szwalnie</li> <li>- tkalnie</li> <li>- fabryki wyrobów z wełny i tkanin z przędzy chesankowej</li> <li>- zakłady przetwarzania drewna</li> <li>- fabryki mebli (bez tworzyw sztucznych spienionych)</li> <li>- pomieszczenia wystawowe mebli</li> <li>- tapicernie (bez tworzyw sztucznych spienionych)</li> <li>- fabryki kabli elektrycznych</li> <li>- wtryskiwanie do form (tworzyw sztucznych)</li> <li>- fabryki tworzyw sztucznych i wyrobów z tworzyw sztucznych (z wyjątkiem tworzyw sztucznych spienionych)</li> <li>- fabryki wyrobów z gumy</li> <li>- fabryki włókien sztucznych (z wyjątkiem akrylu)</li> <li>- zakłady wulkanizacyjne</li> </ul> | <b>OH3:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fabryki szkła</li> <li>- farbiarnie</li> <li>- fabryki mydła</li> <li>- fabryki produkujące filmy</li> <li>- zakłady elektrotechniczne</li> <li>- zakłady osprzętu radiowego</li> <li>- warsztaty samochodowe</li> <li>- fabryki pralek</li> <li>- gospodarstwa rolne</li> <li>- fabryki żywności dla zwierząt</li> <li>- młyny zbożowe</li> <li>- fabryki warzyw suszonych i zup w proszku</li> <li>- cukrownie</li> <li>- studia radiowe i telewizyjne</li> <li>- dworce kolejowe</li> <li>- pomieszczenia produkcyjne</li> <li>- introligatornie</li> <li>- fabryki wyrobów tekturowych</li> <li>- fabryki papieru</li> <li>- produkcja kabli (poza PP/PE/PS lub materiałów o porównywalnym zachowaniu podczas pożaru)</li> <li>- odlewanie ciśnieniowe (poza PP/PE/PS lub materiałów o porównywalnym zachowaniu podczas pożaru)</li> <li>- produkcja tworzyw sztucznych (z wyjątkiem tworzyw spienionych, PP/PE/PS lub materiałów o porównywalnym zachowaniu podczas pożaru)</li> <li>- domy towarowe</li> <li>- centra handlowe</li> <li>- fabryki dywanów (bez gumy i tworzyw spienionych)</li> <li>- fabryki materiałów i odzieży</li> <li>- fabryki obuwia (poza obuwem ze sztucznej skóry)</li> <li>- fabryki wyrobów tkanych</li> <li>- fabryki pościeli</li> <li>- fabryki materacy (bez tworzyw spienionych)</li> <li>- szwalnie</li> <li>- tkalnie</li> <li>- fabryka przędzy wełnianej i wyrobów wełnianych</li> <li>- zakłady obróbki drewna</li> <li>- fabryki mebli (bez tworzyw spienionych)</li> <li>- pomieszczenia wystawowe mebli</li> </ul> |
| OH – średnie<br>zagrożenie<br>pożarowe                               | <b>OH4:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fabryki świec woskowych</li> <li>- fabryki zapalek</li> <li>- warsztaty lakiernicze</li> <li>- zakłady destylacji alkoholu</li> <li>- kina i teatry</li> <li>- hale koncertowe</li> <li>- fabryki wyrobów tytoniowych</li> <li>- studia produkcji filmowej i telewizyjnej</li> <li>- przetwarzanie papieru zużytego</li> <li>- hale wystawowe</li> <li>- przetwarzanie bawełny</li> <li>- zakłady przygotowania lnu</li> <li>- zakłady przygotowania konopi</li> <li>- tartaki</li> <li>- fabryki płyt wiórowych</li> <li>- fabryki sklejk</li> <li>- fabryki powroźnicze</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>OH4:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lakiernia z rozpuszczalnymi w wodzie materiałami</li> <li>- gorzelnie</li> <li>- studia telewizyjne</li> <li>- kina i teatry</li> <li>- hale koncertowe</li> <li>- sale posiedzeń</li> <li>- fabryki wyrobów tytoniowych</li> <li>- przetwarzanie makulatury</li> <li>- hale wystawowe</li> <li>- przetwarzanie bawełny</li> <li>- zakłady obróbki lnu</li> <li>- zakłady obróbki konopi</li> <li>- fabryki sklejk</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

### Średnie zagrożenie pożarowe

W przypadku średniego zagrożenia pożarowego definicje w poszczególnych standardach w większym lub mniejszym stopniu różnią się od siebie. Norma PN-EN 12845 oraz wytyczne VdS CEA 4001 podają ogólną definicję tej klasy, dodając że jest ona podzielona na cztery podgrupy, natomiast standard NFPA 13 odnosi się bezpośrednio do każdej z podgrup.

Definicja zawarta w normie PN-EN 12845 do klasy OH klasyfikuje przestrzenie w których są przetwarzane lub wytwarzane materiały o średniej palności, przy średnim obciążeniu ogniowym. W wytycznych VdS CEA 4001 klasa ta obejmuje użytkowania w handlu i przemyśle, gdzie obrabiane lub produkowane są materiały o średniej palności [2].

NFPA 13 każdą podgrupę określa dla każdej z nich oddzielne wymagania. I tak do OH1 kwalifikuje się te przestrzenie (zastosowania) lub ich części, w których stopień palności materiałów jest mały, ilość materiałów palnych jest średnia, wysokość składowania materiałów nie przekracza 2,4m, a ewentualny pożar charakteryzuje się średnim współczynnikiem wydzielania ciepła.

Z kolei do podgrupy OH2 zalicza się przestrzenie lub ich części, gdzie stopień palności materiałów oraz ilości materiałów są średnie lub duże, wysokość składowania nie przekracza 3,7m, a ewentualny pożar charakteryzuje się średnim lub wysokim współczynnikiem wydzielania ciepła [3].

Zastosowanie większej liczby podgrup w przypadku Polskiej Normy PN-EN 12845 oraz wytycznych VdS CEA 4001 daje możliwość zakwalifikowania większej liczby przestrzeni niż w przypadku standardu NFPA 13. Pozwala to również na ich lepsze rozróżnienie. Zestawienie przestrzeni OH1 i OH2 dla wszystkich standardów zostało przedstawione w tabeli 2. Podgrupy OH3 i OH4 nie występujące w standardzie NFPA 13 przedstawione zostały w tabeli 3.

### Duże zagrożenie pożarowe

Ostatnią z klas stanowią przestrzenie o dużym zagrożeniu pożarowym. W tej klasie pomiędzy poszczególnymi standardami występują największe różnice, zarówno w nazewnictwie, jak i w podziale na podgrupy. W standardzie NFPA 13 klasa ta występuje pod nazwą „Extra Hazard” (EH) i dzieli się na 2 podgrupy EH1 oraz EH2. Podobnie jak w przypadku średniej klasy zagrożenia pożarowego każda podgrupa określona jest odrębnie.

Do klasy EH1 klasyfikuje się przestrzenie (zastosowania) lub części innych zastosowań w których ilość i stopień palności materiałów są bardzo duże, występujące pyły lub drobne skrawki materiałów palnych zwiększają prawdopodobieństwo gwałtownego rozprzestrzenienia pożaru o wysokim współczynniku wydzielania ciepła a ciecze palne i łatwopalne występują w niewielkiej ilości lub nie występują wcale [4].

Do klasy EH2 zalicza się natomiast przestrzenie lub części innych zastosowań w których ciecze palne i łatwopalne występują w średniej lub dużej ilości jak również

przestrzenie w których materiały palne zajmują rozległe obszary [4].

Polska Norma PN-EN 12845 oraz wytyczne VdS CEA 4001 wprowadzają zupełnie inny podział niż standard amerykański, bowiem można tutaj wyróżnić duże zagrożenie pożarowe ze względu na przeznaczenie, a ponadto dokonuje się podziału na dwie grupy: produkcja/przetwarzanie oraz składowanie. W obu standardach występują niemal identyczne definicje każdej z grup.

Duże zagrożenie pożarowe produkcja/przetwarzania (HHP) obejmuje przestrzenie (VdS CEA 4001 określa je jako użytkowania handlowe i przemysłowe), w których występują materiały o dużym obciążeniu ogniowym i dużej palności, które w razie pożaru powodują szybkie jego rozprzestrzenianie z dużą intensywnością spalania [2]. Grupa ta podzielona jest na 4 podgrupy. Drugą grupę w standardach europejskich stanowi duże zagrożenie pożarowe dla składowania – HHS. Obejmuje ona składowanie materiałów o wysokości składowania większych niż podane w tabeli 4.

Tabela 4.

#### Maksymalne wysokości składowania - VdS CEA 4001 i PN-EN 12845 [1]

Table 4.

#### Maximum height of storage - VdS CEA 4001 and PN-EN 12845

| Kategoria składowania<br>(Category of storage) | Maksymalna wysokość składowania (Maximum height of storage) [m] |                                              |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                | Składowanie ST1<br>(Storage ST1)<br>[m]                         | Pozostałe ST2-ST6<br>(Others ST2-ST6)<br>[m] |
| Kategoria I                                    | 4,0                                                             | 3,5                                          |
| Kategoria II                                   | 3,0                                                             | 2,6                                          |
| Kategoria III                                  | 2,1                                                             | 1,7                                          |
| Kategoria IV                                   | 1,2                                                             | 1,2                                          |

Grupa ta została podzielona na 4 podgrupy, a przynależność przestrzeni do danej grupy zależy od kategorii składowania materiałów. Przestrzenie które można zaliczyć do tej grupy wymagają szczególnej analizy, bowiem wysokości składowania do klasyfikacji wykorzystywany jest również współczynnik materiałowy.

Normy europejskie posiadają w swojej treści załącznik mówiący o metodzie kwalifikacji składowanych materiałów w oparciu o współczynnik materiałowy. Należy przy tym zaznaczyć, że składowany materiał rozumiany jest jako produkt łącznie z opakowaniem. Całkowite zagrożenie pożarowe składowanego materiału jest więc funkcją uwalnianą przez materiał mocy cieplnej wyrażonej w kW, a ta z kolei jest funkcją specyficznej wartości opałowej [kJ/kg] (zależnej od rodzaju materiału lub mie-

szaniny materiałów) oraz szybkości spalania [kg/s]. Według metody określonej w standardach do wyznaczenia kategorii materiału stosuje się cztery współczynniki materiałowe. Wybór odpowiedniego współczynnika pozwala na określenie możliwej do zastosowania konfiguracji składowania (np. materiały w blokach zwartych, materiały w postaci proszku lub granulatu, itp.). Współczynniki te zależne są od rodzaju składowanego materiału, wowego udziału niespionionych tworzyw sztucznych oraz objętościowego udziału tworzyw sztucznych spienionych (obie wartości wyrażone w procentach) [2].

Podobnie, jak dla średniej klasy zagrożenia, między standardem NFPA 13 a pozostałymi normami, występują

istotne różnice odnośnie kwalifikacji przestrzeni do klasy dużego zagrożenia pożarowego. Ponadto w tym przypadku występują również spore różnice między wytycznymi VdS CEA 4001 a normą PN-EN 12845. Ta druga zawiera znacznie mniej przestrzeni kwalifikowanych do grupy HHP1. Porównanie przestrzeni o dużym zagrożeniu pożarowym wg poszczególnych standardów przedstawia tabela 5.

### Intensywność zraszania i powierzchnia działania

Przez intensywność zraszania określa się minimalną ilość wody wyrażoną w mm/min, którą wyznacza się dzieląc wydajność wody wypływającej z określonej grupy tryskaczy w l/min przez pole powierzchni zabezpieczanej

Tabela 5.

### Porównanie przestrzeni o dużym zagrożeniu pożarowym– HH i EH [por. 5]

Table 5.

### Comparison of the high and extra hazard occupancies - HH and EH

| Klasa zagrożenia pożarowego<br>(Classification of occupancies) | PN-EN 12845                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | VdS CEA 4001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | NFPA 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HHP – duże zagrożenie pożarowe, produkcja/przetwarzanie        | <b>HHP1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- produkcja pokryw podłogowych i linoleum</li> <li>- produkcja na bazie żywic syntetycznych, sadzy i terpentyny</li> <li>- produkcja materiałów gumo podobnych</li> <li>- produkcja wełny drzewnej</li> <li>- produkcja zapalek</li> <li>- warsztaty wykonujące prace lakiernicze z rozpuszczalnikami</li> <li>- fabryki lodówek</li> <li>- drukarnie</li> <li>- fabryki kabli z materiałami PP/PE/PS lub innymi o podobnej palności, inne niż kwalifikowane do OH3</li> <li>- odlewanie wtryskowe do form (tworzywa sztuczne) PP/PE/PS lub inne o podobnej palności, inne niż kwalifikowane do OH3</li> <li>- fabryki tworzyw sztucznych lub wyrobów z tworzyw sztucznych (z wyłączeniem tworzyw spienionych) PP/PE/PS lub inne o podobnej palności, inne niż kwalifikowane do OH3</li> <li>- fabryki wyrobów z gumy</li> <li>- fabryki włókien syntetycznych (z wyłączeniem akrylu)</li> <li>- fabryki lin</li> <li>- fabryki dywanów łączone z tzw. niespionionymi</li> <li>- fabryki obuwia łączone z tworzywami sztucznymi i gumą</li> </ul> | <b>HHP1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- produkcja wykładzin podłogowych i linoleum</li> <li>- drukarnie</li> <li>- produkcja wyrobów gumowych</li> <li>- produkcja kabli PP/PE/PS lub materiały o podobnym zachowaniu podczas pożaru</li> <li>- produkcja sztucznej żywicy, sadzy i terpentyny</li> <li>- produkcja materiałów gumo podobnych</li> <li>- produkcja wełny drzewnej</li> <li>- produkcja tworzyw sztucznych i produktów PP/PE/PS lub materiałów o podobnym zachowaniu podczas pożaru</li> <li>- fabryki lodówek</li> <li>- lakiernie stosujące rozpuszczalniki</li> <li>- fabryki obuwia z tworzyw sztucznych i plastiku</li> <li>- powroźnictwo</li> <li>- odlewnie ciśnieniowe tworzyw sztucznych z PP/PE/PS lub materiałów o podobnym zachowaniu podczas pożaru</li> <li>- fabryki zapalek</li> <li>- fabryki dywanów (z tw. niespionionymi)</li> </ul> | <b>EH1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hangary lotnicze</li> <li>- obszary palnych płynów hydraulicznych</li> <li>- odlewnie ciśnieniowe</li> <li>- procesy formowania metali metodą wyciskania</li> <li>- produkcja sklejek i płyt z odpadów drewnianych</li> <li>- drukarnie (stosujące farby o temp. samozapłonu poniżej 38 °C (100 °F))</li> <li>- odzyskiwanie gumy z odpadów: wulkanizacja, mieszanie, suszenie i mielenie wyrobów gumowych</li> <li>- tartaki</li> <li>- sortowanie, cięcie i rozwłóknianie tekstyliów, zgrzeblenie, łączenie przędzy bawełnianej, syntetycznej, wełny wtórnej i juty</li> <li>- tapicerowanie piankami z tworzyw sztucznych</li> </ul> |



| Klasa zagrożenia<br>pożarowego<br>(Classification of<br>occupancies) | PN-EN 12845                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | VdS CEA 4001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | NFPA 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HHP – duże<br>zagrożenie<br>pożarowe,<br>produkcja/<br>przetwarzanie | <b>HHP2:</b><br>- produkcja zapalniczek<br>- destylacja smoły<br>- zajezdnie autobusów<br>- niezaladowane pojazdy ciężarowe i wagony kolejowe<br>- produkcja wosku świecowego i parafiny<br>- hale maszyn papierniczych<br>- fabryki dywanów łącznie z gumą i tworzywami sztucznymi spienionymi<br>- tartaki<br>- produkcja płyt wiórowych (uwaga: niezbędna może być dodatkowa ochrona urządzeń)<br>- produkcja farb, barwników i lakierów | <b>HHP2:</b><br>- produkcja farb i lakierów<br>- produkcja zapalniczek<br>- fabryki wosku dla świec i parafiny<br>- maszyny papiernicze<br>- tartaki<br>- fabryki płyt wiórowych<br>- przygotowanie smoły<br>- fabryki dywanów (z gumą i spienionymi tworzywami)<br>- zajezdnie dla autobusów<br>- zajezdnie pustych ciężarówek i wagonów | <b>EH2:</b><br>- nasycanie asfaltu<br>- natryskiwanie płynów palnych<br>- malowanie powłokowe<br>- domy z zespołów prefabrykowanych i moduły budynków (jeżeli występuje wykończona obudowa z palnym wnętrzem)<br>- hartowanie olejowe w otwartych kadziach<br>- przetwarzanie tworzyw sztucznych<br>- czyszczenie za pomocą rozpuszczalników<br>- lakierowanie i malowanie zanurzeniowe |
|                                                                      | <b>HHP3:</b><br>- produkcja nitrocelulozy<br>- produkcja opon gumowych do samochodów osobowych i ciężarowych<br>- produkcja tworzyw sztucznych spienionych o współczynniku materiałowym M3<br>- produkcja gumy spienionej i wyrobów z gumy spienionej (z wyjątkiem M4)                                                                                                                                                                      | <b>HHP3:</b><br>- tworzywa sztuczne spienione<br>- guma spieniona i produkty z tworzyw spienionych (M4)<br>- produkcja nitrocelulozy<br>- opony dla samochodów osobowych i ciężarowych                                                                                                                                                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                      | <b>HHP4:</b><br>- produkcja wyrobów pirotechnicznych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>HHP4:</b><br>- produkcja wyrobów pirotechnicznych                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| HHS – duże<br>zagrożenie<br>pożarowe,<br>składowanie                 | Klasyfikacja przestrzeni na podstawie sposobu składowania (załącznik B) oraz przyjętego współczynnika materiałowego (M1-M4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Klasyfikacja w zależności od sposobu składowania (załącznik B) oraz przyjętego współczynnika materiałowego (M1-M4)                                                                                                                                                                                                                        | <b>Wysokie składowanie:</b><br>Klasyfikacja na podstawie rodzaju składowanego materiału (klasy I-IV), wysokości oraz sposobu składowania.                                                                                                                                                                                                                                               |

tymi tryskaczami w m<sup>2</sup>. Powierzchnia działania z kolei jest to maksymalna powierzchnia dla której w trakcie projektowania przyjmuje się, że znajdujące się nad nią tryskacze zadziałają w razie pożaru [2].

Już z samej definicji wynika więc, że intensywność zraszania oraz obliczeniowa powierzchnia działania są parametrami ściśle ze sobą powiązanymi. Zależność ta występuje w każdym z omawianych standardów i jest niezbędna do wyznaczenia ilości wody wykorzystywanej przez instalacje tryskaczową.

W trakcie dokonywania obliczeń hydraulicznych (średnic rurociągu, wydajności pomp, zbiorników) dla instalacji zakłada się, że otwarte są wszystkie tryskacze pod stropem lub dachem w obrębie danej powierzchni działania [1]. Jest to jedno z podstawowych założeń wy-

stępujących podczas procesu projektowania instalacji tryskaczowej i wynika bezpośrednio z podanych powyżej definicji. W przypadku normy PN-EN 12845 oraz wytycznych VdS CEA 4001 parametry te przyjmują identyczne wartości (tabela 6), przy czym należy zaznaczyć, że wartości znajdujące się w tabeli normy są wartościami minimalnymi przyjmowanymi do obliczeń, bowiem intensywność zraszania występująca w rzeczywistości może być większa. Tabela przedstawia wartości omawianych parametrów dla klasy LH, OH oraz HHP. W przypadku przestrzeni HHS sposób ochrony oraz określenie intensywności zraszania i powierzchni działania zależny jest od palności składowanych materiałów i ich opakowań, jak również sposobu i wysokości składowania [2]. Dodatkowo, wytyczne VdS podają jeszcze jeden wa-

runek projektowy występujący również w przypadku PN-EN 12845, dotyczy on ochrony przestrzeni o zróżnicowanej intensywności zraszania. Obszary w których występuje taki przypadek powinny być chronione w taki sposób, żeby w przestrzeniach o niższej intensywności zraszania zainstalować przynajmniej dwa rzędy tryskaczy o intensywności wyższej [2].

Standard NFPA 13 przedstawia odmienne podejście do tego zagadnienia, określa on bowiem intensywność

przestrzeniom szczególną uwagę i wymaga przeprowadzenia bardzo dokładnej analizy, w zależności od sposobu i rodzaju składowanego materiału (np. składowanie mieszane, składowanie papieru w rolach, składowanie opon gumowych), która precyzyjnie określa warunki przyjmowane podczas projektowania instalacji dla tego typu przestrzeni.

Tabela 6.

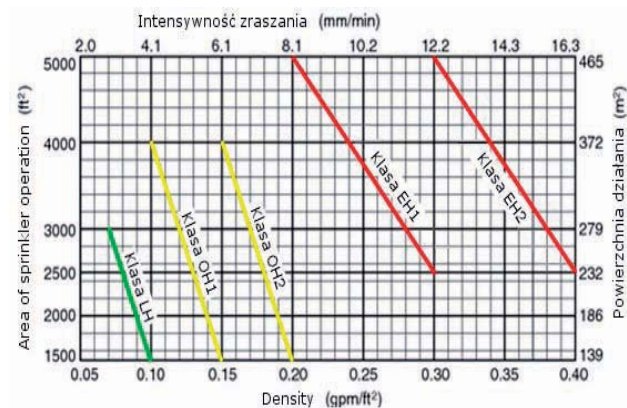
**Intensywność zraszania i powierzchni działania wg PN-EN 12845 i VdS CEA 4001[2]**

Table 6.

**Density and area of sprinkler operation by PN-EN 12845 and VdS CEA 4001**

| Klasa zagrożenia<br>pożarowego<br>(Classification of<br>occupancies)                                                                         | Projektowa intensywność<br>zraszania<br>(Density)<br>[mm/min] | Powierzchnia działania [m²] (Area of sprinkler operation)                                       |                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                              |                                                               | Urządzenie tryskaczowe wodne<br>lub wstępnie<br>sterowane<br>(Wet pipe<br>or pre-action system) | Urządzenie tryskaczowe po-<br>wietrzne lub mieszane<br>(Dry pipe or mixed system) |
| LH                                                                                                                                           | 2,25                                                          | 84                                                                                              | Nie dopuszcza się zastosować<br>OH1                                               |
| OH1                                                                                                                                          | 5,0                                                           | 72                                                                                              | 90                                                                                |
| OH2                                                                                                                                          | 5,0                                                           | 144                                                                                             | 180                                                                               |
| OH3                                                                                                                                          | 5,0                                                           | 216                                                                                             | 270                                                                               |
| OH4                                                                                                                                          | 5,0                                                           | 360                                                                                             | Nie dopuszcza się zastosować<br>HHP1                                              |
| HHP1                                                                                                                                         | 7,5                                                           | 260                                                                                             | 325                                                                               |
| HHP2                                                                                                                                         | 10,0                                                          | 260                                                                                             | 325                                                                               |
| HHP3                                                                                                                                         | 12,5                                                          | 260                                                                                             | 325                                                                               |
| HHP4                                                                                                                                         | Patrz UWAGA                                                   |                                                                                                 |                                                                                   |
| UWAGA:<br>PN-EN 12845 – Urządzenie zraszaczowe – Wymaga się szczególnej analizy.<br>VdS CEA 4001 – Należy przeprowadzić szczegółową analizę. |                                                               |                                                                                                 |                                                                                   |

zraszania oraz powierzchnie działania, nie na podstawie konkretnych wartości zawartych w tabeli, ale jako przedziały liczbowe, które projektant otrzymuje w formie wykresu (ryc. 2). Wykres przedstawia zależność liniową między powierzchnią działania a intensywnością zraszania dla poszczególnych klas zagrożenia pożarowego. Wynika z niego, że dla danej klasy przy przyjęciu większej wartości intensywności zraszania, należy przyjąć mniejszą powierzchnię działania i odwrotnie. Należy zaznaczyć, że powierzchnie działania przedstawione na wykresie określone są dla instalacji tryskaczowej wodnej, natomiast dla instalacji suchej, należy przyjęte wartości powierzchni działania zwiększyć o 30%, przy zachowaniu tej samej wybranej intensywności zraszania. Na wykresie nie zostały przedstawione powierzchnie zagrożenia specjalnego. Jak już wspomniano wcześniej, wynika to z faktu, że standard NFPA 13 poświęca takim



**Ryc. 2.** Wykres intensywności zraszania i powierzchni zraszania - NFPA 13 [3]

**Fig. 2.** Density/Area Curves - NFPA 13

Wyniki analizy porównawczej intensywności zraszania i powierzchni działania dla wszystkich rozpatrywanych standardów zostały zawarte w tabeli 8. Dla większej czytelności analizą objęto tylko urządzenia tryskaczowe wodne.

Z przedstawionych wartości wynika, że standard amerykański NFPA 13 w większości przypadków przyjmuje wyższe wartości omawianych parametrów niż pozostałe standardy.

### Minimalny czas działania

Kolejny parametr definiujący urządzenie tryskaczowe to minimalny czas działania, czyli czas w którym wymagane jest zapewnienie odpowiedniego ciśnienia i natężenie przepływu na potrzeby urządzenia tryskaczowego [2]. Podobnie jak w przypadku poprzednich parametrów, minimalny czas działania zależy od przyjętej klasy zagrożenia pożarowego, jednak dotyczy to tylko trzech głównych klas, wyjątek w tym przypadku stanowi VdS CEA 4001 który omówiony zostanie w dalszej części. Wszystkie standardy podają zbliżone czasy działania, a występujące między nimi różnice są niewielkie.

Polska Norma PN-EN 12845 dla każdej klasy zagrożenia pożarowego podaje konkretny minimalny czas działania, zwiększający się wraz ze wzrostem klasy zagrożenia pożarowego równo o 30min. Nieco inaczej sprawa wygląda w przypadku wytycznych VdS CEA 4001, które

podają dwie grupy czasów. Wynika to z faktu, że wytyczne te jako jedyne z omawianych standardów wprowadzają klasyfikację urządzenia tryskaczowego ze względu na dyspozycyjność i niezawodność zasilania wodą. Według tej klasyfikacji urządzenia tryskaczowe dzielimy na: klasę 1 i klasę 2. Każda z tych klas przyjmuje inne czasy działania. Urządzenia tryskaczowej klasy 2 przyjmują identyczne czasy działania jak Polska Norma, a z kolei dla urządzeń klasy 1 przewidziane jest skrócenie czasów działania, tj: w przypadku klasy zagrożenia OH do 40min, a dla klasy HHP i HHS1 do 60min. Wyjątek stanowią przestrzenie zakwalifikowane do grup HHS2 – HHS4 w których nie przewiduje się zmniejszenia czasu działania [2]. Standard NFPA 13 w przypadku minimalnego czasu działania podobnie, jak w przypadku poprzednio omawianych parametrów nie podaje konkretnych wartości liczbowych a jedynie przedziały czasowe. Daje to projektantowi większe możliwości doboru odpowiedniego czasu działania w zależności od chronionej przestrzeni i składowanych w niej materiałów (tabela 9).

Należy zauważyć, że stosując standard amerykański przewiduje się większe zapotrzebowanie na wodę z uwagi na dłuższe czasy działania instalacji, ale ma to też znaczenie dla możliwości doboru najbardziej optymalnego czasu gaszenia do odpowiedniej sytuacji pożarowej.

Tabela 8.

### Porównanie intensywności zraszania i powierzchni działania

Table 8.

#### Comparison of the density and area of sprinkler operation

| Klasa zagrożenia<br>pożarowego<br>(Classification of<br>occupancies) | PN-EN 12845 oraz VdS CEA 4001                       |                                                                              | NFPA 13                                             |                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | Intensywność<br>zraszania<br>(Density) [mm/<br>min] | Powierzchnia działania<br>(Area of sprinkler operation)<br>[m <sup>2</sup> ] | Intensywność<br>zraszania<br>(Density) [mm/<br>min] | Powierzchnia działania<br>(Area of sprinkler operation)<br>[m <sup>2</sup> ] |
|                                                                      |                                                     | Urządzenie tryskaczowe<br>wodne<br>(Wet pipe system)                         |                                                     | Urządzenie tryskaczowe<br>wodne (Wet pipe system)                            |
| LH                                                                   | 2,25                                                | 84                                                                           | 2,8 – 4,1                                           | 279 – 139                                                                    |
| OH1                                                                  | 5,0                                                 | 72                                                                           | 4,1 – 6,1                                           | 372 – 139                                                                    |
| OH2                                                                  | 5,0                                                 | 144                                                                          | 6,1 – 8,1                                           | 372 – 139                                                                    |
| OH3                                                                  | 5,0                                                 | 216                                                                          | -                                                   | -                                                                            |
| OH4                                                                  | 5,0                                                 | 360                                                                          | -                                                   | -                                                                            |
| HHP1 i EH1                                                           | 7,5                                                 | 260                                                                          | 8,1 – 12,2                                          | 465 – 232                                                                    |
| HHP2 i EH2                                                           | 10,0                                                | 260                                                                          | 12,2 – 16,3                                         | 465 – 232                                                                    |
| HHP3                                                                 | 12,5                                                | 260                                                                          | -                                                   | -                                                                            |
| HHP4                                                                 | -                                                   | -                                                                            | -                                                   | -                                                                            |

Tabela 9.

## Porównanie minimalnych czasów działania

Table 9.

## Comparison of the water supply duration

| Klasa zagrożenia pożarowego (Classification of occupancies) | Czas działania (water supply duration) |                   |                   |                  |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|                                                             | PN-EN 12845                            | VdS CEA 4001      |                   | NFPA 13          |
|                                                             |                                        | Klasa 1 (Class 1) | Klasa 2 (Class 2) |                  |
| LH                                                          | 30 min                                 | 30 min            | 30 min            | 30 min – 60 min  |
| OH                                                          | 60 min                                 | 40 min            | 60 min            | 60 min – 90 min  |
| HH i EH                                                     | 90 min                                 | 60 min            | 90 min            | 90 min – 120 min |
| HHS2 – HHS4*                                                | -                                      | 90 min            | -                 | -                |

\* - tylko dla urządzenia tryskaczowego klasy 1 – VdS CEA 4001

### Maksymalna powierzchnia chroniona przez jeden tryskacz

Ostatnim z omawianych parametrów charakteryzujących instalacje tryskaczowe jest maksymalna powierzchnia chroniona przez jeden tryskacz. Parametr ten określa powierzchnię znajdującą się bezpośrednio pod tryskaczem na której wymagane jest zachowanie odpowiedniej intensywności zraszania w zależności od przyjętej klasy zagrożenia pożarowego. Dla celów projektowych powierzchnia ta została przyjęta z pewną rezerwą niż rzeczywista powierzchnia dla której tryskacz zachowuje odpowiednią intensywność zraszania. Maksymalna powierzchnia chroniona przez tryskacz jest parametrem którego znajomość jest niezbędna do prawidłowego rozstawienia tryskaczy w sekcji. Podobnie jak w przypadku pozostałych opisanych wcześniej parametrów, wartość maksymalnej powierzchni chronionej przez tryskacz zależy od jednej z trzech głównych klas zagrożenia pożarowego.

Wszystkie omawiane standardy są pod tym względem zgodne i podają niemal identyczne wartości. Należy również dodać, że maksymalna powierzchnia chroniona przez jeden tryskacz w żadnym ze standardów nie może przekroczyć 21m<sup>2</sup>. Drobne różnice między standardami europejskimi a standardem amerykańskim wynikają z przeliczenia jedno-

stek. Poszczególne wartości dla każdego z omawianych standardów zostały przedstawione w tabeli 10.

Wartości podane w tabeli 10 odnoszą się do wszystkich rodzajów tryskaczy z wyjątkiem tryskaczy przysięciennych oraz specjalnych (dla standardu NFPA 13), dla których z uwagi na specyficzne zastosowanie występują odmienne wartości, nie przekraczające jednak ustaleń zawartych w tabeli. Należy zwrócić uwagę, że wartości we wszystkich standardach praktycznie są takie same. Niewielkie różnice wynikają z przeliczeń jednostek.

Aby porównać sposób zabezpieczenia określonych przestrzeni poniżej zestawiono parametry instalacji tryskaczowych dla przykładowych obiektów: hotele, domy handlowe, co pozwoli ocenić podejście do ich doboru.

Parametry dla standardów europejskich takie same co do wartości, czas działania dobierany w zależności od rodzaju urządzenia. Maksymalne czasy takie same rzędu 60 minut. Standard amerykański obniża nieznacznie ilość wody na powierzchnię gaszoną, ale zwiększa powierzchnię działania przy zwiększeniu maksymalnej powierzchni tryskacza i tym samym czasie gaszenia.

W tym przypadku jest podobnie dla standardów europejskich, ale amerykański zaleca podawać z większą intensywnością wodę na większą powierzchnię działania przez dłuższy czas.

Tabela 10.

## Maksymalne powierzchnie chronione przez jeden tryskacz

Table 10.

## Protection area per sprinkler

| Klasa zagrożenia pożarowego (Classification of occupancies) | Maksymalna powierzchnia chroniona przez jeden tryskacz (Protection area per sprinkler) |                   |                     |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                                             | PN-EN 12845                                                                            | VdS CEA 4001      | NFPA 13             |
| LH                                                          | 21 m <sup>2</sup>                                                                      | 21 m <sup>2</sup> | 20,9 m <sup>2</sup> |
| OH                                                          | 12 m <sup>2</sup>                                                                      | 12 m <sup>2</sup> | 12,1 m <sup>2</sup> |
| EH                                                          | 9 m <sup>2</sup>                                                                       | 9 m <sup>2</sup>  | 9,3 m <sup>2</sup>  |



Tabela 11

**Zestawienie parametrów instalacji tryskaczowej dla hoteli**

Table 11.

**List of parameters sprinklers installation in hotels**

| Podstawowe parametry<br>(Basic paramiters)                                                    | Hotele (hotel) |                                                    |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------|-----------|
|                                                                                               | PN-EN 12845    | VdS CEA 4001                                       | NFPA 13   |
| Klasa zagrożenia pożarowego<br>(Classification of occupancies)                                | OH1            | OH1                                                | LH        |
| Intensywność zraszania<br>(Density) [mm/min]                                                  | 5,0            | 5,0                                                | 2,8 - 4,1 |
| Powierzchnia działania<br>(Area of sprinkler operations) [m <sup>2</sup> ]                    | 72             | 72                                                 | 279 - 139 |
| Czas działania<br>(water supply duration) [min]                                               | 60             | 40 - urządzenia klasy 1<br>60 - urządzenia klasy 2 | 30 - 60   |
| Maksymalna powierzchnia chroniona przez jeden tryskacz<br>(Protection area per sprinkler) [m] | 12             | 12                                                 | 20,9      |

Tabela 12.

**Zestawienie parametrów instalacji tryskaczowej dla domów handlowych**

Table 12.

**List of parameters sprinklers installation in department stores**

| Podstawowe parametry<br>(Basic paramiters)                                                    | Domy handlowe (Depatrment store) |                                                    |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|
|                                                                                               | PN-EN 12845                      | VdS CEA 4001                                       | NFPA 13   |
| Klasa zagrożenia pożarowego<br>(Classification of occupancies)                                | OH3                              | OH3                                                | OH2       |
| Intensywność zraszania<br>(Denisty) [mm/min]                                                  | 5,0                              | 5,0                                                | 6,1 - 8,1 |
| Powierzchnia działania<br>(Area of sprinkler operations) [m <sup>2</sup> ]                    | 216                              | 216                                                | 372 - 139 |
| Czas działania<br>(water supply duration) [min]                                               | 60                               | 40 - urządzenia klasy 1<br>60 - urządzenia klasy 2 | 60 - 90   |
| Maksymalna powierzchnia chroniona przez jeden tryskacz<br>(Protection area per sprinkler) [m] | 12                               | 12                                                 | 12,1      |

Z powyższych przykładów wynika, że w standardzie amerykańskim stosowane jest gaszenie za pomocą większej ilości wody - większa powierzchnie działania w przypadku hotelu, oraz większa powierzchnia działa i większe intensywność w przypadku domu handlowego.

**Podsumowanie**

Porównując parametry instalacji tryskaczowych na tle klasyfikowania do odpowiedniego zagrożenia pożarowego występujące w standardach projektowania, można stwierdzić, że standardy europejskie dążą do ujednolicenia norm. Dzieje się tak nie tylko w zakresie poruszonym w niniejszym opracowaniu, podobnie jest np. w systemach sygnalizacji pożarowej. Róż-

nice dotyczą standardu amerykańskiego w porównaniu ze standardami europejskimi.

W większości przypadków Polska Norma PN-EN 12845 i wytyczne niemieckie VdS CEA 4001 przedstawiają podobne warunki jakie muszą zostać spełnione przy projektowaniu instalacji tryskaczowej, z kolei NFPA 13 w prawie każdym porównywanym elemencie wykazuje podejście odmienne, często zwracając uwagę na inne aspekty procesu projektowania.

Dobrze w przedstawionym porównaniu wypadają niemieckie wytyczne VdS CEA 4001, standard już na wstępie przedstawia przejrzysty spis treści zwracający uwagę na najważniejsze rzeczy, które projektant powinien określić podczas projektowania. Ważną rzeczą jest to, że wytyczne rzadko zmuszają do odwo-

ływania się do innych dokumentów normatywnych. Dodatkowo, w standardzie (edycja z roku 2008) pojawiły się wymagania dla instalacji tryskaczowych wyposażonych w tryskacze ESFR. Wytyczne niemieckie VdS CEA 4001 mają również znaczną przewagę nad Polską Normą PN-EN 12845, ponieważ są one systematycznie co kilka lat aktualizowane, w związku z czym wprowadzane są do jej treści nowe rozwiązania pozwalające na jeszcze skuteczniejszą ochronę danej przestrzeni. Polska Norma jako, że ma status normy europejskiej jest znacznie trudniejsza do zaktualizowania, ponieważ wszelkie zmiany muszą być zaakceptowane przez większość krajów, w których norma ta została przyjęta do stosowania. Ze względu na te elementy jest to dość uniwersalny standard projektowania, jednak w kwestiach ochrony magazynów wysokiego składowania widać w nim pewne braki, które skutkują tym, że nie jest pod tym względem tak dokładny jak standard amerykański.

Polska Norma PN-EN 12845 wypada słabiej od standardu niemieckiego, co prawda układ i zawartość są tutaj bardzo zbliżony do wytycznych VdS CEA 4001, jednak widać pewne niedociągnięcia i braki głównie wśród wymagań dodatkowych, przede wszystkim razi brak wymagań dla tryskaczy ESFR. Jednak mimo wszystko jest to standard, który wystarcza do zabezpieczenia mniej wymagających przestrzeni.

Standard NFPA 13 jest znacznie obszerniejszy niż pozostałe normy. Posiada ponad stuletnią tradycję, jego pierwsza edycja przypada na 1896r. Wieloletnie doświadczenie przekładające się na ciągły rozwój tego standardu sprawia, że znalazł on uznanie wśród projektantów na całym świecie. Skutkuje to bardzo dużą ilością zawartych w nim informacji, co w niektórych momentach wpływa na jego czytelność, wręcz zrozumiałość.

Pamiętamy, że norma NFPA 13 jeszcze edycja 1999r była tłumaczona przez CNBOP PIB, co pomogło w interpretacji jej zapisów dla celów projektowych. Jednak trzeba przyznać, że biorąc pod uwagę samą treść, to w NFPA 13 można znaleźć szczegółowo opisane rozwiązania do zabezpieczenia praktycznie każdego typu przestrzeni, ze szczególną uwagą poświęconą różnym obiektom specyficznym. Ważną rzeczą o której trzeba wspomnieć jest fakt, że analizując omawiane parametry (intensywność zraszania oraz czas działania) widać, że w porównaniu ze standardami europejskimi, NFPA 13 przyjmuje wyższe wartości, co przekłada się bezpośrednio na większą ilość wody potrzebną do zasilenia instalacji tryskaczowej. Ogólnie można stwierdzić, że jest to dobry standard projektowania, wymagający jednak dużego doświadczenia od projektanta.

Wnioskując z przeprowadzonego porównania parametrów instalacji tryskaczowej oraz ogólnego przeglądu każdego ze standardów, można stwierdzić, że najbar-

dziej uniwersalne i przejrzyste do stosowania w Polsce są wytyczne niemieckie VdS CEA 4001. Pozwalają one na bardzo czytelny dobór parametrów co znacznie ułatwia pracę projektantów i sprawia, że ze standardem tym poradzą sobie nawet osoby rozpoczynające swoją przygodę z projektowaniem instalacji tryskaczowych.

## Literatura

1. PN-EN 12845+A2:2010 Stałe urządzenia gaśnicze. Automatyczne urządzenia tryskaczowe. Projektowanie, instalowanie i konserwacja.
2. VdS CEA 4001pl:2010-11(04) Wytyczne dotyczące instalacji tryskaczowych. Projektowanie i instalowanie.
3. NFPA 13:2010 Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
4. NFPA 13:1999 Instalacja systemów tryskaczowych - Polska wersja językowa, CNBOP 2001.
5. Sawczuk M., *Projektowanie urządzenia tryskaczowego. Porównanie podstawowych zasad*, „Ochrona przeciwpożarowa” 2009, nr 01(27), s. 29-34.
6. <http://www.tyco-fire.com/>

bryg. dr inż. **Waldemar WNEK**

Kierownik Zakładu Technicznych Systemów Zabezpieczeń w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Ukończył Politechnikę Warszawską Wydział Elektroniki, następnie Szkołę Główną Służby Pożarniczej. W roku 2006 obronił pracę doktorską na Wydziale Inżynierii Środowiska PW pt. *Wpływ parametrów lotnych produktów spalania na ich wykrywalność w instalacjach wentylacyjnych*. Od 2011r pełni funkcję przewodniczącego Komitetu Technicznego nr 264 ds. Systemów Sygnalizacji Pożarowej. Jest audytorem technicznym ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych w Polskim Centrum Akredytacji. Współautor wielu prac naukowo-badawczych, referatów na konferencjach i artykułów z zakresu technicznych systemów zabezpieczeń.

st. kpt. mgr inż. **Przemysław KUBICA**

Absolwent dziennych studiów magisterskich w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Bezpośrednio po zakończeniu studiów objął stanowisko asystenta w Zakładzie Technicznych Systemów Zabezpieczeń. Specjalizacja - stałe urządzenia gaśnicze. W roku 2003 ukończył podyplomowe studia „Kontrola Działań Zapobiegających Poważnym Awariom Przemysłowym”. W latach 2002-2004 roku pełnił funkcję członka Komisji Problemowej ds. Ochrony Dóbr Kultury Przed Nadzwyczajnymi Zagrożeniami. Od 2009 roku kierownik Pracowni Technicznych Systemów Zabezpieczeń. Od 2010 roku reprezentant SGSP w Polskim Komitecie Normalizacyjnym: Komitet Techniczny 244 ds. Sprzętu, Środków i Urządzeń Ratowniczo – Gaśniczych.

**inż. Mariusz BASIAK** - Absolwent dziennych studiów inżynierskich na wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego oraz studiów podyplomowych „Bezpieczeństwo budowli” w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Obecnie pracownik dydaktyczny w Laboratorium technicznych systemów zabezpieczeń pożarowych w Centralnej Szkole Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie.

**Recenzenci**

**dr inż. Tadeusz Terlikowski, prof. nadzw.**

**dr inż. Bogdan Kosowski**

<sup>1)</sup>bryg. dr inż. **Waldemar JASKÓŁOWSKI**

<sup>2)</sup>mgr inż. **Marta KASPERKIEWICZ**

<sup>1)</sup>Szkoła Główna Służby Pożarniczej

Zakład Spalania i Teorii Pożarów

<sup>2)</sup>Centrum Badań

i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o.

## WPLYW ANTYPIROGENÓW STOSOWANYCH W GÓRNICTWIE WĘGLA KAMIENNEGO NA OGRANICZENIE SKŁONNOŚCI WĘGLA DO SAMOZAPALENIA

### Influence of antipyrrogens used in coal mining for reduction a spontaneous combustion tendency

#### Streszczenie

W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań wpływu antypirogenów stosowanych w górnictwie węgla kamiennego na proces samozagrzewania węgla. Badania przeprowadzono w oparciu o polską normę PN-G-04558:1993, na węglu z pokładu 207 KWK Jaworzno-Sobieski, o dużej zawartości wilgoci i bardzo dużej skłonności do samozapalenia. Przedstawione w artykule antypirogeny oraz wyniki ich wpływu na ograniczenie skłonności węgla do samozagrzewania pozwoliły na sformułowanie wniosków, co do celowości stosowania tego typu materiałów w prewencji pożarowej.

#### Summary

The selected results of the investigation on the influence of antipyrrogens used in coal mining on the coal self-heating process is presented in the article. The investigation was conducted, according to the Polish standard PN-G-04558:1993, on the high moisture and very high susceptibility to self-ignition coal of 207 bed in Jaworzno-Sobieski coal mine. Presented in the article antipyrrogens and the results of their impact on the reduction of the coal susceptibility of self-heating bring the conclusion on their usefulness in the fire prevention system.

**Słowa kluczowe:** samozagrzewanie, samozapalenie, węgiel kamienny, antypirogen;

**Key words:** spontaneous heating, spontaneous ignition, underground coal mines, antipyrrogens;

#### Wstęp

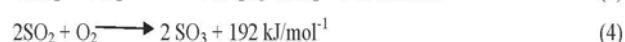
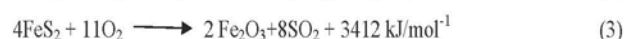
Samozagrzewanie i w konsekwencji samozapalenie węgla kamiennego jest bardzo dużym problemem w górnictwie. Zjawisko to jest bezpośrednio najczęstszą przyczyną pożarów endogenicznych w kopalniach węgla kamiennego. Może być również promotorem wybuchu, w szczególności bardzo niebezpiecznych mieszanin hybrydowych (pył węglowy + metan). O skali zagrożenia świadczą dane przedstawione w tabeli 1.

Pomimo nowoczesnych metod wykrywania i profilaktyki pożarowej na przestrzeni ostatnich czterech lat liczba pożarów endogenicznych utrzymuje się na stałym poziomie [1÷2].

Problematyka samozagrzewania i samozapalenia węgla była i jest przedmiotem opracowań wielu prac naukowych [2÷5].

Samozapalenie poprzedza samozagrzewanie węgla. W warunkach kiedy dyssypacja ciepła na drodze przewod-

nictwa i promieniowania jest utrudniona, samozagrzewanie węgla może doprowadzić go do samozapalenia. Ryzyko samozapalenia zwiększa udział w węglu części lotnych oraz piryty i egzynitu. Proces samozapalenia węgla można zasadniczo podzielić na trzy etapy [3]: utlenianie (1), samozapłon (2), spalanie (3÷7)



Badania naukowe, których celem jest ograniczenie ilości pożarów endogenicznych koncentrują się głównie



na lepszym poznaniu mechanizmu samozagrzewania i samozapalenia oraz na trzech zasadniczych kierunkach tj.:

- doskonaleniu mechanizmów zarządzania związanymi z profilaktyką pożarową oraz technikami i sposobami ograniczania ryzyka wystąpienia samozapalenia węgla,
- opracowaniu nowych metod prognozowania zagrożenia pożarowego i doboru środków prewencji,
- oraz poprzez opracowanie nowych metod monitoringu zagrożenia pożarowego polegającego na wczesnym jego wykryciu.

Tabela 1

**Zbiórce zestawienie pożarów w kopalniach węgla kamiennego w latach 2002-2011 [1]**

Table 1

The summary of fires in coal mines in the years 2002-2011 [1]

| Zagrożenie pożarowe w podziemnych zakładach węgla w latach 2002-2011 roku |                              |                      |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Rok wystąpienia zdarzenia                                                 | Ilość pożarów endogenicznych | Ilość pożarów ogółem |
| 1                                                                         | 2                            | 3                    |
| 2002                                                                      | 4                            | 5                    |
| 2003                                                                      | 5                            | 5                    |
| 2004                                                                      | 4                            | 9                    |
| 2005                                                                      | 7                            | 11                   |
| 2006                                                                      | 2                            | 5                    |
| 2007                                                                      | 4                            | 10                   |
| 2008                                                                      | 6                            | 11                   |
| 2009                                                                      | 10                           | 11                   |
| 2010                                                                      | 9                            | 12                   |
| 2011                                                                      | 7                            | 8                    |

Aby ocenić rzeczywistą zdolność węgla do samozapalenia należy poddać go badaniom. Obecnie w Polsce badania samozapalności węgla prowadzone są za pomocą dwóch metod. Pierwszej wykonywanej według obowiązującej polskiej normy nr PN-G-04558:1993 [6], w której wyznaczane są dwa wskaźniki samozapalności węgla, oraz energię aktywacji i drugiej opracowanej przez Główny Instytut Górnictwa (GIG), na podstawie testu adiabatycznego gdzie analizie poddawane są gazy pożarowe.

Analiza samozapalności węgla wg PN-G-04558:1993 [6] polega na prowadzeniu ciągłego pomiaru temperatury próbek węgla w strumieniu powietrza o temperaturze 510 K (237 °C) i 463 K (190 °C). Podczas analizy samozapalności węgla tą metodą z próbki węglowej przygotowanej wg PN-G-04502:1990 [7] wykonuje się dla każdej z temperatur po sześć tabletek o wymiarach określonych w normie i poddaje nagrzewaniu w urządzeniu do oznaczania wskaźników samozapalności (Ryc. 1).

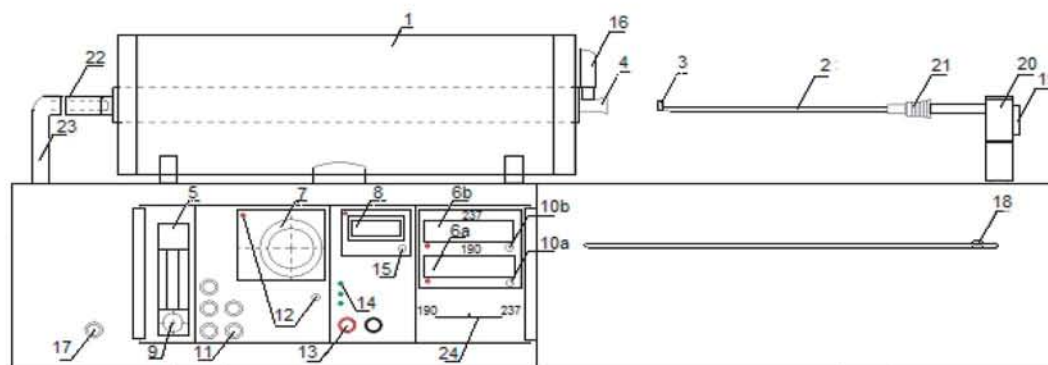
Na podstawie ciągłego pomiaru temperatury wyznacza się szybkość jej przyrostu i przyjmuje, że odpowiada on szybkości reakcji, które oznaczane są, jako dwa wskaźniki samozapalności:  $Sz^a$  i  $Sz^{a'}$ . Na ich podstawie oblicza się energię aktywacji tj. najmniejszą energię, jaką muszą posiadać cząsteczki substratów, by wskutek zderzenia tych cząsteczek, mogła zajść reakcja chemiczna A wg następującego wzoru:

$$A = 96,79 \lg \frac{Sz^a}{Sz^{a'}} \quad (8)$$

gdzie:

$Sz^a$  – wskaźnik samozapalności w temperaturze 237 °C [°C/min]

$Sz^{a'}$  – wskaźnik samozapalności w temperaturze 190 °C [°C/min]



Schemat przykładowy

1 – Piec, 2 – Sonda pomiarowa temperatury, 3 – Próbkę węgla, 4 – Króciec wylotowy komory reakcyjnej, 5 – Rotametr, 6a – Wyświetlacz wskaźnika samozapalności  $Sz^a$ , 6ab – Wyświetlacz wskaźnika samozapalności  $Sz^{a'}$ , 7 – Termoregulator, 8 – Wyświetlacz temperatury próbki, 9 – Pokrętko regulacji strumienia objętości powietrza, 10a – Przycisk zerowania układu obliczeniowego wskaźnika samozapalności  $Sz^a$ , 10b – Przycisk zerowania układu obliczeniowego wskaźnika samozapalności  $Sz^{a'}$ , 11 – Bezpieczniki zasilania, 12 – Przycisk do włączania dodatkowej grzałki pieca i dioda luminescencyjna, 13 – Zaciski wyjściowe dla rejestratora, 14 – diody luminescencyjne, sygnalizujące sprawność napięcie zasilających, 15 – Przycisk uruchamiania układu transportu próbki, 16 – Wąż gumowy wylotowy, 17 – Wyłącznik sieciowy stanowiska, 18 – Uchwyt przesuwu sondy pomiarowej, 19 – Obudowa termistora odniesienia, 20 – Wspornik sondy pomiarowej, 21 – Korek uszczelniający sondę pomiarową temperatury powietrza, 22 – Korek uszczelniający wlot, 23 – Wąż gumowy, 24 – Przełącznik między wyświetlaczami wskaźników samozapalności.

**Ryc. 1.** Schemat przykładowy urządzenia do oznaczania wskaźników samozapalności węgla [7].

**Fig. 1.** Schematic of experimental setup and measurement [7].

Do przeprowadzenia klasyfikacji węgla według skłonności do samozapalenia wykorzystuje się:

Sz<sup>a</sup> – szybkość reakcji wyznaczoną doświadczalnie w temperaturze (237°C) [°C/min]

A – energię aktywacji [kJ/mol]

Na podstawie tych dwóch wskaźników węgiel zaliczany jest do jednej z pięciu grup samozapalności gdzie pierwsza oznacza węgiel o bardzo małej skłonności do samozapalenia natomiast piąta węgiel o bardzo dużej skłonności do samozapalenia (Tab. 2).

Oprócz wymienionych powyżej parametrów oraz wyznaczenia skłonności węgla do samozapalenia wyliczany

- pian mocznikowo-formaldehadowych,
- pian fenolowo-formaldehadowych,
- spoiw i pian mineralno-cementowych.

Wszystkie wyżej wymienione antypirogeny mają służyć profilaktyce przeciwpożarowej poprzez wypełnienie pustych przestrzeni w górotworze, uszczelnienie zrobów poeksploatacyjnych, chodników. Głównym ich zadaniem jest ograniczenie przepływu powietrza przez szczeliny, spękania i pustki poeksploatacyjne a co za tym idzie zmniejszenie zdolności węgla do utleniania, a więc i zmniejszenia możliwości węgla do samozapalenia.

Tabela 2.

Podział węgla według skłonności do samozapalenia [7]

Table 2

The division of coal by a tendency to spontaneous combustion [7]

| Wskaźnik samozapalności Sz <sup>a</sup> [°C/min] | Energia aktywacji utleniania węgla A [kJ/mol] | Grupa samozapalności | Ocena skłonności węgla do samozapalenia           |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------|
| 1                                                | 2                                             | 3                    | 4                                                 |
| Do 80                                            | powyżej 67                                    | I                    | Węgiel o bardzo małej skłonności do samozapalenia |
|                                                  | od 46 do 67                                   | II                   | Węgiel o małej skłonności do samozapalenia        |
|                                                  | poniżej 46                                    | III                  | Węgiel o średniej skłonności do samozapalenia     |
| Powyżej 80 do 100                                | powyżej 42                                    | IV                   | Węgiel o dużej skłonności do samozapalenia        |
|                                                  | poniżej 42 lub równe                          |                      |                                                   |
| Powyżej 100 do 120                               | powyżej 34                                    | V                    | Węgiel o bardzo dużej skłonności do samozapalenia |
|                                                  | poniżej 34 lub równe                          |                      |                                                   |
| Powyżej 120                                      | nie normalizuje się                           |                      |                                                   |

jest okres inkubacji pożaru endogenicznego. Jest to czas utleniania węgla od temperatury początkowej do temperatury krytycznej. Okres ten liczony jest od momentu zapoczątkowania utleniania (tj. po naruszeniu pokładu robotami górniczymi) do czasu osiągnięcia przez węgiel temperatury krytycznej. Wyznacza się go metodą opracowaną przez GIG dla danego pokładu węgla na podstawie badań samozapalności próbek węgla z tego pokładu.

Badania oceny skłonności węgla do samozapalenia wg PN-93/G-04558 [7] są punktem wyjścia dla analiz oceny wpływu antypirogenów stosowanych w prewencji pożarowej w kopalniach węgla kamiennego. Bardzo ważnym segmentem są badania służące zmniejszeniu ryzyka wystąpienia samozapalenia. Przedsięwzięcia te skupiają się głównie na doskonaleniu metod stosowania gazów inertnych, antypirogenów, tj. środków hamujących szeroko rozumianą palność węgla oraz uszczelniania i izolacji wyrobisk w celu ograniczenia dostępu do nich powietrza, a związku z tym znacznego ograniczenia możliwości samozagrzewania i samozapalenia węgla.

Obecnie na rynku dostępnych jest wiele antypirogenów, nie tylko o różnym składzie chemicznym, różnym zastosowaniu, ale również o różnych właściwościach. Wśród nich można wyróżnić antypirogeny w formie:

### Piany mocznikowo-formaldehadowe

Piany mocznikowo-formaldehadowe to dwuskładnikowe substancje, otrzymywane przez połączenie żywicy (wodny roztwór żywicy mocznikowo formaldehydowej) z katalizatorem (kwaśny utwardzacz), w wyniku czego powstaje szybko żelująca piana. W zależności od stosunku objętościowego żywicy i katalizatora otrzymuje się pianę o różnym stopniu trwałości.

W górnictwie węgla kamiennego służą one do dezaktywacji powierzchni węgla tj. do pozbawienia możliwości utleniania odsłoniętej powierzchni węgla, z którą ma kontakt piana, zmniejszając przez to jego skłonność do samozapalenia. Stosuje się je głównie do uszczelniania stropów, ociosów wyrobisk i zrobów oraz wykonywania tam izolacyjnych, wypełniania pustek i izolowania zrobów oraz wyrobisk górniczych. Wybrane właściwości pian mocznikowo-formaldehadowych przedstawiono w tabeli 3.

Do głównych zalet tego rodzaju pian należą:

- duża wydajność ze względu na możliwość regulacji stopnia spienienia i rozlewności piany,
- niska szkodliwość dla ludzi i środowiska, nie stwarza niebezpieczeństwa oparzeń,
- komponenty piany można łatwo zmyć wodą w przypadku zabrudzenia,



- dobre właściwości hydro i gazo-izolacyjne,
- nie zakłóca wskazań czujników gazometrycznych,
- trudnopalność.

Tabela 3

**Właściwości pian mocznikowo-formaldehadowych [8]**

Table 3

**The properties of urea- formaldehyde foam [8]**

| Właściwości komponentów i wyrobów              |         |             |
|------------------------------------------------|---------|-------------|
| Parametry składników                           | Żywica  | Katalizator |
| 1                                              | 2       | 3           |
| Stosunek objętościowy komponentów              | 1       | 1           |
| Alternatywny stosunek objętościowy komponentów | 4       | 3           |
| Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]                   | ~1,2    | ~1,0        |
| Lepkość [mPas]                                 | 10 – 40 | < 10        |
| pH                                             | 7 - 9,5 | < 2         |

**Piany fenolowo-formaldehadowe**

Piana fenolowo-formaldehdowa tak jak piana mocznikowo-formaldehdowa jest pianą dwuskładnikową przeznaczoną do stosowania w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych do wszelkich prac w zakresie:

- wypełniania pustek w górotworze, zrobach, tamach, wokół obudów,
- konsolidacji zgruzowanego górotworu, spękań, rys,
- izolacji i uszczelniania tam, wokół tam, zrobów, przejścia przekopów przez pokłady węgla, wykonania stref nie palnych.

Jest to produkt wysokospienialny, trudnopalny o właściwościach antyelektrostatycznych.

Ich zaletą jest:

- niska zawartość wolnego formaldehydu,
- możliwość stosowania w szerokim zakresie warunków geologiczno-górnich,
- niska temperatura reakcji,
- dobre właściwości gazo-izolacyjne,
- nie zakłóca wskazań czujników gazometrycznych,
- możliwość stosowania w warunkach zagrożenia pożarowego.
- trwałość gotowej piany w czasie użytkowania.

W niektórych przypadkach cechują się dużą wytrzymałością mechaniczną i bardzo dobrą przyczepnością do podłoża mineralnych suchych, wilgotnych, bądź mokrych, oraz odpornością na działanie wody i jej roztworów, a także czynników atmosferycznych i degradację biologiczną.

Wybrane właściwości pian fenolowo-formaldehdowych przedstawiono w tabeli 4:

Tabela 4

**Właściwości pian fenolowo-formaldehdowych [9]**

Table 4

**The properties of phenol- formaldehyde foam [9]**

| Właściwości komponentów i wyrobów                                     |                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|
| Parametry składników                                                  | Żywica                                          | Katalizator |
| 1                                                                     | 2                                               | 3           |
| Stosunek objętościowy komponentów                                     | 4                                               | 1           |
| Alternatywny stosunek objętościowy komponentów                        | W razie konieczności stosunek może ulec zmianie |             |
| Gęstość [g/cm <sup>3</sup> ]                                          | ~1,2                                            | ~1,4 - 1,5  |
| Lepkość [mPas]                                                        | < 2000                                          | < 50        |
| Czas wzrostu piany [min]                                              | < 4                                             |             |
| Wytrzymałość na ściskanie przy 10% odkształcenia [MPa], nie mniej niż | 0,3 - 0,02                                      |             |

**Spoiva mineralno-cementowe**

Spoiva mineralno - cementowe są wysokowydajnym, szybkowiązącym, jednoskładnikowym, hydraulicznym spoiwem, które po zmieszaniu z odpowiednią ilością wody wiąże, w wyniku czego powstaje trwale tworzywo mineralne. Spoiva te stosowane są do:

- budowy tam izolacyjnych,
- wypełniania pustek (wyrw) nad obudową wyrobisk,
- likwidacji wolnych przestrzeni poza obudową wyrobisk,
- wypełniania zer podsadzkowych,
- uszczelniania wyrobisk korytarzowych,
- wypełniania pustek kanałów ciepłowniczych i kanalizacyjnych.
- wykonywania tam przeciwybuchowych i wentylacyjnych,
- wykonywania pasów izolacyjnych i podsadzkowych,

Ich główną zaletą jest:

- wysoka wydajność (do 2,4 - 10 m<sup>3</sup> piany z 1 t proszku w zależności od rodzaju spoiwa) przy zachowaniu właściwości użytkowych,
- szybkość podawania,
- łatwość i bezpieczeństwo w stosowaniu,
- odporność na działanie czynników agresywnych,
- niski koszt transportu,
- łatwość i bezpieczeństwo w stosowaniu,
- niepalność,
- wysoka wytrzymałość.

**Piany mineralno-cementowe**

Piana mineralno-cementowa jest hydraulicznym, jednoskładnikowym, niepalnym spoiwem mineralno-cementowym, które po zmieszaniu z odpowiednią ilością wody

i spienieniu w odpowiednim urządzeniu wiąże do trwalej piany.

Wykorzystywane są do:

- budowy pasów izolacyjnych,
- budowy tam izolacyjnych,
- wypełniania pustek (wyrw) nad obudową wyrobisk,

ski, o dużej zawartości wilgoci i dużym zasyrczeniu.

Z przygotowanej próbki węglowej pobranej w kopalni wykonano próbkę analityczną o stopniu rozdrobnienia 0,075 – 0,063 i wyznaczono parametry fizyczne, takie jak:

- zawartość wilgoci przemijającej i analitycznej,
- zawartość popiołu dla danego węgla.

Tabela 5

### Parametry próbki węgla wykorzystanej do badań

Table 5

### The parameters of coal samples used for testing

| Próbka nr | Informacje o pobraniu próbki |        | Wilgoć                       |                            | Popiół A <sup>a</sup> |
|-----------|------------------------------|--------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|
|           | Data                         | Pokład | Przemijająca W <sub>ex</sub> | Analityczna W <sup>a</sup> |                       |
|           |                              |        | %                            | %                          |                       |
| 1         | 2                            | 3      | 4                            | 5                          | 6                     |
| 28/2011   | 29. 06. 2011                 | 304/2  | 3,44                         | 10,75                      | 4,11                  |

Źródło: Opracowanie własne

- likwidacji wolnych przestrzeni poza obudową wyrobisk,
- wypełniania zer podsadzkowych,
- uszczelniania wyrobisk korytarzowych,
- wypełniania pustek kanałów ciepłowniczych i kanalizacyjnych,
- wykonywania tam przeciwybuchowych i wentylacyjnych,
- wykonywania pasów izolacyjnych i podsadzkowych,

Do głównych zalet tego typu produktów należy:

- wysoka wydajność (6 - 12 m<sup>3</sup> piany z 1 t proszku w zależności od rodzaju produktu),
- szybkość podawania,
- niski koszt transportu,
- łatwość i bezpieczeństwo w stosowaniu.

Właściwości pian mineralno-cementowych zależą przede wszystkim od:

- wskaźnika woda / proszek,
- temperatury i składu chemicznego użytej wody,
- warunków wymiany ciepła z otoczeniem,
- typu zestawu pompowego.

### Metodyka badań

Badania eksperymentalne przeprowadzono w Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. Do badań wskaźników samozapalenia węgla kamiennego wykorzystano metodykę pomiarową opisaną w normie PN-93/G-04558 [7]. Zasadniczo badanie polega na wykonaniu dwóch odrębnych analiz (analizy próbki węgla oraz analizy węgla po obróbce antypirogenem) i porównaniu ich ze sobą poprzez wyznaczenie względnego wydłużenia okresu inkubacji pożaru w warunkach adiabatycznych. Badaniom eksperymentalnym poddano węgiel kamienny typ 31.2 - płomienny z pokładu 207 PKW S.A. ZG Sobie-

Właściwości fizyczne badanego węgla przedstawiono w tabeli 5.

Z tak przygotowanej próbki przygotowano po dwanaście próbek w postaci tabletek (po sześć dla każdej z temperatur – 190°C, 237°C) o masie ok. 300 mg, które poddawano nagrzewaniu w piecu do wyznaczania wskaźników samozapalenia węgla (Ryc.2).

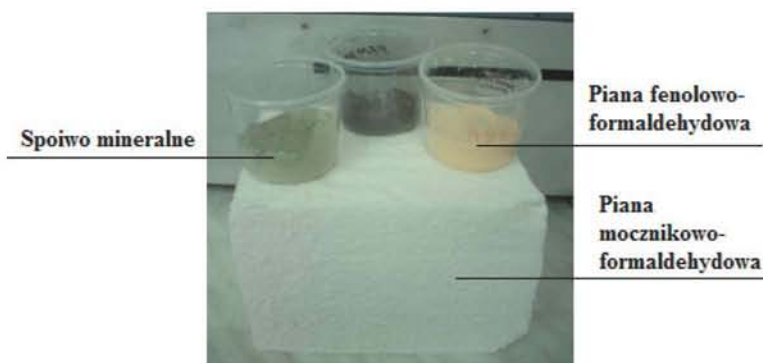


Ryc. 2. Urządzenie do oznaczania wskaźników samozapalności węgla

Fig. 2. The apparatus for determining indicators of spontaneous combustion of coal

Z uwagi na brak możliwości pokrycia tabletki węglowej antypirogenem w postaci piany lub spoiwa mineralnego (Ryc. 3÷4) w celu wykonania analizy węgla po obróbce antypirogenem do próbki węglowej w odpowiednim stosunku masowym dodano startą w młynku pianę lub suchy materiał mineralno-cementowy oraz wodę w ilości wskazanej przez producentów.





Ryc. 3. Antypirogeny stosowane w górnictwie węgla kamiennego  
Fig. 3. The antipyrigenes used in mining



Ryc. 4. Próbkki z antypirogenami  
Fig. 4. The samples with antipyrigenes

Względne wydłużenie okresu inkubacji pożaru w warunkach adiabatycznych wyliczono według następującego wzoru [7]:

$$W\tau = \frac{\tau^* - \tau}{\tau} \times 100\% \quad (9)$$

gdzie:

$\tau$  - okres inkubacji pożaru endogenicznego w warunkach adiabatycznych,

$\tau^*$  - okres inkubacji pożaru endogenicznego w warunkach adiabatycznych wyznaczony dla próbki węgla „obrobionej” badanym inhibitorem

Podstawa oceny antypirogenów jest klasyfikacja inhibitorów procesu samozagrzewania zamieszczono w tabeli poniżej:

Tabela 6

**Klasyfikacja inhibitorów procesu samozagrzewania [9]**

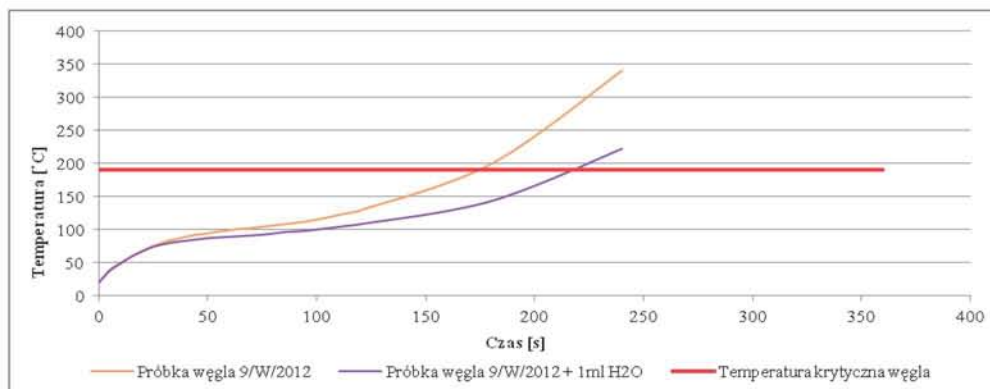
Table 6

**The classification of inhibitors of the process spontaneous heating [9]**

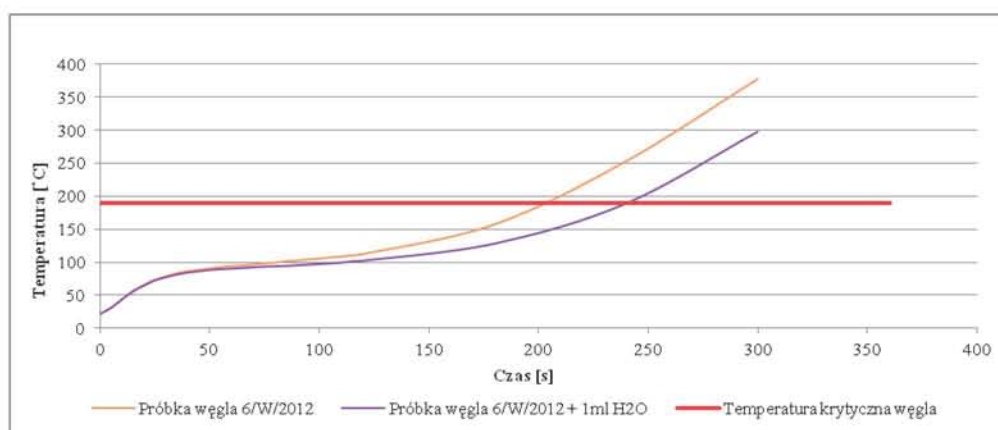
| Lp. | Klasa antypiro-genu | Względne wydłuże-nie okresu inkuba-cji pożaru $W\tau$ [%] | Ocena skuteczności działania inhibitora |
|-----|---------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1   | 2                   | 3                                                         | 4                                       |
| 1   | I                   | $W\tau \leq 10\%$                                         | Bardzo słaby                            |
| 2   | II                  | $10\% < W\tau \leq 25\%$                                  | Słaby                                   |
| 3   | III                 | $25\% < W\tau \leq 75\%$                                  | Średni                                  |
| 4   | IV                  | $W\tau > 75\%$                                            | Mocny                                   |
| 5   | V                   | Proces zatrzymany                                         | Bardzo mocny                            |

**Wyniki badań**

Podczas analizy wpływu antypirogenów na ograniczenie skłonności węgla do samozapalenia potwierdzono wpływ wilgotności na proces samozapalenia (Ryc.5÷6).



Ryc. 5. Wskaźnik Sza dla próbki węgla 9/W/2012  
Fig 5. Sza indicator chart for a sample of coal 9/W/2012



Ryc. 6. Wskaźnik Sza dla próbki węgla 6/W/2012  
Fig 6. Sza indicator chart for a sample of coal 6/W/2012

Jako wartość temperatury początkowej przyjęto  $t = 21$  °C, co odpowiada temperaturze otoczenia podczas badań. Na podstawie analizy wyników badań można stwierdzić, że temperatura węgla wzrasta dynamicznie, aż do osiągnięcia wartości 80 °C, powyżej której następuje znaczne spowolnienie samozagrzewania. Dzieje się tak gdyż parowanie wody pochłania znaczną część ciepła wydzielonego podczas utleniania węgla. Powyżej 100 °C następuje powtórnie stopniowy wzrost szybkości samozagrzewania. Na wykresach widać również wyraźnie, że przy wzroście wilgotności wydłuża się czas do osiągnięcia temperatury krytycznej, przy której następuje samozapalenie.

Nie zmienia jednak to samej wartości temperatury krytycznej. Wyniki analizy węgla oraz antypirogenów przedstawiono w tabeli 7.

Na podstawie powyższych wyników badań można zaobserwować, iż najsilniejsze działanie wykazują piany fenolowo-formaldehadowe, których względne wydłużenie okresu inkubacji pożaru, tj czasu potrzebnego do wystąpienia samozapalenia węgla, wzrosło. W przypadku pian fenolowo-formaldehadowych wynosi ono dla pian średnio spienionych 121%, a w przypadku wysoko spienionych do 129%. Piany mocznikowo-formaldehadowe oraz spoiwa mineralno-cementowe względne wydłu-

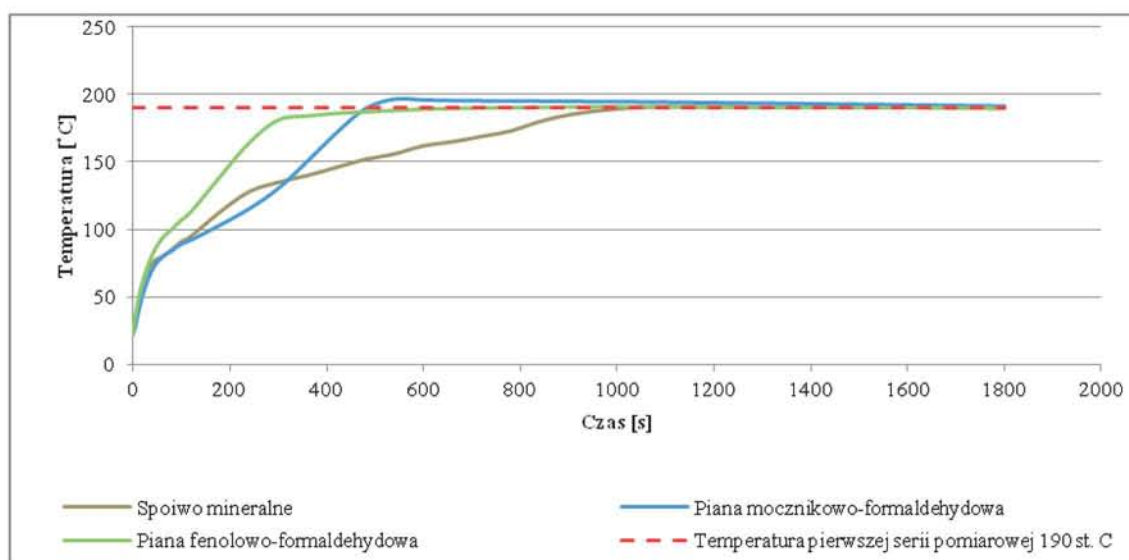
#### Zestawienie wyników badań

#### The summary of test results

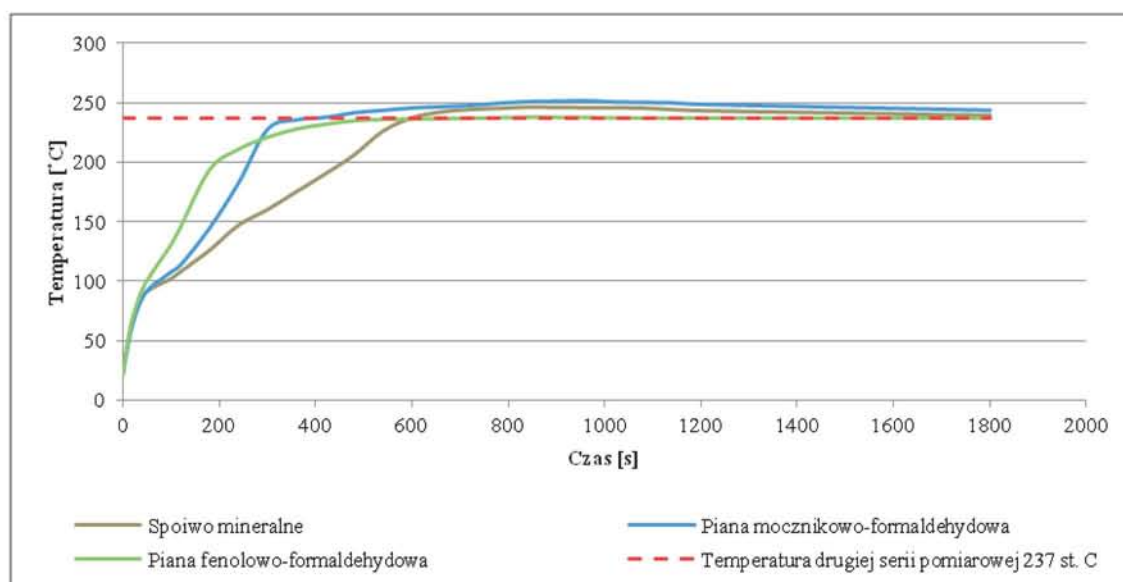
Tabela 7

Table 7

| Rodzaj próbki                                                                      | Wskaźniki samozapalności |               | Energia aktywacji A [kJ/mol] | Grupa samozapalności węgla | Okres inkubacji pożaru [dni] | Względne wydłużenie okresu inkubacji pożaru $W\tau$ [%] | Klasa antypirogeny | Ocena skuteczności działania inhibitora |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                    | Sza [°C/min]             | Sza' [°C/min] |                              |                            |                              |                                                         |                    |                                         |
| Węgiel 28/2011                                                                     | 140                      | 44            | 49                           | V                          | 34                           | -                                                       | -                  | -                                       |
| Piana fenolowo-formaldehadowa średnio spieniona                                    | 84                       | 24            | 53                           | III                        | 75                           | 121                                                     | IV                 | Mocny                                   |
| Piana fenolowo-formaldehadowa wysoko spieniona                                     | 79                       | 23            | 52                           | III                        | 78                           | 129                                                     | IV                 | Mocny                                   |
| Piana mocznikowo-formaldehadowa standardowa                                        | 76                       | 29            | 40                           | III                        | 63                           | 85                                                      | IV                 | Mocny                                   |
| Piana mocznikowo-formaldehadowa (zwiększoną o +2% zawartość czystego antypirogeny) | 83                       | 31            | 41                           | IV                         | 74                           | 118                                                     | IV                 | Mocny                                   |
| Spoivo mineralno-cementowe                                                         | 102                      | 37            | 42                           | IV                         | 62                           | 82                                                      | IV                 | Mocny                                   |
| Spoivo mineralno-cementowe po 24 godz.                                             | 78                       | 26            | 46                           | II                         | 63                           | 85                                                      | IV                 | Mocny                                   |



**Ryc. 7.** Wskaźnik Sza' dla próbki węgla w obecności trzech różnych antypirogenów klasy V w temperaturze 190°C  
**Fig. 7.** Sza' indicator for the coal sample In the presence of three different class V of antipyrigenes at 190°C



**Ryc. 8.** Wskaźnik Sza' dla próbki węgla w obecności trzech różnych antypirogenów klasy V w temperaturze 237°C  
**Fig. 7.** Sza' indicator for the coal sample In the presence of three different class V of antipyrigenes at 237°C

**Tabela 8**

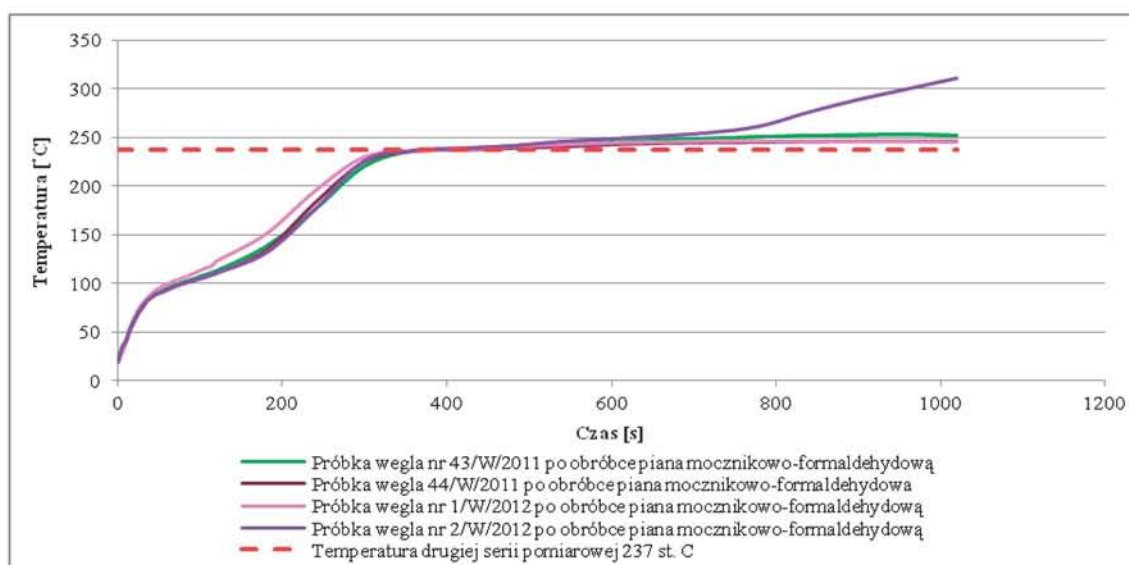
Parametry próbek węgla wykorzystanych  
do badań z antypirogenami

**Table 8**

The parameters of coal samples used for testing  
with antipyrigenes

| Próbka nr | Informacje o pobraniu próbki | Wilgoć                       |                            | Popiół A <sup>a</sup> |
|-----------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|
|           |                              | Przemijająca W <sub>ex</sub> | Analityczna W <sup>a</sup> |                       |
|           | Pokład                       | %                            | %                          | %                     |
| 1         | 2                            | 3                            | 4                          | 5                     |
| 43/W/2011 | 304                          | 6,74                         | 5,67                       | 5,78                  |
| 44/W/2011 | 304/2                        | 7,39                         | 4,97                       | 17,57                 |
| 1/W/2012  | 304                          | 6,12                         | 5,29                       | 5,73                  |
| 2/W/2012  | 304/2                        | 5,78                         | 5,06                       | 4,96                  |





Ryc 9. Wskaźnik Sza dla czterech próbek węgla po obróbce pianą mocznikowo-formaldehydową  
Fig 9. Sza indicator for the four coal samples treated urea-formaldehyde foam

zenie okresu inkubacji mają nieco niższe wahające się między 82-85%. Te nieco niższe wartości rekompensuje niska szkodliwość tych produktów dla ludzi i środowiska, a w przypadku spoiw i pian mineralno-cementowych również ich zdolność do poprawy parametrów wytrzymałościowych wyrobiska oraz ich odporność na działanie czynników agresywnych. Wzrostu świadomości górników, duża konkurencja na rynku oraz szybkość opracowania nowych technologii zwalczania pożarów powodują że obecnie na rynek wchodzi materiały antypirogeniczne, które posiadają V klasę inhibitorów procesu samozapalenia. Materiały te przerywają proces samozagrzewania węgla. Na ryc. 7÷8 przedstawiono wyniki badań wskaźników Sza dla badanych próbek węgla w obecności trzech różnych antypirogenów.

Jak wynika z powyższych wykresów (Ryc. 7÷8) przebieg obu wskaźników samozapalności (tj. wskaźnika Sza wyznaczanego w temperaturze 190 °C, oraz wskaźnika Sza wyznaczanego w temperaturze 237 °C) w zależności od czasu charakteryzuje brak przyrostu temperatury po przekroczeniu temperatury zadanej pieca. Wynika to z działania tych materiałów, które radykalnie obniżają aktywność chemiczną węgla wobec tlenu, a tym samym zatrzymują sam proces samozapalenia.

W przypadku tych materiałów wymagana jest bardzo szczegółowa analiza. Wykonanie, bowiem analizy wpływu produktu antypirogenicznego tej klasy na jednej próbce węgla nie gwarantuje, iż zadziała on w ten sam sposób na innej. Dlatego też przedmiotowym badaniom poddano także inne próbki węgla, których charakterystykę przedstawiono w tabeli 8 a wyniki na ryc. 9.

## Wnioski

Na podstawie przeglądu literaturowego oraz wyników badań eksperymentalnych sformulowano następujące wnioski i spostrzeżenia:

1. Proces samozapalenia węgla będący powodem powstawania pożarów endogenicznych w kopalniach węgla kamiennego jest procesem złożonym. Na jego przebieg ma wpływ skład chemiczny, skala i rodzaj zanieczyszczenia, stopień rozdrobnienia węgla, zawartość wilgoci, popiołu.
2. Wysokie rozdrobnienie węgla i niewielkie jego zawilgocenie wpływa na wzrost skłonności węgla do samozapalenia, natomiast duża zawartość popiołu oraz wysoki stopień czystości węgla obniżają tę skłonność.
3. Występujące na rynku antypirogeny zmniejszają możliwość węgla do utleniania poprzez ograniczenie przepływu powietrza przez szczeliny, spękania i pustki poeksploatacyjne.
4. Do najważniejszych zalet produktów antypirogenicznych zaliczyć należy: możliwość stosowania ich w szerokim zakresie warunków geologiczno-górnictwowych, duża wydajność, dobre właściwości hydro i gazo-izolacyjne, brak wpływu na czujniki gazometryczne oraz trudnopalność.
5. Najsilniejsze działanie w zakresie ograniczenia skłonności węgla do samozapalenia wykazują piany fenolowo-formaldehydowe. Niższe wartości względnego wydłużenia okresu inkubacji pian mocznikowo-formaldehydowych rekompensuje niska szkodliwość tych produktów dla ludzi i środowiska a w przypadku spoiw i pian mineralno-cementowych również ich zdolność do poprawy parametrów wytrzymałościowych wyrobiska oraz ich odporność na działanie czynników agresywnych.
6. Wyniki badań wpływu antypirogenów na ograniczenie skłonności węgla do samozapalenia potwierdzają ich skuteczność działania w profilaktyce pożarowej.



## Literatura

1. Dane Wyższego Urzędu Górniczego „*Stan bezpieczeństwa i higieny pracy w Górnictwie w latach 2002-2010*”, WUG, Katowice 2010;
2. Bhat S., Agarwal P.K., *The effect of moisture condensation on the spontaneous combustibility of coal*, Fuel, vol. 75, No. 13, 1996, pp. 1523 – 1532;
3. Liu C., Li S., Qiao Q., Wang J., Pan Z., *Management of spontaneous combustion in coal mine waste tips in China*, Water, Air and Soil Pollution 103, 1998, pp. 441-444;
4. Garcia – Torrent J., Ramirez-Gomez A., Querol – Aragon E., Grima – Olmedo C., Medic - Pejic L., *Determination of the risk of self-ignition of coals and biomass materials*, Journal of Hazardous Materials, 213 – 214 (2012), pp. 230-235;
5. Yauan L., Smith A. C., *The effect of ventilation on spontaneous heating of coal*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 25 (2012) pp. 131-137;
6. PN-G-04558:1993. Węgiel kamienny. Oznaczanie wskaźnika samozapalności.
7. PN-G-04502:1990. Węgiel kamienny i brunatny. Metody pobierania i przygotowania próbek do badań laboratoryjnych;
8. [http://www.minova.pl/pianki\\_organiczne.html](http://www.minova.pl/pianki_organiczne.html), <http://schaumchemie.pl/art,5,104.html>
9. Cygankiewicz J., *About Determination of Susceptibility of Coals to Spontaneous Combustion Using an Adiabatic Test Method*. Arch. Min. Sci., Kraków, 2000, t. 45, s 247-273.

## mgr inż. Marta Kasperkiewicz

Absolwentka Geologii Górniczej i Poszukiwawczej wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Od listopada 2008 r. zatrudniona w Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. w Łędzinach w Ośrodku Badań Środowiska i Zagrożeń Naturalnych na stanowisku Inspektora ds. badań środowiska i zagrożeń naturalnych. Posiadająca doświadczenie w zakresie wykonywania badań samozapalności węgla/odpadu, opracowywania i sporządzania prognoz metanowości bezwzględnej wyrobisk korytarzowych i wybierkowych, monitorowania zagrożenia metanowego w podziemnych zakładach górniczych. Od lutego 2012r. pełniąc funkcję kierownika technicznego w obszarze badania samozapalności węgla / odpadów. Absolwentka studiów podyplomowych Bezpieczeństwo Budowli na wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej.

## bryg. dr inż. Waldemar Jaskółowski

zatrudniony na stanowisku adiunkta, kierownika Zakładu Spalania i Teorii Pożarów na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Jest specjalistą z zakresu spalania materiałów budowlanych oraz cieczy i gazów. Autor ponad 150 artykułów i referatów z zakresu problematyki, o której mowa powyżej.

## Recenzenci

prof. dr hab. Kazimierz Lebecki  
dr inż. Grzegorz Sporysz

mgr Katarzyna RADWAN  
mgr inż. Zuzanna ŚLOSORZ  
mł. bryg. dr inż. Joanna RAKOWSKA  
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych

## EFEKTY ŚRODOWISKOWE USUWANIA ZANIECZYSZCZEŃ ROPOPOCHODNYCH

### Environmental effects of oil pollutants

#### Streszczenie

Ciągle rosnące potrzeby ludzi, powodują doskonalenie istniejących i powstawanie nowych osiągnięć w dziedzinie nauki i technologii. Niestety, wraz z rozwojem technicznym, wzrasta również ingerencja człowieka w środowisko naturalne, wynikiem czego jest powstawanie nowych zagrożeń związanych z produkcją, transportem, użytkowaniem oraz składowaniem odpadów substancji niebezpiecznych. Rzadko zdajemy sobie sprawę, że awarie występujące podczas pracy z węglowodorami ropopochodnymi prowadzą nie tylko do zanieczyszczenia gleb i gruntów, ale również skażenia powietrza i wód gruntowych. W pracy przedstawiono zagadnienia związane z głównymi przyczynami oraz skutkami powstawania zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi m.in. benzyny, paliw lotniczych, olejów opałowych i napędowych oraz innych pochodnych ropy naftowej. W celu określenia skali zjawiska zanieczyszczania ekosystemu, zestawiono ilość zdarzeń, w których brały udział węglowodory ropopochodne. Zaproponowano również metody usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych, opisano proces sorbowania oraz dyspergowania skażeń uwzględniając toksyczność środowiskową surfaktantów zastosowanych w recepturach dyspergentów.

Usuwanie produktów niebezpiecznych jest trudnym i wieloetapowym procesem, wymagającym specjalistycznej wiedzy oraz doświadczenia ratownika prowadzącego takie działania. Sposób usuwania zanieczyszczeń oraz wybór metody w dużym stopniu zależy od miejsca wystąpienia zdarzenia oraz od rodzaju i ilości usuwanej substancji.

#### Summary

Still increasing needs of people cause the improvement of existing technological achievements and forming new ones. Unfortunately, along with technical development human interference in the environment is also increasing. The resulting output is the creation of new risks associated with production, transport, use and storage of waste hazardous substances. Hardly ever we do realize that accidents that occur while working with petroleum hydrocarbons leads to contamination of soil and consequently groundwater. The paper presents issues related to the formation of the main causes and effects of pollutants such as oil derivatives gasoline, aviation fuels, heating oils and diesel fuels and other petroleum. In order to determine the incidence of contamination of the ecosystem are summarized number of events involving a petroleum-derived hydrocarbons. Also proposed methods for removing oil pollution, and also describes the process sorbowania and dispersion, and also takes into account the toxicity of surfactants.

Removal of dangerous products is a difficult and iterative process. Requiring specialized knowledge and experience of the person handling such activities. Method of removing contaminants, and the choice of method largely depends on the event occurred and the type and quantity of the substance removed.

**Słowa kluczowe:** środowisko, zanieczyszczenia, substancje ropopochodne, sorbent, surfaktant;

**Keywords:** environment, pollution, petroleum substances, sorbent, surfactant;

#### Wstęp

W obecnych czasach substancje chemiczne znajdują coraz szersze zastosowanie. Wykorzystuje się je nie tylko w przemyśle, ale również w innych aspektach życia codziennego. Wzrost zainteresowania związkami chemicznymi, poza rozwojem technologii i podnoszeniem standardu życia, związany jest również z zagrożeniami

wynikającymi z produkcji, transportu, użytkowania oraz składowania odpadów po ich zastosowaniu.

Wraz z rozwojem przemysłu chemicznego i postępowaniem technicznym, rośnie zapotrzebowanie na substancje chemiczne, ilość wytwarzanych i transportowanych towarów niebezpiecznych, tym samym zwiększa się liczba wypadków, w których biorą one udział. Towary niebezpieczne

są przewożone głównie transportem lądowym (drogowym i kolejowym), niewielką część stanowi transport wodny, śródlądowy, morski oraz transport lotniczy. W celu zapewnienia bezpieczeństwa ludzi, środowiska, a także dóbr materialnych w trakcie przewozu substancji niebezpiecznych, zostały opracowane przepisy, które ustanawiają i kontrolują warunki ich transportu. Światowy transport towarów niebezpiecznych jest uregulowany przez międzynarodowe umowy sporządzane zgodnie z zaleceniami dotyczącymi transportu towarów niebezpiecznych Organizacji Narodów Zjednoczonych.

Jednym z istotnych niebezpieczeństw, występujących przede wszystkim w państwach uprzemysłowionych, jest zagrożenie wynikające z poważnych awarii przemysłowych. Awarye powstające w obiektach technologicznych lub magazynowych, w których znajdują się duże ilości niebezpiecznych chemikaliów powodują przedostawanie się ich do otoczenia. Tym samym, uwolnienie substancji niebezpiecznych może stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego oraz powodować skażenia środowiska, zanieczyszczając wody, glebę czy powietrze [1].

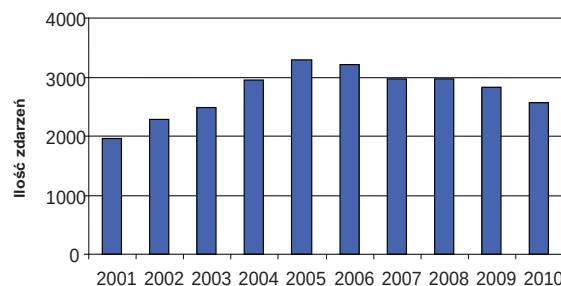
Ważnym zjawiskiem, często towarzyszącym poważnym awariom przemysłowym, jest powstawanie nowych, niewystępujących w normalnych warunkach procesu, niebezpiecznych substancji. Wytworzone na skutek zdarzeń losowych chemikalia stanowią dodatkowe niebezpieczeństwo, najczęściej przewyższające wielkość zagrożenia związanego ze szkodliwością użytkowania i składowania w zakładzie substancji niebezpiecznych.

W razie wystąpienia zdarzenia losowego z udziałem materiałów niebezpiecznych, wyciek tych substancji należy zebrać (mechanicznie lub za pomocą sorbentów). W przypadku, kiedy nastąpi zapłon lub w bliskim sąsiedztwie substancji niebezpiecznej trwa pożar, ogień należy gasić za pomocą środków gaśniczych, głównie proszków oraz chłodzić zbiorniki z substancją niebezpieczną za pomocą strumienia wody lub piany.

Do najczęstszych przyczyn występowania zanieczyszczeń środowiska naturalnego należą niezwykle uciążliwe rozlewy olejowe. Olej bardzo szybko się rozprzestrzenia na powierzchni wody tym samym uniemożliwia dostęp tlenu powodując niszczenie życia biologicznego oraz zahamowanie procesu biodegradacji. Uwolnione do środowiska produkty naftowe mogą także być źródłem zanieczyszczeń ujęć wody oraz wód powierzchniowych i stanowić zagrożenie dla zdrowia a nawet życia ludności. Wpływ takiego rozlewu na środowisko jest szczególnie niebezpieczne.

Analiza statystyczna zdarzeń z udziałem produktów ropopochodnych (benzyny, paliwa lotniczego, olejów opałowych i napędowych oraz innych pochodnych ropy naftowej) na przestrzeni lat (rys. 1) pokazuje, że liczba wypadków z udziałem tych substancji ustabilizowała się. Prawdopodobnie, mimo wzrostu ilości wytwarzanych, przewożonych i użytkowanych chemikaliów podniosło się także bezpieczeństwo użytkowania tych substancji zwią-

zane ze stosowaniem technologii oraz nowych uregulowań prawnych ukierunkowanych na ochronę środowiska.



**Ryc. 1.** Ilość zdarzeń, w których brały udział węglowodory ropopochodne w latach 2001-2010 [2].

**Fig. 1** Number of incidents involving petroleum hydrocarbons in 2001-2010 [2].

Ropa naftowa i jej pochodne stanowią jedno z głównych źródeł zanieczyszczeń wód i gruntów w Polsce. Postępująca industrializacja i rozwój motoryzacji są przyczyną coraz większego zapotrzebowania na produkty naftowe, co nieuchronnie pociąga za sobą zwiększenie przypadków zanieczyszczenia środowiska tymi związkami. Związki ropopochodne stanowią zagrożenie dla życia organizmów żywych i funkcjonowania ekosystemów na terenach skażonych.

Istnieje szereg metod usuwania tych substancji ze środowiska. Niektóre z nich wymagają użycia dodatkowych środków, np. związków powierzchniowo czynnych (ZPC), które wprowadzane do środowiska w celu usunięcia niebezpiecznego rozlewu, mogą stwarzać dodatkowe zagrożenie. Ryzyko ekologiczne związane z skażeniem ZPC stanowi realny problem, przez co dokładne zbadanie ich wpływu na środowisko i opracowanie skutecznych metod ich utylizacji w aspekcie usuwania skażeń stało się sprawą priorytetową.

Usuwanie zanieczyszczeń ropopochodnych

Źródła potencjalnych zanieczyszczeń podłoża gruntowego można podzielić zasadniczo na dwie grupy [3]:

- miejsca o znanej lokalizacji np. rurociągi przesyłowe ropy, rafinerie i przetwornie ropy, zakłady chemiczne, stacje paliw, urządzenia wydobywające ropę.
- zdarzenia losowe np. próby kradzieży paliwa z cystern, klęski żywiołowe czy lokalne konflikty zbrojne, byłe i obecne tereny poligonów wojskowych.

Remediację zanieczyszczonego terenu, czyli oczyszczanie i usuwanie zanieczyszczeń powstałych w wyniku działania przemysłu lub będącego następstwem awarii można dokonać poprzez eliminację lub ich rozkład, przekształcenie w formy mniej toksyczne, mobilne, reaktywne.

Dokładna ocena środowiska wodno-gruntowego zarówno pod względem krążenia wód, jak i stopnia zanieczyszczenia, jest bardzo istotna i stanowi podstawę badań hydrologicznych, które pozwalają określić warunki migracji substancji oraz wybrać właściwą metodę remediacji.

Po wycieku, wynikającym z awarii, produkty naftowe migrują przez strefę aeracji do warstwy wodonośnej. W części ulegają adsorpcji na materiale skalnym lub glebie, po części zaś, przenikają, aż do osiągnięcia zwierciadła wody podziemnej lub gruntowej. W środowisku podziemnym produkty naftowe mogą występować jako produkty wolne, lub związane w fazach:

- gazowej,
- ciekłej, nie mieszającej się z wodą, lub rozpuszczonej w wodzie,
- stałej, zaadsorbowanej przez materiał skalny.

Sposób postępowania podczas likwidacji skażenia zależy więc, nie tylko od rodzaju zanieczyszczenia, ale również od warunków hydro-geologicznych. Metody oczyszczania środowiska wodno-gruntowego polegają na ograniczaniu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń a następnie eliminację lub rozkład zanieczyszczeń, przekształcenie ich w formy mniej toksyczne, mobilne, reaktywne. Usuwanie zanieczyszczeń może odbywać się w miejscu, gdzie ono powstało - dekontaminacja *in situ* lub w innym miejscu, poprzez wybieranie gruntu lub odpompowywanie skażonej wody - dekontaminacja *ex situ*.

Ze względu na charakter, techniki remediacji można podzielić na następujące metody:

- Metody inżynieryjne - obejmujące metody „tradycyjne”, oparte na usunięciu i składowaniu zanieczyszczonej matrycy na składowisku i/lub zastosowaniu odpowiednich barier.
- Metody (techniki) procesowe - obejmujące procesy: fizycznej, biologicznej i chemicznej stabilizacji lub solidyfikacji (fizycznym zestalaniu lub chemicznym związaniu zanieczyszczeń poprzez dodanie spoiw nieorganicznych, organicznych lub mieszanych) oraz obróbki termicznej.

W metodach fizycznych użyciu procesów fizycznych wymusza się transport oraz ogranicza rozprzestrzenianie zanieczyszczeń z miejsca skażenia. Techniki fizyczne obejmują wykorzystanie: barier izolujących, materiałów sorpcyjnych, wycinanie i usuwanie zanieczyszczonej roślinności, tworzenie rowów działowych zmywanie ciepłą wodą pod małym/wysokim ciśnieniem, zasysanie skimmerami do zbiorników, ogrzewanie czy spalanie (remediacja termiczna).

Remediacja termiczna polega na cieplnej obróbce wybranego gruntu: spaleniu produktów naftowych w wysokiej temperaturze lub ogrzewaniu promieniami podczerwonymi. Procesy niskotemperaturowe (260÷360°C) polegają na odparowaniu zanieczyszczeń złoże i ich usunięciu metoda adsorpcyjną. Spośród procesów wysokotemperaturowych najczęściej stosowana jest termiczna likwidacja zanieczyszczeń w piecach obrotowych lub urządzeniach ze złożem fluidalnych, w temperaturze do 1100°C. Metody termiczne *in situ* polegające na odkażaniu mikrofalowym lub nitryfikacji (zeszklenie zanie-

czyszczonej gleby w temperaturze ok. 1600÷2000°C [4]. Przy pomocy metod termicznych można również usuwać z gleb i gruntów WWA, kompleksowe cyjanki żelaza, polichlorowane bifenyle (PCB) oraz rtęć [5]. Metody termiczne zapewniają najwyższą, bo dochodzącą do 99,99%, skuteczność usuwania zanieczyszczeń. Są rzadko stosowane ze względu na wysokie koszty [4, 5].

Techniki izolujące zanieczyszczenia są zależne m.in. od przepuszczalności grunt i nachylenia powierzchni terenu. Wykorzystywane bariery izolujące zatrzymują przepływ lub zmieniają kierunek przepływu.

Rozlewy substancji ropopochodnych likwiduje się poprzez zebranie oleju ze środowiska. Zadanie to spełniają metody mechaniczne, w których za pomocą specjalnie skonstruowanych urządzeń usuwa się rozlany olej lub mieszaninę wodno-olejową z gruntu. Urządzenia takie nazywane są skimmerami. Innym sposobem eliminacji zanieczyszczeń jest stosowanie substancji pochłaniających kontaminanty tj. sorbentów sypkich lub w postaci rękawów czy mat..

Przykładem metod **chemicznych i fizykochemicznych** oczyszczania gleb i usuwania zanieczyszczeń rozpuszczonych w wodach podziemnych bądź zaabsorbowanych na cząstkach gruntu wskutek zainicjowanych reakcji chemicznych są: przemywanie gruntu roztworami środków powierzchniowo czynnych (surfaktantów), iniekcja do wód podziemnych lub gruntu związków chemicznych o charakterze utleniającym,. W metodach chemicznych (dehalogenacja, reakcje utlenienia i redukcji, modyfikacja pH) dochodzi do zmiany struktury chemicznej kontaminantu, a w konsekwencji do zmiany jego zachowania w środowisku gruntowym, pod wpływem różnego rodzaju reakcji chemicznych. W wyniku tych procesów powstają zazwyczaj substancje mniej toksyczne niż początkowe skażenie.

Zestalenie (solidyfikacja) jest technologią powodującą hermetyzację odpadu w monolityczne ciało stałe o wysokiej integralności strukturalnej. W trakcie przeprowadzania tego procesu nie zawsze niezbędne jest chemiczne współdziałanie między tężejącymi odczynnikami i odpadami. Mechanicznie powstający odpad zostaje związany w monolit uzyskując bardziej stabilną formę. Celem tego zabiegu jest zredukowanie ruchliwości skażenia w glebie i zapobieganie jego migracji do środowiska przyrodniczego, a przede wszystkim do wód gruntowych. Stabilizacja jest wykorzystywana w technologiach, które zmniejszają potencjał zagrożenia odpadu przez zmianę zanieczyszczeń do ich najmniej mobilnej albo toksycznej formy. Stabilizacja nie wpływa w znacznym stopniu na naturę fizyczną i cechy odpadu [6]. We wspomnianych metodach jako dodatki stabilizujące - solidyfikujące najczęściej stosuje się żużle wielkopiecowe, cement portlandzki, wapno palone, popioły lotne.

W procesie remediacji biologicznej za pomocą grzybów lub bakterii, które wykorzystują źródło energii jakim są produkty naftowe w swoim procesie metabolizmu,



w szczególności w trakcie procesów tlenowych, większość produktów naftowych ulega rozkładowi biologicznemu (biodegradacji). Czynniki wpływającymi na proces biodegradacji są:

- obecności mikroorganizmów degradujących i współzawodniczących,
- stężenia i dostępności zanieczyszczeń, tlenu lub innych związków utleniających, nutrientów wilgotności gruntu,
- warunków redox,
- pH i temperatury.

Proces biodegradacji powoduje rozkład produktów naftowych. W celu przyspieszenia procesu biodegradacji często stosuje się bioreaktory, które dzięki podwyższonej temperaturze i wspomaganemu znajdującymi się w nich mikroorganizmami sprzyjają przeprowadzanemu procesowi (Tab. 1.)

nym; mogą to być zarówno materiały organiczne lub nieorganiczne pochodzenia naturalnego jak i syntetycznego. Sorbenty dostępne są w formie sypanego materiału oraz w formie produktów finalnych, takich jak zapory sorpcyjne, czy też maty sorpcyjne. Najczęściej sorbenty używane są do usuwania węglowodorów ze środowiska wodnego oraz z podłoża stałego.

Ze względu na pochodzenie sorbenty można podzielić na trzy grupy [8]:

#### 1. Sorbenty pochodzenia organicznego (naturalne i syntetyczne)

- Sorbenty organiczne naturalne

W ostatnich latach straciły na popularności, gdyż są wypierane z rynku przez skuteczniejsze sorbenty nowych generacji. Często są to produkty roślinne preparowane, np. poprzez nadanie im właściwości hydrofobowych. Nie należy

Tabela 1.

**Główne czynniki środowiskowe wpływające na bioremediację gleb z produktów ropopochodnych [7].**

Table 1.

**The main environmental factors impacting soil bioremediation of petroleum products [7].**

| Czynniki środowiska             | Znaczenie w bioremediacji                                                                                                                                                                                                              | Zabiegi zwiększające efektywność bioremediacji                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| pierwiastki biogenne            | Azot i fosfor występują w glebie często w ilościach uniemożliwiających wzrost mikroorganizmów; substancje ropopochodne powodują niekorzystny dla metabolizmu bakterii wzrost stosunku węgla do azotu.                                  | wzbogacanie gleby pożywkami zawierającymi azot i fosfor               |
| wilgotność                      | Woda umożliwia rozpuszczenie węglowodorów oraz zmniejsza adsorpcję słabo rozpuszczalnych wielopierścieniowych węglowodorów <sup>1)</sup> aromatycznych do powierzchni cząstek mineralnych gleby                                        | zraszanie gleby wodą lub wprowadzanie wody do gruntu                  |
| temperatura                     | Wpływa na intensywność biodegradacji oraz rozpuszczalność alifatycznych i wielopierścieniowych aromatycznych węglowodorów, a tym samym ich biodostępność                                                                               | regulacja temperatury w bioreaktorze; kompostowanie                   |
| pH                              | Produkty ropopochodne mogą powodować obniżenie odczynu gleby (podczas degradacji węglowodorów powstają kwasy)                                                                                                                          | wapnowanie gleby w celu zwiększenia pH                                |
| tlen                            | Dostępność tlenu w glebie może być ograniczona w wyniku słabej przepuszczalności gruntu lub obecności łatwo rozkładalnych związków pokarmowych; produkty ropopochodne często powodują powstanie w glebie rozległych stref beztlenowych | wprowadzanie tlenu w głąb gruntu lub oranie gleby                     |
| dostępność akceptora elektronów | obecność akceptora elektronów jest niezbędna w procesie rozkładu węglowodorów ropopochodnych w warunkach beztlenowych                                                                                                                  | wprowadzanie do gleby akceptorów elektronów, np. azotanów, siarczanów |

Sorbentami, w ratownictwie chemicznym, określa się ciała stałe, o rozwiniętej powierzchni właściwej, wykorzystywane do zbierania rozlewów cieczy niebezpiecznych. Stosowanie sorbentów jest przydatne nie tylko w likwidacji skażeń na powierzchni wód, ale również w usuwaniu małych skażeń gruntowych, gdy niemożliwe jest stosowanie zbierania mechanicznego, lub w sytuacjach, gdy należy usunąć pozostałości toksycznej cieczy i dokładnie oczyścić teren skażony po uprzednim zastosowaniu zbierania mechanicznego, a także w celu zapobiegania jej dalszemu rozprzestrzenianiu się poprzez budowanie sorbentowych wałów osłonowych. Sorbenty różnią się między sobą budową i charakterem chemicznym;

sorbentów tego rodzaju stosować do cieczy agresywnych chemicznie, o których wiemy, że mają działanie żrące lub utleniające w stosunku do materii organicznej.

Sorbenty naturalne chłoną substancje ropopochodne i roztwory wodne. Są bardzo lekkie i zazwyczaj łatwo dostępne. Wadą po zastosowaniu jest duża ilość odpadu do utylizacji. Do tej grupy sorbentów zaliczamy: piasek, trociny, korę, odpady bawełniane, preparowany torf.

- Sorbenty organiczne syntetyczne

Otrzymywane są w procesie przerobu związków organicznych na drodze polimeryzacji, polikondensacji, poliaddycji lub z przekształcania istniejących już produktów

chemicznych. Jest to liczna grupa tworzyw sztucznych takich jak polietylen, polipropylen, polistyren, poliureta-ny, polieter w postaci granulowanej, spienionej, pylistej, włóknistej. Sorbenty te można łatwo sporządzać w wygodnych formach użytkowych, np. mat, poduszek, zapór itp. Ich zaletą jest wysoka chłonność. Pochłonięte substancje można odzyskać poprzez odwirowanie lub wyciśnięcie zanieczyszczonego sorbentu. Do najczęściej stosowanych sorbentów syntetycznych należą pianki poliuretanowe lub polietylenowe, włókna nylonowe, polietylenowe, polipropylenowe.

## 2. Sorbenty pochodzenia nieorganicznego

Jest to szeroka grupa wszelkiego rodzaju skał i minerałów, najczęściej poddawana obróbce, w wyniku której uzyskuje postać granulek. Znaczna część spośród tych sorbentów zbudowana jest ze skał krzemianowych i glinokrzemianowych. W tej grupie sorbentów najczęściej stosowane są także popioły, diatomity, rozdrobnione skały wapienne, talk, wysuszona glina, cement. Do tej grupy należałoby zaliczyć również zeolity.

Często w celu poprawy właściwości, sorbenty są poddawane różnym zabiegom modyfikującym ich powierzchnię. Przykładem może być perlit ekspandowany, posiadający zwiększoną porowatość, węgiel drzewny pokryty stearynianami, azbest powlekany środkami powierzchniowo czynnymi, trociny pokryte silikonem, czy też torf o modyfikowanej powierzchni za pomocą chlorowodorów amin alifatycznych.

## 3. Sorbenty pochodzenia chemicznego

Sorbenty chemiczne powstają przeważnie na drodze eksperymentalnej. Główną ich zaletą jest uniwersalność stosowania. Sorbenty chemiczne przeznaczone są do adsorpcji wycieków i rozlewów różnego rodzaju cieczy, nawet najbardziej agresywnych chemikaliów.

Efektywność działania sorbentu zależy od jego właściwości fizykochemicznych oraz optymalnego doboru materiału chłonnego w stosunku do pochłanianego medium. Stosowanie sorbentów ma ogromne znaczenie ekologiczne.

Przy doborze sorbentu należy brać pod uwagę następujące parametry:

- chłonność,
- granulacja,
- ierność chemiczna,
- pływalność, odnosi się do sorbentów stosowanych na powierzchniach wód,
- gęstość nasypowa, odnosi się do sorbentów sypkich.

Pływalność określa się jako zdolność sorbentu do utrzymywania się na powierzchni wód. W przypadku sorbentów pływających, zaolejone sorbenty utrzymują się na powierzchni wody, co umożliwia ich zebranie i przetransportowanie na ląd. Zastosowanie materiałów tonących do zbierania zanieczyszczeń z powierzchni wód

stwarza zagrożenie uwalniania związanej ropy z zatopionego sorbentu i wtórnego skażenia środowiska.

Zarówno sorbenty pływające, jak i sorbenty przeznaczone do stosowania na powierzchniach utwardzonych, po wykorzystaniu powinny być poddane utylizacji w sposób zgodny z postanowieniami ustawy o odpadach [9].

Stosowanie procesów sorpcyjnych do remediacji gleb (gruntów) może być mało skuteczne i nieuzasadnione ekonomicznie w przypadku, gdyż należy pamiętać, że proces adsorpcji zanieczyszczeń ma również intensywny przebieg na cząstkach gruntu. Skład chemiczny gleby, będący podstawowym parametrem decydującym o jej zdolnościach sorpcyjnych (desorpcyjnych), jest bardzo zróżnicowany w zależności od rodzaju skały macierzystej, przebiegu procesów glebotwórczych oraz różnych czynników antropogenicznych. Od utworów geologicznych, z których gleba powstaje zależy również jej skład granulometryczny, tzn. udział frakcji ziarnowych. Na podstawie uziarnienia różni się następujące rodzaje gleb: piaszczyste, gliniaste, pyłowe (np. lessy) itd. Mocniej rozdrobniona frakcja ma bardziej rozwiniętą powierzchnię właściwą. Cięższe gleby - ze znacznym udziałem frakcji spławialnej (o średnicy ziaren  $<0,02$  mm) i koloidalnej ( $<0,002$  mm) - mają większą pojemność sorpcyjną. O zjawiskach sorpcyjnych zachodzących w glebie decyduje silnie zdyspergowana koloidalna faza stała, zwana sorpcyjnym kompleksem glebowym. W jego skład wchodzi minerały ilaste, amorficzne uwodnione tlenki żelaza, glinu i manganu oraz substancje organiczne.

Decydującym czynnikiem przy wyborze sorbentów, zarówno stosowanych na powierzchniach utwardzonych, jak i powierzchniach wód jest chłonność. Duża chłonność umożliwia zastosowanie niewielkiej ilości materiału do zebrania danej objętości oleju, co powoduje, że likwidacja rozlewu jest tańsza i łatwiejsza w realizacji. Należy pamiętać, że wchłonięcie substancji niebezpiecznej przez sorbent nie powoduje jej chemicznej neutralizacji, dlatego przy doborze odpowiedniego sorbentu należy zwrócić uwagę na możliwość utylizacji po użyciu.

## Dyspergowanie

Gdy metody mechanicznego zbierania rozlewów zawiodą lub nie są wystarczające, a usunięcie oleju ze środowiska staje się niemożliwe, wykorzystuje się inne sposoby przywrócenia parametrów jezdnych powierzchni dróg i ograniczenia skutków katastrofy ekologicznej. Jedną z nich jest dyspergowanie oleju w wodzie za pomocą specjalnie spreparowanych środków chemicznych - dyspergentów. Metoda dyspergowania rozlewów olejowych polega na obniżeniu napięcia międzyfazowego wody i oleju przez wprowadzenie do układu środków powierzchniowo czynnych, aby rozlany olej zmienił swoją postać przez rozproszenie go w wodzie, co zdecydowanie ułatwia usuwanie zanieczyszczenia i sprzyja jego późniejszej biodegradacji.

Wysokie napięcie międzyfazowe występujące pomiędzy fazą zanieczyszczenia organicznego a wodą, powiązane z niską rozpuszczalnością tych związków w wodzie, ogranicza zastosowanie większości metod oczyszczania. Ze względu na specyficzne właściwości związków powierzchniowo czynnych, zwanych surfaktantami, wprowadzenie ich do roztworu oczyszczającego stwarza większe możliwości usunięcia zanieczyszczenia. W roztworach wodnych surfaktanty wykazują tendencje do gromadzenia się na granicy faz woda/powietrze, powodując obniżenie napięcia powierzchniowego wody. W procesie przemycania podłoża zwiększenie mobilności zanieczyszczeń odbywa się w wyniku obniżenia napięć międzyfazowych i powierzchniowych pomiędzy zanieczyszczeniem i podłożem oraz zmniejszenia sił kapilarnych odpowiedzialnych za zatrzymanie zanieczyszczeń w porach. Obniżenie napięcia międzyfazowego poniżej 0,1 mN/m umożliwia migrację zanieczyszczeń hydrofobowych w postaci mikroemulsji. Natomiast, jeżeli stężenie surfaktantu przekroczy krytyczne stężenie micelizacji (cmc), w roztworze wodnym powstają agregaty zwane micelami, z tworzeniem których związany jest proces solubilizacji. Proces ten powoduje znaczny wzrost rozpuszczalności związków hydrofobowych w roztworze wodnym w wyniku gromadzenia się tych związków w micelach [10].

W procesie mycia zanieczyszczeń, dodatek surfaktantu prowadzi do obniżenia napięć międzyfazowych, poprawy zwilżalności cząstek podłoża oraz ułatwia odcieranie zanieczyszczeń hydrofobowych od cząstek podłoża. Dzięki procesowi emulgowania oraz solubilizacji, zanieczyszczenia przeniesione są do fazy wodnej. Powstająca w ten sposób emulsja umożliwia zdyspergowanie znacznych ilości hydrofobowych zanieczyszczeń z roztworu surfaktantu. Wymywanie za pomocą roztworów surfaktantów ma również swoje wady. Surfaktanty zaadsorbowane na cząstkach podłoża mogą tam pozostać po procesie, dlatego ważne jest, aby stosowane surfaktanty charakteryzowały się niską toksycznością i łatwo ulegały biodegradacji.

Surfaktantem (związek powierzchniowo czynny) to związek chemiczny posiadający zdolność do zmiany właściwości powierzchniowych cieczy, w której jest rozpuszczony. Surfaktanty posiadają charakterystyczną budowę cząsteczkową składającą się z dwóch grup: hydrofobowej (lipofilowej) oraz hydrofilowej (lipofobowej). Taka budowa cząsteczki określana jest mianem budowy amfifilowej. Część polarna (hydrofilowa) cząsteczki surfaktantu wykazuje duże powinowactwo do wody i innych cieczy polarnych, a jej obecność w cząsteczkach ZPC nadaje im zdolność do rozpuszczania się w cieczach polarnych. Budowa chemiczna tego elementu cząsteczki określa także zdolność całej cząsteczki surfaktantu do dysocjacji w roztworach wodnych. Część hydrofilowa zawiera najczęściej fragment o charakterze rozpuszczalnej w wodzie soli organicznej. W strukturze klasycznych surfaktantów grupą hydrofilową jest najczęściej reszta kwasowa lub zasadowa, której obecność w cząsteczce zapewnia jej roz-

puszczalność nie tylko w wodzie, ale również w innych rozpuszczalnikach polarnych. Część niepolarna (hydrofobowa, lipofilowa) cząsteczki surfaktantu charakteryzuje się odmienną właściwością, jaką jest jej duże powinowactwo do cieczy niepolarnych, natomiast brak powinowactwa do wody. Obecność grupy niepolarniej w cząsteczce surfaktantu jest odpowiedzialna za rozpuszczalność całej cząsteczki w olejach i ogólnie w cieczach niepolarnych. Część lipofilową cząsteczki surfaktantu stanowi najczęściej alifatyczny łańcuch węglowodorowy (zawierający z reguły 8–18 atomów węgla), który może być [11]:

- nierozgałęziony – tak jest w przypadku kwasów tłuszczowych, tłuszczów naturalnych, a także ich pochodnych,
- rozgałęziony – w przypadku reszt węglowodorowych pochodzenia naftowego lub syntetycznego,
- zbudowany z węglowodoru aromatycznego z długim łańcuchem alkilowym.

Struktura surfaktantu powoduje nie tylko koncentrację surfaktantu przy powierzchni i zmniejszenie napięcia powierzchniowego wody, ale wpływa również na orientację cząsteczki na powierzchni grupą hydrofilową do fazy wodnej, a grupą hydrofobową poza nią, ku powietrzu [12, 13].

W zależności od natury grupy hydrofilowej, surfaktanty można podzielić na cztery rodzaje:

- anionowe – aktywna powierzchniowo część cząsteczki nosi ładunek ujemny, na przykład  $\text{RCOO}^- \text{Na}^+$  (mydło),
- kationowe – aktywna powierzchniowo część cząsteczki nosi ładunek dodatni, na przykład  $\text{RNH}_3^+ \text{Cl}^-$  (długołańcuchowa sól aminy),  $\text{RN}(\text{CH}_3)_3^+ \text{Cl}^-$  (czwartorzędowy chlorek amonu)
- amfoteryczne (zwitterionie) – ładunki dodatnie i ujemne mogą być obecne w części aktywnej powierzchniowo, na przykład  $\text{RN}+\text{H}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$  (długołańcuchowy aminokwas),  $\text{RN}+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3^-$  (sulfobetaina)
- niejonowe – część aktywna powierzchniowo nie posiada żadnego widocznego ładunku jonowego, np.  $\text{RCOOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$  (monogliceryd kwasu tłuszczowego),  $\text{RC}_6\text{H}_4(\text{OC}_2\text{H}_4)_x\text{OH}$  (alkilofenol polioksyetylenowany),  $\text{R}(\text{OC}_2\text{H}_4)_x\text{OH}$  (alkohol polioksyetylenowany).

Surfaktanty posiadają wiele praktycznych zastosowań, wykorzystuje się je m.in. jako:

- a. detergenty - podstawowy składnik wszelkich środków czyszczących;
- b. emulgatory - stosowane w farbách, kosmetykach i przemyśle spożywczym;
- c. środki pianotwórcze;
- d. niektóre rodzaje antybiotyków i herbicydów.

Najczęściej stosowanymi surfaktantami są surfaktanty anionowe, kolejnymi są niejonowe. Surfaktanty katio-

nowe używane są rzadziej z powodu gorszych zdolności do biodegradacji. Surfactanty amfoteryczne ze względu na wysoki koszt, są używane w zastosowaniach specjalistycznych [14].

Szkodliwie oddziaływanie surfaktantów na środowisko naturalne, może przejawiać się na kilka sposobów. Po pierwsze, w większości surfaktanty są toksyczne w stosunku do zwierząt wodnych. Najwyższą toksyczność wykazują surfaktanty kationowe, jednakże związki te nie stwarzają większego zagrożenia ekologicznego, gdyż udział ich w globalnej masie produkowanych surfaktantów nie przekracza 7-10 %, a po drugie, trafiając do ścieków tworzą kompleksy z anionowymi związkami powierzchniowo czynnymi, występującymi tam w znacznie większym stężeniu i ulegają wytrąceniu [15].

Biologiczny efekt działania surfaktantów na ryby związany jest z ich właściwościami adsorpcyjnymi. Stwierdzono, że surfaktanty nie są wchłaniane przez przełyki pokarmowe, ale ulegają silnej adsorpcji na skrzelach blokując procesy oddechowe.

Kolejny aspekt szkodliwości surfaktantów wynika z ich właściwości fizykochemicznych, a mianowicie skutek adsorpcji na powierzchni wody utrudniają przenikanie tlenu w głąb wód naturalnych. Tym samym utrudniony jest rozwój organizmów żywych, a także samooczyszczanie się zbiorników wodnych w procesach biodegradacji. Poza tym podczas rozkładu biochemicznego samych surfaktantów zużywa się tlen, co pogłębia deficyt tlenowy wód. Ponadto, przy większej ilości surfaktantów występuje pienienie się wody, co zakłóca pracę różnego typu urządzeń, m.in. turbin i urządzeń napowietrzających w oczyszczalniach ścieków.

Należy także zwrócić uwagę na fakt, że dzięki swym zdolnościom emulgującym związki powierzchniowo czynne ułatwiają przedostawanie się do środowiska wodnego wielu substancji toksycznych, m.in. pestycydów czy węglowodorów. Te, zazwyczaj bardzo trudno rozpuszczalne w wodzie substancje, w formie zemulgowanej są znacznie łatwiej wchłaniane przez organizmy żywe, tak więc obecność surfaktantów wzmacnia ich toksyczne działanie.

Surfactanty łagodne dla środowiska powinny się charakteryzować wartościami powyżej 10 mg/l LD50 (dla ryb) lub EC50 (dla dafni i alg) (im mniejsze stężenie tym substancja jest bardziej toksyczna) [12] oraz biodegradowalnością powyżej 80% [16].

Nie każdy surfaktant jest biodegradowalny, co oznacza, że może pozostać w środowisku. Szybkość biodegradacji zależy od stężenia surfaktantu, pH i temperatury oraz budowy surfaktantu. Surfactanty, które są biodegradowalne muszą być rozpuszczalne w wodzie.

## Podsumowanie

Usuwanie produktów niebezpiecznych jest trudnym procesem, wymagającym dużej wiedzy i doświadczenia ratowników. Istnieje wiele sposobów likwidacji

zanieczyszczeń; wybór metody zależny jest od miejsca wystąpienia zdarzenia oraz od rodzaju i ilości usuwanej substancji.

Z punktu widzenia ochrony środowiska, najkorzystniejszą metodą usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych jest ich zebranie z miejsca skażenia. Zastosowanie sorbentów do usuwania rozlewów olejowych jest metodą bardzo powszechną ze względu na dostępność oraz łatwość stosowania tego środka. Atutem tej metody jest możliwość doboru materiału, który nie będzie stwarzał dodatkowego zagrożenia dla środowiska. Jednak należy uwzględnić, że w odniesieniu do gruntów działanie to może cechować mała skuteczność wymagająca jednocześnie dużych nakładów ekonomicznych.

Istnieją także nieekologiczne metody usuwania oleju, jak wypalanie oleju lub zatapianie. Metody te tylko pozornie usuwają zanieczyszczenia olejowe ze środowiska. Produkty niecałkowitego spalania olejów przenoszone są z wiatrem na duże odległości, powodując wtórne skażenie wód i upraw rolnych. Dodatkowo pozostałości niewypalonego oleju, posiadają większą lepkość od produktu początkowego, są biologicznie nierozkładalne oraz ulegają zatapianiu. Zatapianie oleju odbywa się przez obciążanie oleju, np. piaskiem. W wyniku zatapiania oleju zanieczyszczenia osiadają w warstwie dennej, stwarzając zagrożenie dla flory i fauny na dnie wód, powodując zachwianie równowagi biologicznej środowiska wodnego. Po pewnym czasie zatopiony olej wypływa na powierzchnię, osiągając stan początkowy, wymagający ponownego usunięcia zanieczyszczenia [13].

Do usuwania resztek zanieczyszczeń ropopochodnych stosowane jest dyspergowanie oleju za pomocą preparatów zawierających związki powierzchniowo czynne. Dodatek surfaktantów do środków do doczyszczania powierzchni zaolejonych zwiększa mobilność zanieczyszczeń, a przez to zwiększa skuteczność ich usuwania.

Podczas usuwania rozlewów olejowych istnieje możliwość wprowadzania do środowiska związków mogących powodować dodatkowe zagrożenia dla środowiska. Takimi substancjami są związki powierzchniowo czynne stosowane w preparatach do doczyszczania powierzchni. Przy stosowaniu tych preparatów należy zwrócić uwagę, na użyte w kompozycji surfaktanty, czy nie wpływają szkodliwie na środowisko i organizmy żywe oraz czy są czynnikiem przyspieszającym biodegradację.

## Literatura

1. Jasińska Ł., Grosset R., *Edukacja społeczeństwa w zakresie zagrożeń chemicznych. Materiał szkoleniowy dla szefów obrony cywilnej powiatów i gmin*, KG PSP, Warszawa, 2006;
2. Statystyka KG PSP, <http://www.straz.gov.pl/page/index.php?str=2375>, 18.06.2012;
3. Pastewski S., Czacharowski P., Mędrzycka K., *Usuwanie hydrofobowych zanieczyszczeń ropopochodnych z gleby metodą odmywania za pomocą roztwo-*



- rów związków powierzchniowo czynnych, *Polska Inżynieria Środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej*, red. J. Ozonek, M. Pawłowska. - Lublin, Monografie Polskiej Akademii Nauk Komitet Inżynierii Środowiska, 2009, T.1, nr 58, 183-189;
4. Oma K.H., *In Situ Vitrifikation*, in: D.J.Wilson, A. A. Clarke (Eds.): *Hazardous Waste Soil Remediation. Theory and Application of Innovative Technologies*. Marcel Dekker, Inc., New York 1994, 457-493;
  5. Furdyn G. , Kawala Z. , *Odnowa zanieczyszczonych gruntów metodami in situ*, *Ochrona Środowiska* 2 (61) 1996, 27-34;
  6. Surygała J. , *Ropa naftowa a środowisko przyrodnicze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2001;
  7. Nowak J. , *Bioremediacja gleb z ropy i jej produktów*, praca przeglądowa, *Biotechnologia*, 2008, 1 (80) 97-108;
  8. Wilczyński T., *Sorbenty. Podział i kryteria doboru*, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*, 2006, 02/03/04, 155-160;
  9. Ustawa o odpadach z 27 kwietnia 2001 roku (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628) z późn. zm.;
  10. Zieliński R., *Surfaktanty, towaroznawcze i ekologiczne aspekty ich stosowania*, Wydawnictwo AR Poznań, 2000;
  11. Rosen M.J. , *Applied Surfactants: Principles and Applications*, Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., 2004;
  12. Butt H.-J. , Graf K., Kappl M., *Physics and Chemistry of Interfaces*. Wyd. Drugie. Wiley-VCH, 2006, 246-279;
  13. Tadros Th. F., *Surfactants and interfacial phenomena*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005;
  14. Małaczyński M. , *Nadzwyczajne zagrożenia środowiska cz. I Zagrożenia środowiska rozlewami olejowymi*, Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Kraków, 1994;
  15. Amante J.C., Scamehorn J.F., Harwell J.H., *Colloid Interf. Sci.* 144, (1991) 1;
  16. Rozporządzenie (WE) Nr 648/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 opublikowano w sprawie detergentów opublikowane w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich, L 104, 8 kwietnia 2004.

**dr inż. Joanna Rakowska**

ukończyła studia na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej uzyskała na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. Specjalność – technologia preparatów chemicznych stosowanych przez jednostki ratowniczo-gaśnicze. Zastępca kierownika w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP - PIB.

**mgr Katarzyna Radwan**

w roku 2007 ukończyła studia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym (kierunek Chemia) Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach. W CNBOP - PIB.

Pracuje w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych. Specjalność – technologia preparatów gaśniczych.

**mgr inż. Zuzanna Ślosorz**

w roku 2011 ukończyła studia na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej. W CNBOP - PIB w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych zajmuje się badaniami środków powierzchniowo czynnych.

**Recenzenci**

**prof. dr hab. inż. Władysław Harmata**  
**dr inż. Piotr Machniewski**

bryg. mgr inż. **Dariusz CZERWIENKO**<sup>1</sup>

bryg. mgr inż. **Adam GONTARZ**<sup>2</sup>

mgr inż. **Leszek JURECKI**<sup>1</sup>

mgr inż. **Ireneusz POGORZELSKI**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zespół Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej  
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowozarowych CNBOP-PIB

<sup>2</sup> Biuro Logistyki KG PSP

## POJAZDY POŻARNICZE W CZORAJ I DZIŚ ROZWÓJ TECHNOLOGII

### Fire-fighting vehicles yesterday and today – technology development

#### Streszczenie

Pojazd pożarniczy to specjalnie przygotowany i oznakowany samochód używany przez jednostki straży pożarnej albo inną jednostkę ochrony przeciwpożarowej do udziału w akcjach ratowniczo-gaśniczych lub innych działaniach ratowniczych (np. akcje ratownicze na wysokości, ratownictwo techniczne, chemiczne).

Wśród pojazdów pożarniczych największą grupę stanowią samochody ratowniczo-gaśnicze. Każda jednostka na swoim wyposażeniu posiada co najmniej jeden samochód tego typu. W większości dużych i średnich miast jednostki interwencyjne posiadają również podnośniki hydrauliczne i/lub drabiny obrotowe. Z uwagi na swoją specyficzną zabudowę mogą być one wykorzystywane do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych na wysokości samodzielnie, lub przy współpracy z pojazdami ratowniczo-gaśniczymi.

W artykule przedstawiono informacje o podwoziach i rodzajach zawieszonych pojazdów pożarniczych, omówiono m.in. stosowane silniki (sposoby redukcji toksycznych składników spalin), rodzaje skrzyń biegów, układy hamulcowe i związane z nimi układy wspomagające pracę kierowcy: ABS, ESP, BAS. Przedstawiono także konstrukcje kabin załogi samochodów ratowniczo-gaśniczych, układy elektroniczne stosowane do przesyłania danych i sterowania pojazdem. Opisano rozwój i współczesne konstrukcje drabin i podnośników hydraulicznych.

W dobie tak wielkiego skoku technologicznego na świecie, również w Polsce możemy obserwować dynamicznie rozwijający się rynek. Dbłość o bezpieczeństwo i niezawodność wymusiła na producentach samochodów specjalnych (m.in. pożarniczych) wprowadzenie nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Lawinowo wzrosła ilość nowoczesnych układów elektronicznych, pneumatycznych i hydraulicznych oraz urządzeń automatyki. Ponadto wzrosły też oczekiwania użytkowników, którzy, bardziej świadomi zagrożeń wynikających z charakteru ich pracy, żądają sprzętu najwyższej jakości.

#### Summary

Fire-fighting vehicle is a specially prepared and marked vehicle used by fire departments or other fire protection unit to participate in rescue and fire fighting actions or other statutory activities (such as rescue at height, technical and chemical rescue).

Among the fire-fighting vehicles the largest group are cars rescue and fire-fighting. Each unit in their inventory has at least one such a car. In most large and medium cities we can meet also hydraulic rescue platforms and/or turntable ladders. Due to its specific buildings they can be used for firefighting and rescue operations at height as vehicles of self or in cooperation with rescue and firefighting vehicles.

The article presents information about the chassis and suspension types of fire fighting vehicles, among others, are discussed engines (ways to reduce toxic exhaust), the types of gear boxes, braking systems, in this their associated systems to support the work of the driver: ABS, ESP, BAS. The crew cab construction, rescue and firefighting vehicles, electronic systems and data transmission control of the vehicle were presented. The article describes the development and present constructions of ladders and hydraulic rescue platforms. In the era of so great a technological leap in the world, including in Poland, we can observe the fast growing market. Caring for the safety and reliability has forced manufacturers of special vehicles (fire fighting) the introduction of new construction solutions. The number of new electronic, pneumatic and hydraulic systems and automation devices rapidly increased. What has also has increased was the expectations of users who begin more aware of the risks arising from the nature of their work, they demand high quality equipment.

**Słowa kluczowe:** pojazdy pożarnicze, pojazdy ratowniczo-gaśnicze, drabiny mechaniczne, podnośniki hydrauliczne;

**Keywords:** fire-fighting vehicles, fire-fighting and rescue vehicles, aerial/turntable ladders, hydraulic rescue platforms;

## Wstęp

Norma PN-EN 1846-1 dzieli pojazdy pożarnicze w zależności od maksymalnej masy rzeczywistej pojazdu (klasa: lekka, średnia i ciężka) oraz w zależności od zdolności do poruszania się w różnych warunkach terenowych (kategoria: 1-miejska; 2-uteronowiona; 3-terenowa). Ponadto w normie określono typy pojazdów pożarniczych ze względu na ich zastosowanie [21].

## Podwozia pojazdów pożarniczych

Straż pożarna dysponuje obecnie wieloma pojazdami pożarniczymi o dużej różnorodności konstrukcji i masach rzeczywistych od 2500 kg do 40000 kg. Budowane są one na podwoziach pojazdów produkowanych seryjnie, o odpowiednio dobranych zespołach i parametrach lub - rzadziej - na podwoziach specjalnych. Podwozia mogą mieć wzmocnione zawieszenia (resory, amortyzatory), przystosowane do długotrwałego statycznego obciążenia. Jak wiadomo, większość czasu samochody te są w garażach, obciążone masą sprzętu i/lub masą środków gaśniczych. Ważnym elementem, ze względu na wysoko umieszczony środek masy, który w ciężkich samochodach ratowniczo-gaśniczych osiąga nawet 1750 mm, jest odpowiedni dobór sztywności drążków stabilizatorów przechyłów bocznych. Ich mała sztywność powoduje niebezpieczne przechyły poprzeczne pojazdu podczas jazdy, szczególnie po nierównych nawierzchniach i na łuku drogi.

W pojazdach pożarniczych najczęściej stosuje się podwozia dwuosiowe, z napędzanymi kołami tylko tylnej osi (układ 4x2) lub napędzanymi kołami obydwu osi (układ 4x4), o rozstawach osi od 2900 mm do 4550 mm.

W pojazdach dominują głównie niezawodne zawieszenia mechaniczne (resory piórowe, sprężyny, rzadziej drążki skrętne), jednak coraz częściej możemy spotkać również zawieszenia pneumatyczne.

Duży wpływ na komfort jazdy, płynność ruchu w zmiennych warunkach oraz stateczność i kierowność samochodu ma charakterystyka sztywności zawieszenia. Szczególne znaczenie ma to w samochodach ratowniczo-gaśniczych ze zbiornikami środków gaśniczych, których masa rzeczywista zmienia się w bardzo dużym zakresie. Dlatego bardzo korzystne jest tu stosowanie resorów piórowych parabolicznych (na osi tylnej - podwójnych), które oprócz zachowania powyższych warunków, posiadają dodatkowe zalety w stosunku do resorów konwencjonalnych wielopiórowych:

- mniejsza masa własna, nawet o 50%,
- zmniejszenie wysokości zawieszenia, a tym samym i obniżenie wysokości środka masy pojazdu.

Zawieszenia pneumatyczne natomiast szczególnie nadają się do resorowania osi tylnych samochodów pożarniczych kategorii miejskiej, gdyż w znaczący sposób poprawiają komfort jazdy oraz wpływają na zmniejszenie oddziaływań dynamicznych od nawierzchni drogi na nadwozie.

## Silniki

W nowych samochodach pożarniczych stosuje się silniki o zapłonie samoczynnym (spełniające rygorystyczne normy emisji spalin), wydzielające wielokrotnie mniej szkodliwych substancji niż silniki poprzednich generacji. Zmianie uległy również maksymalne moce uzyskiwane z porównywalnych pojemności skokowych. Przykładowo, stosowane obecnie w samochodach pożarniczych 16-tonowych silniki Mercedes-Benz o pojemności 6,37 dm<sup>3</sup> osiągają moce ok. 210 KW (286 KM) przy 2200 obr/min, natomiast silniki znanych Starów 244 (GBA 2,5/16 typ 005) o pojemności 6,83 dm<sup>3</sup> dysponowały mocą 110KW (150 KM) przy dużo większej prędkości obrotowej (2800 obr/min).

Spełnienie obecnej normy czystości spalin Euro 5 wymaga stosowania zabiegów obróbki spalin, obniżających przede wszystkim zawartość tlenków azotu i cząstek stałych w spalinach.

Powszechnie firmy produkujące samochody wykorzystują dwa systemy redukcji związków szkodliwych do poziomu normy Euro 5:

- system selektywnej redukcji katalitycznej SCR - polegający na redukcji tlenków azotu do nietoksycznego azotu i pary wodnej za pomocą wodnego roztworu mocznika (AdBlue) wtryskiwanemu do gorącego strumienia spalin,
- system recyrkulacji gazów wydechowych EGR połączony z wtryskiem paliwa pod wysokim ciśnieniem - polegający na doprowadzeniu spalin do zasysanego przez silnik powietrza, w wyniku czego maleje temperatura spalania, a tym samym następuje spadek zawartości tlenków azotu.

W nowych pojazdach straży pożarnej możemy spotkać obydwa systemy obróbki spalin. Wpływ użytkownika na wybór systemu jest znikomy, gdyż uzależnione jest to od zastosowanego podwozia. Poszczególne producenci podwozi prowadzą własną politykę dostosowywania silników do kolejnych norm Euro i zazwyczaj preferują tylko jeden system.

Praca nowoczesnego silnika jest sterowana elektronicznie poprzez układ EDC (Electronic Diesel Control), który poza obniżeniem emisji toksycznych składników spalin umożliwia również zwiększenie osiągnięć silnika i zmniejszenie zużycia paliwa.

Układ EDC spełnia dodatkowe funkcje, bardzo ważne w samochodach pożarniczych:

- ochrona silnika przy zimnym rozruchu,
- zmniejszanie dawki paliwa przy zbyt wysokiej temperaturze silnika,
- regulacja prędkości obrotowej silnika przy włączonej przystawce odbioru mocy,
- ograniczenie prędkości maksymalnej samochodu,
- monitorowanie zużycia paliwa.

## Skrzynie biegów

Coraz większe uznanie wśród użytkowników samochodów pożarniczych mają półautomatyczne lub automatyczne skrzynie biegów. Przy sterowaniu półautomatycz-

nym kierowca decyduje o wyborze biegu i momencie jego włączenia, natomiast sama czynność włączenia jest wykonywana bez udziału kierowcy.

W skrzyniach automatycznych wszystkie czynności są wykonywane bez udziału kierowcy, a jedynie na skutek zmieniających się oporów jazdy i prędkości samochodu.

Skrzynie automatyczne mają możliwość zmiany przełożenia bez konieczności rozłączenia układu napędowego oraz zapewniają możliwość płynnego ruszania z miejsca. Te zalety powodują, że takie rozwiązania sprawdzają się zwykle w samochodach jeżdżących na krótkich trasach w ruchu miejskim, jak również przeznaczonych do pracy w warunkach terenowych. Samochody pożarnicze jak najbardziej mieszczą się w tych kategoriach.

### Układy hamulcowe

Techniczną nowością w układach hamulcowych, która znalazła już zastosowanie w samochodach pożarniczych, jest blokada przeciwdziałająca stoczeniu się pojazdu ze wzniesienia (stosowana m.in. w samochodach Mercedes). Pneumatyczne zawory hamulcowe sterowane w pełni elektronicznie, ułatwiają ruszanie samochodu z miejsca o dowolnym nachyleniu. Po każdym użyciu pedału hamulca w przypadku, gdy samochód pozostaje w miejscu, ciśnienie w układzie hamulcowym zostaje utrzymane przez około jedną sekundę po zwolnieniu pedału. W tym czasie kierowca może bezpiecznie ruszyć z miejsca ze wzniesienia, naciskając pedał przyspieszenia.

Coraz częściej można spotkać samochody ciężarowe wyposażone w hamulce tarczowe, stosowane na osi przedniej i tylnej. Rozwiązania takie pozwalają na skrócenie drogi hamowania w porównaniu z hamulcami bębnowymi oraz wykazują dużą stabilność wartości momentu tarcia podczas długotrwałego hamowania.

Ponadto w celu poprawy bezpieczeństwa jazdy stosuje się szereg rozwiązań konstrukcyjnych sterowanych elektronicznie urządzeń ograniczających poślizg i zarzucanie pojazdu oraz wspomagających pracę kierowcy. Najczęściej występujące układy:

- **układy przeciwblokujące (ABS);**

ABS zapobiega blokowaniu kół, dzięki czemu poprawia panowanie nad samochodem podczas hamowania i omijania przeszkód na śliskiej nawierzchni. Działanie ABS-u polega na cyklicznym - od kilku do kilkunastu razy na sekundę - zwiększaniu i zmniejszaniu ciśnienia w układzie uruchamiającym hamulce, nie doprowadzając do zablokowania kół. Obecnie występują trzy warianty układów ABS: 2-kanalowe, 3-kanalowe i 4-kanalowe. Najbardziej zaawansowane technologicznie i najskuteczniejsze są wariant 4-kanalowe, w których hamulec każdego koła sterowany jest oddzielnie. Takie rozwiązanie zapewnia możliwość bezpiecznego hamowania w najbardziej niekorzystnej sytuacji, gdy współczynniki przyczepności dla każdego koła są inne (oblodzona nawierzchnia, częściowo suchy i mokry asfalt, piasek lub liście na drodze). Do podstawowych zalet ABS-u należy zaliczyć:

- zwiększenie stabilności ruchu pojazdu (nie występuje blokowanie kół),
- ułatwienie ominięcia nagle pojawiającej się przeszkody na drodze,
- optymalizacja drogi hamowania (automatyczny dobór odpowiedniej siły hamowania),
- znaczne odciążenie kierowcy od konieczności wyboru najlepszego rozwiązania podczas awaryjnego hamowania (kierowca pojazdu z ABS-em w sytuacjach krytycznych koncentruje się na obserwacji drogi, a nie na doborze siły nacisku na pedał hamulca),
- zmniejszenie zużycia opon podczas hamowania.

Należy jednak pamiętać, że skuteczność działania układu ABS jest ograniczona. Przede wszystkim nie wolno zbyt intensywnie hamować podczas jazdy po łuku z dużą prędkością. Poza tym należy zawsze zachować bezpieczną odległość od pojazdu z przodu, aby mieć odpowiednio dużo czasu na podjęcie decyzji o hamowaniu i uniknięcie kolizji. Wprawdzie kierowca samochodu z ABS-em może naciskać pedał hamulca z maksymalną siłą, bez ryzyka zablokowania kół, jednak takie poczucie bezpieczeństwa i ryzykowna jazda może być przyczyną powstania kolizji.

- **układy wspomagające działanie kierownicy podczas jazdy po łuku (ESP);**

ESP aktywuje się samoczynnie w momencie wystąpienia poślizgu, np. na łuku drogi, kiedy mamy do czynienia z nadsterownością lub podsterownością pojazdu. Układ ESP działa w oparciu o informacje przekazywane z czujników mierzących m.in. kąt obrotu kierownicy, prędkości obrotowe kół, przyspieszenie poprzeczne samochodu. Poprzez przyhamowanie odpowiedniego koła/kół oraz, dodatkowo, redukcję lub chwilowe zwiększenie momentu napędowego na kołach następuje zmiana sterowności pojazdu.

W efekcie koła odzyskują utraconą przyczepność i samochód nawet na ostrych zakrętach, jadąc z dużą prędkością, zachowuje zadany tor jazdy.

Czas reakcji ESP wynosi około 0,2 s, dlatego najbardziej przydaje się podczas gwałtownych manewrów, gdy na drodze nagle pojawia się przeszkoda. Kierowca często nie jest w stanie zapanować nad pojazdem i uchronić przed zarzuceniem, a w konsekwencji – w przypadku samochodów z wysoko położonym środkiem masy – przed wywróceniem.

- **układy wspomagające proces nagłego hamowania (BAS);**

BAS (określany często w literaturze polskiej jako „asystent” hamowania) przejmuje kontrolę nad procesem gwałtownego hamowania, reagując na podstawie oceny prędkości nacisku na pedał hamulca. W chwili wykrycia gwałtownego hamowania specjalny wzmacniacz wytwarza podwyższone ciśnienie w układzie hamulcowym, przekraczające to, które spowodował kierowca wciskając pedał. Umożliwia to dużo szybsze wykorzystanie całej mocy hamulców oraz wcześniejsze uruchomienie układu



ABS i w konsekwencji pozwala na znaczne skrócenie drogi hamowania.

Wadą tego układu jest możliwość włączenia BAS w sytuacji, gdy kierowca chce tylko trochę przyhamować i szybko naciśnie na pedał hamulca. Układ może to odczytać jako hamowanie awaryjne.

### Konstrukcje kabin

Kabiny samochodów pożarniczych wykonywane są głównie w wersji wagonowej „krótkiej” (z silnikiem umieszczonym pod kabiną), 3-osobowej lub w wersji brygadowej wielomiejscowej (zazwyczaj 6-osobowej).

Obecnie stosowana jest unifikacja kabin, polegająca na stosowaniu jednego typu kabin załogowych dla samochodów budowanych w różnych klasach. Daje to wymierne korzyści w postaci obniżenia kosztów produkcji, kosztów ewentualnych napraw oraz kosztów badań.

W konstrukcji zawieszek kabin załogowych są stosowane nowe elementy w postaci sprężyn pneumatycznych, zastępujących sprężyny śrubowe. Konstrukcje takie umożliwiają regulację położenia kabiny w czasie jazdy, zabezpieczającą przed nadmiernymi bocznymi przechyłami kabiny podczas jazdy po łuku oraz kołysaniem wzdłużnym.

Duży postęp nastąpił również w dziedzinie ergonomii. Wiele uwagi projektanci poświęcają rozplanowaniu tablicy rozdzielczej, aby wszystkie przyrządy kontrolne w kabinie były dobrze widoczne z miejsca kierowcy, natomiast wszystkie urządzenia sterownicze znajdowały się w zasięgu ręki. W kabinach załogowych stosowane są czasem ruchome stopnie wejściowe, rozkładające się automatycznie po otwarciu drzwi. Takie rozwiązanie ułatwia wychodzenie z kabiny i poprawia bezpieczeństwo, gdyż stopnie są bardziej wysunięte na zewnątrz obrysu kabiny i bardziej widoczne. Za stopniami można zamontować osprzęt podwozia lub akumulatory.

Wadą takiego rozwiązania jest, jak na razie, duża ich awaryjność, polegająca na zacinaleniu się w pozycji otwartej lub zamkniętej. Konstrukcja umożliwia w tym przypadku awaryjne (ręczne) otwarcie/złożenie.

### Zabudowa samochodów ratowniczo-gaśniczych

Zabudowa pożarnicza posiada konstrukcję zamkniętą, podzieloną na przedziały sprzętowe zamykane zazwyczaj drzwiami żaluzjowymi.

Samochody pożarnicze, ze względu na przeznaczenie oraz wysokie koszty zakupu, powinny charakteryzować się niezawodnością i trwałością. Dlatego do budowy nadwozi stosuje się obecnie materiały konstrukcyjne odporne na korozję o wysokich parametrach wytrzymałościowych. Powszechnie mają zastosowanie następujące grupy materiałów:

- stale nierdzewne, z których wykonuje się struktury nośne nadwozi (szkielety), elementy układu wodnego oraz wodno-pianowego oraz zbiorniki na środki gaśnicze,

- stopy aluminium, stosowane na poszycia zewnętrzne i wewnętrzne nadwozi, elementy mocujące sprzęt, drabinki, stopnie, barierki na dachu,
- tworzywa sztuczne, wykorzystywane do konstrukcji zbiorników na środki gaśnicze, a w ostatnich latach stosowane również na całe zabudowy (nadwozia kompozytowe), łącznie ze zintegrowanymi w jedną całość zbiornikami. Podstawowe zalety stosowania tworzyw sztucznych to: zwiększenie trwałości wyrobu (wyeliminowanie zjawiska korozji), zmniejszenie masy własnej pojazdu i zwiększenie ładowności.

Poza wspomnianymi obszarami wprowadzania nowych konstrukcji należy również wspomnieć o nowych sposobach i technikach gaszenia pożarów za pomocą urządzeń montowanych w samochodach ratowniczo-gaśniczych. Przykładem może być tu system wytwarzania piany sprężonej (CAFS), który posiada wyższą skuteczność gaszenia pożarów i wpływa na zmniejszenie zużycia wody w stosunku do standardowych technik gaszenia. Obecnie w Polsce eksploatuje się już kilkadziesiąt urządzeń typu CAFS.

### Elektronika i przesyłanie danych w pojazdach

Największy postęp dokonuje się od wielu lat w obszarze automatyzacji i systemach elektronicznych. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku nastąpił dynamiczny rozwój komputerów pokładowych, wyposażonych w odpowiednie oprogramowanie umożliwiające sterowanie i diagnostykę podzespołów i urządzeń. Układy elektryczne zastępują już wiele połączeń mechanicznych stosowanych pomiędzy elementami sterującymi (układu kierowniczego, sterowania pracą skrzyni biegów, sterowania dawkowaniem paliwa) i elementami wykonawczymi.

W wielu przypadkach wyposażenie pożarnicze zamontowane w samochodach nadzorowane jest przez komputer, a jego obsługa jest często w pełni zautomatyzowana.

Poprawa komfortu oraz bezpieczeństwa eksploatacji pojazdów, realizowana intensywnie od początku lat 90., wymagała wprowadzenia intensywnej elektronizacji komunikacji wewnętrznej pojazdu zawierającego wiele urządzeń, czego efektem była rozgałęziona płatanina kabli. Opracowanie magistrali CAN pozwoliło na komunikację między wszystkimi pokładowymi urządzeniami sterującymi podwozia oraz – coraz częściej elementami dodatkowymi znajdującymi się w samochodach pożarniczych (np. sygnał cofania, oświetlenie, przystawka odbioru mocy), przy znacznej redukcji połączeń elektrycznych. Przykładowo, jeden przełącznik steruje siedmioma różnymi funkcjami, a dochodzą do niego tylko trzy przewody: plus, masa i sygnał danych.

CAN działa na zasadzie rozsiewczej (ang. *broadcasting*) bez wyodrębnionej jednostki nadrzędnej, co oznacza, że informacje są w danej chwili wysyłane przez jedno urządzenie, a pozostałe mogą je tylko odbierać. Ponieważ wszystkie przesyłane pakiety zawierają identyfikator

adresata, każdy z odbiorców wie czy dana informacja jest przeznaczona dla niego. Zaletą tego rozwiązania jest duża odporność na zakłócenia, niezawodność, możliwość samodiagnozy urządzeń i odczytu danych, niski koszt wykonania, możliwość standaryzacji.

### Generacje drabin

Pierwsze drabiny powstały w drugiej połowie XIX w., czyli w okresie wielkiego rozwoju gospodarczego. Duży postęp naukowy, powstanie i rozwój fabryk, przyczyniły się do potrzeby budowania wielopiętrowych domów mieszkalnych dla robotników ściągających ze wsi do miast. Pierwsze drabiny to proste drewniane konstrukcje (jednomodułowe), zamontowane na wózku z pojedynczą osią. Do akcji ciągnięte były przez strażaków. Ze względu na materiał konstrukcyjny i słabe parametry, nie czyniły pracy strażaka łatwiejszą i bezpieczniejszą, choć były wielkim krokiem naprzód w rozwoju techniki ochrony-przeciwpożarowej. Postęp gospodarczy, o którym wspomnieliśmy, przyczynił się do szybkiego rozwoju konstrukcji drabin. Kolejne generacje to urządzenia montowane na podwoziach dwuosiowych, ciągniętych przez konie. Pozwoliło to na skrócenie czasu dotarcia do akcji, ale wciąż nie rozwiązywało problemów z parametrami wysokościowymi i palnością materiału z jakiego wykonana była drabina. Dopiero pierwsza połowa XX wieku była prawdziwym przełomem w rozwoju konstrukcji drabin. Nowo powstałe urządzenia, montowane na podwoziach samojezdnych, wyposażano w silnik – najpierw parowy, później – diesla, a drewno wyparte zostało przez metal, który jest materiałem cięższym, ale zdecydowanie bardziej wytrzymałym. Drabiny jednomodułowe zostały wyparte drabinami wielomodułowymi. Rozpoczęła się nowa era drabin.



**Ryc. 1.** Drabina Metz z 1937 roku o wysokości 100 ft (30,5 m) [1].

**Fig. 1.** Metz Ladder from 1937 with a height of 100 ft (30,5 m) [1].

Wraz z pojawieniem się nowych możliwości, jakie dawała konstrukcja stalowa wielomodułowa drabin zamontowanych na podwoziach samojezdnych, przed konstruktorami pojawił się kolejny problem – bezpieczeń-

stwo użytkownika. Jak wie każdy konstruktor- mechanik, większy wysięg takiego urządzenia to większy moment wywracający.



**Ryc. 2.** Drabina Magirus z 1924 roku o wysokości 20 m, znajdująca się w Muzeum Techniki w Zagrzebiu w Chorwacji [2].

**Fig. 2.** Magirus ladder from 1924 with a height of 20 m, located in the Technical Museum in Zagreb, Croatia [2].

### Współczesne konstrukcje drabin

Z pomocą ponownie przyszła nauka i przeznaczenie znacznych środków finansowych na rozwój gospodarki. Konstruktorzy prześcigali się w nowoczesnych (jak na tamte czasy) technologiach zabezpieczeń mechanicznych drabin, chroniących przed przeciążeniem i utratą stateczności. Dopiero w latach 80. XX wieku z pomocą przyszła elektronika i pojawiła się wtedy pierwsza kontrolowana przez komputer drabina. Zastosowanie sterowania mikroprocesorowego otworzyło zupełnie nowy rozdział w technologii wytwarzania i bezpieczeństwie użytkownika drabin.

W dzisiejszych czasach, kiedy nie wyobrażamy sobie codziennego życia bez elektroniki czy mechatroniki, drabiny bardzo się zmieniły i nie przypominają już w niczym pierwszych urządzeń sprzed lat. Konstruktorzy zostali wyposażeni w zaawansowane metody obliczeniowe i narzędzia elektroniczne (oprogramowanie), pozwalające wybrać właściwe materiały, a sam proces wytwarzania w dużej części przebiega przy pomocy komputerów i sterowników mikroprocesorowych. Zmienił się zarówno sposób projektowania i wytwarzania drabin, jak i sama konstrukcja tych urządzeń. Stały się one bardziej bezpieczne zarówno w czasie prowadzenia akcji, jak i dojazdu do miejsca zdarzenia oraz powrotu do jednostki. Obsługa stała się prostsza – operator drabiny jest mniej obciążony, a jego zadanie obecnie polega praktycznie wyłącznie na obserwowaniu i reagowaniu na potrzeby ratowników w miejscu prowadzonych działań ratowniczych. Resztą zajmuje się wyspecjalizowana jednostka sterująca. Jej zadaniem jest monitorowanie stateczności, obciążenia, warunków atmosferycznych, parametrów przeciążeniowych i, w razie zbliżania się czy osiągnięcia skrajnych wartości

(jeszcze bezpiecznych dla użytkownika), informowania operatora o zaistniałej sytuacji z równoczesnym blokowaniem ruchów niedozwolonych.

W zasadzie można powiedzieć, że dzisiejszą drabinę obrotową jest w stanie bezpiecznie obsługiwać dowolna osoba, nie mająca specjalistycznej wiedzy na jej temat. Oczywiście jest to niedopuszczalne, gdyż producenci zastrzegają, że ich urządzenia mogą obsługiwać tylko i wyłącznie osoby przeszkolone, mające odpowiednie predyspozycje i uprawnienia.

Powoli standardem staje się system wykrywania błędów i diagnostyki, który za pomocą sieci GSM i systemu GPS informuje producenta, w jego głównej siedzibie, o miejscu użytkowania urządzenia i rodzaju występującej awarii z jednoczesnym wskazaniem układów wymagających naprawy bądź wymiany.

Dzięki nowoczesnej technice zmieniły się również materiały stosowane do budowy drabin. Obecnie do ich produkcji używa się lekkich materiałów konstrukcyjnych, takich jak stopy metali, aluminium czy kompozyty, nad którymi badania i wypracowana dzięki nim lepsza jakość pozwoliły na osiąganie wytrzymałości większej niż ta, którą miała stal jeszcze 100 lat temu. Takie odciążenie konstrukcji pozwala na budowanie drabin o większej wysokości roboczej i większym zasięgu bocznym. Ponadto stają się one bezpieczniejsze w czasie transportu, gdyż duży wpływ na stateczność w czasie jazdy ma wysokość środka masy całego pojazdu. Ten środek masy zależy w największej mierze od umiejscowienia i ciężaru obrotnicy oraz zestawu przęseł drabiny. Im ciężar mniejszy, tym środek masy znajduje się niżej, dzięki czemu konstrukcja jest bezpieczniejsza.

### Przykłady współczesnych drabin

Przykładem nowej myśli technicznej drabin obrotowych są drabiny firmy Iveco Magirus i Metz Aerials.

Drabinę firmy Iveco Magirus typ M32 L-AS zabudowano na podwoziu IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2. Zastosowano w nim kabinę z układem miejsc 1+2. Za kabiną znajduje się platforma z obrotnicą na której zainstalowano drabinę o wysokości ratowniczej 31 m. Jest to drabina z łamanym, pojedynczo wysuwającym, pierwszym przęselem, które w istotny sposób zwiększa możliwości taktyczne straży pożarnej. Wszystkie ruchy drabiny są rozpoznawane przez komputer i stabilizowane przez hydrauliczneysterowanie ruchów przeciwnych. Jest to tzw. system tłumienia drgań Magirus CS. Szczególnie jest on przydatny w czasie porywistego wiatru lub podczas zmiany obciążeń np. gdy ktoś gwałtownie pojawi się w koszu. Bezpośrednio wpływa to na poziom bezpieczeństwa, oraz podnosi żywotność drabiny. Ponadto w drabinie zastosowano system pracy z pamięcią, który pozwala na powtarzanie ruchów. System wyraźnie odciąża operatora drabiny w czasie prowadzenia akcji, a także zwiększa bezpieczeństwo akcji i w wyraźny sposób niweluje tzw. czynnik ludzki, czyli możliwość popełnienia błędu przez operatora.

Dane techniczne drabiny SD31 typ M32 L-AS [3]:

- podwozie: IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2 z silnikiem o mocy 300 KM, norma emisji spalin Euro 5,
- układ jezdny: 4x2 lub 4x4,
- liczba miejsc w kabinie: 1+2,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Iveco Magirus,
- wysokość ratownicza: 31 m,



**Ryc. 3.** Drabina Iveco Magirus SD31 typ M32 L-AS na podwoziu IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2, fot. Iveco Magirus.

**Fig. 3.** Iveco Magirus ladder SD31 M32 type L-AS on the chassis IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2, fot. Iveco Magirus.



- wysięg poziomy: 24,9 m (bez kosza) / 19,2 m. (z zamontowanym koszem 3 osobowym typu RC300),
- praca poniżej poziomu gruntu: 8 m,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczny,
- układ poziomowania kosza: hydrauliczny,
- wyposażenie podstawowe:
  - kosz o udźwigu 300 kg (RC300) lub 400 kg (RC400),
  - działo wodno-pianowe zamontowane w koszu o wydajności 2500 l/min,
  - interkom pomiędzy stanowiskami sterowania (w koszu i na obrotnicy).

Drabinę firmy Metz model L39 zabudowano na podwoziu Mercedes-Benz Atego 976.X7 1529 (4x2) z kabiną w układzie miejsc 1+1+1. Zabudowa składa się z pięcioprzęsłowej drabiny o wysokości ratowniczej 37 m zakończonej koszem o dopuszczalnej ładowności 270 kg.

Dane techniczne drabiny SD37 typ L39 na podwoziu Mercedes-Benz [4]:

- podwozie: Mercedes-Benz Atego 1529 z silnikiem o mocy 286 KM,
- układ jezdny: 4x2,
- liczba miejsc w kabinie: 1+1+1,
- masa całkowita: ok. 9000 kg,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Metz Aerials,

- wysokość ratownicza: 37 m,
- kosz o udźwigu 270 kg,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczny,
- układ poziomowania kosza: hydrauliczny.

### Podnośniki hydrauliczne - rozwój

Inaczej wygląda historia rozwoju konstrukcji podnośników hydraulicznych. Ich powstanie jest ściśle związane z rozwojem pojazdów napędzanych silnikiem spalinowym oraz układów hydraulicznych. Protoplastą dzisiejszych podnośników były windy mechaniczne montowane na podwoziach samojezdnych, napędzanych silnikiem spalinowym. Służyły one przede wszystkim do podnoszenia ładunków np. na lotniskach przy załadunku samolotów. Przykładem takiego urządzenia jest opatentowana w 1931 roku, a powstała w roku 1929 winda na podwoziu samochodowym konstrukcji Artura T. Munnsa.

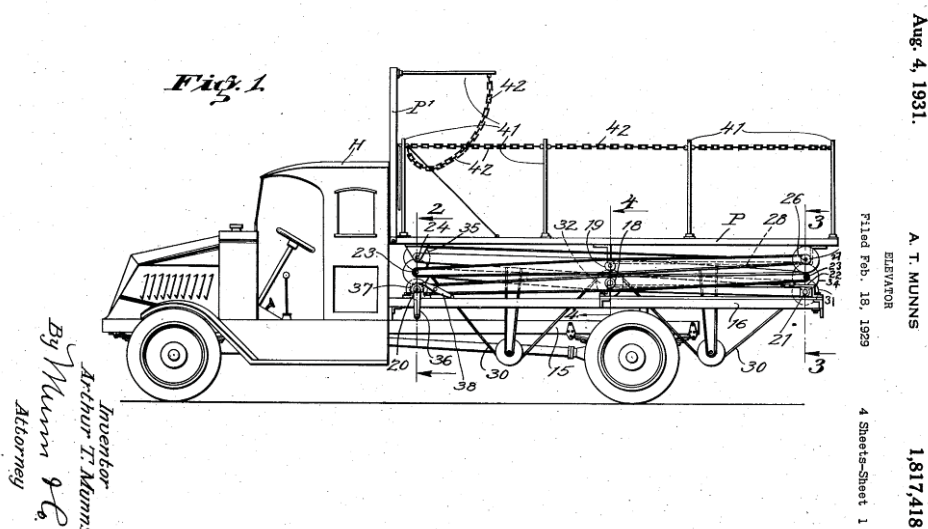
Kolejnym etapem rozwoju tych konstrukcji było zastosowanie napędu pneumatycznego mechanizmu podnoszenia oraz dostosowanie urządzenia do możliwości podnoszenia ludzi. Wadą tych rozwiązań było to, że podnosiły one ładunki i ludzi wyłącznie w pionie. Ponadto w układach pneumatycznych nie było możliwości sterowania płynnego, ruchy były szarpane. Nieznaczna poprawę komfortu zapewniły rozwiązania hydrauliczne. Podnośniki z tamtych czasów nie były zupełnie brane pod uwagę w zastosowaniach ratowniczo-gaśniczych ze względu na ich małą



Ryc. 4. Drabina Metz L39, fot. Metz Aerial.

Fig. 4. Metz ladder L39, photo: Metz Aerial.





Ryc. 5. Opatentowana konstrukcja windy na podwoziu samojezdnym autorstwa Artura T. Munnsa [5].

Fig. 5. Construction of the elevator on the self-propelled chassis patented by Arthur T. Munns [5].

przydatność w działaniach operacyjno-taktycznych.

Dopiero pod koniec lat sześćdziesiątych wyprodukowano pierwsze maszyny wyglądem przypominające współczesne urządzenia. Były to konstrukcje przegubowe z napędem hydraulicznym mechanizmu podnoszenia i obrotu wysięgnika. Ze względu na możliwość podnoszenia nie tylko w pionie, ale uzyskiwania również wysięgu bocznego, zaczęto wykorzystywać je w działaniach ratowniczo-gaśniczych do ewakuacji ludzi z zagrożonych obiektów. W Polsce możemy jeszcze spotkać konstrukcje z lat 70. Są to przede wszystkim wyroby rodzimej produkcji – Fabryki Maszyn „Bumar-Koszalin”. Przykładem może tu być podnośnik hydrauliczny PM18P, który od roku 1975 zaczął trafiać do jednostek ratowniczo – gaśniczych. Zastosowano tu dwuramienny wysięgnik, sterowany hydraulicznie o wysokości ratowniczej 18 m. Wzdłuż ramion podnośnika poprowadzono układ wodny (tzw. suchy pion) doprowadzający środki gaśnicze do działka wodno-pianowego umieszczonego w koszu. Samochód wyposażono w cztery podpory rozkładane hydraulicznie. Pojazdy tego typu stały się standardowymi podnośnikami używanymi przez krajowe jednostki operacyjne straży.

Konstrukcje te przetrwały do dzisiaj i to zarówno w wersji oryginalnej, jak i po modernizacjach (nowe podwozia, remont kapitalny zabudowy). Możemy je dość często spotkać w jednostkach Ochotniczych Straży Pożarnych, a nierzadko również w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej.

### Podnośniki hydrauliczne współcześnie

Nowoczesne konstrukcje różnią się zdecydowanie od tych sprzed lat. Rozwój techniki i nauki, tak jak w przypadku drabin obrotowych, również i tu wprowadził zupełnie nową jakość.

W zmianach konstrukcyjnych duży nacisk położono na ergonomię i bezpieczeństwo w podnośnikach. Najważ-

niejsze z nich to:

- wprowadzanie nowych systemów elektronicznego sterowania pracą wysięgnika i podpór,
- monitorowanie całego procesu pracy,
- wprowadzanie nowoczesnych metod dopasowywania zakresu pola pracy w zależności od obciążenia kosza i szerokości rozstawu podpór,
- stosowanie coraz nowocześniejszych podwozi z dużą dynamiką jazdy oraz zwrotnością, a przy tym spełniające najnowsze normy emisji spalin (obecnym standardem jest Euro 5).

Przykładem nowej konstrukcji mogą być podnośniki hydrauliczne firmy Bronto Skylift oraz Bumar-Koszalin.

Model F32 TLK firmy Bronto zabudowano na podwoziu Scania P360 (4x2). Zastosowano w nim kabinę dwumiejscową typu CP19 (low entry) z układem miejsc 1+1. Za kabiną znajduje się platforma na której zainstalowano podnośnik o wysokości ratowniczej 30 m. Zastosowano tu dwuramienny wysięgnik teleskopowy o konstrukcji metalowej, sterowany hydraulicznie. Wzdłuż ramion podnośnika poprowadzono układ wodny (tzw. suchy pion) doprowadzający środki gaśnicze do działka wodno-pianowego umieszczonego w koszu. Po prawej stronie ramion podnośnika zainstalowana jest drabina ratownicza. Podobnie jak w przypadku drabin przy bezruchu pompa hydrauliczna pracuje przy minimalnym wydatku. W momencie uruchomienia któregośkolwiek z ruchów podnośnika zawory sterujące automatycznie podnoszą ciśnienie do z góry ustalonego poziomu oraz zwiększają wydatek dla zapewnienia wymaganej dla danego ruchu ilości oleju. Samochód wyposażono w cztery podpory rozkładane hydraulicznie typu H. Firma Bronto Skylift wyposaża swoje podnośniki w system sterowania BRONTO 3+, który pozwala na intuicyjną obsługę urządzenia i wykonywanie czterech operacji ruchowych jednocześnie. Niezależnie od miejsca sterowania



**Ryc. 6.** Podnośnik hydrauliczny SHD30 typ F32TLK na podwoziu Scania P360 (4x2) w czasie badań w CNBOP-PIB 2011 r., fot. Dariusz Czerwienko CNBOP-PIB.

**Fig. 6.** Hydraulic rescue platform SHD30 type F32TLK on the chassis Scania P360 (4x2) during the tests in CNBOP-PIB in 2011, photo: Dariusz Czerwienko CNBOP-PIB.

podnośnikiem z kosza lub siedziska znajdującego się przy obrotnicy, pojazd wyposażony został w układ precyzyjnego i proporcjonalnego sterowania wszystkimi ruchami wysięgnika umożliwiający płynne i bezpieczne przemieszczanie kosza z ratownikami, wybór prędkości pracy, a także funkcję zapamiętywania drogi ewakuacji od podłoża do miejsca na wysokości i funkcję śledzenia odległości od przeszkody umożliwiającą poruszanie się kosza idealnie pionie wzdłuż ścian budynków.

Wszystkie komunikaty i funkcje pracy podnośnika widoczne są na ciekłokrystalicznych kolorowych i podświetlanych wyświetlaczach.

Ponadto wyposażony jest on również w system radiowego sterowania, umożliwiający pełną obsługę urządzenia z dużej odległości, co pozwala na prowadzenie akcji bez narażania zdrowia i życia kierowcy-operatora oraz system wykrywania błędów i diagnostyki (Bronto TeleControl), który odbywa się drogą telemetrii GSM poprzez wmontowany moduł z kartą SIM z centralnym monitoringiem u producenta w Tampere.

Dane techniczne podnośnika hydraulicznego SH30 typ F32TLK na podwoziu Scania P360 (4x2) [7]:

- podwozie: Scania P360 z silnikiem o mocy 360 KM, norma emisji spalin Euro 5 bez dodatkowego płynu – mocznika (Ad Blue),
- zawieszenie: pneumatyczne,

- układ jezdny: 4x2,
- liczba miejsc w kabinie: 1+1,
- typowy ciężar pojazdu (zależny od wyposażenia): ok. 17000 kg,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Bronto Skylift,
- wysokość ratownicza: 30 m,
- wysięg poziomy: 25 m,
- praca poniżej poziomu gruntu: 5,5 m,
- czas sprawiania: 80 ÷ 100 sek.,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczne, układ poziomowania kosza: przekładnia planetarna,

wyposażenie podstawowe:

- kosz o udźwigu 500 kg (5 osób),
- działko wodno-pianowe zamontowane w koszu o wydajności 2500 l/min z układem elektrycznego zdalnego sterowania,
- kurtyna wodna uruchamiana automatycznie lub manualnie,
- generator prądotwórczy,
- interkom pomiędzy stanowiskami sterowania
- system awaryjnego zasilania układu hydraulicznego z akumulatora pojazdu (24V).

Podnośnik hydrauliczny typu PMT-32D z Fabryki Maszyn „Bumar-Koszalin” zabudowano na podwoziu





**Ryc. 7.** Podnośnik hydrauliczny SHD31 typ PMT-32D na podwoziu Volvo FL 4XR3 (4x2), fot. BUMAR-KOSZALIN.

**Fig. 7.** Hydraulic rescue platform SHD31 type PMT-32D on the chassis Volvo FL 4XR3 (4x2), photo: BUMAR-KOSZALIN.

Volvo FL 4XR3 (4x2). Zastosowano w nim kabinę trzy-miejscową z układem miejsc 1+2. Za kabiną zamontowano platformę z umiejscowioną w jej tylnej części obrot-nicą, do której zamocowano układ czterech wysięgników rozsuwanych teleskopowo. Do ostatniego przęśła prze-gubowo zamocowano wysięgnik manewrowy. Wzdłuż ramion podnośnika poprowadzono układ wodny (tzw. suchy pion) doprowadzający środki gaśnicze do działka wodno-pianowego umieszczonego w koszu. Po prawej stronie ramion podnośnika zainstalowana jest drabina ratownicza. Samochód wyposażono w cztery podpory rozkładane hydraulicznie typu H.

Dane techniczne podnośnika hydraulicznego SHD31 typ PMT-32D na podwoziu Volvo FL 4XR3 (4x2) [6]:

- podwozie: Volvo FL 4XR3 z silnikiem o mocy 280 KM,
- zawieszenie: mechaniczne,
- układ jezdny: 4x2,
- liczba miejsc w kabinie: 1+2,
- masa pojazdu: ok. 16500 kg,
- maksymalna prędkość jazdy: 90 km/h,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Bumar-Koszalin,
- wysokość ratownicza: 31 m,
- wysięg poziomy: 16 m,
- praca poniżej poziomu gruntu: ok. 3 m,
- czas sprawiania: poniżej 140 sek.,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczne,

- układ poziomowania kosza: hydrauliczne, wyposażenie podstawowe:
  - kosz o udźwigu 325 kg,
  - interkom pomiędzy stanowiskami sterowania.

### Podsumowanie

Stosowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych w podwoziach samochodów i ich układach napędowych ma na celu przede wszystkim podniesienie bezpieczeństwa czynnego oraz zwiększenie trwałości samochodu. Stosowane powszechnie układy elektryczne i elektro-niczne charakteryzują się obecnie stosunkowo dużą awaryjnością. Spowodowane jest to znacznym skomplikowaniem konstrukcji (często w jednym pojeździe znajduje się kilka komputerów) oraz wciąż niedostosowaniem ich do rzeczywistych – i jednak – nietypowych warunków pracy samochodu pożarniczego. Samochody z takimi układami wymagają profesjonalnej obsługi i dbałości o sprzęt. Zabezpieczeniem na wypadek wystąpienia awarii jest w wielu przypadkach pozostawiona przez konstruktorów możliwość awaryjnego działania sterowania. Komputery posiadają również tryb pracy awaryjnej, na wypadek gdyby zawiodło któreś ogniwo systemu, np. czujnik.

Nowe materiały i technologie stosowane do produkcji elementów nośnych podwozi, poza zwiększeniem trwałości i niezawodności, pozwalają na ograniczenie masy własnej pojazdu, a tym samym zwiększenie ładowności, która może być wykorzystana do zamontowania dodatko-



**Ryc. 8.** Specjalny wielofunkcyjny pojazd samochodowy typu Multistar 2 na podwoziu Iveco Magirus FF 180 E 30 (4x2), fot. Iveco Magirus.

**Fig. 8.** A special type of multi-purpose motor vehicle Multistar 2 on the chassis Iveco Magirus FF 180 E 30 (4x2), photo: Iveco Magirus.

wego wyposażenia lub zwiększenia pojemności zbiorników na środki gaśnicze.

Stosowanie „modułowości” konstrukcji (np. skręcane dzielone ramy) i ograniczenie ilości elementów upraszcza wymianę uszkodzonych lub zużytych podzespołów oraz obniża koszt produkcji i naprawy. Z uwagi na powyższe należy dążyć do ograniczenia ilości typów i odmian podwozi stosowanych do zabudowy pojazdów pożarniczych. Specyfika warunków pracy samochodów pożarniczych znacznie odbiega od standardowego użytkowania pojazdu ciężarowego, dlatego należy zdawać sobie sprawę z tego, że najbardziej nowoczesne podwozia mogą sprawiać wiele problemów podczas ich eksploatacji.

Mówiąc o nowoczesnych technologiach w PSP należy wspomnieć o mało jeszcze znanych i rozpowszechnionych w Polsce wielofunkcyjnych pojazdach podnoszących z układem wodno-pianowym. Takie rozwiązanie stosowane jest już od kilkunastu lat na zachodzie Europy i w krajach azjatyckich. Naszym zdaniem, wprowadzenie takich pojazdów było rewolucją w podejściu do rozwoju konstrukcji tego typu samochodów oraz rozszerzeniem możliwości operacyjno-taktycznych pojazdu. Przykładem może być specjalny wielofunkcyjny pojazd typu Multistar 2 na podwoziu Iveco Magirus FF 180 E 30 (4x2).

Pojazd zbudowano na podwoziu Iveco Magirus FF 180 E 30 z kabiną jednoczęściową, czterodrzwiową, sześciomiejscową w układzie 1+1+4, odchylaną ręcznie.

Za kabiną na ramie podwozia znajduje się zabudowa typowa dla pojazdu ratowniczo-gaśniczego z tą różnicą, że dodatkowo wbudowano w nią podnośnik hydrauliczny z koszem. W pojeździe zastosowano pompę niskociśnieniową klasy A16/8 oraz zamontowano zbiornik na wodę o pojemności 1500l ze zbiornikiem środka pianotwórczego. W układzie przewidziano linię szybkiego natarcia niskociśnieniową zakończoną prądownicą o wydajności do 400 l/min. Wzdłuż zamontowanego wysięgnika podnośnika hydraulicznego zamontowano tzw. suchy pion zakończony w koszu działkiem wodno-pianowym o wydajności 1200 l/min. Zastosowany układ podnoszenia to wysięgnik teleskopowy o wysokości ratowniczej 28,5 m i wysięgu bocznym 16 m z możliwością pracy w zakresie kątów ujemnych. Na końcu wysięgnika znajduje się kosz o udźwigu 300 kg. We wspomnianym pojeździe zamontowano sześciopunktowy układ podparcia do pracy podnośnikiem, co niewątpliwie zwiększa bezpieczeństwo i zasięg pola pracy urządzenia [3].

Ciekawym rozwiązaniem wydają się zastosowanie do działań ratowniczo-gaśniczych wysięgników zamontowanych na przyczepach. Szczególne zastosowanie mają one w miejscach trudnodostępnych. Niewielkie wymiary, możliwość sterowania za pomocą różnych źródeł zasilania (np. 230/400V), możliwość podawania strumieni gaśniczych z kosza, niewielki koszt w stosunku do wysięgników zamontowanych na podwoziach samochodowych



oraz inne możliwości tego typu urządzenia, gwarantując skuteczne działanie. Wyrób ten nie był dotychczas stosowany na szeroką skalę. W dobie deficytu ilościowego strażaków w jednostkach PSP wydaje się ciekawe wprowadzenie takiego rozwiązania na szerszą skalę.

Wprowadzenie nowych rozwiązań wiąże się z kosztami, dużym wysiłkiem konstruktorów i producentów opisywanych pojazdów. Ale uważamy, że należałoby wprowadzać nie tylko rozwiązania związane z rozwojem myśli elektronicznej, ale także rozwiązania zwiększające możliwości operacyjno-taktyczne podczas prowadzonych działań jednocześnie zwiększające bezpieczeństwo i ergonomię.

Rozwój konstrukcji oraz oczekiwania w stosunku do tych wyrobów powinny płynąć od użytkowników. Warto rozważyć możliwość przeprowadzenia ankiety wśród użytkowników tych urządzeń oraz służb operacyjnych, z pytaniem o oczekiwania dotyczące rozwiązań konstrukcyjnych, wprowadzania nowych urządzeń rozszerzających ich funkcjonowanie i zastosowanie. Jako użytkownicy tego typu sprzętu mamy prawo żądać od producentów rozwiązań przez nas wymaganych. Z pewnością pojazdy pożarnicze posiadają jeszcze wiele nieodkrytych możliwości.

#### Literatura:

1. <http://www.firehouse.com>;
2. <http://www.firegeezzer.com>;
3. Materiały informacyjne *Fire Max Sp. z o.o.* Warszawa;
4. Materiały informacyjne *STEO Sp. z o.o.* Warszawa;
5. Patent nr US1817418 - <http://www.prior-ip.com>;
6. Materiały informacyjne *Fabryki Maszyn Bumar-Koszalin S.A.*;
7. Materiały informacyjne *Finnservis-Bis Konstancin*;
8. Zając M., *Układy przeniesienia napędu samochodów ciężarowych i autobusów*, WKŁ, Warszawa 2003;
9. Rozporządzenie Ministrów: Spraw Wewnętrznych i Administracji, Obrony Narodowej, Finansów oraz Sprawiedliwości z dnia 2 sierpnia 2011 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów specjalnych i pojazdów używanych do celów specjalnych Policji, Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Agencji Wywiadu, Służby Kontrwywiadu Wojskowego, Służby Wywiadu Wojskowego, Centralnego Biura Antykorupcyjnego, Straży Granicznej, kontroli skarbowej, Służby Celnej, Służby Więziennej i straży pożarnej (Dz. U. Nr 165 2011 r., poz. 992);
10. Gontarz A., *Stateczność ruchu samochodów pożarniczych*, [w:] Przegląd Pożarniczy, nr 5/09;
11. Wicher J., *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*, WKŁ, Warszawa 2004;
12. Arczyński S., *Mechanika ruchu samochodu*, WNT, Warszawa 1993;
13. Prochowski L., *Mechanika ruchu*, WKŁ, Warszawa 2005;
14. Prochowski L., Żuchowski A., *Samochody ciężarowe i autobusy*, WKŁ, Warszawa 2006;

15. Pisarek M., *Historia motoryzacji w pożarnictwie*, [w:] W akcji, nr 3/09;
16. SeaTac City Fire Department Text Book Aerial Operation Revised 09-01;
17. *Ladder company operations: use of aerial ladders, firefighting procedures volume 3*, BOOK 2, March 15, 1997;
18. Sawodny O., Aschemann H., Bulach A. *Mechatronic designed control of fire-rescue turntable-ladders as flexible link robots*, Department of Measurement, Control, and Microtechnology University of Ulm, D-89069 Ulm, Germany, 15th Triennial World Congress, Barcelona, Spain 2002;
19. Frątczak P., *Wszędobylska drabina*, [w:] Ciężarówki, nr 11/2008, s. 44-46;
20. *Festiwal nowości* [w:] Magazyn Fire-Max, nr 1/2010, s. 4-7;
21. PN-EN 1846-1 Samochody pożarnicze – podział i oznaczenie;

bryg. mgr inż. **Dariusz CZERWIENKO**

w 1989 roku ukończył studia w Szkole Głównej Służby Pożarniczej, wieloletni pracownik CNBOP-PIB, kierownik i wykonawca wielu projektów związanych z techniką pożarniczą, autor wielu publikacji i monografii. Obecnie główny specjalista w KG PSP – kierownik Zespołu Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych CNBOP-PIB.

bryg. mgr inż. **Adam GONTARZ**

ukończył studia na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, wieloletni pracownik CNBOP-PIB, autor wielu publikacji i monografii z dziedziny techniki pożarniczej, obecnie główny specjalista w Biurze Logistyki KG PSP.

mgr inż. **Leszek JURECKI** w 2003 roku ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. Obecnie pracuje w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwożarowej – PIB w Zespole Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych.

mgr inż. **Ireneusz POGORZELSKI**

w 2009 roku ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Wojskowej Akademii Technicznej. Obecnie pracuje w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwożarowej – PIB w Zespole Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych.

**Recenzenci**

**dr inż. Norbert Tuśnio**

**st. bryg. mgr inż. Tadeusz Jopek**

mgr inż. **Łukasz CHOŁUJ**  
Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru  
i Automatyki Pożarniczej – BA  
CNBOP- PIB

## BEZPIECZNA EWAKUACJA A ZAŁOŻENIA SCENARIUSZA POŻAROWEGO

### Safe evacuation and established fire scenario

#### Streszczenie

W artykule określono bezpieczne warunki ewakuacji wynikających z założeń scenariusza pożarowego. Zapewnienie bezpiecznych warunków ewakuacji wynika z zależności wymaganego czasu bezpiecznej ewakuacji (WCBE) do dostępnego czasu bezpiecznej ewakuacji (DCBE). DCBE jest to czas od momentu powstania pożaru do chwili, po której warunki panujące w budynku stają się krytyczne dla jego użytkowników. WCBE jest to czas od powstania pożaru do momentu, po którym wszystkie osoby są w stanie opuścić bezpiecznie budynek. Na WCBE składają się czasy: detekcji pożaru, zaalarmowania, rozpoznania sytuacji, reakcji na zdarzenia oraz czas przemieszczania się ewakuowanych osób. Scenariusz pożarowy zakłada II stopniowy sposób alarmowania zgodny z przepisami Polskiego prawa [6]. Należy podkreślić, że zastosowane systemy przeciwpożarowe służące zagwarantowaniu bezpiecznych warunków ewakuacji powinny załączać się w jak najkrótszym czasie od momentu wykrycia pożaru.

#### Summary

The article described safe evacuation conditions resulting from the established fire scenario. Safe evacuation conditions result from the relationship of the required safe evacuation time (RSET) to the available safety evacuation time (ASET). ASET is the period from the outbreak of fire until the time when conditions in the building become critical to its occupants. RSET is the period of time from the outbreak of fire until the moment when all of the occupants are able to safely exit the building. RSET consists of several periods: fire detection, sounding of alarm, assessment of the situation, response time to the events as well as the time to physically moves. Fire scenario establishes a two stage alarm process, in accordance with requirements of Polish law [6]. It should be emphasized that fire protection systems utilized to ensure safe evacuation conditions should activate as soon as possible immediately upon fire protection.

**Słowa kluczowe:** ewakuacja, scenariusz pożarowy, dostępny i wymagany czas bezpiecznej ewakuacji;

**Keywords:** evacuation, fire scenario, available and required safety evacuation time;

Ideą inżynierii bezpieczeństwa pożarowego jest projektowanie i budowanie bezpiecznych budynków. W procesie planowania przedsięwzięcia budowlanego ważnym elementem są warunki ewakuacji. Wymagania techniczne, jakie stawia się drogom ewakuacyjnym zapewniają przeprowadzenie bezpiecznej ewakuacji ludzi na zewnątrz budynku lub do innej strefy pożarowej. Jednakże podczas pożaru oprócz wymagań technicznych wiodącym czynnikiem stają się procedury współdziałania zastosowanych urządzeń i systemów przeciwpożarowych, dzięki którym tworzy się możliwość opuszczenia osób z budynku bez narażania ich na oddziaływanie ognia oraz produktów spalania powstałych podczas pożaru.

Ewakuacja powinna być z założenia zorganizowanym przemieszczaniem się ludzi do bezpiecznego miejsca w przypadku powstania pożaru lub innego niebezpieczeń-

stwa. Zapanowanie na ludzkimi zachowaniami jest możliwe dzięki założeniu najbardziej optymalnego scenariusza zadziałania urządzeń i systemów przeciwpożarowych. Przyjęte zasady współdziałania mają wskazać osobom przebywającym w budynku bezpieczną drogę ewakuacji z zagrożonej strefy. [1] [10]

Celem scenariusza zdarzeń w przypadku powstania pożaru w budynku, jest określenie takich wytycznych, aby każde zdarzenie określane jako pożar, zaistniałe w obiekcie skutkowało automatycznym lub ręcznym uruchomieniem odpowiednich procesów zadziałania i współdziałania systemów oraz urządzeń przeciwpożarowych. Poprawnie dobrane procedury umożliwiają uzyskanie najwyższego, możliwego do osiągnięcia w zaistniałej sytuacji stanu bezpieczeństwa pożarowego przebywających w budynku ludzi.

Scenariusz pożarowy opracowuje się w celu właściwego doboru współdziałania urządzeń i systemów przeciwpożarowych w odniesieniu do możliwych sytuacji pożarowych. Jednocześnie jest pomocny na etapie planowania działań ratowniczo-gaśniczych jednostek PSP w przypadku powstania pożaru.

Możliwość bezpiecznej ewakuacji podczas pożaru stanowi priorytet działań w zakresie ochrony przeciwpożarowej. W celu zapewnienia bezpiecznych warunków ewakuacji niezbędne jest przeanalizowanie zależności dostępnego czasu bezpiecznej ewakuacji do wymaganego czasu bezpiecznej ewakuacji.

#### Dostępny czas bezpiecznej ewakuacji – DCBE [5]

Dostępny czas bezpiecznej ewakuacji DCBE jest czasem, po którym warunki panujące w budynku lub rozpatrywanej jego części stają się krytyczne dla użytkowników. DCBE jest określany przez parametr, który jako pierwszy osiągnie wartość uznawaną za zagrażającą życiu lub zdrowiu człowieka. Parametrami tymi mogą być:

- przekroczenie wartości temperatury lub strumienia promieniowania cieplnego,
- utrata widzialności podświetlanych znaków ewakuacyjnych,
- grubość podsufitowej warstwy dymu,
- przekroczenie wartości stężenia gazów toksycznych.

W poniższej tabeli przedstawiono wartości graniczne po przekroczeniu, których następuje zagrożenie dla życia i zdrowia ludzkiego.

Tabela 1.

#### Wartości graniczne czynników otoczenia ważnych dla życia i zdrowia człowieka [2] [5]

Table 1.

##### Environmental factors limits important for human life and health [2] [50]

| Parametr<br>Parameters              | Wartość graniczna<br>The limit |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Temperatura powietrza               | < 60°C                         |
| Widzialność                         | > 10 m                         |
| Wysokość przestrzeni wolnej od dymu | > 1,8 m                        |
| Koncentracja CO                     | < 700 ppm                      |
| Koncentracja CO <sub>2</sub>        | < 5%obj.                       |
| Zawartość tlenu                     | > 14%obj.                      |

Uszkodzenie konstrukcji powoduje zagrożenie dla ewakuujących się osób. Parametrami mającymi wpływ na parametr DCBE są:

- wzrost temperatury,
- utrata parametrów ognioodporności przez elementy budowlane.

#### Wymagany czas bezpiecznej ewakuacji – WCBE [5]

Wymagany czas bezpiecznej ewakuacji WCBE jest czasem trwającym od początku powstania pożaru do momentu, w którym założona ilość osób zdoła się ewakuować w bezpieczne miejsce. WCBE wyznacza się ze wzoru: [2] [5]

$$WCBE = t_d + t_a + t_{rozp} + t_{reak} + t_p \quad (1)$$

gdzie:

- $t_d$  - czas detekcji pożaru,
- $t_a$  - czas zaalarmowania,
- $t_{rozp}$  - czas rozpoznania,
- $t_{reak}$  - czas reakcji na zdarzenie,
- $t_p$  - czas przemieszczania się ewakuowanych osób.

W celu wyznaczenia wymaganego czasu bezpiecznej ewakuacji przyjmuje się następujące założenia:

1. Do określenia właściwego czasu przemieszczania się ewakuowanych osób, należy przyjąć najmniej korzystne warunki np. ewakuacja z pomieszczeń, gdzie występuje największa liczba osób lub z pomieszczeń najdalej oddalonych od wyjścia ewakuacyjnego. Przy określaniu czasu przemieszczania się osób trzeba wziąć pod uwagę: liczbę osób, szerokość wyjść ewakuacyjnych, długość drogi ewakuacyjnej (maksymalna długość przejścia ewakuacyjnego), prędkość poruszania się osób po poziomej drodze ewakuacyjnej oraz jej szerokość. [9] Właściwy czas ewakuacji osób z budynku powinien zakładać równomierną ewakuację do wszystkich drzwi ewakuacyjnych (zachowanie co najmniej dwóch dróg ewakuacyjnych pozwala na ewakuację zagrożonych osób w przeciwnym kierunku do wystąpienia zagrożenia – nie ogranicza się tym samym warunków ewakuacji). Czas przemieszczania się poszczególnych osób określono z dwóch zależności, z których do WCBE bierzemy czas najbardziej niesprzyjający ewakuacji, a mianowicie: [5]

$$t_p = \frac{Na}{F * V} \quad (2)$$

gdzie:

- $Na$  - całkowita liczba ewakuowanych osób [os],
- $F$  - szerokość wyjść ewakuacyjnych [m],
- $V$  - prędkość poruszania się osób na drodze ewakuacyjnej [m/s]

$$t_p = \frac{L_{max}}{V_p} \quad (3)$$

gdzie:

- $L_{max}$  - długość drogi ewakuacyjnej [m]
- $V_p$  - prędkość ewakuujących się osób [m/s] 1.

1. Detekcja pożaru zależna jest od poprawnego doboru czujki pożarowej w stosunku do wysokości pomieszczenia, rodzaju składowanych materiałów palnych, prawdopodobny rozwój pożaru w początkowej fazie, geometrii pomieszczenia oraz warunków środowiskowych otoczenia, w której pracuje detektor pożarowy. Różne czujki w różnym czasie i stopniu wykryją dane spalanie np. czujki dymu nie będą wykrywały spalania, któremu towarzyszy emisja energii w postaci promieniowania elektromagnetycznego w zakresach spektrum ultrafioletu jak i podczerwieni. Natomiast materiały, których spalaniu towarzyszy intensywne wydzielanie ciepła bez dymu będą wykrywane przez punktowe czujki ciepła. Wykorzystanie ręcznych ostrzegaczy pożarowych powoduje występowanie alarmu II-go stopnia bez zwłoki czasowej.
2. Klasyczne II stopniowe zadziałanie alarmu pożarowego. Wykrycie pożaru przez jedną czujkę pożarową powoduje wejście centrali sygnalizacji pożarowej w alarm I-go stopnia. Po wejściu centrali w alarm I-go stopnia personel obsługujący centralę ma czas 60 sekund (czas maksymalny można wydłużyć do 120 s) na potwierdzenie tego alarmu. W przypadku nie potwierdzenia alarmu centrala przechodzi bezpośrednio w alarm II-go stopnia. Potwierdzenie alarmu I-go stopnia w czasie 60 sekund przez personel obsługujący centralę powoduje przejście centrali w stan oczekiwania, który pozwala personelowi dokonać sprawdzenia występowania pożaru w budynku. Personel zazwyczaj w czasie nie dłuższym niż 180 s (czas maksymalnie można wydłużyć licząc do 10 minut pomniejszony o czas zarezerwowany na potwierdzenie alarmu I-go stopnia przez obsługę) powinien zlokalizować ewentualny pożar lub potwierdzić, że alarm był fałszywy kasując alarm na centrali. Lokalizację pożaru bardzo często ułatwia zastosowany w budynku system wizualizacji, który dokładnie określa miejsce powstania pożaru. W przypadku zlokalizowania pożaru personel dokonujący sprawdzenia powinien wcisnąć najbliższy ręczny ostrzegacz pożarowy (ROP) w celu skrócenia do minimum czasu na rozpoznanie, co spowoduje wejście centrali sygnalizacji pożarowej w alarm II-go stopnia. [6]
3. Czas rozpoznania sytuacji zależy od miejsca lokalizacji pożaru i jego zauważenia przez osobę znajdującą się w budynku. Czas zależny jest od: ilości stref pożarowych występujących w danym budynku, układu pomieszczeń np. czy występują tzw. open space, magazyny czy pomieszczenia biurowe. Szybsza lokalizacja miejsca pożaru ma miejsce w budynku z jedną strefą pożarową w układzie open space niż kilku kondygnacyjnym budynku biurowym z kilkoma strefami pożarowymi.
4. Czas podjęcia decyzji o ewakuacji w znaczący sposób zależy od szybkości zauważenia spalania, ponieważ

szybciej zostanie zauważone spalanie bezpłomieniowe niż płomieniowe. Spalanie płomieniowe lub bezpłomieniowe zależy od rodzaju spalnego materiału (ciepła spalania, szybkości rozkładu termicznego, ilości materiału), temperatury otoczenia, stężenia tlenu oraz warunki instalacyjno- sanitarne w których rozwinął się pożar. Szybka reakcja ludzi na zdarzenie skraca wymagany czas bezpiecznej ewakuacji

Oszacowany czas bezpiecznej ewakuacji powinien być sumą przyjętych założeń. W założonym czasie wszystkie osoby powinny opuścić obiekt lub przemieścić się do innej bezpiecznej strefy pożarowej, a warunki panujące podczas pożaru nie powinny mieć wpływu na ich ewakuację.

Warunkiem uznania ewakuacji za bezpieczną, jest spełnienie kryterium wyrażonego zależnością: [2] [5]

$$DCBE - WCBE \geq 0 \quad (4)$$

Z powyższego założenia wynika, że dostępny czas bezpiecznej ewakuacji powinien być większy lub równy wymaganemu czasowi bezpiecznej ewakuacji, aby wszystkie osoby były w stanie opuścić budynek przed wystąpieniem czynników krytycznych dla ewakuacji.

Jeżeli natomiast różnica ta przyjmie postać: [2] [5]

$$DCBE - WCBE < 0 \quad (5)$$

to oznaczać będzie to narażenie użytkowników budynku na warunki zagrażające ich zdrowiu lub życiu. Wynik taki jest nie do przyjęcia i należy podjąć czynności w celu uzyskania dodatniego wyniku różnicy DCBE i WCBE. Dodatkowo równanie (6) określa konieczność usprawnienia zastosowanych urządzeń przeciwpożarowych lub zastosowanie dodatkowych systemów, które mogą wpłynąć na polepszenie warunków ewakuacji ludzi z budynku.

W obecnych czasach dynamicznie rozwijają się programy do oceny przyjętych rozwiązań i zabezpieczeń. Komputerowe modele dostarczają szybkich i bardzo precyzyjnych danych szacunkowych pożaru potrzebnych do podjęcia kroków mających na celu zapobieganie lub kontrolowanie pożaru. Symulacje komputerowe pokazują, jak zaproponowane rozwiązania sprawdzają się w praktyce. Wizualizacja zachodzących zjawisk i działania zabezpieczeń jest odzwierciedleniem realnych warunków panujących podczas pożaru, dzięki wykorzystaniu inżynierskich metod obliczeniowych w programie przekładających się na poprawę bezpieczeństwa ludzi. Symulacje komputerowe w znaczący sposób wspomagają proces oceny scenariuszy pożarowych oraz związanych z tym obliczeń wybranych parametrów pożaru.

Występują również symulatory ewakuacji ludzi, w których to każda osoba występująca w zagrożonym budynku może być indywidualnie zdefiniowana poprzez przypisanie szeregu odrębnych cech wpływających na jej ruchy



i decyzje (niezależnie od innych jednostek podczas ewakuacji). Definiowalne cechy osób znajdujących się w budynku z łatwością pozwalają na porównywanie różnych wariantów ewakuacji oraz pomagają na obliczenie najkrótszego czasu, po którym wszystkie osoby są w stanie bezpiecznie opuścić budynek.

### Podsumowanie i wnioski

Wymagany czas bezpiecznej ewakuacji jest zależny od ustaleń wynikających z normy [6]. Odpowiednio dobrane czasy alarmowania wynikające z ustaleń scenariusza pożaru pozwalają na szybkie wystawienie systemów przeciwpożarowych jak i powiadomieniem jednostek ratowniczo-gaśniczych. System sygnalizacji pożarowej pełni najważniejszą rolę bezpieczeństwa pożarowego w obiekcie. Podsumowując pracę nasuwa się wniosek, że zastosowane systemy przeciwpożarowe służące zagwarantowaniu bezpiecznych warunków ewakuacji powinny załączać się w jak najkrótszym czasie od momentu wykrycia pożaru, ponieważ wczesne zadziałanie systemów umożliwia zakończenie ewakuacji przed wystąpieniem czynników krytycznych.

### Literatura

1. Fiszer F., Hetmann A., Markiewicz D., *Bezpieczny budynek*, TOM 2, Poznań czerwiec 2011.
2. Izba Rzecznawców SITP, Instytut Techniki Budowlanej, Podręcznik projektanta systemów sygnalizacji pożaru, *Część I i II*, [w:] *Działanie instalacji przeciwpożarowej wynikającej z założeń scenariusz pożarowego*, Warszawa czerwiec 2010.
3. Mizieliński B., *System oddymiania budynków- wentylacja*, Wydawnictwo naukowo techniczne, Warszawa 1999.
4. Mizieliński B., Wolanin J., *Kondygnacyjny system oddymiania budynków*, Warszawa 2006.
5. Skulich J., *Procedury* [w:] Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, *Biuro Rozpoznawania Zagrożeń*, Warszawa październik 2008.

6. PKN-CEN-TS 54- 14 System sygnalizacji pożarowej.
7. PN-EN 12101-1 Systemu kontroli i rozprzestrzeniania się dymu i ciepła- Część 1 Wymagania techniczne dotyczące kurtyn dymowych, czerwiec 2007.
8. PN-EN 12101-2 Systemu kontroli i rozprzestrzeniania się dymu i ciepła- Część 2 Wymagania techniczne dotyczące klap dymowych, czerwiec 2005.
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania (Dz. U. nr 75 poz. 690 z późn. zm.).
10. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów z dnia 7 czerwca 2010 r. (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719).
11. VdS CEA 4001:2003-01 Urządzenia tryskaczowe Wytyczne projektowania i instalowania, Józefów 2004.

### Równania

1. Wymagany czas bezpiecznej ewakuacji
2. Czas przemieszczania się ewakuujących osób
3. Czas przemieszczania się ewakuujących osób
4. Warunek uznania ewakuacji za bezpieczną
5. Warunek uznania ewakuacji za niebezpieczną

### mgr inż. Łukasz Choluż

W 2012 ukończył Szkołę Główną Służby Pożarniczej. W trakcie studiów pracował jako inspektor ds. ochrony przeciwpożarowej oraz jako projektant systemów przeciwpożarowych. Obecnie pracuje w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej - PIB w Zespole Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej – BA.

### Recenzenci:

**dr inż. Waldemar Wnęk**  
**st. kpt. mgr inż. Rafał Porowski**

mł. bryg. dr inż. **Dariusz WRÓBLEWSKI**  
Dyrektor Naczelny  
Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowazarowej  
im. Józefa Tuliszkowskiego –  
Państwowy Instytut Badawczy

## **CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE OCHRONY PRZECIWOPOŻAROWEJ IM. JÓZEFA TULISZKOWSKIEGO PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY 40 LAT KONSEKWENTNEJ PRACY DLA OCHRONY PRZECIWOPOŻAROWEJ I OCHRONY LUDNOŚCI**

**Scientific and Research Centre of Fire Protection National  
Research Institute – 40 Years of consequent work for Fire and People Protection**

### **Wprowadzenie**

Niniejszy artykuł został przygotowany w związku z 40. rocznicą istnienia Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowazarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego, dlatego autor podjął próbę omówienia najważniejszych zmian w organizacji i działaniu instytutu oraz kluczowych osiągnięć w rozpatrywanym okresie. W tym celu dokonana została analiza dostępnych publikacji o Instytucie, przepisów prawa i niepublikowanych dokumentów wewnętrznych.

Struktura publikacji obejmuje: sformułowanie misji publicznej, identyfikację kluczowych osiągnięć Jednostki, wykaz dyrektorów, opis formalno-prawnych uwarunkowań działania, ewoluowanie zadań, porównanie struktury organizacyjnej w latach 1972/1992/2012 oraz podstawowe i najważniejsze formy działalności na przestrzeni ostatnich 40 lat. Publikację kończą cele strategiczne sformułowane w kontekście roku 2017, których osiągnięcie może mieć istotny wpływ na niezakłócony i zrównoważony rozwój Instytutu w kolejnym czterdziestoleciu.

### **Misja publiczna**

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowazarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy jest jednostką naukową, której misją jest działalność na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa powszechnego Państwa w zakresie ochrony przeciwpowazarowej, zarządzania kryzysowego, ochrony ludności i obrony cywilnej<sup>1</sup>.

### **17 najważniejszych osiągnięć**

1. Nadanie przez Premiera RP Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpowazarowej im. Józefa Tuliszkowskiego statusu Państwowego Instytutu Badawczego. Dzięki temu CNBOP weszło ówczesnie do elitarnego grona jedenastu Instytutów Badawczych w Polsce posiadających ten status.
2. Uzyskanie i ciągłe rozszerzanie zakresu akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji, a następnie Polskiego Centrum Akredytacji przez Laboratoria i Jednostkę Certyfikującą CNBOP. Laboratoria CNBOP jako jedne z pierwszych w kraju uzyskały, skutecznie utrzymały i przez minione lata rozszerzały akredytację – świadczą o tym przyznane numery akredytacji 59 i 60. Tym samym CNBOP weszło do międzynarodowego systemu jakości badań i certyfikacji.
3. Uzyskanie i utrzymanie Notyfikacji Komisji Europejskiej (numer identyfikacyjny 1438) na dwie dyrektywy (ochrony osobiste i wyroby budowlane). Uzyskanie Notyfikacji uwarunkowane jest posiadaniem akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji oraz autoryzacji przez właściwych ministrów:
  - a. Ministra Gospodarki w zakresie dyrektywy 89/686/EEC z dnia 21 grudnia 1989 r. w sprawie zbliżenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących środków ochrony indywidualnej,
  - b. Ministra Infrastruktury w zakresie dyrektywy 89/106/EEC z dnia 21 grudnia 1989r. w sprawie zbliżenia ustaw, rozporządzeń i przepisów administracyjnych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych.

---

<sup>1</sup> Statut Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpowazarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego. Statut zatwierdzony przez Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji dnia 07.06.2011 roku.

4. Wsparcie polskich producentów w konkurowaniu na europejskim rynku dzięki możliwości wykonania w kraju badań w akredytowanych laboratoriach Centrum oraz możliwości uzyskania certyfikatu zgodności w jednostce certyfikującej Centrum.
5. Zwiększanie konkurencyjności wyrobów przeznaczonych dla ochrony przeciwpożarowej poprzez badania kwalifikacyjne, kontrolę i ocenę warunków produkcji, proces dopuszczania oraz kontrolę dopuszczeń. Dzięki prowadzeniu przez Centrum procesów dopuszczeniowych producenci uzyskują niezależne i wiarygodne informacje (dokumentacja procesów, w tym raporty) dotyczące wyrobów, które następnie mogą wykorzystać w procesie doskonalenia i dostosowywania wyrobów do oczekiwań użytkowników końcowych.
6. Skuteczne eliminowanie wyrobów przeznaczonych do stosowania w ochronie przeciwpożarowej niskiej jakości i wyrobów nie spełniających wymagań Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji. Jest to szczególne osiągnięcie, gdyż dzięki temu działaniu prawie nie istnieje problem wyrobów niebezpiecznych, niefunkcjonalnych, niekompatybilnych i nieadekwatnych do oczekiwań PSP.
7. Uzyskanie II<sup>2</sup> Kategorii w ocenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w roku 2001 oraz jej ponowne odzyskanie Kategorii II podczas oceny parametrycznej w 2010 roku – według obecnej klasyfikacji kategoria B. Jest to istotne dokonanie, ponieważ oceniany jest dorobek naukowy Jednostki za ostatnie cztery lata. Kategoria II informuje, że CNBOP-PIB jest wśród liczących się jednostek naukowych w Polsce.
8. Uzyskanie przez kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” sześciu punktów w ocenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W wyniku ewaluacji Minister zakwalifikował Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” do listy krajowych ewidencjonowanych i liczących się czasopism naukowych.
9. Uzyskanie Godła Teraz Polska w V edycji Konkursu „Teraz Polska” dla Przedsięwzięć Innowacyjnych za opracowanie „Środka zwilżającego do gaszenia pożarów lasów i torfowisk”<sup>3</sup>.
10. Uzyskanie prestiżowych wyróżnień w kraju i za granicą za szczególne osiągnięcia naukowo-badawcze CNBOP-PIB. Przyznano 32 wyróżnienia (w Polsce, we Francji, Belgii oraz Stanach Zjednoczonych Ameryki) w postaci: medali, statuetek, nagród, wyróżnień oraz Nominacji do Godła Teraz Polska<sup>4</sup> podczas „IV Edycji Konkursu dla Przedsięwzięć Innowacyjnych” w 2011 roku.
11. Uzyskanie, w ciągu ostatnich dwudziestu lat, 30 projektów zewnętrznie finansowanych wygranych w konkursach: 26 projektów finansowanych ze środków krajowych i 4 projekty finansowane ze środków zagranicznych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wszystkie miały charakter wdrożeniowy, a ich efekty zostały nagrodzone w kraju i za granicą.
12. Stworzenie możliwości i warunków oraz zapewnienie wsparcia rozwoju zawodowego i naukowego dla pracowników Centrum będącego integralnym elementem systemu wyznaczania celów, monitorowania osiągnięć i motywacji pracowników.
13. Uzyskanie i utrzymanie silnej pozycji w zakresie normalizacji i standaryzacji w zakresie ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony ludności. W latach 1974 – 1993 Centrum pełniło funkcję Ośrodka Normalizacyjnego w resorcie spraw wewnętrznych. Obecnie ta tradycja jest kontynuowana poprzez udział pracowników Instytutu w sześciu Komitetach Technicznych PKN oraz publikację przez Instytut serii wydawniczej p.t. Standardy CNBOP-PIB.
14. Nieprzerwane utrzymanie od 2003 roku dodatniego wyniku finansowego. Jest to szczególne osiągnięcie, gdyż od 2003 roku CNBOP-PIB jest jednostką samofinansującą się. Centrum działa w warunkach gospodarki rynkowej i musi samodzielnie pozyskać środki finansowe na funkcjonowanie, w przeciwnym razie występuje ryzyko likwidacji jednostki.
15. Stworzenie unikalnych stanowisk badawczych w kraju i za granicą oraz rewitalizacja (remont hotelu oraz budynków laboratoriów) i rozbudowa CNBOP (hala spalań oraz nowy budynek Centrum Obsługi Klienta). Stanowiska są rozbudowywane z uwzględnieniem zasad gospodarności, racjonalności oraz adekwatności do potrzeb rynkowych, rozwoju naukowego i realizacji misji publicznej.
16. Wykreowanie silnej marki wcześniej „OBROP” następnie „CNBOP”, a obecnie „CNBOP-PIB” oraz Logo rozpoznawalnych w obszarze ochrony przeciwpożarowej zarówno w kraju jak i za granicą – łącznie w 39 państwach.
17. Coroczne szkolenie około 2000 osób w obszarze ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności. Dzięki temu promowany jest sposób myślenia o bezpieczeństwie w kontekście misji publicznej, a w szczególności projektowania i zarządzania bezpieczeństwem. Zajęcia są prowadzone z naciskiem na aktualną wiedzę naukową, techniczną i najlepsze praktyki. Potwierdzeniem przebytego szkolenia jest certyfikat kwalifikacji CNBOP-PIB wydawany uczestnikom

<sup>2</sup> I kategoria - najwyższa, V kategoria – najniższa.

<sup>3</sup> Zwilżacz został opracowany w ramach projektu finansowanego ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego we współpracy z Instytutem Ciężkiej Syntezy Organicznej Blachownia oraz Instytutem Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

<sup>4</sup> Zobacz podrozdział niniejszej publikacji: Teleinformatyczne i multimedialne narzędzia w edukacji członków OSP oraz lokalnych społeczności.

po uprzednio zdanym egzaminie. Warto podkreślić, że certyfikat ten na krajowym rynku usług z zakresu ochrony przeciwpożarowej jest uznanym, liczącym się i poszukiwanym dokumentem.

### Status prawny

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Ochrony Przeciwożarowej (OBROP) powstał 14 sierpnia 1972 roku jako jednostka budżetowa bezpośrednio nadzorowana przez Komendanta Głównego Straży Pożarnych.

01 stycznia 1992 roku CNBOP stało się jednostką organizacyjną Państwowej Straży Pożarnej w rozumieniu ustawy z dnia 24 sierpnia 1991r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U.1991.88.400 – tekst pierwotny).

01 stycznia 2003 roku Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego zostało przekształcone z państwowej jednostki budżetowej w jednostkę badawczo-rozwojową, w rozumieniu ustawy z dnia 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych (Dz. U. z 2001 r. Nr 33 z późn. zm.)<sup>5</sup>.

27 września 2010 roku Rada Ministrów nadała CNBOP status Państwowego Instytutu Badawczego. Należy podkreślić, że uzyskaniu tego ważnego statusu osobiście patronowali Wicepremier i Prezes Zarządu Głównego ZOSP RP Waldemar Pawlak i Komendant Główny PSP gen. bryg. Wiesław Leśniakiewicz. Bezpośrednio zaangażowali się także Podsekretarz Stanu w MSWiA Zbigniew Sosnowski, Z-ca Komendanta Głównego nadbryg. Marek Kowalski oraz Dyrektor Wykonawczy Zarządu ZOSP RP Jerzy Maciak.

Pierwszego października 2010 roku Centrum stało się instytutem badawczym w rozumieniu ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o instytutach badawczych (Dz. U. Nr 96, poz.618).

Obecnie CNBOP-PIB:

1. jest jednostką organizacyjną PSP;
2. posiada status Państwowego Instytutu Badawczego;
3. jest instytutem badawczym w rozumieniu ustawy o instytutach badawczych;
4. jest jednostką ochrony przeciwpożarowej;
5. posiada osobowość prawną;
6. posiada notyfikację Komisji Europejskiej na dwie dyrektywy „Środki ochrony indywidualnej” i „Wyroby budowlane”;
7. posiada akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji cztery Zespoły-Laboratoria oraz Jednostkę Certyfikującą;
8. posiada autoryzację Ministra Gospodarki w zakresie dyrektywy 89/686/EEC z dnia 21 grudnia 1989 r. W sprawie zbliżenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących środków ochrony indywidualnej oraz Ministra Infrastruktury w zakresie

dyrektywy 89/106/EEC z dnia 21 grudnia 1989 r. W sprawie zbliżenia ustaw, rozporządzeń i przepisów administracyjnych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych;

9. prowadzi samodzielnie gospodarkę finansową na zasadach określonych w ustawie o instytutach badawczych i jest samofinansującą się jednostką;
10. jest jednostką nadzorowaną przez:
  - Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji,
  - Komendanta Głównego PSP w zakresie wykonywanych przez Instytut zadań jednostki organizacyjnej PSP.

### Dyrektorzy

W ciągu czterdziestu lat istnienia Jednostką kierowali:

1. mgr inż. **Zygmunt Stanowski** - Dyrektor OBROP w latach 1972.08.31 - 1974.12.31;
2. płk poż. **Włodzimierz Struś** - Dyrektor OBROP w latach 1975.03.01 – 1976.12.31;
3. płk poż. mgr inż. **Zbigniew Grynczel** - Dyrektor OBROP w latach 1977.01.01 – 1980.12.31;
4. prof. dr hab. inż. **Wiktor Babul** - Dyrektor OBROP w latach 1980.08.01 – 1982.10.31;
5. płk poż. prof. dr inż. **Mirosław Zdanowski** - Dyrektor OBROP/CNBOP w latach 1982.11.11 – 1987.08.31;
6. płk poż. dr inż. **Henryk Jaworski** - Dyrektor CNBOP w latach 1987.11.01 – 1992.06.30;
7. st. bryg. dr inż. **Eugeniusz W. Roguski** - Dyrektor CNBOP w latach 1992.06.15 – 1996.09.30;
8. st. bryg. dr inż. **Ryszard Szczygiel** - Dyrektor CNBOP w latach 1996.10.01 – 2005.02.27;
9. st. bryg. dr inż. **Władysław Węgrzyn** - p.o. Dyrektora CNBOP w latach 2005.02.28 – 2005.05.31;
10. dr inż. **Eugeniusz W. Roguski** - Dyrektor CNBOP w latach 2005.06.01 – 2009.01.31 Dyrektor wyłoniony w drodze konkursu zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dnia 10 września 2001 r. (Dz. U. Nr 101, poz. 1101);
11. mł. bryg. dr inż. **Dariusz Wróblewski** - p.o. Dyrektora CNBOP w latach 2009.02.01 – 2009.04.30;
12. mł. bryg. dr inż. **Dariusz Wróblewski** - Dyrektor CNBOP-PIB od 2009.05.01 wyłoniony w drodze konkursu zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dnia 21 września 2007 r. (Dz. U. Nr 182, poz. 1303).

### Ewolucja nazwy i logo

W ciągu 40 lat funkcjonowania Instytutu nazwa zmieniała się czterokrotnie, zaś logo trzy razy:

- od 14 sierpnia 1972 roku - Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Ochrony Przeciwożarowej<sup>6</sup>,
- 

<sup>5</sup> Decyzja Nr 234 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 grudnia 2002 r. w sprawie przekształcenia Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w jednostkę badawczo-rozwojową. (Dz.Urz.MSWiA.2002.12.47)

<sup>6</sup> Zarządzenie nr 81/72 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 roku w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębinie (Dz.U.MSW nr 7, poz. 24)



- od 28 stycznia 1984 roku - Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej<sup>7</sup>,



- lata osiemdziesiąte.



- od 1995 r.

- od 23 stycznia 1997 roku - Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego<sup>8</sup>,

- od 27 września 2010 roku - Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy<sup>9</sup>.



- od 2011r.

### Przedmiot, zakres działania i zadania

W ciągu czterdziestu lat funkcjonowania Centrum, zakres działania i zadania zmieniały się pięciokrotnie (1972, 1984, 1997, 2002, 2010) i wyznaczały ważne momenty w rozwoju instytutu.

W 1972 roku, w momencie utworzenia OBROP, zakres działania obejmował sześć zadań. W 1984 roku zostało dodane zadanie dodatkowe (zobacz niżej zadanie 7).

Zakres działania<sup>10</sup> obejmował prowadzenie prac naukowo-badawczych i rozwojowych obejmujących zagadnienia zabezpieczenia przeciwożarowego i zmierzających do przygotowania nowych i zmodernizowanych rodzajów sprzętu, urządzeń pożarniczych, środków gaśniczych i ognioochronnych, metod ich stosowania oraz współudział we wdrażaniu prac technicznych do produkcji w skali przemysłowej oraz do stosowania w ochronie przeciwożarowej.

Kolejne zadania sformułowano mając na uwadze rozwiązywanie problemów w pełnych cyklach rozwojowych, obejmujących:

1. Prowadzenie prac naukowo-badawczych w zakresie:

- 1.1. badania poziomu jakości i nowoczesności sprzętu i urządzeń pożarniczych, materiałów i środków ognioochronnych, środków gaśniczych oraz metod ich wykorzystania w ochronie przeciwożarowej;

- 1.2. doskonalenia funkcjonalności konstrukcji sprzętu i urządzeń pożarniczych;

- 1.3. zastosowania nowych rodzajów konstrukcji sprzętu i urządzeń pożarniczych, środków gaśniczych, materiałów i środków ognioochronnych;

- 1.4. zastosowania nowych metod zabezpieczeń przeciwożarowych i gaśniczych w ochronie przeciwożarowej;

- 1.5. normalizacji w dziedzinie pożarnictwa;

- 1.6. poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy w pożarnictwie;

- 1.7. badania rozwoju techniki pożarniczej w kraju i za granicą;

- 1.8. wytyczania kierunków rozwoju techniki pożarniczej w kraju;

- 1.9. koordynowania prac badawczych dotyczących zagadnień pożarniczych przeprowadzanych w instytutach resortowych.

2. Prowadzenie prac rozwojowych w zakresie:

- 2.1. Opracowań doświadczalno-konstrukcyjnych, budowy i próbnej eksploatacji sprzętu i urządzeń pożarowych;

- 2.2. Opracowań normatywnych do stosowania sprzętu i urządzeń pożarniczych, środków gaśniczych, materiałów i środków ognioochronnych w ochronie przeciwożarowej;

- 2.3. Badania czystości patentowej;

- 2.4. Przygotowania danych wyjściowych do norm.

3. Udział w Pracach wdrożeniowych w zakresie:

- 3.1. Współudziału autorskiego przy wdrażaniu do produkcji sprzętu i urządzeń pożarniczych, środków gaśniczych, materiałów i środków ognioochronnych;

- 3.2. Pomocy autorskiej i dydaktycznej przy wdrażaniu do eksploatacji w ochronie przeciwożarowej nowych zdobyczy techniki pożarniczej;

- 3.3. Opracowania dokumentacji technicznej.

4. Współpraca w upowszechnianiu prac naukowo-badawczych i rozwojowych.

5. Prowadzenie prac naukowo-badawczych i rozwojowych nie stanowiących części składowych problemów, a w szczególności prac rozpoznawczych o charakterze stosowanym lub poznawczym w ochronie przeciwożarowej.

6. Prowadzenie działalności ogólnotechnicznej w tym prac z zakresu normalizacji, typizacji w ochronie

<sup>7</sup> Zarządzenie nr 9/84 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 28 stycznia 1984 roku zmieniające zarządzenie w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębince (DZiR z 1984 roku nr 1-2 poz. 3)

<sup>8</sup> Zarządzenie nr 4 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 23 stycznia 1997 roku w sprawie zmiany zarządzenia w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębince oraz nadania statutu Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej imienia Józefa Tuliszkowskiego (Dz.Urz. MSWiA.1997.2.22)

<sup>9</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie statusu Państwowego Instytutu Badawczego. Dz.U. 2010 nr 181 poz. 1219

<sup>10</sup> Zarządzenie nr 81/72 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 roku w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębince (Dz.U. MSW nr 7, poz. 24)

przeciwożarowej, szkolenia, ochrony patentowej oraz popularyzacji osiągnięć nauki i techniki<sup>11</sup>.

7. 7 Informacja w dziedzinie ochrony przeciwożarowej w ramach krajowego systemu informacji naukowo-technicznej, gromadzenie materiałów dotyczących problematyki pożarnej, prowadzenie biblioteki pożarnej oraz wydawanie materiałów informacyjnych o tematyce pożarnej.<sup>12</sup>

W 1997 roku nastąpiła zmiana zakresu działania oraz zadań Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej. Kluczowa zmiana polegała na wpisaniu do zakresu oceny jakości wyrobów i ich dopuszczania do użytkowania wyrobów w ochronie przeciwożarowej. Ponadto zakres działania obejmował prowadzenie prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych z zakresu technicznego wyposażenia jednostek ochrony przeciwożarowej, zabezpieczenia przeciwożarowego obiektów i procesów technologicznych<sup>13</sup>.

Przemodelowaniu uległy również zadania, które obejmowały w szczególności<sup>14</sup>:

1. Ocenę jakości wyrobów użytkowanych w ochronie przeciwożarowej;
2. Prowadzenie prac naukowo-badawczych o charakterze stosowanym i poznawczym z zakresu ochrony przeciwożarowej;
3. Prowadzenie prac badawczych i wdrożeniowych dotyczących konstrukcji, funkcjonalności, bezpieczeństwa, ergonomii i eksploatacji sprzętu, odzieży specjalnej oraz środków gaśniczych dla państwowej straży pożarnej;
4. Wytyczanie kierunków rozwoju techniki pożarnej w kraju;
5. Współpracę z innymi jednostkami organizacyjnymi Państwowej Straży Pożarnej w zakresie rozwoju techniki stosowanej w jednostkach ratowniczo-gaśniczych, rozwiązań organizacyjnych, szkolenia i w innych dziedzinach;

<sup>11</sup> Zarządzenie nr 81/72 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 roku w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębinie (Dz.U. MSW nr 7, poz. 24)

<sup>12</sup> Zarządzenie nr 9/84 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 28 stycznia 1984 roku zmieniające zarządzenie w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębinie (DZiR z 1984 roku nr 1-2 poz. 3)

<sup>13</sup> Zarządzenie nr 4 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 23 stycznia 1997 roku w sprawie zmiany zarządzenia w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębinie oraz nadania statutu Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej imienia Józefa Tuliszkowskiego (Dz.Ur. MSWiA.1997.2.22)

<sup>14</sup> Zarządzenie nr 4 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 23 stycznia 1997 roku w sprawie zmiany zarządzenia w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębinie oraz nadania statutu Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej imienia Józefa Tuliszkowskiego (Dz.Ur. MSWiA.1997.2.22)

6. Prowadzenie prac badawczych w zakresie technicznych systemów zabezpieczeń przeciwożarowych;
7. Prowadzenie prac badawczych wynikających z zakresu akredytacji laboratoriów;
8. Wykonywanie opinii i ekspertyz technicznych, a także analiz przyczyn powstawania i rozwoju pożarów;
9. Prowadzenie działalności szkoleniowej oraz popularyzacja osiągnięć nauki i techniki w zakresie ochrony przeciwożarowej;
10. Wprowadzanie systemów jakości w badaniach i usługach z zakresu ochrony przeciwożarowej;
11. Dostosowywanie procedur badawczych i certyfikacyjnych do obowiązujących uregulowań prawnych w unii europejskiej;
12. Prowadzenie prac normalizacyjnych na potrzeby branży pożarnej;
13. Prowadzenie branżowej współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami badawczymi, organizacjami technicznymi i placówkami szkoleniowymi;
14. Współudział w tworzeniu oraz opiniowaniu aktów prawnych dotyczących ochrony przeciwożarowej.

Kolejna zmiana nastąpiła w 2002 roku i dotyczyła przedmiotu działania. Obejmowała ona prowadzenie badań naukowych, prac rozwojowych oraz badań i certyfikacji w zakresie ochrony przeciwożarowej i ochrony ludności na rzecz bezpieczeństwa kraju.<sup>15</sup>

Zmiana przedmiotu działania znalazła odzwierciedlenie w zakresie działania<sup>16</sup>:

1. Prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych dotyczących technicznego wyposażenia jednostek ochrony przeciwożarowej, zabezpieczenia przeciwożarowego obiektów i procesów technologicznych, podręcznego sprzętu gaśniczego i środków gaśniczych;
2. Badanie i certyfikację wyrobów i usług w zakresie ochrony przeciwożarowej i ochrony ludności;
3. Udział w pracach normalizacyjnych na rzecz ochrony przeciwożarowej;
4. Doskonalenie metod prowadzenia badań naukowych i prac rozwojowych dotyczących technicznego wyposażenia jednostek ochrony przeciwożarowej, zabezpieczenia przeciwożarowego obiektów i procesów technologicznych, podręcznego sprzętu gaśniczego i środków gaśniczych;
5. Upowszechnianie wyników badań naukowych i prac rozwojowych oraz propagowanie wiedzy z zakresu ochrony przeciwożarowej i ochrony ludności.

Obecny przedmiot działania Instytutu oraz zadania

<sup>15</sup> Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 marca 2002 r. w sprawie reorganizacji Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego. (Dz.U.2002.34.323 z późn. zm.)

<sup>16</sup> Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 marca 2002 r. w sprawie reorganizacji Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego. (Dz.U.2002.34.323 z późn. zm.)

zostały zdefiniowane przez podpisane przez Premiera Donalda Tuska Rozporządzenie<sup>17</sup> Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 r. oraz przez statut zatwierdzony 07.06.2010 roku przez Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji CNBOP-PIB – 2010r.

Na podstawie tych dokumentów przedmiot działania instytutu obejmuje prowadzenie badań naukowych, prac rozwojowych i wdrożeniowych w zakresie ochrony przeciwpożarowej, ochrony ludności, obrony cywilnej i zarządzania kryzysowego, w tym o szczególnym znaczeniu dla bezpieczeństwa kraju, a także prowadzenie działalności normalizacyjnej, szkoleniowej i edukacyjnej, informacyjnej i usługowej.<sup>18</sup>

Zadania zostały podzielone przez Radę Ministrów na dwie grupy: szczególnie ważne dla planowania i realizacji polityki państwa oraz pozostałe zadania.

Do zadań szczególnie ważnych dla planowania i realizacji polityki państwa, należą<sup>19</sup>:

1. Wydawanie, zmiana, cofanie i kontrola dopuszczeń do użytkowania wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywanych przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych, a także wyrobów stanowiących podręczny sprzęt gaśniczy, które mogą być stosowane wyłącznie po uprzednim uzyskaniu dopuszczenia do użytkowania zgodnie z art. 7 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. O ochronie przeciwpożarowej (dz. U. Z 2009 r. Nr 178, poz. 1380 oraz z 2010 r. Nr 57, poz. 353);
2. Badanie i certyfikacja wyrobów i usług w zakresie ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony ludności.

Z kolei do pozostałych zadań instytutu należą<sup>20</sup>:

1. Prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych w zakresie ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności;
2. Opracowywanie i opiniowanie wymagań, kryteriów

technicznych i aktów prawnych oraz współudział w pracach normalizacyjnych na potrzeby ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności;

3. Upowszechnianie wyników badań w formie wydawnictw książkowych, publikacji, kursów, konferencji, sympozjów i seminariów naukowych;
4. Podejmowanie działalności w zakresie doskonalenia metod prowadzenia badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych;
5. Opracowywanie i udzielanie informacji naukowej i technicznej w zakresie prac prowadzonych przez instytut;
6. Prowadzenie działalności aprobowej z zakresu ochrony przeciwpożarowej;
7. Opracowywanie analiz oraz ocen stanu i rozwoju bezpieczeństwa powszechnego państwa, zarządzania kryzysowego, ochrony ludności, ochrony przeciwpożarowej i obrony cywilnej w kraju i za granicą, a także wytyczanie kierunków rozwoju oraz inicjowanie i prowadzenie badań w tym zakresie;
8. Współpraca z jednostkami organizacyjnymi Państwowej Straży Pożarnej w zakresie prowadzonych badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych, w tym dotyczących wyposażenia technicznego stosowanego na potrzeby krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, a także bezpieczeństwa powszechnego państwa, zarządzania kryzysowego, ochrony ludności, ochrony przeciwpożarowej i obrony cywilnej;
9. Współpraca z jednostkami organizacyjnymi Państwowej Straży Pożarnej i innymi podmiotami w obszarze stosowania technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych;
10. Współpraca w zakresie prowadzenia badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych oraz oceny zgodności w dziedzinie ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami badawczymi, uczelniami, organizacjami technicznymi i innymi podmiotami;
11. Doradztwo, wykonywanie ekspertyz, w tym sądowych, prac doświadczalnych i technicznych zleconych w obszarze bezpieczeństwa powszechnego państwa, zarządzania kryzysowego, ochrony ludności, ochrony przeciwpożarowej i obrony cywilnej;
12. Edukacja powszechna dotycząca bezpieczeństwa.

Ponadto z racji realizowanej misji oraz przedmiotu i zakresu działania ważnym zadaniem statutowym Instytutu jest współpraca z Zarządem Głównym Związku Ochotniczych Straży Pożarnych RP, administracją rządową i samorządową, organizacjami pozarządowymi, a także z producentami i stowarzyszeniami producentów w obszarze działania instytutu<sup>21</sup>.

<sup>17</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 w sprawie nadania CNBOP statusu Państwowego Instytutu Badawczego

<sup>18</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie statusu państwowego instytutu badawczego. (Dz. U.2010.181.1219)

<sup>19</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie statusu państwowego instytutu badawczego. (Dz. U.2010.181.1219).

<sup>20</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie statusu państwowego instytutu badawczego. (Dz. U.2010.181.1219).

<sup>21</sup> Statut Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego. Statut zatwierdzony przez Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji dnia 07.06.2011 roku.

## Struktura organizacyjna

Ewolucja potrzeb służby i ochrony przeciwpożarowej, zmieniająca się sytuacja formalno-prawna oraz pozabawienie CNBOP etatów strażackich wpływały na zmiany zakresu działania, zadań oraz struktury organizacyjnej Instytutu. Struktura organizacyjna jest jednym z narzędzi wspomagających zarządzanie i od jej właściwego skonstruowania zależy efektywność i sprawność realizowanych zadań oraz osiąganie celów bieżących i strategicznych instytutu.

Warto dodać, że OBROP powstał na bazie<sup>22</sup>:

1. Pracowni Konstrukcji Sprzętu Pożarniczego i Pracowni Zapobiegania Pożarom, które funkcjonowały od maja 1962r. w Komendzie Głównej Straży Pożarnej;
2. Ośrodka Szkolenia dla Strażaków w Józefowie-Dębinie, który był tworzony w latach sześćdziesiątych i posiadał następujące obiekty: garaże, hala montażowa z garażem, wspinaknia (wieża strażacka), budynek administracyjny (pomieszczenia administracyjne

Tabela 1.

**Zestawienie struktur organizacyjnych obowiązujących w 1972, 1992 i 2012 roku.**

| Komórki organizacyjne                        |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBROP w 1972 roku                            | CNBOP w 1992 roku                                                                                                                                                                                                                 | CNBOP-PIB w 2012 roku                                                                                     |
| Rada Naukowo-Techniczna<br>➤ Komisja Naukowa | Rada Naukowa                                                                                                                                                                                                                      | Rada Naukowa                                                                                              |
| Kolegium Dyrektora                           | Kolegium Dyrektora                                                                                                                                                                                                                | Kolegium Dyrektora                                                                                        |
| -----                                        | -----                                                                                                                                                                                                                             | Rada ds. Certyfikacji                                                                                     |
| -----                                        | -----                                                                                                                                                                                                                             | Rada Aprobata Technicznych i Rekomendacji                                                                 |
| -----                                        | -----                                                                                                                                                                                                                             | Pełnomocnik Dyrektora ds. Jakości                                                                         |
| Zakład Normalizacji i Jakości                | Zakład Normalizacji                                                                                                                                                                                                               | Jednostka Certyfikująca                                                                                   |
| -----                                        | -----                                                                                                                                                                                                                             | Jednostka Aprobata Technicznych                                                                           |
| Zakład Eksploatacji Sprzętu Pożarniczego     | Zakład Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnych<br>➤ Laboratorium - Pracownia Pojazdów i Wyposażenia<br>➤ Laboratorium - Pracownia Pomp i Armatury Wodno-Pianowej                                                                | Zespół Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych |
| Zakład Zabezpieczeń Przeciwożarowych         | Zakład Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych<br>➤ Laboratorium - Pracownia Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych                                                                                                        |                                                                                                           |
| -----                                        | Zakład Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarowej<br>➤ Laboratorium – Pracownia Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarowej                                                                                          | Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej                                   |
| Zakład Środków Gaśniczych                    | Zakład Badań Pożarów i Środków Gaśniczych<br>➤ Laboratorium - Pracownia Badań Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego<br>➤ Laboratorium - Pracownia Badań Właściwości Pożarowych Materiałów<br>➤ Pracownia Badań Rozwoju Pożarów | Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych                                                        |
| -----                                        |                                                                                                                                                                                                                                   | Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości                                                      |
| -----                                        | -----                                                                                                                                                                                                                             | Dział Ekspertyz i Oceny Ryzyka                                                                            |
| Zakład Konstrukcyjno-Doświadczalny           | Zakład Budowy Prototypów                                                                                                                                                                                                          | -----                                                                                                     |
| Prototypownia                                |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                           |
| -----                                        | Zakład Postępu Naukowo-Technicznego i Rozwój Kadr                                                                                                                                                                                 | Dział Szkoleń                                                                                             |
| -----                                        | -----                                                                                                                                                                                                                             | Dział Obsługi Badań                                                                                       |
| -----                                        | Dział Poligrafii                                                                                                                                                                                                                  | Dział Wydawnictw i Promocji                                                                               |
| -----                                        | -----                                                                                                                                                                                                                             | Centrum Obsługi Klienta                                                                                   |

<sup>22</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s 13



z salą wykładową), portiernia z miejscem na centralę telefoniczną.

W tym miejscu warto zauważyć, że Centrum nadal jest kontynuatorem tych tradycji.

W tabeli nr 1 przedstawiono strukturę organizacyjną w roku utworzenia OBROP, po dwudziestu latach funkcjonowania (w roku powstania Państwowej Straży Pożarnej) oraz w czterdziestą rocznicę działania instytutu.

### **Organy opiniodawczo-doradcze**

Obecny zakres działania, złożoność procedowanych spraw oraz wysokie ryzyko im towarzyszące wymuszają konieczność korzystania z pomocy wielu organów opiniodawczo-doradczych. Należy jednak podkreślić, że organy te nie zdejmują jednoosobowej odpowiedzialności za podjęte decyzje z dyrektora Instytutu.

### **Kolegium Dyrektora**

Kolegium od początku<sup>23</sup> pełniło funkcje doradcze w zakresie struktury wewnętrznej Instytutu, jego działalności, gospodarki finansowej i administracyjnej, a także planu działalności i realizacji tego planu.

Obecnie Kolegium tworzy kadra kierownicza Instytutu, samodzielne stanowiska, przedstawiciele organizacji związkowych oraz osoby zaproszone przez przewodniczącego – dyrektora CNBOP-PIB.

### **Rada Naukowa**

Poprzednikiem obecnej Rady Naukowej CNBOP-PIB była Rada Naukowo-Techniczna utworzona w 1973 roku. Rada Naukowo-Techniczna składała się z przewodniczącego, zastępcy i dziewięciu członków powoływanych przez Ministra Spraw Wewnętrznych na okres 2 lat. RNT doradzała dyrektorowi i opiniowała kierunki działalności naukowo-badawczej i rozwojowej ośrodka. W ramach Rady Naukowo-Technicznej działała Komisja Naukowa. Pełniła ona funkcję Rady Naukowej.<sup>24</sup>

Obecnie Rada Naukowa jest organem stanowiącym, inicjującym, opiniodawczym i doradczym w zakresie działalności statutowej oraz w sprawach rozwoju kadry naukowej i badawczo-technicznej Instytutu.

W skład Rady Naukowej Instytutu wchodzi 12 osób: pracownicy naukowcy i badawczo-techniczni; osoby spoza Instytutu posiadające co najmniej stopień naukowy doktora oraz osoby wyróżniające się wiedzą i praktycznym dorobkiem w sferze gospodarczej objętej działalnością Instytutu. Do Rady Naukowej Instytutu osoby spoza niego powołuje Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji spośród kandydatów przedstawionych przez dyrektora.

Obecnie przewodniczącym RN jest prof. dr hab. inż. Lech Starczewski, zastępcą przewodniczącego jest prof. dr hab. inż. Józef Żurek, zaś sekretarzem jest dr inż. Stefan Wilczkowski.

### **Rada ds. Certyfikacji**

Przy CNBOP-PIB działa Rada ds. Certyfikacji. Rada została powołana zarządzeniem Dyrektora Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej. Struktura organizacyjna Rady oraz jej skład osobowy zapewniają skuteczność działania, bezstronność w podejmowaniu decyzji oraz udział wszystkich stron, których interesy związane są z procesem certyfikacji wyrobów, bez dominacji którejkolwiek ze stron. Kryterium doboru składu Rady stanowi równość stron, których interesy związane są z procesem certyfikacji wyrobów.

### **Komitet Bezstronności**

Komitet ds. bezstronności Jednostki Certyfikującej został powołany zarządzeniem Dyrektora CNBOP-PIB. Komitet powołuje Dyrektor CNBOP-PIB na wniosek Kierownika Jednostki Certyfikującej. W skład Komitetu wchodzi przedstawiciele: producentów, klientów certyfikowanych organizacji, rządowych organów legislacyjnych lub innych służb rządowych czy też organizacji pozarządowych w tym organizacji konsumenckich, CNBOP-PIB. Do najważniejszych zadań Komitetu należy: udział w opracowaniu polityki bezstronności, przeciwdziałanie tendencjom zagrażającym obiektywnemu prowadzeniu działalności certyfikacyjnej i dopuszczeniowej oraz prowadzenie przeglądu bezstronności procesów certyfikacji i dopuszczeń.

### **Komitet Odwoławczy**

Komitet Odwoławczy powołany został zarządzeniem Dyrektora CNBOP - PIB. W jego skład wchodzi trzech członków - przedstawicieli CNBOP spoza struktury organizacyjnej DC i Laboratoriów Badawczych. Komitet odpowiedzialny jest za sprawne i rzetelne rozpatrzenie odwołań i spraw spornych oraz zajmowanie obiektywnego stanowiska w rozpatrywanych sprawach.

### **Rada Aprobata Technicznych i Rekomendacji**

Rada jest kolegialnym organem opiniodawczo-doradczym, działającym przy CNBOP-PIB. Rada została powołana zarządzeniem Dyrektora Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej.

W skład Rady wchodzi przedstawiciele CNBOP, organizacji producentów sprzętu przeciwpożarowego, ministrów, organów nadzoru budowlanego, Państwowej Straży Pożarnej oraz Związku Ochotniczych Straży Pożarnych.

Podstawowym zadaniem Rady jest bezstronne opiniowanie działań CNBOP w zakresie udzielanych aprobat technicznych, w obszarach oceny przydatności wyrobów budowlanych do zamierzonego stosowania w budownictwie i wykorzystywanych w ochronie przeciwpożarowej.

### **Gospodarka finansowa**

Od 2003 roku CNBOP-PIB jest jednostką samofinansującą się, która co roku poddawana jest audytowi finansowemu przez biegłych rewidentów. Analiza sytuacji ekonomicznej

<sup>23</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s 15

<sup>24</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s 15

– finansowej oraz wyniki badań sprawozdań finansowych i zdarzeń za każdym razem potwierdzają stabilność i bezpieczeństwo finansowe instytutu oraz odpowiednią bieżącą płynność.

### Akredytacja i Notyfikacja

Laboratoria Centrum, jako jedne z pierwszych w kraju, przystąpiły do krajowego systemu badań i certyfikacji oraz uzyskały akredytację Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji (PCBC). Istotą tego systemu było uzyskanie przez laboratoria akredytacji, czyli potwierdzenia kompetencji personelu, powtarzalności i wiarygodności wyników badań, poprzez ocenę metod i stanowisk badawczych oraz sposobów dokumentowania i opracowywania wyników badań. Przygotowanie Centrum wiązało się z odpowiednim techniczno-organizacyjnym przygotowaniem obejmującym: pracowników, stanowiska badawcze, metody i procedury badawczej oraz dokumentowanie procesów.<sup>25</sup>

Bez możliwości wykonania badań akredytowanych w Polsce, krajowi producenci musieliby ubiegać się o badania w zagranicznych laboratoriach, gdzie mogliby natrafić na proceduralne, finansowe i techniczne bariery. Na etapie tworzenia się gospodarki rynkowej w naszym kraju było to istotne wsparcie krajowych producentów. Niezależnie od tego kompetencje potwierdzone certyfikatem akredytacji przekładały się na jakość badania sprzętu dostarczanego do atestacji i stanowiły istotną barierę dla sprzętu nie spełniającego akceptowalnego poziomu jakości.<sup>26</sup>

Ówczesnie, uzyskanie akredytacji wiązało się z odbyciem pozytywnego auditu realizowanego przez niezależnych audytorów PCBC. W laboratoriach przygotowanie do takiego auditu obejmowało takie elementy jak<sup>27</sup>:

1. Przygotowanie Ksiąg Jakości, procedur badawczych i instrukcji stanowiskowych zgodnie z wymaganiami normy;
2. Uzupełnienie aparatury badawczej, wdrożenie systemu sprawdzania, wzorcowania i legalizacji urządzeń pomiarowych;
3. Przygotowanie i dostosowanie pomieszczeń do wymagań stawianych nowoczesnym laboratoriom badawczym;
4. Przygotowanie personelu (ze szczególnym uwzględnieniem pracowników audytowanych laboratoriów) CNBOP do auditu.

Poniżej przedstawiono przebieg wieloletniego procesu uzyskiwania i utrzymywania akredytacji i notyfikacji.

### Rok 1996

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez:

1. Laboratorium Badań Właściwości Pożarowych Materiałów, certyfikat akredytacji nr L 60/1/96 (następnie Zakład - Laboratorium Badań Właściwości Pożarowych Materiałów, certyfikat akredytacji nr AB 060 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji). Kierownikiem laboratorium w tym okresie była kpt. inż. Małgorzata Suchecka.
2. Laboratorium Pomp i Armatury Wodno-Pianowej, certyfikat akredytacji nr L 59/1/96 (następnie Zakład-Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej, certyfikat akredytacji nr AB 059 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji). Kierownikiem laboratorium w tym okresie był mł. kpt. mgr inż. Zbigniew Sural.

Numery 59 i 60 oznaczają kolejne numery laboratoriów akredytowanych w Polsce. Podkreśleniem rangi wydarzenia stało się uroczyste wręczenie certyfikatów dla CNBOP w Zamku Królewskim w Warszawie<sup>28</sup>.

### Rok 1998

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez Zakład-Laboratorium Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej, certyfikat akredytacji nr L 207/1/98 (następnie certyfikat akredytacji nr AB 207 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji). Kierownikiem laboratorium w tym okresie był bryg. mgr inż. Jerzy Ciszewski<sup>29</sup>.

### Rok 1999

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez Jednostkę Certyfikującą, certyfikat akredytacji nr 63/Cw-69/99 (następnie certyfikat akredytacji nr AC 063 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji). Kierownikiem Jednostki Certyfikującej w tym okresie był st. bryg. mgr inż. Zbigniew Sikorski<sup>30</sup>.

### Rok 2000

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji przez:

1. Zakład-Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych otrzymuje certyfikat akredytacji nr L 305/1/2000 (następnie certyfikat akredytacji nr AB 305 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji). Kierownikiem laboratorium w tym okresie był bryg mgr inż. Jacek Świetnicki<sup>31</sup>.
2. Laboratorium Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego, certyfikat akredytacji nr L 306/1/2000 (następnie Zakład-Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych, certyfikat akredytacji nr AB 305 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).

<sup>25</sup> Biuletyn XX lat CNBOP... s.20-21

<sup>26</sup> Biuletyn XX lat CNBOP... s. 20-21

<sup>27</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 46

<sup>28</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 46

<sup>29</sup> Monografia XXX lat CNBOP... s. 26

<sup>30</sup> Monografia XXX lat CNBOP... s. 85

<sup>31</sup> Monografia XXX lat CNBOP... s. 14

tacji), Kierownikiem laboratorium w tym okresie był mł. bryg. mgr inż. Andrzej Nasiorowski. Certyfikat został wręczony przez Dyrektora PCBC podczas międzynarodowego sympozjum, którego organizatorem było Laboratorium Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego.<sup>32</sup>

3. Laboratorium Pojazdów i Wyposażenia otrzymuje certyfikat akredytacji nr L 307/1/2000 (następnie Zakład-Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej, certyfikat akredytacji nr AB 059 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji). Kierownikiem laboratorium w tym okresie był mł. bryg. mgr inż. Zbigniew Wiśniewski<sup>33</sup>.

## Rok 2004

Uzyskanie Notyfikacji Komisji Europejskiej przez CNBOP (numer identyfikacyjny 1438) w zakresie:

1. Środki ochrony indywidualnej nr 89/686/EEC;
2. Wyroby budowlane nr 89/106/EEC.

Dyrektorem CNBOP w tym okresie był st. bryg. dr inż. Ryszard Szczygieł.

## Rok 2011

Uzyskanie akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji przez Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości, certyfikat akredytacji nr AB 1280. Laboratorium kierował i kieruje st. kpt. mgr inż. Rafał Porowski.

Warto podkreślić, że w momencie uzyskania akredytacji przez laboratoria i Jednostkę Certyfikującą CNBOP wyniki badań akredytowanych oraz certyfikaty wydawane w systemie Europejskim stały się uznawalne przez zagraniczne laboratoria i jednostki certyfikujące. Dzięki temu producenci krajowi uzyskali łatwiejszy dostęp do rynku wspólnoty europejskiej.

Posiadanie akredytacji oznaczało i oznacza elitarność wśród laboratoriów i jednostek certyfikujących na międzynarodowym rynku badań i certyfikacji.

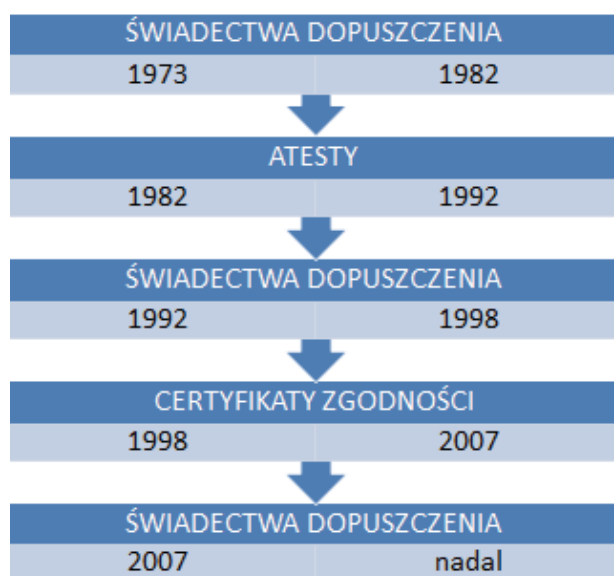
## Świadectwa Dopuszczenia, Atesty, Certyfikaty

Od 1973 roku<sup>34</sup> OBROP prowadził działalność dopuszczeniową, atestacyjną i certyfikacyjną wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej, ewoluowanie tej działalności w ciągu czterdziestu lat przedstawia ryc. nr 1.

Obecnie CNBOP-PIB prowadzi ocenę zgodności na podstawie:

- Ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. nr 147 poz. 1229 z późn. zm.) w zakresie określonym w Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego

- lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. nr 143 poz. 1002);
- Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. nr 92 poz. 881) w zakresie określonym w rozporządzeniach:
  - Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE (Dz. U. nr 198 poz. 2011);
  - Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym. (Dz. U. nr 198 poz. 2041).
- Ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (tekst jednolity Dz. U. nr 204 z 2004 r., poz. 2087).



Ryc. 1. Ewolucja koncepcji Świadectw Dopuszczenia<sup>35</sup>

Działalność Certyfikacyjna i procesy dopuszczania realizowane są przez Jednostkę Certyfikującą CNBOP-PIB. W jednostce wdrożone są systemy jakości zgodnie z normą PN-EN 45011, jak również wybrane punkty normy PN-EN ISO/IEC 17021 odnoszące się do oceny zakładowej kontroli produkcji.

Jednostka Certyfikująca prowadzi:

- Certyfikację obowiązkową wyrobów budowlanych zgodnie z:
  - wymaganiami norm zharmonizowanych
  - wymagana do wydania przez producenta deklaracji zgodności z dyrektywą dotyczącą

<sup>32</sup> Monografia XXX lat CNBOP... s. 48

<sup>33</sup> Monografia XXX lat CNBOP... s. 54

<sup>34</sup> W 1973 roku wydano pierwsze 23 świadectwa dopuszczenia XXV lat s. 16.

<sup>35</sup> Opracowanie zbiorowe pod kierunkiem W. Leśniakiewicza: Dopuszczenia wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej, Wydawnictwo CNBOP, 2010 Józefów, s. 6.

| Lp. | Grupa Wyrobów                                                                           | Badania prowadzone w zespołach laboratoriach CNBOP-PIB |                                                                 |                                                                               |                                                                                                               |                                                             | Procesy dopuszczenia realizowane w Jednostce Certyfikującej CNBOP-PIB                         |                                                                              |  |  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|     |                                                                                         | Liczba procesów badań w 2011 r.                        | % procesów badań ze stwierdzonymi nieprawidłowościami w 2011 r. | Liczba procesów badań zrealizowanych w zakresie kontroli dopuszczeń w 2011 r. | % procesów badań zrealizowanych w zakresie kontroli dopuszczeń ze stwierdzonymi nieprawidłowościami w 2011 r. | Liczba wniosków o wydanie świadectwa dopuszczenia w 2011 r. | % wniosków o wydanie świadectwa dopuszczenia ze stwierdzonymi nieprawidłowościami w 2011 r.** | % rezygnacji z kontynuacji procesu wydania świadectwa dopuszczenia w 2011 r. |  |  |
| 1.  | Wyposażenie i środki ochrony indywidualnej strażaka                                     | 23                                                     | 15 <sup>*)</sup>                                                | 112                                                                           | 10 <sup>*)</sup>                                                                                              | 20                                                          | 5%                                                                                            | 0                                                                            |  |  |
| 2.  | Pompy pożarnicze                                                                        | 15                                                     | 90 <sup>*)</sup>                                                | 7                                                                             | 43 <sup>*)</sup>                                                                                              | 14                                                          | 4%                                                                                            | 0                                                                            |  |  |
| 3.  | Armatura i osprzęt pożarniczy                                                           | 91                                                     | 70 <sup>*)</sup>                                                | 183                                                                           | 50 <sup>*)</sup>                                                                                              | 44                                                          | 3%                                                                                            | 2%                                                                           |  |  |
| 4.  | Pojazdy pożarnicze                                                                      | 126                                                    | 98 <sup>*)</sup>                                                | 123                                                                           | 40 <sup>*)</sup>                                                                                              | 129                                                         | 26%                                                                                           | 0                                                                            |  |  |
| 5.  | Sprzęt pożarniczy dla straży pożarnej                                                   | 11                                                     | 5 <sup>*)</sup>                                                 | 19                                                                            | 0                                                                                                             | 2                                                           | 0                                                                                             | 0                                                                            |  |  |
| 6.  | Narzędzia ratownicze, pomocnicze i osprzęt dla straży pożarnej                          | 16                                                     | 100 <sup>*)</sup>                                               | 56                                                                            | 39 <sup>*)</sup>                                                                                              | 15                                                          | 10%                                                                                           | 0                                                                            |  |  |
| 7.  | Podręczny sprzęt gaśniczy                                                               | 22                                                     | 32%                                                             | 70                                                                            | 9%                                                                                                            | 7                                                           | 0                                                                                             | 0                                                                            |  |  |
| 8.  | Środki gaśnicze                                                                         | 27                                                     | 100%                                                            | 3                                                                             | 0                                                                                                             | 24                                                          | 0                                                                                             | 0%                                                                           |  |  |
| 9.  | Sorbenty                                                                                | 3                                                      | 100%                                                            | 0                                                                             | 0                                                                                                             | 1                                                           | 0                                                                                             | 0%                                                                           |  |  |
| 10. | Elementy systemów alarmowania i powiadamiania                                           | 52                                                     | 19%                                                             | 77                                                                            | 15%                                                                                                           | 38                                                          | 9%                                                                                            | 0                                                                            |  |  |
| 11. | Elementy systemów ostrzegania i ewakuacji                                               | 72                                                     | 21%                                                             | 21                                                                            | 9%                                                                                                            | 30                                                          | 7%                                                                                            | 3%                                                                           |  |  |
| 12. | Urządzenia do uruchamiania urządzeń ppoż, wykorzystywanych przez jednostki ochrony ppoż | 25                                                     | 14%                                                             | 4                                                                             | 0                                                                                                             | 24                                                          | 9%                                                                                            | 0%                                                                           |  |  |
| 13. | Znaki bezpieczeństwa i oświetlenie awaryjne                                             | 58***                                                  | 24%***                                                          | 0***                                                                          | 0***                                                                                                          | 121                                                         | 28%                                                                                           | 0                                                                            |  |  |
| 14. | Przewody i kable do urządzeń przeciwpożarowych                                          | 4                                                      | 0                                                               | 4                                                                             | 0                                                                                                             | 9                                                           | 0                                                                                             | 0                                                                            |  |  |
| 15. | Dźwigi dla straży pożarnej                                                              | 0                                                      | 0                                                               | 0                                                                             | 0                                                                                                             | 0                                                           | 0                                                                                             | 0                                                                            |  |  |

\*) Nieprawidłowości stwierdzono podczas badań. Zlecniodawcy (producenci wyrobów) na bieżąco usuwali niezgodności w trakcie realizacji zlecenia.



środków ochrony indywidualnej i dyrektywą dotyczącą wyrobów budowlanych;

- wymaganiami Polskich Norm, krajowych aprobat technicznych - wymagana do wydania przez producenta deklaracji zgodności i oznakowania wyrobów znakiem budowlanym.
- Certyfikację dobrowolną wyrobów zgodnie z:
  - wymaganiami norm;
  - wymaganiami kryteriów technicznych Centrum.
- Certyfikację dobrowolną podmiotów świadczących usługi w zakresie ochrony przeciwpożarowej zgodnie z wymaganiami programów certyfikacji dla firm świadczących usługi w ochronie przeciwpożarowej w zakresie:
  - sygnalizacji pożarowej i automatyki pożarniczej;
  - stałych urządzeń gaśniczych i hydrantów;
  - odporności ogniowej i reakcji na ogień;
  - gaśnic.
- Procesy dopuszczenia wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia.

Warto dodać, że obecnie CNBOP-PIB prowadzi procesy dla Wnioskodawców z 23 krajów, zaś wykonuje oceny Zakładowej Kontroli Produkcji i Wymagania Techniczno-Organizacyjne w zakładach produkcyjnych w 39 krajach świata tj. Anglii, Austrii, Belgii, Białorusi, Brazylii, Bułgarii, Chinach, Chorwacji, Czechach, Danii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Hongkongu, Indonezji, Irlandii, Izraelu, Japonii, Kanadzie, Litwie, Luksemburgu, Łotwie, Malezji, Niemczech, Norwegii, Portugalii, Rosji, Rumunii, Słowenii, Słowacji, Szwajcarii, Szwecji, Tajlandii, Tajwanie, Ukrainie, USA, Węgrzech oraz we Włoszech.

Obecnie Instytut nadzoruje przeszło 800 Świadectw Dopuszczenia oraz około 750 Certyfikatów. Stosowanie procedur weryfikacji właściwości techniczno-użytkowych urządzeń przeznaczonych do stosowania w ochronie przeciwpożarowej służy potwierdzaniu, że spełnione zostały wymagania stawiane wyrobom. Tym samym wymiernym rezultatem prowadzonej działalności Instytutu jest potwierdzenie, że urządzenia stosowane w ochronie przeciwpożarowej nie będą stwarzały zagrożenia dla życia i zdrowia ratowników oraz ratowanych. W tabeli przedstawiono zestawienie obrazujące w jakim procencie procesów Instytut wykrył nieprawidłowości na etapach badań kwalifikacyjnych w laboratoriach i procesu dopuszczenia w jednostce certyfikującej.

### Aprobaty Techniczne

Aprobata Techniczna zawiera opis właściwości użytkowych i własności technicznych oraz ich wymagany poziom, który stanowi podstawę dla Producenta do dokonania oceny zgodności i wydania na swą wyłączną odpowiedzialność krajowej deklaracji zgodności. Udzielane aprobaty techniczne nie są dokumentem dopuszczającym

do obrotu i stosowania w budownictwie, stanowią jedynie specyfikację techniczną w procesie oceny zgodności i wydania, w oparciu o tę ocenę, certyfikatu albo deklaracji zgodności – dokumentów dopuszczających wyroby do obrotu i stosowania w budownictwie.

Zgodnie z § 16. rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (Dz. U. nr 249, poz. 2497), Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie jest jedyną w Polsce jednostką upoważnioną do udzielania, uchylania i zmiany aprobat technicznych, w odniesieniu do wyrobów budowlanych wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych. W tym celu 1 grudnia 2004 r. został utworzony Zakład Aprobatek Technicznych.

Zakład opracowuje aprobaty techniczne dla wyrobów budowlanych, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy wyrobu, albo wyrobów budowlanych, dla których właściwości użytkowe, odnoszące się do wymagań podstawowych, różnią się istotnie od właściwości określonych w Polskiej Normie wyrobu, objętego mandatem udzielonym przez Komisję Europejską na opracowanie norm zharmonizowanych lub wytycznych do europejskich aprobat technicznych.

Centrum przedkłada Ministrowi Infrastruktury co roczną informację o przebiegu działalności aprobacyjnej oraz przekazuje Głównemu Inspektorowi Nadzoru Budowlanego informację o każdej udzielonej aprobacie technicznej.

Obecnie Centrum wydało około 350 aprobat technicznych, potwierdzając tym samym pozytywną ocenę techniczną i przydatność wyrobu budowlanego do stosowania w budownictwie, co przyczyniło się do podniesienia bezpieczeństwa powszechnego.

### Normalizacja

Zarządzeniem nr 66/74 Ministra Spraw Wewnętrznych – OBROP został ustanowiony jako Ośrodek Normalizacyjny w Resorcie Spraw Wewnętrznych. Funkcję tę pełnił do 1993 roku. W CNBOP powstawały projekty Polskich Norm, które następnie były wprowadzane przez Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Projekty były opracowywane pod względem merytorycznym i formalnym. Celem było wprowadzanie określonego poziomu i oceny jakości wyrobów (wymagania, sposoby prowadzenia badań, procedury kwalifikacyjne i odbiorcze), ujednolicenie metod badania, wprowadzenie jednolitej terminologii, symboliki, jednostek miar itp.<sup>36</sup>

W latach 1974 – 1993 CNBOP opracowało 110 norm: 60 – sprzęt pożarniczy, 40 – środki gaśnicze, 10 – ochrona przeciwpożarowa budynków. CNBOP prowadziło cały proces przygotowania projektu normy do ustanowienia. Proces

<sup>36</sup> Biuletyn XX lat CNBOP... s. 8-11

ten przebiegał zgodnie z przepisami Prezesa PKNMiJ oraz Polskimi Normami dotyczącymi normalizacji. Na proces ten składały się: roczne i wieloletnie plany prac normalizacyjnych, opracowanie projektu normy przez zespoły merytoryczne, ankietywanie projektu normy przez krajowych ekspertów, zebranie uwag do projektu normy, uzgodnienie ostatecznego brzmienia normy na Komisji Normalizacyjnej, naniesienie poprawek, przekazanie do PKNMiJ celem ustanowienia Polskiej Normy. Prace nad normami przebiegały w systemie Badanie, Rozwój, Wdrożenie. W 1994 roku nastąpiła zmiana ustawy o normalizacji, w której przyjęto jako priorytet wdrażanie norm regionalnych i międzynarodowych do Polskich Norm jako norm identycznych lub ekwiwalentnych.<sup>37</sup>

Od tego czasu CNBOP uczestniczy w tym procesie, gdyż od 27 października 1994 r. w CNBOP działa sekretariat Komitetu Technicznego (KT) nr 244 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (PKN) ds. Sprzętu, Środków i Urządzeń Ratowniczo-Gaśniczych, który obejmuje zakres tematyczny: podręcznego sprzętu gaśniczego, środków gaśniczych, sprzętu straży pożarnej, stałych urządzeń gaśniczych. Zakres prowadzonej współpracy międzynarodowej i regionalnej obejmuje następujące komitety techniczne: ISO/TC 21 Equipment for fire protection and fire fighting (Wypożyczenie dla ochrony przeciwpożarowej i zwalczania pożaru), CEN/TC 70 Manual means of fire fighting equipment (Podręczny sprzęt gaśniczy), CEN/TC 191 Fixed fire-fighting systems (Stałe urządzenia gaśnicze), CEN/TC 192 Fire service equipment (Sprzęt straży pożarnej).

Ponadto pracownicy CNBOP-PIB uczestniczą również w pracach innych pięciu komitetów technicznych PKN: KT nr 21 ds. Środków Ochrony Indywidualnej Pracowników, KT nr 27 ds. Pokryć Podłogowych i Palności Wyrobów Włókienniczych, KT nr 180 ds. Bezpieczeństwa Pożarowego Obiektów, KT nr 264 ds. Systemów Sygnalizacji Pożarowej, KT nr 306 ds. Bezpieczeństwa Powszechnego i Ochrony Ludności.

W każdym Komitecie Technicznym spośród reprezentantów wyznaczono jedną osobę reprezentującą stanowisko CNBOP-PIB, która uczestniczy w pracach i posiedzeniach KT, podkomitetów i grup roboczych, opiniuje projekty Polskich Norm, Norm Europejskich i Międzynarodowych, uczestniczy w głosowaniu uchwał KT oraz w pracach komitetów technicznych europejskich i międzynarodowych organizacji normalizacyjnych.

### **Działalność naukowo-badawcza**

Podczas organizacji i zarządzania badaniami w Centrum do podstawowych problemów zalicza się rozległy obszar merytoryczny obejmujący ochronę przeciwpożarową i ochronę ludności, interdyscyplinarny charakter badań oraz ograniczone zasoby kadrowe Instytutu. Należy podkreślić, że wszystkie projekty badawcze są planowane i podejmowane z zachowaniem następujących zasad: uży-

teczności praktycznej wyników badań, wdrożeniowego charakteru badań oraz wysokiej jakości i adekwatności technologicznej przyjętych rozwiązań. Z wymienionych powodów budowane są konsorcja naukowe tworzone z osób reprezentujących czołowe uczelnie i instytuty oraz osób uznanych jako autorytety w obszarze praktyki. Poniżej prezentowane są główne kierunki badań.

### **Główne kierunki prac badawczych**

Badania technicznego wyposażenia jednostek ochrony przeciwpożarowej w zakresie: zwiększenia bezpieczeństwa pracy ratowników, zwiększenia trwałości i niezawodności sprzętu ratowniczego, poprawy parametrów pracy narzędzi, m. in. poprzez stosowanie nowych materiałów konstrukcyjnych i technologii, poprawy ergonomii obsługi.

Badania środków ochrony indywidualnej strażaka w zakresie: zwiększenia bezpieczeństwa pracy ratowników, zwiększenia komfortu pracy strażaka, wydłużenia czasu pracy strażaka w strefie bezpośredniego zagrożenia.

Badania stałych urządzeń gaśniczych w zakresie: zabezpieczenia obiektów budowlanych, standardów projektowania, budowy i eksploatacji, minimalizacji skutków pożarów, poprawy funkcjonalności i niezawodności urządzeń gaśniczych, opracowywanie nowych metod badawczych.

Bezpieczeństwo ludzi oraz zabezpieczenie przeciwpożarowe obiektów w zakresie: zwiększenia bezpieczeństwa osób i minimalizacji strat związanych z niekorzystnym oddziaływaniem pożaru, badania środków gaśniczych oraz opracowywanie nowatorskich rozwiązań podnoszących skuteczność prowadzonych działań gaśniczych, badania podręcznego sprzętu gaśniczego pod względem jego skuteczności gaśniczej dla różnych grup pożarów, badania właściwości pożarowych materiałów budowlanych określające wpływ stosowanych materiałów na bezpieczeństwo ludzi w przypadku wystąpienia pożaru.

Badania środków gaśniczych oraz opracowywanie nowatorskich rozwiązań podnoszących skuteczność prowadzonych działań gaśniczych w zakresie: opracowywania nowatorskich rozwiązań i ich wdrażania do stosowania, stosowania środków gaśniczych, właściwości środków gaśniczych, prowadzenia działań gaśniczych i ich skuteczności.

Badania podręcznego sprzętu gaśniczego pod względem jego skuteczności gaśniczej dla różnych grup pożarów w zakresie: badanie wpływu stosowania podręcznego sprzętu gaśniczego na osiągnięcie wymaganego poziomu bezpieczeństwa pożarowego i ugaszenie pożaru w jego wczesnej fazie rozwoju, badanie skuteczności, bezpieczeństwa, gaszenia różnych grup, na przykład cieczy, ciał stałych, gazów czy olejów jadalnych.

Badania właściwości pożarowych materiałów budowlanych określające wpływ stosowanych materiałów na bezpieczeństwo ludzi w przypadku wystąpienia pożaru w zakresie: zagrożeń stwarzanych przez nowe rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne, określenia wpływu stoso-

<sup>37</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 64-65

wanych materiałów na bezpieczeństwo ludzi w przypadku wystąpienia pożaru.

Badania procesów spalania i wybuchowości oraz ustalanie przyczyn pożarów w zakresie: badania właściwości pożarowych materiałów budowlanych i parametrów wybuchowości wybranych substancji palnych, analizy termodynamiczne procesów spalania i wybuchowości oraz oceny numeryczne zjawiska rozprzestrzeniania się pożaru w pomieszczeniach i obiektach, indywidualne prace eksperymentalne (w tym projekty rozwojowe i celowe) dotyczące procesów spalania i wybuchowości na potrzeby klientów, ekspertyzy i opinie w zakresie zagrożenia wybuchem (np. ATEX), oceny i ekspertyzy dotyczące zagrożenia pożarem w budynkach i obiektach oraz określanie zaleceń w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa pożarowego, ekspertyzy w zakresie ustalania przyczyny pożaru i/lub wybuchu.

Poprawa bezpieczeństwa w zakładach przemysłowych w zakresie: weryfikacji i opracowywania dedykowanej dokumentacji dotyczącej przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym (SEVESO), oceny ryzyka dla obiektów przemysłowych z wykorzystaniem odpowiednich programów kalkulacyjnych, w tym ALOHA i RIZEX.

Ochrona i bezpieczeństwo pożarowe - wykrywanie i alarmowanie - systemy sygnalizacji pożaru i automatyka pożarnicza w zakresie: poprawy bezpieczeństwa pożarowego poprzez minimalizowanie skutków i/lub prawdopodobieństwa wystąpienia, zwiększenia poziomu bezpieczeństwa ratowników i osób ratowanych, zwiększenia bezpieczeństwa obiektów użytkowych.

Działania ratowniczo-gaśnicze w zakresie: zwiększenia efektywności i jakości działań ratowniczych, podnoszenia poziomu bezpieczeństwa osób ratowanych i ratowników podczas działań ratowniczych, podnoszenia stanu i efektywności szkolenia strażaków.

Zarządzanie kryzysowe i ochrona ludności w zakresie: planów i planowania, komunikacji kryzysowej i komunikacji ryzyka, zarządzania ryzykiem, ostrzegania i alarmowania ludności, edukacji i szkolenia, nowoczesnych narzędzi wspomagających zarządzanie/działanie w czterech fazach: przygotowania, planowania, reagowania i odbudowy.

### Upowszechnianie wiedzy

Centrum powstało na terenie ośrodka szkoleniowego straży pożarnych i ten nurt działalności nieprzerwanie jest kontynuowany do dnia dzisiejszego. W celu zapewnienia kompleksowej usługi szkoleniowej w kolejnych latach działania Instytutu zostały zbudowane sale wykładowe, stołówka, kuchnia oraz zaplecze hotelowe<sup>38</sup>. Poniżej przedstawiono najważniejsze formy upowszechniania wiedzy.

### Wystawy

Od 1975<sup>39</sup> r. Instytut systematycznie uczestniczy w krajowych i zagranicznych wystawach, na których pre-

zentowane są osiągnięcia pracowników takie jak: publikacje, patenty, stanowiska badawcze, prototypy urządzeń. Do 2012 roku CNBOP-PIB uzyskało za swoje osiągnięcia przeszło 30 prestiżowych wyróżnień w kraju i za granicą.

### Konferencje i sympozja

W 1978 r. OBROP zainicjował organizację konferencji naukowych dotyczących: wybuchowości pyłów przemysłowych<sup>40</sup>, ochrony przeciwpożarowej, prewencji pożarowej w przemyśle drzewnym<sup>41</sup>, środków ognioochronnych, ratownictwa technicznego<sup>42</sup>, a także dla kierowników i kustoszy muzeów i izb tradycji<sup>43</sup>.

Z kolei w 1987 roku CNBOP zainicjowało cykl sympozjów i konferencji naukowo-technicznych, które miały służyć głównie wymianie wiedzy i współpracy z terenowymi jednostkami straży pożarnych i z innymi jednostkami naukowymi. W wyniku tej strategii organizowano wspólne przedsięwzięcia m. in. ze Szkołą Główną Służby Pożarniczej, Politechnikami Warszawską, Krakowską, Wrocławską, Szczecińską i komendami wojewódzkimi, rejonowymi i szkołami pożarniczymi.<sup>44</sup>

### Seminaria

W 1989 roku CNBOP wprowadziło usystematyzowaną formę wymiany wiedzy w obszarze ochrony przeciwpożarowej. Realizowane było pod wspólną nazwą Seminariów CNBOP. Warto dodać, że od 1992 roku udział w seminariach był obowiązkowy dla pracowników. Podczas seminariów prezentowano aktualną wiedzę techniczną z zakresu ochrony przeciwpożarowej, prezentowano wyniki badań naukowych oraz omawiano przypadki studyjne pożarów.<sup>45</sup> Do ważniejszych przykładów tej działalności należą akcja ratowniczo-gaśnicza w Teatrze Polskim we Wrocławiu, działania ratowniczo-gaśnicze w lasach, działania ratowniczo-gaśnicze w budynkach wysokich – ewakuacje interwencyjne.<sup>46</sup>

### Studia

Pod koniec lat osiemdziesiątych Instytut zaangażował się w zorganizowanie i przeprowadzenie studiów podyplomowych obejmujących technikę i profilaktykę pożarniczą oraz ratownictwo techniczne<sup>47</sup>. Obecnie CNBOP-PIB współpracuje z uczelniami wyższymi w zakresie prowadzenia zajęć (wykładów, ćwiczeń i laboratoriów) dla studentów I i II stopnia. Dzięki temu kadra CNBOP-PIB doskonali swoje kompetencje w zakresie wystąpień publicznych i dydaktyki zaś studenci uzyskują aktualną

<sup>38</sup> Biuletyn XX lat CNBOP... s. 21-22

<sup>39</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 17-19

<sup>40</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 21-22

<sup>41</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 27

<sup>42</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 27

<sup>43</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 27

<sup>44</sup> Biuletyn XX lat CNBOP... s. 18-19

<sup>45</sup> Biuletyn XX lat CNBOP... s. 18-19

<sup>46</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 35

<sup>47</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 27 - 28



i fachową wiedzę techniczną powiększając tym samym swoją pozycję konkurencyjną na krajowym rynku pracy.

## Kursy

Warto zaznaczyć, że Instytut od 1987 r. rozpoczął organizowanie kursów tematycznych dla komendantów rejonowych, które w kolejnych latach były przeznaczone również dla projektantów, instalatorów i konserwatorów urządzeń przeciwpożarowych. Z kolei po rozszerzeniu zakresu działania instytutu o ochronę ludności kursy były również dedykowane dla osób zajmujących się problematyką ochrony ludności, zarządzania kryzysowego, zarządzania ryzykiem, obrony cywilnej.

W 2008 roku formuła szkoleń została całkowicie zmieniona ze względu na konieczność dostosowania zarówno treści szkoleniowych jak i formy zajęć do realizacji misji publicznej oraz potrzeb rynku. Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej rozpoczęło cykl szkoleń w ramach „konsorcjum naukowo-przemysłowego”. Jest to nowa formuła szkoleniowa oferowana przez Centrum pod patronatem Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej. Celem szkoleń jest przekazywanie wiedzy, wymiana doświadczeń, propagowanie nowych kierunków, rozwiązań technicznych i technologii, definiowanie potrzeb i oczekiwań w zakresie ochrony przeciwpożarowej. Nowa formuła szkoleniowa polega na połączeniu teorii z szeroko rozumianą dobrą praktyką. Innowacyjne podejście przy organizacji przedmiotowego cyklu szkoleń polega na indywidualnym podejściu do zasad projektowania, instalowania i konserwacji konkretnych technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych. Uczestnicy szkoleń po zdanym egzaminie otrzymują certyfikat kwalifikacji.

W ciągu ostatnich lat liczba uczestników szkoleń, kursów, seminariów i konferencji przekracza 2000 osób rocznie i wykazuje stabilną tendencję wzrostową. Jest to potwierdzeniem dla instytutu trafności w doborze zarówno tematyki, jak i wykładowców zapewniających jakość, aktualność i adekwatność do zapotrzebowania rynku i oczekiwań uczestników szkoleń.

## E-learning

Istotnym uzupełnieniem wyżej opisanych materiałów szkoleniowych jest e-edukacja przygotowana z myślą o możliwości szkolenia się w miejscach zamieszkania. W 2009 roku w ramach realizacji projektu „Wioska internetowa”, z inicjatywy Związku Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej we współpracy z Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwożarowej oraz firmą Optoland powstał program szkoleniowy pod nazwą „Zwiększenie odporności lokalnych społeczności na sytuacje kryzysowe” obejmujący dwa bloki:

1. Blok A: Ochrona ludności– zestaw szkoleń z zakresu ochrony ludności, adresowany głównie do lokalnych społeczności.

2. Blok B: Ratownictwo OSP– zestaw szkoleń pozwalających ratownikom ochotnikom poznać wiadomości przewidziane obowiązującymi programami nauczania oraz przygotowanie się do ćwiczeń praktycznych ze sprzętem. Blok ten obejmuje treści szkoleniowe zgodne z wcześniej omówionym programem szkolenia.

Warto dodać, że materiały szkoleniowe są umieszczone na platformie e-learningowej, a dostęp do nich jest bezpłatny.

Wymienione moduły znalazły międzynarodowe uznanie za granicą podczas 110 Międzynarodowych Targów Wynalazczości Concours – Lépine 2011 w Paryżu, podczas których jury odznaczyło ww. moduły brązowym medalem<sup>48</sup>. Z kolei w kraju moduły otrzymały nominację do Godła Teraz Polska,<sup>49</sup> a także na VIII Międzynarodowej Wystawie Ratownictwo i Technika Przeciwożarowa EDURA 2011 „Nagrodę EDURA 2011” w kategorii „Środki ochrony ludności i zabezpieczenia mienia”<sup>50</sup>.

Poniżej (rys. 2) przedstawiono platformę z opisanymi modułami e-learningowymi, na platformie są również umieszczone inne kursy użyteczne w życiu codziennym



Ryc. 2. Strona logowania się do materiałów e-learningowych przeznaczonych do szkolenia OSP.

## Wydawnictwa

Publikacje od początku istnienia Instytutu, były ważną formą aktywności, umożliwiającą upowszechnianie wiedzy technicznej i naukowej oraz wspierania rozwoju zawodowego i naukowego pracowników instytutu. Obecnie wszystkie publikacje objęte są recenzowaniem, zwykle przez dwóch niezależnych recenzentów. Niektóre z publikacji recenzowane są przez trzech recenzentów pod

<sup>48</sup> <http://www.cnbp.pl/dzialy/ts/odznaczenia>, data: lipiec 2011.

<sup>49</sup> [http://www.cnbp.pl/dzialy/ds/wazne\\_wyd/godlo\\_terazpolska\\_nominacja](http://www.cnbp.pl/dzialy/ds/wazne_wyd/godlo_terazpolska_nominacja), data: lipiec 2011.

<sup>50</sup> [http://www.cnbp.pl/dzialy/ds/wazne\\_wyd/nagroda\\_edura\\_2011](http://www.cnbp.pl/dzialy/ds/wazne_wyd/nagroda_edura_2011), data: lipiec 2011.



względem dydaktycznym, naukowym oraz w kontekście praktycznej wiedzy organizacyjno-technicznej.

Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” W 1984 r. przeniesiono redakcję Biuletynu Informacji Technicznej Komendy Głównej Straży Pożarnych wraz z poligrafią, a w 1985 r. CNBOP przejęło wydawania Biuletynu Informacji Technicznej<sup>51</sup>. Od 1986 roku Biuletynu Informacji Technicznej - Nauka i Technika Pożarnicza zaczął się ukazywać jako wydawnictwo CNBOP<sup>52</sup>. W latach 1986 i 1987 zmieniono nazwę, układ i zakres tematyczny wydawnictwa na BiT Nauka i Technika Pożarnicza. Ukazywały się w nim artykuły naukowe z obszaru ochrony przeciwpożarowej obejmujące zagadnienia operacyjne, prewencyjne, organizacyjne i techniczne. W 1988 roku wydawnictwo zostało przeniesione do SGSP, gdzie w kolejnych latach zaniechano wydawania periodyku.<sup>53</sup>

W 1990 roku instytut zainicjował wydawanie „Opracowań (Reports) CNBOP”, które zawierały materiały związane z teorią, nauką i techniką z obszaru badań pożarów, chemii procesów spalania, środków gaśniczych, środków ognioochronnych, konstrukcji urządzeń i sprzętu pożarniczego, konstrukcji i badań pojazdów, normalizacji i nazewnictwa w ochronie przeciwpożarowej. Publikacja zawierała opracowania konstrukcyjne, metodologiczne, pomiarowe, aparaturowe, badania stanowiskowe, prace normalizacyjne, prace z dziedziny informatyki i komputerowych technik obliczeniowych. W latach 1990 – 1992 ukazało się 11 Opracowań (Reports) CNBOP<sup>54</sup>

W 2005 roku w CNBOP wznowiono wydawanie kwartalnika pod nową nazwą Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, który nawiązywał do tradycji Biuletynu Informacji Technicznej - Nauka i Technika Pożarnicza<sup>55</sup> oraz Opracowań (Reports)<sup>56</sup> CNBOP.

Kwartalnik adresowany jest do kadry Państwowej Straży Pożarnej, ośrodków i instytutów naukowych i badawczych, ośrodków akademickich oraz specjalistów pracujących na rzecz ochrony przeciwpożarowej i bezpieczeństwa powszechnego. Wydawnictwo prezentuje podstawowe kierunki prac naukowo-badawczych i badawczo-wdrożeniowych prowadzonych w Centrum. Przybliża zasady certyfikacji i systemy ocen zgodności oraz prezentuje nowe kierunki rozwojowe w zakresie technik ratowniczych i szeroko rozumianej profilaktyki. Artykuły pracowników Centrum publikowane w kwartalniku są prezentacją wyników prac naukowo-badawczych i badawczo-wdrożeniowych.

W kwartalniku publikują swoje artykuły również autorzy spoza Centrum – z kraju i z zagranicy.

Artykuły zamieszczane są także na naszej stronie internetowej w zakładce Czytelnia. [www.cnbop.pl/](http://www.cnbop.pl/) zakładka Czytelnia – w ogólnodostępnej zakładce Czytelnia można zapoznać się ze streszczeniami i pełnymi tekstami artykułów.

Skład Komitetu Redakcyjnego oraz nadzorowane działy tematyczne przedstawiają się następująco:

1. mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski - Redaktor Naczelny,
2. dr inż. Eugeniusz W. Roguski - Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego oraz Redaktor Działu: Organizacja i Zarządzanie Strategiczne
3. dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw. - Redaktor Działu: Badania i Rozwój
4. nadbryg. Janusz Skulich - Redaktor Działu: Studium Przypadku - Analiza Akcji
5. nadbryg. w st. spocz. Maciej Schroeder - Redaktor Działu: Z praktyki dla Praktyki
6. dr inż. Stefan Wilczkowski - Redaktor Działu: Technika i Technologia
7. dr Tomasz Węsierski - Redaktor Statystyczny
8. mł. bryg. mgr inż. Jacek Zboina - Redaktor Działu: Certyfikaty, Aprobaty i Rekomendacje
9. bryg. mgr inż. Krzysztof Biskup - Redaktor Działu: Rozdział Autorski - Współpraca Zagraniczna
10. mgr Joanna Cybulska - Sekretarz Redakcji oraz Redaktor Działu: Nauki Humanistyczne i Społeczne na Rzecz Bezpieczeństwa.

Obecnie trwa proces tworzenia Rady Naukowej Kwartalnika złożonej z krajowych i zagranicznych uznanych przedstawicieli nauki z obszaru bezpieczeństwa powszechnego.

1. dr hab. inż. Ewa Rudnik, prof. nadzw., Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej - Państwowy Instytut Badawczy;
2. prof. dr inż. Rainer Koch, Uniwersytet w Paderborn (Niemcy) oraz Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund (Niemcy);
3. dr inż. Hauke Speth, Institute for Fire and Rescue Technology in Dortmund (Niemcy).

Warto podkreślić, że wydawnictwo zostało docenione przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, który zakwalifikował je jako wydawnictwo naukowe i przyznał 6 punktów w klasyfikacji krajowych wydawnictw naukowych. Oznacza to, że każdy artykuł opublikowany w kwartalniku może być zaliczony do dorobku naukowego niezbędnego do uzyskania stopnia doktora, doktora habilitowanego i profesora. Należy dodać, że w 2011 wydawnictwo zostało poddane pozytywnej ocenie i zostało zakwalifikowane przez EBSCO Publishing do zasobów tekstów naukowych. Zasoby te są uznanym źródłem informacji naukowej na świecie.

<sup>51</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 24

<sup>52</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 26-27

<sup>53</sup> Biuletyn XX lat CNBOP... s. 19-20

<sup>54</sup> Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 29 - 30

<sup>55</sup> BiT Nauka i Technika Pożarnicza było kontynuacją wydawnictwa pt. Biuletyn Informacji Technicznej Komendy Głównej Straży Pożarnych. BiT Nauka i Technika Pożarnicza Nauka ukazywał się w CNBOP w latach 1985 – 1988. Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 24, 26-27 i Biuletyn XX lat CNBOP... s. 19-20

<sup>56</sup> W latach 1990 – 1992 ukazało się 11 Opracowań (Reports) CNBOP. Biuletyn XXV lat CNBOP... s. 29 - 30

## Podręczniki do szkoleń

W celu wystandaryzowania treści szkoleniowych w 2009 roku na zlecenie Komendanta Głównego PSP CNBOP opracowało zestawy materiałów szkoleniowych dla wykładowców i osób szkolonych obejmujących: osiem podręczników<sup>57</sup>, konspekty do zajęć, zestawy pytań wraz z odpowiedziami oraz multimedialne prezentacje<sup>58</sup>.

Podręczniki wydawane są również do organizowanych i prowadzonych przez Centrum szkoleń i kursów, dostępne są wówczas wyłącznie dla uczestników szkoleń. Podczas ich przygotowywania zwracana jest szczególna uwaga na aktualność, jakość treści oraz adekwatność do oczekiwań i potrzeb osób szkolonych. Podręczniki każdorazowo podlegają recenzowaniu

## Standardy CNBOP-PIB

Z kolei na potrzeby szkoleń realizowanych przez ZG ZOSP RP i na zlecenie Zarządu Wykonawczego ZOSP RP w 2010 roku powstał cykl publikacji pod wspólną nazwą: „Wymagania techniczno – użytkowe dla wyrobów wprowadzanych na wyposażenie ochotniczych straży pożarnych” (rys. 2) tomy I-III. Publikacja obejmuje standardy wymagań techniczno-użytkowych wybranych wyrobów wprowadzanych na wyposażenie OSP, kluczowe wymagania dla technicznego opisu tych wyrobów oraz procedury odbioru tych wyrobów.<sup>59</sup>

Kontynuacją tej serii publikacji stały się również przeznaczone dla osób zajmujących się ochroną przeciwpożarową (strażacy PSP i OSP, rzeczoznawcy, projektanci, instalatorzy, konserwatorzy, producenci i dystrybutorzy) Standardy CNBOP dostępne nieodpłatnie na stronie instytutu<sup>60</sup>. Obecnie Centrum wydało 15 standardów, spośród nich 12 jest objętych nadzorowaniem pod względem aktualności treści.

## Ocena Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego

30 września 2010 r. CNBOP-PIB odzyskało II kategorię w ocenie parametrycznej za lata 2005-2009 uzyskując końcowy wskaźnik efektywności naukowej jednostki naukowej E na poziomie 100,42. Poprzednia ocena parametryczna za lata 2001-2004 obniżyła kategorię naukową CNBOP z II do kategorii IV.

Zgodnie z Komunikatem nr 19 Ministra Nauki i Szkolnictwa wyższego z dnia 30 września 2010 r. o ustalonych kategoriach jednostek naukowych, na podstawie § 5 ust. 3 rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego

z dnia 17 października 2007 r. w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na działalność statutową (Dz. U. z 2007 r. Nr 205, poz. 1489, z 2009 r. Nr 126, poz. 1044 oraz 2010 r. Nr 93, poz. 599) ustalona została II kategoria (obecnie Kategoria B) w wyniku oceny parametrycznej, o której mowa w art. 2 pkt 18 ustawy z dn. 8 października 2004 r. o zasadach finansowania nauki (Dz. U. z 2008 r. Nr 169, poz. 1049) dotyczącej działalności Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. J. Tuliszkowskiego - Państwowego Instytutu Badawczego w latach 2005-2009.

## Dokąd zmierzamy – rok 2017

Historia i szacunek dla znakomitych poprzedników są bardzo ważne, gdyż określają naszą tożsamość, czyli to, kim dzisiaj jesteśmy i co jest dla nas wartością.

Należy jednak zaznaczyć, że kluczowe znaczenie ma dynamicznie zmieniająca się terażniejszość i przyszłość dodatkowo niosąca ze sobą nowe wyzwania i zagrożenia. Przyszłość Centrum jest uzależniona jest uzależniona od wielu czynników zależnych lub niezależnych od nas. Zgodnie z zasadą ojca Bocheńskiego „Podręcznik mądrości tego świata” powinniśmy zajmować się sprawami, które od nas zależą, a nie tymi, które od nas nie zależą, dlatego myśląc o przyszłości należy koncentrować się na trafności sformułowania strategicznych celów i ich osiągnięcia. W moim przekonaniu przyszły dobrobyt Instytutu jest uzależniony od osiągnięcia trzech grup celów, do których zaliczam:

1. Cele warunkujące istnienie Instytutu:
  - 1.1. Pozyskiwanie nowych źródeł finansowania i wzmacnianie istniejących;
  - 1.2. Zorganizowane, efektywne pozyskiwanie projektów krajowych i zagranicznych;
  - 1.3. Powrót strażaków do CNBOP-PIB – obecnie jest 19 strażaków oddelegowanych z KG PSP;
  - 1.4. Jeszcze silniejsze związanie naukowo-badawcze i eksperckie z PSP i OSP oraz jeszcze silniejsze związanie naukowo-badawcze i eksperckie z ochroną przeciwpożarową, ochroną ludności i zarządzaniem kryzysowym;
  - 1.5. Zrównoważony rozwój kadry i instytutu;
2. Cele wzmacniające pozycję naukową, techniczną i ekspercką w kraju:
  - 2.1. Uzyskanie rady z uprawnieniami do nadawania stopnia doktora, a docelowo doktora habilitowanego;
  - 2.2. Zainicjowanie i prowadzenie studiów doktorskich;
  - 2.3. Wzmocnienie linii wydawniczych: monografii, standardów i podręczników CNBOP-PIB;
  - 2.4. Podniesienie rangi naukowej kwartalnika i dostosowanie do międzynarodowych standardów oraz wprowadzenie na ogólnoswiatową prestiżową listę wydawnictw naukowych – listę filadelfijską (ISI Master Journal List);

<sup>57</sup> [http://www.cnbop.pl/dzialy/ts/publikacje/ksiazki\\_osp](http://www.cnbop.pl/dzialy/ts/publikacje/ksiazki_osp), data: lipiec 2011.

<sup>58</sup> Z. Sural: System szkolenia strażaków OSP, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, kwartalnik CNBOP nr 03/2007, Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej, <http://czytelnia.cnbop.pl>

<sup>59</sup> [http://www.cnbop.pl/dzialy/ts/publikacje/ksiazki\\_osp](http://www.cnbop.pl/dzialy/ts/publikacje/ksiazki_osp), data: lipiec 2011.

<sup>60</sup> [http://www.cnbop.pl/dzialy/dc/stand\\_cnbop](http://www.cnbop.pl/dzialy/dc/stand_cnbop), data: lipiec 2011.

3. Cele warunkujące dalszy rozwój:

- 3.1. Wzmacnianie kadry merytorycznej oraz wykreowanie własnej silnej kadry naukowej doktorów i doktorów habilitowanych;
- 3.2. Pełna informatyzacja CNBOP-PIB usprawniająca bieżącą pracę oraz zarządzanie operacyjne i strategiczne;
- 3.3. Kontynuacja (zdynamizowanie) rewitalizacji i rozbudowy CNBOP-PIB;
- 3.4. Wzmocnienie pozycji CNBOP-PIB w zakresie szkoleń, kursów, konferencji i studiów podyplomowych oraz wymiany aktualnej wiedzy praktycznej i naukowej;
- 3.5. Akredytacja elitarnych szkoleń i kursów;
- 3.6. Wdrożenie w całym Instytucie systemu zarządzania jakością.

Klarowna wizja przyszłości i rozwoju Centrum oraz jej skuteczna realizacja to wkład mój, moich zastępców oraz wszystkich pracowników Instytutu w kontynuację dzieła naszych znakomitych poprzedników.

## Literatura

1. Monografia XXX lat CNBOP. Krajowi i pożarnictwu, Opracowanie zbiorowe. Wydawca DANMAR na zlecenie Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego;
2. Biuletyn XXV lat CNBOP. Krajowi i pożarnictwu. Wydawca Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego, Firer, WEMA, Józefów 1997;
3. Wilczkowski S., Roguski E.[red.], Biuletyn XX lat CNBOP. Krajowi i pożarnictwu, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego, Józefów 1992;
4. Opracowanie zbiorowe pod kierunkiem W. Leśniakiewicza: Dopuszczenia wyrobów stosowanych w ochronie przeciwożarowej, Wydawnictwo CNBOP, Józefów 2010;
5. Statut Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego. Statut zatwierdzony przez Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji dnia 07.06.2011 roku;
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie statusu państwowego instytutu badawczego. Dz.U. 2010 nr 181 poz. 1219;
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 września 2010 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie statusu państwowego instytutu badawczego. (Dz.U.2010.181.1219);
8. Decyzja Nr 234 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 grudnia 2002 r. w sprawie prze-

kształcenia Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w jednostkę badawczo-rozwojową. (Dz.UrżMSWiA.2002.12.47);

9. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 marca 2002 r. w sprawie reorganizacji Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego. (Dz. U.2002.34.323 z późn. zm.);
10. Zarządzenie nr 4 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 23 stycznia 1997 roku w sprawie zmiany zarządzenia w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębince oraz nadania statutu Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej imienia Józefa Tuliszkowskiego (Dz. UrzMSWiA.1997.2.22);
11. Zarządzenie nr 9/84 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 28 stycznia 1984 roku zmieniające zarządzenie w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębince (DZiR z 1984 roku nr 1-2 poz. 3)
12. Zarządzenie nr 81/72 Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 14 sierpnia 1972 roku w sprawie utworzenia Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej w Józefowie-Dębince (DzU MSW nr 7, poz. 24);
13. Uchwała Rady Ministrów nr 191/70 z dnia 24 listopada 1970 r. w sprawie tworzenia i zasad działania ośrodków badawczo-rozwojowych. Monitor Polski nr 43 pozycja 340 z 1970 roku z późn. zm;
14. Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej – Państwowy Instytut Badawczy im. Józefa Tuliszkowskiego <http://pl.wikipedia.org/wiki/CNBOP-PIB>;
15. Serwis prawniczy LexPolonica - polskie prawo, akty prawne, rozporządzenia, orzeczenia sądów, <http://lexpolonica.lexisnexis.pl/>;
16. <http://www.cnbop.pl/>.

## ml. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski

w 1994 r. ukończył studia w Szkole Głównej Służby Pożarniczej . W 2001 r. obronił pracę doktorską o specjalności bezpieczeństwo państwa. Służbę rozpoczął w pionie liniowym SGSP. Stanowiska kierownicze zajmował od 2002 r. Najpierw w Centrum Edukacji Bezpieczeństwa Powszechnego, a następnie pełnił funkcję zastępcy dyrektora CNBOP ds. naukowo-badawczych. W maju 2009 r. został powołany na stanowisko dyrektora CNBOP.

Na podstawie opinii:  
**dr. inż. Stefana Wilczkowskiego**



bryg. mgr inż. **Dariusz CZERWIENKO**  
dr inż. **Jacek ROGUSKI**  
mgr inż. **Łukasz PASTUSZKA**  
st. kpt. mgr inż. **Paweł ZBROŻEK**  
**Andrzej POŁEĆ**  
st. bryg. mgr inż. **Robert CZARNECKI**  
**Maciej GLOGER**  
**Krzysztof BOCIAN**  
**Sylwester GŁÓWKA**  
mgr inż. **Wojciech GRZELAK**  
mgr inż. **Leszek JURECKI**  
mgr inż. **Łukasz ROWICKI**  
mgr inż. **Ireneusz POGORZELSKI**  
mgr inż. **Karolina LEMAŃSKA**  
**Bartłomiej POŁEĆ**  
inż. **Iza BELLA**  
mgr inż. **Katarzyna OLSZEWSKA**

Zespół Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej  
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowozarowych  
CNBOP-PIB

## SPRZĘT I WYPOSAŻENIE SŁUŻB RATOWNICZYCH

### Equipment and personal protection for Rescue Services

#### Rys historyczny Zespołu Laboratoriów BS

Poprzednikiem dzisiejszego Zespołu Laboratoriów BS był Zakład Techniki Pożarnej funkcjonujący od chwili powstania OBROP. W wyniku rozszerzania zakresu działalności i tworzenia nowych pracowni Zakład Techniki Pożarnej zmienił nazwę na Zakład Sprzętu Straży Pożarnej a następnie, po kolejnej reorganizacji w roku 1996 utworzono Zakład Wyposażenia Technicznego Straży Pożarnej składający się z dwóch laboratoriów:

- Laboratorium Pojazdów i Wyposażenia zajmującego się głównie pojazdami pożarniczymi, sprzętem ratowniczym oraz wyposażeniem indywidualnym i ochronnym strażaków;

- Laboratorium Pomp i Armatury Wodno-Pianowej zajmującego się głównie układami wodno-pianowymi samochodów pożarniczych, autopompami i motopompami pożarniczymi, hydrantami zewnętrznymi i armaturą pożarniczą.

W roku 2006 w struktury Zespołu Laboratoriów BS został włączony Zakład Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowozarowych BT.



**Fot. 1.** Pomiary parametrów strumienia rozproszonego ze zraszacza  
(Fotografia – Archiwum CNBOP-PIB)

Zakład Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowozarowych BT posiada również bogatą i długą historię. Zakład ten został utworzony w tym samym roku, w którym został powołany OBROP. Zakład BT zajmował się na począt-





**Fot. 2.** Pomiary parametrów strumienia rozproszonego z działka wodnego  
(Fotografia – P. Zbrożek)



**Fot. 3.** Wyznaczanie zasięgu rzutu strumienia działka wodno-pianowego  
(Fotografia – Archiwum CNBOP-PIB)



**Fot. 4 i 5.** Wyznaczanie parametrów piany z wytwornicy pianowej  
(Fotografia – P. Zbrożek)

ku swojej działalności automatyką pożarniczą oraz stałymi urządzeniami gaśniczymi i ich podzespołami. W roku 1992 z zakładu wydzielono obszar sygnalizacji alarmu pożaru i automatyki pożarniczej tworząc nowy, oddzielny zakład – obecnie Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej. Od tego momentu Zakład BT zajmował się głównie urządzeniami gaśniczymi przeznaczonymi do obiektów budowlanych oraz ich podzespołami jak np. stałymi urządzeniami gaśniczymi tryskaczowymi i gazowymi, hydrantami wewnętrznymi, urządzeniami gaśniczymi aerozolowymi i mgłowymi. Działalność ta jest dalej kontynuowana i rozwijana w strukturach Zespołu Laboratoriów BS.

### Obszary aktywności

Zespół Laboratoriów BS wykonuje badania kwalifikacyjne następujących wyrobów i grup wyrobów:

- pojazdów pożarniczych,
- sprzętu ratowniczego, ewakuacyjnego i ochrony osobistej strażaka,
- pomp pożarniczych i pożarowych,
- węzłów pożarniczych i elementów armatury pożarniczej,
- stałych urządzeń gaśniczych i ich podzespołów,

- hydrantów zewnętrznych,
- hydrantów wewnętrznych, w tym zaworów i prądownic hydrantowych.

Zespół Laboratoriów BS wykonuje badania kwalifikacyjne wyrobów na potrzeby certyfikacji oraz dopuszczeń jak również badania na potrzeby certyfikacji dobrowolnej i opinii technicznych. Badania kwalifikacyjne na potrzeby dopuszczeń prowadzone są głównie w odniesieniu do wyrobów wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz w odniesieniu do wyrobów wykorzystywanych przez te jednostki do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych. Badania kwalifikacyjne na potrzeby certyfikacji prowadzone są w odniesieniu do wyrobów budowlanych stosowanych do ochrony przeciwpożarowej tj. głównie stałych urządzeń gaśniczych i ich podzespołów. Badania na potrzeby certyfikacji dobrowolnej i opinii technicznych prowadzone są głównie w odniesieniu do wyrobów, których wprowadzanie na rynek nie jest uregulowane przepisami – np. nowe rodzaje urządzeń gaśniczych.

Oprócz badań kwalifikacyjnych pracownicy Zespołu Laboratoriów BS wykonują opinie techniczne i ekspertyzy na zlecenie sądów i innych podmiotów. Prace zlecone



do Zespołu Laboratoriów BS są objęte klauzulą poufności a wiele z nich, szczególnie w przypadku ekspertyz i opinii technicznych dotyczących kompleksowej oceny bezpieczeństwa określonych obiektów, objęte są klauzulą tajności. Stąd też w publikacji opisującej dokonania Zespołu Laboratoriów BS nie są ujęte realizowane tematy i nazwy podmiotów dla których prace te były realizowane.

Specjaliści z Zespołu Laboratoriów BS wykonują konsultacje, udzielają opinii technicznych oraz opracowują wytyczne i wymagania sprzętowe na rzecz jednostek PSP i OSP głównie w kontekście potrzeb logistycznych i szkoleniowych tych jednostek. Z ostatnio wykonanych prac można w tym miejscu wymienić m.in. „Wymagania techniczno-użytkowe dla wyrobów wprowadzanych na wyposażenie ochotniczych straży pożarnych” oraz opiniowanie projektu „Standardy wyposażenia samochodów GBA, GCBA, SD, SRt, SCRt, SH”.

Pracownicy Zespołu Laboratoriów BS uczestniczą w pracach normalizacyjnych komitetów Polskiego Komitetu Normalizacyjnego:

- KT 21 ds. Środków Ochrony Indywidualnej Pracowników,
- KT nr 244 ds. Sprzętu, środków i urządzeń ratowniczo-gaśniczych.

Pracownicy Zespołu Laboratoriów BS biorą również aktywny udział w pracach organów doradczych Jednostki Certyfikującej CNBOP tj. Komitetu Technicznego ds. Procesów Dotyczących Wyposażenia Technicznego Straży Pożarnych (KT-1) oraz Komitetu Technicznego ds. Procesów Dotyczących Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowozarowych (KT-2).

Zespół Laboratoriów BS organizował lub współorganizował szereg konferencji, szkoleń i warsztatów technicznych. W tym miejscu można wymienić następujące wydarzenia w CNBOP:

- symposium „Stale urządzenia gaśnicze - dziś i jutro” – 1995;
- I Konferencja Techniczna „Stale urządzenia gaśnicze wodne” – 2001.

W zakresie innej działalności mającej na celu popularyzowanie wiedzy pożarniczej można wymienić:

- opracowanie wielotomowego podręcznika dla OSP wraz z materiałami pomocniczymi (konspekty zajęć, prezentacje i zestawy pytań testowych) przy współudziale wybitnych specjalistów z zewnątrz, w ramach programu pt. „System szkolenia członków Ochotniczych Straży Pożarnych biorących bezpośredni udział w działaniach ratowniczych” CNBOP, czerwiec 2007
- przetłumaczenie i wydanie za zgodą National Fire Protection Association polskiej wersji amerykańskiej normy NFPA 13 Instalation of sprinklers systems - Edition 1999, a następnie rozprawienie do użytku służbowego w polskim środowisku pożarniczym.

- zorganizowanie, współudział w tłumaczeniach, wydaniach i dystrybucji innych norm dotyczących stałych urządzeń gaśniczych: EN 12845:2003, VdS 2092:1999-08, NFPA 20 - Edition 1996, NFPA 25 - Edition 2002.

Ponadto specjaliści z Zespołu Laboratoriów BS aktywnie uczestniczą we wszystkich znaczących wydarzeniach popularyzujących wiedzę pożarniczą i pożarnictwo w kraju – konferencjach, wystawach i targach. Często ukazują się ich publikacje w Kwartalniku CNBOP "Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza" oraz innych czasopismach branżowych – np. Przegląd Pożarniczy, W Akcji, Ochrona Mienia, itd. Specjaliści z Zespołu Laboratoriów BS prowadzą dość regularnie seminaria zewnętrzne w CNBOP-PIB jak również występują z wykładami i referatami na zaproszenie współpracujących z CNBOP-PIB instytucjami.

### Badania i system jakości w Zespole Laboratoriów BS

Zespół Laboratoriów BS posiada od roku 1996 akredytację PCA nr AB 059 na zgodność z PN-EN ISO/IEC 17025:2005. Akredytację tą, pierwotnie pod numerem L59/1/96, udzieloną przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji na zgodność z PN-EN 45001 i ISO/IEC Guide 25:1990, jako pierwsze laboratorium w instytucie, uzyskało Laboratorium Pomp i Armatury Wodno-Pianowej kierowane wówczas przez mł. kpt. mgr inż. Zbigniewa Surala. Cztery lata później tj. w roku 2000 akredytację PCBic uzyskało również Laboratorium Pojazdów i Wyposażenia oraz Zakład Laboratorium Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpowozarowych wraz z kilkoma innymi laboratoriami w CNBOP. Aktualnie zakresem akredytacji objętych jest w Zespole Laboratoriów BS 49 wyrobów.



Ryc. 1. Certyfikat akredytacji AB 059 i logo PCA do stosowania na sprawozdaniach z badań objętych akredytacją





**Fot. 6.** Stanowisko do pomiaru granicznego kąta przechyłu bocznego pojazdów pożarniczych  
(Fotografia – archiwum CNBOP-PIB)



**Fot. 7 i 8.** Stanowisko do pomiaru statycznych obciążeń na osie i strony pojazdów pożarniczych  
(Fotografie – archiwum CNBOP-PIB)



**Fot. 9.** Stanowisko do pomiarów intensywności zraszania tryskaczy i zraszaczy wg PN-EN 12259-1:2005  
(Fotografia – archiwum CNBOP-PIB)



**Fot. 10** Stanowisko do prób odporności cieplnej tryskaczy wg PN-EN 12259-1  
(Fotografia – S. Sowa)



**Fot. 11.** Stanowisko do badań wskaźnika czasu zadziałania tryskaczy [RTI] oraz współczynnika przewodności [C]  
(Fotografia – archiwum CNBOP-PIB)



**Fot. 12** Badania palności maski wg PN-EN 136  
(Fotografia – S. Sowa)



**Fot 13.** Badania przemakalności ubrań wg procedury  
badawczej CNBOP-PIB  
(Fotografia – S. Sowa)





Fot. 14. i 15. Badanie zdolności amortyzacji przez hełm wg PN-EN 443  
(Fotografia – S. Sowa)



Fot. 16. Badania termiczne hełmu  
wg PN-EN 443  
(Fotografia – S. Sowa)



Fot 17. Badania odporności obuwia na przemkanie  
(Fotografia – S. Sowa)



**Fot. 18.** Badanie odporności hydrantów  
na zginanie  
(Fotografia – S. Sowa)



**Fot. 19.** Badanie trwałości hydrantów  
oraz siły działające powyżej poziomu gruntu  
(Fotografia – S. Sowa)

Zespół Laboratoriów BS jest największą komórką badawczą CNBOP-PIB pod względem stanu zatrudnienia, liczby akredytowanych wyrobów oraz liczby stanowisk badawczych. Wśród kilkudziesięciu stanowisk badawczych wykorzystywanych w Zespole Laboratoriów BS, na szczególną uwagę ze względu na oryginalność i niepowtarzalność zasługują:

Kadra Zespołu Laboratoriów BS składa się z utytułowanych specjalistów w swoich dziedzinach, o kompetencjach uznawanych w kraju i za granicą. Są oni autorami wielu publikacji inżynierskich i naukowych, prowadzą też wykłady na uczelniach wyższych oraz w ramach szkoleń organizowanych w CNBOP-PIB. Pracownicy Zespołu Laboratoriów BS uczestniczą aktyw-



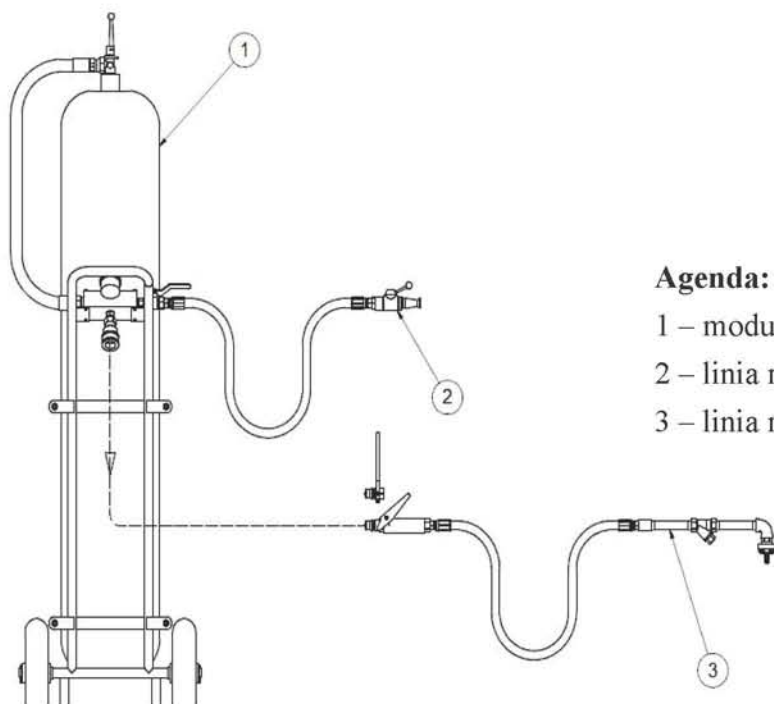
**Fot. 20.** Stanowisko do wyznaczania wytrzymałości adhezyjnej wężyz gumy i tworzyw sztucznych wg PN-EN 28033  
(Fotografia – S. Sowa)



nie w projektach badawczo-rozwojowych, wdrażając nowoczesne rozwiązania techniczne do przemysłu oraz rozwijając innowacyjność w ochronie przeciwpożarowej. Część projektów jest realizowana samodzielnie w ramach Zespołu Laboratoriów BS, część we współpracy z innymi komórkami merytorycznymi CNBOP-PIB, a jeszcze inne w konsorcjach z innymi instytucjami naukowo-badawczymi oraz podmiotami gospodarczymi z kraju i zagranicy.

Do ciekawszych projektów, w realizację których zaangażowani byli pracownicy Zespołu Laboratoriów BS, zaliczyć należy:

1. „Badania nad opracowaniem dwufunkcyjnego urządzenia gaśniczego mgłowego zapobiegającego wystąpieniu zjawiska rozgorzenia w obiektach zabytkowych i przyczyniającego się do podniesienia bezpieczeństwa” - projekt rozwojowy finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W wyniku jego realizacji powstało dwufunkcyjne urządzenie gaśnicze mgłowe – GAM. Rozwiązania techniczne zastosowane w tym wyrobie zostały zgłoszone w Urzędzie Patentowym RP. Istotą innowacyjności GAM jest możliwość jego jednoczesnego zastosowania w charakterze stałego urządzenia gaśniczego, a po rozłączeniu modułu mobilnego, również jako gaśnicy przewoźnej.



Ryc. 2 Budowa GAM

2. „Zintegrowany mobilny system wspomagający działania antyterrorystyczne i antykryzysowe” – PROTEUS projekt realizowany wspólnie z Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów (PIAP)

Projekt, aktualnie jeszcze realizowany, ma na celu budowę nowoczesnego systemu, który w przyszłości będzie mógł wspierać działania policji, straży pożarnej oraz pozostałych służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo naszego społeczeństwa. Działania służb mają wspomagać m.in. trzy wielofunkcyjne roboty, samolot bezzałogowy oraz mobilne centrum dowodzenia.

3. „Określenie granicznych warunków użytkowania śmigłowców w systemie operacji z wysokich budynków” – projekt realizowany wspólnie z Instytutem Lotnictwa.

Efektom projektu były zalecenia dla PSP i innych służb ratowniczych dotyczących użytkowania śmigłowców z wysokich budynków. Istotnymi wnioskami płynącymi z realizacji projektu były:

- konieczność stworzenia w ścisłych centrach dużych aglomeracji miejskich lądowisk ratowniczych w tym tzw. "wyniesionych" umożliwiających szybką ewakuację dużej liczby poszkodowanych (w atakach terrorystycznych, pożarach, katastrofach i innych zagrożeniach) przy użyciu śmigłowców wszystkich formacji lotniczych, które mogą utworzyć "ewakuacyjny most powietrzny".
- zmiany w przepisach, które umożliwiłyby przygotowania dachów budynków wysokościowych

#### Agenda:

- 1 – moduł zasilający mobilny;
- 2 – linia rozpraszająca do prądownicy;
- 3 – linia rozpraszająca do głowicy.

do prowadzenia ewakuacji z wykorzystaniem śmigłowców i specjalistycznych grup ratowniczych różnych służb i formacji, jak również lądowisk przyszpitalnych.





Fot. 21 i 22 Prezentacja robotów: mały i średni robot rozpoznawczo-interwencyjny  
(Fotografia – A. Gontarz)



(Fotografia – J. Prasula)

### Inne wybrane projekty warte odnotowanie z uwagi na ich praktyczne znaczenie:

- „Stosowanie nowoczesnych napędów w pojazdach (gaz ziemny, LPG napęd hybrydowy) oraz związane z tym niebezpieczeństwa dla użytkowników i prowadzących działania ratowniczo-gaśnicze”
- „Metody badawcze oraz urządzenia do badania pneumatycznych poduszek podnoszących przeznaczonych dla służb ratowniczych działających w systemie bezpieczeństwa powszechnego”
- „Opracowanie metod badań oraz stanowisk i aparatury do badania niezawodności hydrantów zewnętrznych i pomp pożarniczych oraz kontroli parametrów sieci hydrantowych”
- „Modułowy system testowania stabilności pojazdów specjalnych z wysoko umiejscowionym środkiem ciężkości”
- „Wpływ długotrwałego statycznego obciążenia rezerwuarów pojazdów ratowniczo-gaśniczych na ich trwałość”
- „Projekt wyposażenia ciężkich samochodów ratownictwa technicznego w przednie łapy podporowe wspomagające pracę wciągarki”
- „Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych w samochodach pożarniczych i wpływ na ich walory użytkowe i prowadzenie działań ratowniczo-gaśniczych”
- „Wymagania techniczne i standardy wyposażenia samochodów specjalnych dla PSP”

Projekty realizowane przy współudziale i w Zespole Laboratoriów BS mają głównie charakter rozwojowy, stanowiąc skuteczną i efektywną drogę transferu nauki i nowej wiedzy do zastosowań praktycznych. Niemniej efekty realizacji tych projektów mają zastosowanie nie tylko w bezpośredniej praktyce - w toku ich realizacji zostaje pozyskana nowa wiedza. Wykraczając poza doraźne efekty praktyczne skutkiem realizacji tych projektów jest rozwój nauki oraz przyczynianie się do kreowania nowych rozwiązań i wspieranie innowacyjności. Szeroko-

ki zakres działalności merytorycznej oraz tematyka realizowanych projektów, w Zespole Laboratoriów BS potwierdza wszechstronność i interdyscyplinarność zespołu, a jednocześnie wysoki poziom specjalizacji pracowników. Potwierdzeniem tego może być również powoływanie naszych pracowników na odpowiedzialne stanowiska służbowe w Komendzie Głównej PSP i Szkole Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie.

### Zamierzenia na przyszłość

Podjęte zostały przygotowania do rozszerzenia zakresu akredytacji o badania ochron osobistych, sprzętu ratowniczego oraz drabin i podnośników hydraulicznych. Najbardziej zaawansowane są prace zmierzające do akredytacji badań drabin i podnośników według normy PN EN 14043:2010 *Samochody pożarnicze specjalne -- Drabiny obrotowe z ruchami kombinowanymi -- Wymagania dotyczące bezpieczeństwa, cech użytkowych oraz metody badań* oraz normy PN-EN 1777:2011 *Podnośniki hydrauliczne (PH) dla straży pożarnej -- Wymagania bezpieczeństwa i badania*.

Planowana jest również budowa obszernej hali badawczej umożliwiającej kompleksowe badania skuteczności gaśniczej stałych urządzeń gaśniczych w skali naturalnej, w szczególności urządzeń gaśniczych tryskaczowych i mgłowych. Intensywny rozwój urządzeń gaśniczych mgłowych różnego rodzaju – stałych, półstałych i mobilnych, jak również armatury pożarniczej do wytwarzania wysoko rozpylonych strumieni wodnych (prądownic, działka, kurtyny wodne) kreuje potrzebę budowy odpowiednich stanowisk badawczych umożliwiających gruntowne badania mikrostruktury oraz geometrii wytwarzanych strumieni gaśniczych. Cechy te najbardziej odzwierciedlają skuteczność chłodzenia i gaszenia pożarów oraz wychwytywania i absorpcji dymów i gazów pożarowych przez rozpylone strumienie wodne. Planowana do budowy hala umożliwiałaby prowadzenie badań pożarowych urządzeń gaśniczych oraz kompleksowe badania prądownic i działek wodno-pianowych, jak również



generatorów piany, w szczególności strumieni wodnych i parametrów piany wytwarzanych przez tą armaturę. Wyposażenie hali w odpowiedni system zbiorników umożliwiłoby badania parametrów pomp pożarowych (tj. do stosowania w urządzeniach gaśniczych) i pożarniczych (tj. do stosowania przez straże pożarne). Planowane przedsięwzięcie jest niezwykle kosztowne, jednak będzie nieodzownym narzędziem postępu w pracach naukowo-badawczych i przyczyni się do rozwoju nauki pożarniczej, w szczególności w zakresie badań rozwoju pożaru i jego zwalczania. Przedsięwzięcie to będzie również niezwykle cennym i ważnym środkiem umożliwiającym prowadzenie kompleksowych badań wyrobów, których jakość wpływa na nasze bezpieczeństwo.

W Zespole Laboratoriów BS planowanych jest szereg innowacyjnych projektów z zakresu bezpieczeństwa pożarowego i ochrony ludności ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb jednostek ochrony przeciwpożarowej. Zamierzeniem kadry kierowniczej jest zacieśnianie współpracy z dotychczasowymi sprawdzonymi partnerami naukowymi i biznesowymi jak również poszukiwanie nowych partnerów przy realizacji prac badawczych i rozwojowych. W związku z sukcesywnym poszerzaniem zakresu aktywności pracowników Zespołu Laboratoriów BS

planowane jest zwiększenie zatrudniania specjalistycznej kadry inżyniersko-technicznej oraz naukowo-badawczej. Równolegle realizowaną strategią kadrową jest zwiększanie kompetencji aktualnie zatrudnionej kadry poprzez delegowanie wyróżniających się aktywnością pracowników na szkolenia, studia oraz motywowanie do zdobywania kolejnych tytułów naukowych. Pod kierunkiem doświadczonej kadry kierowniczej Zespołu Laboratoriów BS pracownicy pogłębiają swoje kompetencje i rozwijają potencjał naukowy z równoległym wzrostem efektywności prac komercyjnych realizowanych w BS przekładających się na postępujący wzrost dochodów.

Działalność Zespołu Laboratoriów BS oraz zamierzenia na przyszłość w pełni wpisują się w misję CN-BOP-PIB, której celem jest ciągle podnoszenie poziomu bezpieczeństwa powszechnego w zakresie ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności.

Na podstawie opinii:  
**dr. inż. Adama Majki**

dr inż. **Adam MAJKA**  
mł. bryg. dr inż. **Joanna RAKOWSKA**  
mgr **Katarzyna RADWAN**  
mgr **Michał ŁUDZIK**  
dr **Ewa PIETRASZEK**  
**David LEVAI**  
mgr **Bożenna PORYCKA**  
**Wincenty TRZASKOWSKI**  
mgr inż. **Zuzanna ŚLOSORZ**  
mgr **Anna BORKOWSKA**  
lic. **Inga ABGAROWICZ**  
mgr inż. **Dorota RIEGERT**  
mgr inż. **Dobrochna MATKOWSKA**

### Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych

## CHEMIA W POŻARNICTWIE

### Chemistry in Fire Protection

W 1972 wraz z powstaniem Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Ochrony Przeciwożarowej utworzono Laboratorium Badań Środków Gaśniczych, które po licznych zmianach organizacyjnych dało podstawę dzisiejszemu Zespołowi Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych.

Rok 1993 był decydującym momentem w rozwoju Laboratorium, ponieważ zarządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych i badań pojazdów wprowadzono obowiązek wyposażenia pojazdów w gaśnice. Z uwagi na powyższe zarządzenie, Laboratorium Badań Środków Gaśniczych i Sprzętu Podręcznego wdrożyło nowe i zweryfikowało stare metodyki badawcze i programy badań.

Od 4 maja 1996 roku Laboratorium posiada akredytację, numer certyfikatu L 60/1/96 (Laboratorium Badań Właściwości Pożarowych Materiałów).

Obecnie Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych (BC) prowadzi swoją działalność w oparciu o zasady zgodne z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących” – certyfikat akredytacji nr AB 060 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji).

W Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych badania produktów prowadzone są w oparciu o kryteria odpowiednich norm i procedur:

- gaśnice przenośne wg PN-EN 3-7:2008,
- gaśnice przewożone wg PN-EN 1866-1:2007,

- koce gaśnicze wg PN-EN 1869:1999,
- sorbenty wg PN-ISO 2591-1:2000, PN-C-04501:1971, PN-C-04532:1980, PB/BC/3,
- pianotwórcze środki gaśnicze wg PN-EN 1568 cz. 1, 2, 3, 4: 2010, PB/BC/1.



Ryc. 1. Certyfikat Akredytacji dla Zespołu Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych

Badania prowadzone przez laboratorium mają istotne znaczenie praktyczne. Ważnym elementem dla użytkownika w czasie gaszenia lub zapobiegania pożarom jest nie tylko technika gaszenia, ale również dobór sprawdzonego i skutecznego sprzętu gaśniczego. Dlatego też sprzęt podręczny powinien być niezawodny, sprawny i bezpieczny dla użytkowników podczas całego okresu stosowania. Na polskim rynku dostępnych jest wiele typów gaśnic przenośnych, a różne właściwości tego sprzętu powodują, że jest on stosowany do gaszenia pożarów grupy A, B, a także grupy F. Parametrem, który w determinującym stopniu decyduje o niezawodności gaśnic



**Ryc. 2.** Badanie skuteczności gaśniczej w zakresie pożarów grupy „B”.

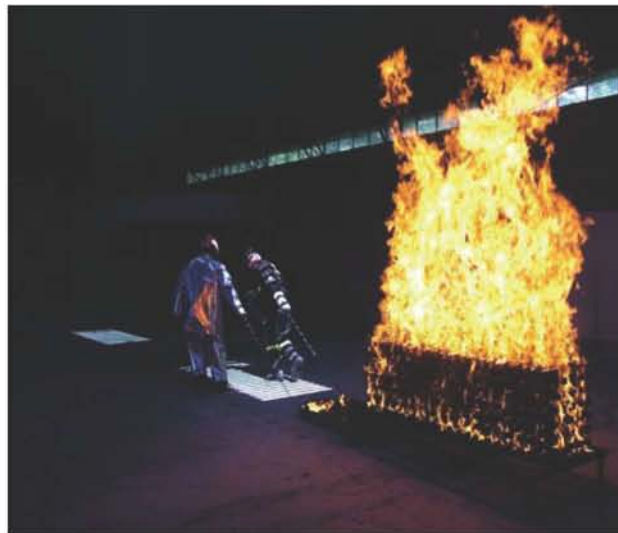
przenośnych i przewoźnych jest sprawdzenie skuteczności gaśniczej.



**Ryc. 4.** Badanie skuteczności gaśniczej w zakresie pożarów grupy „F”

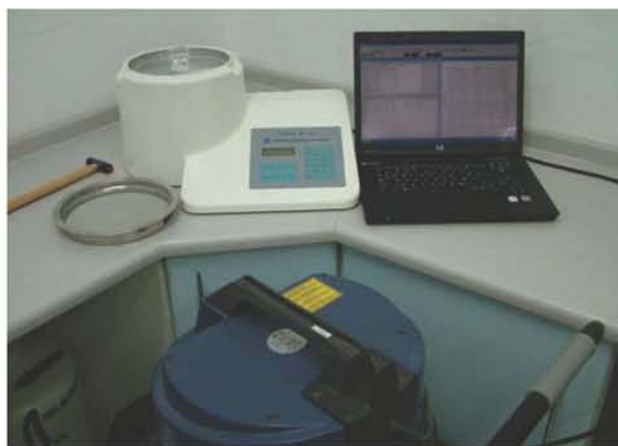
Istotną sprawą dla ochrony przeciwpożarowej kraju jest jakość środków gaśniczych, zarówno proszków jak i pian. Przydatny i skuteczny środek gaśniczy powinien charakteryzować się odpowiednimi właściwościami użytkowymi, niezmiennymi w okresie użytkowania. Niezwykle ważne jest również, aby środki gaśnicze były odpowiednio dobrane do rodzaju paliwa, tak aby szybko i skutecznie ugasić pożar, nie stwarzając przy tym dodatkowego zagrożenia.

Innym aspektem działalności jednostek PSP jest działalność związana z uwolnieniem substancji niebezpiecznych do środowiska. Zanieczyszczenia te powstają w wyniku na-



**Ryc. 3.** Badanie skuteczności gaśniczej w zakresie pożarów grupy „A”.

głych zdarzeń takich jak kolizje drogowe, kolejowe, morskie, a także awarie instalacji przemysłowych. Awaryjne rozlewy olejowe należą do najczęstszych przyczyn występowania zanieczyszczeń środowiska naturalnego i są zarazem niezwykle uciążliwe. Rozlewy substancji ropopochodnych likwiduje się poprzez zebranie oleju ze środowiska za pomocą urządzeń mechanicznych, substancji sorbujących zanieczyszczenia lub przez zastosowanie substancji chemicznych ułatwiających biodegradację zanieczyszczeń.



**Ryc. 5.** Stanowisko do badania składu ziarnowego proszków gaśniczych i sorbentów





Ryc. 6. Wiskozymetr rotacyjny VT 550 Haake GmbH



Ryc. 7. Aparat do badania napięcia powierzchniowego i kąta zwilżania KSV Instruments



Ryc. 8. Aparat do badania napięcia powierzchniowego firmy Krüss

Laboratorium uczestniczyło i prowadzi projekty badawcze wynikające z problematyki rekomendowanej przez Radę Naukowo-Techniczną Komendanta Głównego PSP:

- Badania środków gaśniczych pod kątem ich przydatności podczas akcji gaśniczych,
- Niezawodność i trwałość podręcznego sprzętu gaśniczego w aspekcie jego wykorzystania do zabezpieczenia przeciwpożarowego obiektów,
- Określenie efektywności różnych preparatów dyspergujących przeznaczonych do doczyszczania powierzchni z pozostałości rozlewisk ropopochodnych,
- Określenie zakresu stosowania i przydatności nowoczesnych preparatów chemicznych w akcjach ratowniczo-gaśniczych,
- Badania parametrów sprzętu podręcznego mających decydujące znaczenie dla efektywności stosowania podczas działań gaśniczych.

W laboratorium w 2010 roku zakończono realizację projektu badawczego rozwojowego rozstrzygniętego w drodze konkursu „Badania nad otrzymaniem ekologicznego, biodegradowalnego środka zwilżającego, zwiększającego skuteczność akcji ratowniczo-gaśniczych i podnoszącego bezpieczeństwo powszechne kraju”.



Ryc. 9. Zrzut opracowanego środka zwilżającego z samolotu



Ryc. 10. Gaszenie młodnika roztworem opracowanego środka zwilżającego przy użyciu sprzętu naziemnego



Wyniki projektu wyróżnione zostały:

- a. złotym medalem przyznany CNBOP-PIB na Międzynarodowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik w Brukseli Innova 2010;
- b. kryształową statuetką Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za transfer wiedzy, innowacyjne rozwiązania w dziedzinie technologii i myśli technicznej podczas XVIII Krajowej Wystawy - Giełda Wynalazków Nagrodzonych w 2010 roku na Międzynarodowych Targach Wynalazczości, Warszawa 2011;
- c. złotym medalem z wyróżnieniem przyznany CNBOP-PIB na Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2011;
- d. medalem im. Marii Skłodowskiej Curie w Światowym Konkursie Wynalazków Chemicznych przyznany przez Międzynarodową Federację Stowarzyszeń Wynalazców, Warszawa 2011;
- e. wyróżnieniem w IX Międzynarodowym Konkursie na Rozwiązania w Dziedzinie Ochrony Środowiska EKO-2011, Częstochowa 2011;
- f. statuetką Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za międzynarodowe osiągnięcia wynalazcze, Giełda Wynalazków Nagrodzonych w 2011 roku na Międzynarodowych Targach Wynalazczości, Warszawa 2012;
- g. godłem TERAZ POLSKA dla innowacji w XXII konkursie w roku 2012.



**Ryc. 11** Złoty medal Światowych Targów Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik „BRUSSELS INNOVA 2010”.



**Ryc. 12.** Kryształowa Statuetka Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego - XVIII Krajowa Wystawa – Giełda Wynalazków Nagrodzonych w 2010 roku na Międzynarodowych Targach Wynalazczości, Warszawa 2011



**Ryc. 13.** Złoty medal z wyróżnieniem - Międzynarodowa Wystawa Innowacji IWIS, Warszawa 2011



**Ryc. 14.** Medal im. Marii Skłodowskiej Curie w Światowym Konkursie Wynalazków Chemicznych przyznany przez Międzynarodową Federację Stowarzyszeń Wynalazców, Warszawa 2011



**Ryc. 15.** Wyróżnienie w Międzynarodowym Konkursie EKO 2011



**Ryc. 16.** Statuetka Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego - XIX Krajowa Wystawa - Giełda Wynalazków

Nagrodzonych w 2011 roku na Międzynarodowych Targach  
Wynalazczości, Warszawa 2012



**Ryc. 17.** Polskie godło promocyjne „TERAZ POLSKA” dla Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwo-  
pożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowego  
Instytutu Badawczego za środek zwilżający  
do gaszenia pożarów lasów i torfowisk

W ramach realizacji tematu została zrealizowana roz-  
prawa doktorska przez pracownika komórki i pomyślnie  
obroniona przed Radą Naukową Politechniki Poznańskiej  
Wydział Inżynierii Chemicznej. Opracowany produkt zo-  
stał opatentowany i wdrożony do produkcji.

Obecnie realizowane są projekty finansowane przez  
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju:

- a. Optymalizacja procedur, dyslokacji baz i dosko-  
nalenie rozwiązań technicznych sprzętu stoso-  
wanego przez polskie służby ratownicze w zakre-  
sie przeciwdziałania zagrożeniom naturalnym  
ze szczególnym uwzględnieniem powodzi (rękawy  
przeciwpowodziowe).
- b. Opracowanie innowacyjnego środka przeznaczo-  
nego do usuwania zanieczyszczeń i skażeń z infra-  
struktury drogowej oraz przemysłowej.
- c. Opracowanie nowoczesnych stanowisk szkole-  
niowych zwiększających skuteczność działań ra-  
towników KSRG.
- d. Technologia zmniejszania zagrożenia wywołanego  
niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebez-  
piecznych.

### Nowe kierunki rozwoju

Obecnie realizowane zadania przez BC wiążą się z proble-  
matyką szeroko rozumianego bezpieczeństwa chemicznego.  
Prowadzone dotychczas prace naukowo – badawcze są ści-  
śle związane z ratownictwem chemicznym i ekologicznym.  
Zdobyte dotychczasowe doświadczenia przez realizatorów  
projektów stanowią podstawę do zainicjowania nowych  
kierunków działalności komórki w tym obszarze. Plano-  
wane jest rozszerzenie współpracy i wymiany doświadczeń  
z placówkami naukowo-badawczymi oraz z podmiotami  
gospodarczymi w zakresie badawczym i szkoleniowym.

Na podstawie opinii dr. inż. Jacka Roguskiego





**Paweł STĘPIEŃ**

mgr **Anna KOŁODZIEJ - SARAMAK**

mgr inż. **Agnieszka PONICHTERA**

**Mirosław NEJMAN**

**Sławomir SABAŁA**

mgr inż. **Jarosław BORYSEWICZ**

mgr inż. **Tomasz POPIELARCZYK**

mgr inż. **Tomasz SOWA**

dr inż. **Józef SZMITKOWSKI**

**Marcin CEGLIŃSKI**

mgr inż. **Łukasz CHOLUJ**

Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru  
i Automatyki Pożarniczej CNBOP-PIB

## AUTOMATYKA W POŻARNICTWIE

### Automation in Fire Protection

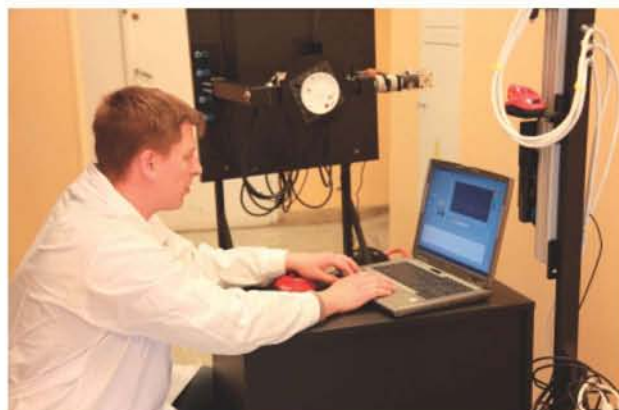
Działalność Zespołu Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej (BA) została zapoczątkowana w końcu lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Wówczas, Zakład Zabezpieczeń Przeciwpożarowych, bo tak brzmiała pierwsza nazwa laboratorium, zajmował się zagadnieniami związanymi z zabezpieczeniem przeciwpożarowym budynków i urządzeń technologicznych. Rozwój technik wykrywania pożaru stawiał przed pracownikami laboratorium duże wyzwania. Był to okres, w którym dzięki zastosowaniu materiałów promieniotwórczych wchodziły do powszechnego użycia techniki wykrywania dymu oparte na technologii wykorzystujące zjawisko jonizacji. Pamiętać należy, że były to czasy, w których dostęp do zdobyczy technicznych i nowinek z dziedziny elektroniki był mocno utrudniony ze względu na panujące uwarunkowania polityczno-gospodarcze.

Istotny rozwój Zakładu zarówno pod względem rozszerzenia zakresu działalności, powstania wielu nowych stanowisk badawczych, wdrożenia innowacyjnych metod badawczych, ale także rozwoju potencjału osobowego miał miejsce w latach osiemdziesiątych i na początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Laboratorium rozszerzało swoje kompetencje i zyskiwało z roku na rok coraz lepszą renomę. Dzięki nim laboratorium znane były nie tylko wśród krajowych producentów z branży przeciwpożarowej, ale także wśród tych spoza granic naszego kraju.

Jednakże przełomem w działalności Zakładu był rok 1998. Był to decydujący moment dla Laboratorium

Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarowej ze względu na zdobycie Certyfikatu Akredytacji w Polskim Centrum Akredytacji o numerze AB 207. Uzyskanie certyfikatu akredytacji było dużym sukcesem całego zespołu oraz potwierdzeniem kompetencji zarówno personelu jak i możliwości badawczych laboratorium zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”.

Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej (BA) od wielu lat prowadzi swoją działalność w oparciu o zasady ujęte w opracowanej Księdze Jakości. Struktura organizacyjna, podział odpowiedzialności, procedury systemowe i badawcze, procesy i zasoby są podporządkowane wdrożonemu systemowi jakości, którego poziom weryfikowany jest każdego roku przez Polskie Centrum Akredytacji.





Usługi badawcze świadczone przez personel Zespołu Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej (BA) zawsze spotykały się z wysoką oceną i uznaniem zleceniodawców. Niezmiennie od początku działalności dużym atutem laboratorium była nieustannie modernizowana i wyposażana w najnowszy sprzęt infrastruktura badawcza.

Dzięki realizacji wewnętrznych projektów badawczo-rozwojowych w latach 90. ubiegłego stulecia powstało wiele stanowisk badawczych, unikalnych jak na ówczesne realia techniczne. Duży wkład w rozwój myśli technicznej oraz innowacyjność w podejściu do badań była zawsze podstawą działalności CNBOP.

Zakład - Laboratorium Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej jako jedyne laboratorium, w skali kraju i szóste w Europie, w tamtych latach było w posiadaniu, stanowisk badawczych umożliwiających badania wszystkich rodzajów czujek pożarowych: czujek dymu jonizacyjnych i konwencjonalnych, czujek temperatury, czujek liniowych, czujek płomieni IR/UV oraz czujek multidetektorowych.



Badania tych urządzeń prowadzone były na kilku odrębnych stanowiskach takich jak kanał dymowy, kanał temperaturowy, oraz ławy optyczne. Jednym z osiągnięć ostatniego dziesięciolecia działalności laboratorium w tym zakresie było opracowanie i wykonanie stanowiska do badania czujek gazu (multisensorowych). To stanowisko zostało przeznaczone do wyznaczania progu zadziałania multisensorowych czujek pożarowych, które posiadają detektor tlenku węgla oraz określenia wpływu gazów interferencyjnych na prawidłowe działanie czujek w oparciu o ówczesny projekt normy ISO/DIS 7240-16: Feb 2002.. W latach 90. oraz na początku nowego wieku CNBOP mogło poszczycić się posiadaniem, jedyne go wówczas w Polsce stanowiska do badania przydatności czujek do wykrywania pożarów testowych serii TF. W tych latach także rozwinęła się pracownia kompatybilności elektromagnetycznej, która zgodnie z wymaganiami szeregu norm, wzbogaciła się o nowoczesne generatory i komorę GTEM, będącą na ówczesne czasy jedną z kilku w Polsce.



Obecnie zakres działania Zespołu Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej obejmuje całokształt zagadnień związanych z wykrywaniem pożaru, uruchamianiem urządzeń i systemów przeciwpożarowych, sygnalizacją zagrożenia oraz przekazywaniem informacji o pożarze.

Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej prowadzi badania urządzeń automatyki pożarowej od czasu, kiedy stały się one integralną częścią systemów bezpieczeństwa pożarowego. Początkowo prowadzone w Zespole Laboratoriów prace koncentrowały się na budowie stanowisk badawczych oraz rozwoju metodyki badawczej dla poszczególnych elementów systemów ochrony przeciwpożarowej, jednakże dziś praca laboratorium nie ogranicza się tylko do badań kwalifikacyjnych. Doświadczenie zdobyte na przestrzeni 40 lat istnienia instytucji oraz zaangażowanie pracowników daje efekty w postaci patentów, nagród na międzynarodowych konkursach wynalazczości oraz udziału w projektach naukowo-badawczych zarówno krajowych jak i zagranicznych najczęściej finansowanych ze środków Unii Europejskiej. Jednym z dużych osiągnięć na tym polu był udział w międzynarodowym projekcie "Cell Broadcast for public warning - Sharing knowledge and experiences and identification and standardisation of (technical) requirements". Prace nad realizacją projektu skupiały się na badaniach możliwości wykorzystania systemu telefonii komórkowej do masowego powiadamiania o zagrożeniach. Kluczowym zagadnieniem projektu było sprawdzenie

jego użyteczności, społecznej akceptacji i skuteczności jako systemu uzupełniającego istniejące narzędzia alarmowania. Wypracowanie i wdrożenie wspólnej technologii przesyłania informacji SMS-CB, ważnej z punktu widzenia bezpieczeństwa ludności, jest zasadniczą i bardzo ważną inicjatywą państw zjednoczonej Europy.

Innym ważnym projektem, którego realizacja przyczyniła się do podniesienia bezpieczeństwa był realizowany na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego projekt zatytułowany Koncepcja Regionalnego Zintegrowanego Systemu Ratownictwa Województwa Pomorskiego. Projekt w swym zamyśle inicjował utworzenie unikalnej w skali całego kraju struktury integrującej System Ratownictwa Województwa Pomorskiego. Władze samorządowe województwa otrzymały gotowe narzędzie oparte na autorskiej metodyce „PomRisc” opracowanej przez zespół specjalistów CNBOP na potrzeby projektu. Stworzona metodyka oceny ryzyk zagrożeń i ich interpretacji była pierwszym opracowaniem obejmującym tak szeroko zagadnienie ratownictwa w kontekście integracji rozproszonych podmiotów świadczących usługi dla ludności województwa w zakresie ratownictwa na tak dużym obszarze. Projekt ten zdobył także uznanie za granicami naszego kraju a efektem tego był brązowy medal zdobyty na *110 Międzynarodowych Targach Wynalazczości CONCOURS – LÉPINE 2011* w Paryżu.

Pracownicy Zespołu Laboratoriów dzielą się swoim doświadczeniem i wiedzą na szkoleniach w zakresie systemów wykrywania pożaru, wentylacji oraz dźwiękowych systemów ostrzegawczych, są zapraszani jako prelegenci na krajowe i międzynarodowe konferencje.

Pomimo wielotorowości, jaką przyjęło w swym rozwoju laboratorium, obecnie nadal kluczową działalnością są usługi w obszarze badań akredytowanych.

W laboratorium są przeprowadzane badania zgodnie z procedurami i metodykami badawczymi opartymi o wymagania norm serii EN-54 oraz IEC. Normy te precyzyjnie określają sposoby przeprowadzenia badań urządzeń automatyki pożarowej, a także zawierają specyfikacje wymagań stawianych stosowanej aparaturze badawczej. Badania urządzeń prowadzone w oparciu o kryteria odpowiednich norm i procedur, na przestrzeni lat ulegały zmianom szczególnie w obszarze metodycznym. Stały rozwój nowoczesnych technologii implementowanych do rozwiązań układowych systemów przeciwpożarowych sprawia, iż koniecznością stał się ciągły i dynamiczny rozwój metodologii weryfikacji ich właściwości zarówno w obszarze funkcjonalnym, odpornościowym oraz konfiguracji.

Badania kwalifikacyjne urządzeń wchodzących w skład systemów ochrony pożarowej weryfikują ich działanie w warunkach awaryjnych oraz przy określonych zakłóceniach, mogących wystąpić podczas normalnej pracy w warunkach rzeczywistych. Testy prowadzone w warunkach laboratoryjnych symulują pracę urządzeń podczas normalnej eksploatacji oraz sprawdzają poziom odpor-

ności na mogące wystąpić zakłócenia lub destruktywne czynniki środowiska. Ich zadaniem jest potwierdzenie przydatności urządzeń do zastosowań w ochronie przeciwpożarowej jako systemów bezpieczeństwa.

Sprostanie wymogom ciągle rozwijającego się rynku zarówno na poziomie technologicznym, jak również metodologicznym, zależne jest od stale prowadzonych prac nad uaktualnieniem bądź modyfikacją już istniejących metod badań, zgodnie z najnowszymi wersjami norm. Ważnym elementem tych działań jest ciągły rozwój techniczny, którego istotą jest modernizacja stanowisk badawczych oraz zakup zaawansowanych technologicznie urządzeń kontrolno-pomiarowych, a tym samym nieustanne doskonalenie przeprowadzanych testów laboratoryjnych.

Do końca pierwszej dekady XXI wieku Zespół Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej (BA) rozszerzył swoje kompetencje badawcze w zakresie badań dźwiękowych systemów ostrzegawczych, Powstało stanowisko do badań akustycznych (komora bezechowa).

Ważnym aspektem kierunku rozwoju laboratorium jest duży nacisk na utrzymywanie wyposażenia pomiarowego i badawczego na światowym poziomie. Ten kierunek warunkuje duże nakłady finansowe na rozwój techniczny, jednak przynosi efekty w postaci najwyższego poziomu usług badawczych i pozytywnych opinii klientów Laboratorium. Dzięki konsekwentnej polityce stałego modernizowania infrastruktury badawczej Laboratorium wyposażyło w nowoczesny sprzęt wiele stanowisk badawczych, np. Pracownię Kompatybilności Elektromagnetycznej do której zakupiono trzy nowoczesne generatory.

Rok 2011 to kolejne osiągnięcie Zespołu Laboratoriów BA w kontekście rozwoju technologicznego i metodologii badań w postaci opracowania założeń oraz uruchomienie pierwszego w Polsce i w Europie stanowiska do badań sygnalizatorów optycznych (po wejściu w życie normy PN-EN 54-23W 2011 roku).

W najbliższej przyszłości planowana jest budowa w pełni zautomatyzowanych dwóch stanowisk badawczych do badań silowników oraz osłon przeciwwietrznych, a także budowa stanowiska do badań stopnia ochrony zapewnianej przez obudowę (IP) w zakresie pyłoszczelności.

Dostosowując stanowiska badawcze do najnowszych wymagań dokumentów normatywnych laboratorium z powodzeniem konkuruje na rynku usług laboratoryjnych z czołowymi instytutami nie tylko w Polsce, ale i na całym świecie.

Głównymi kierunkami prac na gruncie badań kwalifikacyjnych prowadzonych w Zespole Laboratoriów BA są:

- badania kwalifikacyjne automatycznych systemów wykrywania pożaru,
- badania systemów transmisji alarmów pożarowych do jednostek Państwowej Straży Pożarnej,

- badania systemów rozgłaszania o pożarze (dźwiękowych systemów ostrzegawczych)
- badania elementów automatyki wentylacji pożarowej,
- badania elementów wykonawczych w systemach oddymiania, wentylacji;
- badania opraw oświetleniowych do oświetlenia awaryjnego;
- badania systemów integrujących;
- badania systemów kontroli dostępu.

Niezwykle istotną częścią działalności laboratorium, bez której nie byłoby możliwe utrzymanie kompetencji badawczych, są prace nad:

- tworzeniem i opracowywaniem nowych metod badawczych;
- budową nowych stanowisk badawczych;
- opracowaniem norm PN w oparciu o normy zagraniczne, w szczególności EN oraz IEC oraz udział w Komitetach Technicznych w PKN.
- wykonywaniem ekspertyz dotyczących metod i sposobów wykrywania pożaru w nietypowych obiektach.

Prowadzone w Zespole Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej testy pozwalają stwierdzić przydatność urządzeń do zastosowań w ochronie przeciwpożarowej, co jest niezbędne dla utrzymania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa pożarowego obiektów. Zachowanie wymaganych poziomów odporności urządzeń jest konieczne dla zapewniania bezpieczeństwa zarówno użytkownikom obiektu, jak również ekipom ratowniczym dysponowanym do zwalczania zagrożeń, jakimi są pożary. Podsumowując przedstawioną w dużym skrócie historię działalności Zespołu Laboratoriów BA możemy bez wahania stwierdzić, iż nadrzędnym celem jego istnienia jest zwiększenie poziomu zabezpieczenia przeciwpożarowego obiektów na terenie całego kraju, a tym samym podniesienie bezpieczeństwa społeczeństwa.

Na podstawie opinii:  
**ml. bryg. dr inż. Joanny Rakowskiej**



st. kpt mgr inż. **Rafał POROWSKI**  
mł. bryg. mgr inż. **Daniel MAŁOZIĘĆ**  
mgr inż. **Wojciech RUDY**  
st. kpt. inż. **Piotr LESIAK**  
lic. **Sylwester SUCHECKI**  
mgr **Martyna STRZYŻEWSKA**  
Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości,  
Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej  
Państwowy Instytut Badawczy

## PROCESY SPALANIA I WYBUCHOWOŚCI

### Combustion and Explosion Processes

#### Streszczenie

Poniższa praca poświęcona jest opisowi podstawowych zadań i osiągnięć Zespołu Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości (BW) Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB). Zespół BW powstał na początku 2011 roku w wyniku wyodrębnienia obszaru palności z Zespołu Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych (BC). Do podstawowych zadań zespołu należą: prowadzenie prac naukowo-badawczych w zakresie procesów spalania i wybuchowości, współpraca z komitetami technicznymi PKN, doradztwo techniczne, indywidualne prace zlecone eksperymentalne i numeryczne, wydawanie opinii i ekspertyz pożarowych i wiele innych. W Zespole Laboratoriów BW realizowane są projekty badawcze MNiSW i NCBiR. W przygotowaniu są kolejne wnioski o finansowanie projektów. Ponadto pracownicy BW czynnie uczestniczą w tworzeniu prac naukowych w zakresie bezpieczeństwa pożarowego i wybuchowości. W 2011 roku opublikowano 16 prac w tym 7 w czasopiśmie naukowych z listy filadelfijskiej. Pełna lista publikacji pracowników BW obejmuje ok. 50 pozycji i nadal rośnie.

#### Abstract

The work is devoted to the main tasks and achievements description of Combustion and Explosion Processes Laboratory (BW) in the Scientific Centre for Fire Protection – National Research Institute (CNBOP-PIB). The Combustion and Explosion Processes Laboratory was established at the beginning of 2011 as a result of separation from Chemical and Fire Research Laboratory (BC). The main BW tasks include: scientific-research tasks in fire protection, cooperation with Polish Normalization Committee, technical consulting, externally ordered tasks, expertise and opinion expression for court and many others. BW laboratory leads projects funded by Polish Ministry of Science and National Centre for Research and Development. Many projects are under development. The BW laboratory staff is very active in publishing its' research work. In 2011 16 works have been published including 7 from the ISI Master Journal List. The full list of the BW staff' publications incorporate more than 50 positions and it still increases.

**słowa kluczowe:** spalanie, wybuchowość, BW, CNBOP-PIB;

**keywords:** combustion, explosion, BW, CNBOP-PIB;

#### Wstęp

Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości (BW) jest obecnie najmłodszym zespołem laboratoriów w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB). Zespół Laboratoriów BW został utworzony na początku 2011 roku w wyniku wyodrębnienia obszaru palności z Zespołu Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych (BC). Wyodrębnienie było konieczne ze względu

na wzrost zapotrzebowania w dziedzinie badań pożarowych i wybuchowości.

#### Podstawowe zadania Zespołu BW

Do podstawowych zadań Zespołu laboratoriów BW należy:

- Prowadzenie prac naukowo-badawczych oraz opracowywanie metodyk badawczych w zakresie spalania i wybuchowości.



- Prowadzenie badań właściwości pożarowych wyrobów i materiałów budowlanych w zakresie reakcji na ogień oraz właściwości substancji palnych w zakresie wybuchowości.
- Doskonalenie i opracowywanie nowych, zgodnych ze standardami europejskimi metod badawczych oraz podnoszenie jakości wykonywanych badań.
- Prowadzenie branżowej współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami badawczymi, uczelniami, organizacjami technicznymi, towarzystwami ubezpieczeniowymi i innymi organizacjami.
- pracowywanie i opiniowanie dokumentów normalizacyjnych, współudział w pracach normalizacyjnych na potrzeby ochrony przeciwpożarowej w zakresie merytorycznej działalności Zespołu Laboratoriów.
- Opracowywanie opinii, ekspertyz oraz prowadzenie doradztwa technicznego i konsultacji w zakresie prawidłowości rozwiązań konstrukcyjnych, poprawności rozwiązań w obszarze palności i wybuchowości.
- Analizowanie zjawisk pożarowych i wybuchowych zachodzących w warunkach pożarów i wybuchów w warunkach rzeczywistych.
- Wykonywanie zaawansowanych analiz ryzyka dla instalacji procesowych z wykorzystaniem programów obliczeniowych.
- Prowadzenie działalności upowszechniania i popularyzacji osiągnięć badawczych z zakresu merytorycznego działania Zespołu Laboratoriów.
- Współpraca z komitetami technicznymi PKN, w tym nr 180, 64, 269, 27 w obszarze działalności merytorycznej.
- Współpraca z Jednostką Certyfikującą w zakresie oceny warunków techniczno-organizacyjnych (WTO) i zakładowej kontroli produkcji (ZKP) u producenta.
- Wykonywanie innych prac zleconych przez Kierownictwo Instytutu.

W ramach powyższych zadań Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości (BW) wykonuje:

- badania właściwości pożarowych materiałów budowlanych i parametrów wybuchowości wybranych substancji palnych,
- analizy termodynamiczne procesów spalania i wybuchowości oraz oceny numeryczne zjawiska rozprzestrzeniania się pożaru w pomieszczeniach i obiektach wykonywane przy pomocy kodów numerycznych FDS, SmartFIRE, FireFOAM, SOFIE,
- indywidualne prace eksperymentalne (w tym projekty rozwojowe i celowe) dotyczące procesów spalania i wybuchowości na potrzeby klientów,
- ekspertyzy i opinie w zakresie zagrożenia wybuchem (np. ATEX),
- dokumentacja odnosząca się do przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym (SEVESO),

- oceny i ekspertyzy dotyczące zagrożenia pożarem w budynkach i obiektach oraz określanie zaleceń w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa pożarowego,
- oceny ryzyka dla obiektów przemysłowych z wykorzystaniem odpowiednich programów obliczeniowych, w tym ALOHA i RIZEX,
- ekspertyzy w zakresie ustalania przyczyny pożaru i/lub wybuchu.

### Informacje o akredytacji

Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości BW 31 sierpnia 2011r., niecałe 8 miesięcy od momentu utworzenia, uzyskał akredytację Polskiego Centrum Akredytacji, pod numerem **AB 1280** na łącznie **18 metod badawczych**, potwierdzając tym samym swoje kompetencje jako laboratorium badawcze, zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO/IEC 17025.

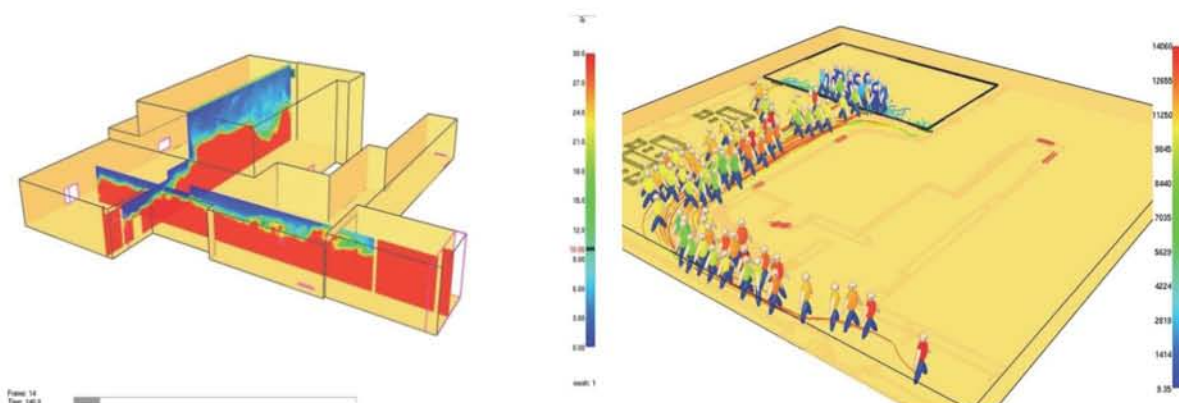


Rys.1. Informacje o akredytacji PCA dla Zespołu Laboratoriów BW

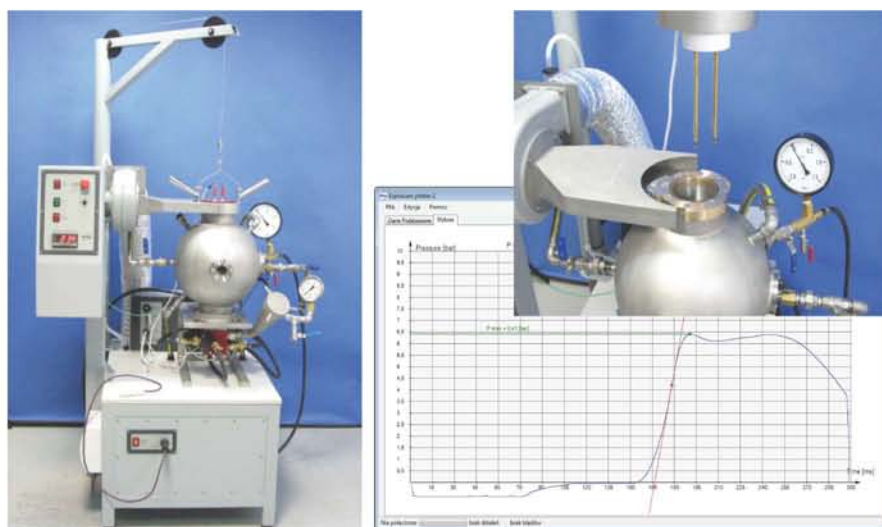
Fig. 1. Polish Centre for Accreditation Certificate for BW Laboratory.

### Stanowiska badawcze

Zespół Laboratoriów BW posiada obecnie 16 stanowisk badawczych do badania palności m.in. materiałów budowlanych, w tym: posadzek, ekranów dźwiękochłonnych, podłóg, pomiar ciepła spalania materiałów palnych. Ponadto w ostatnim czasie zakupiono urządzenie badawcze do oznaczania charakterystyk wybuchowości mieszanin pyłowo-powietrznych, wg PN-EN 14034. W trakcie budowy są trzy kolejne stanowiska badawcze, w tym jedno dotyczące pomiarów temperatury zapłonu pyłów palnych, drugie odnoszące się do badania reakcji na ogień kabli elektrycznych oraz trzecie – naukowe, składające się z 9-metrowej rury detonacyjnej wraz z oprzyrządowaniem pomiarowym do badania parametrów detonacyjnych mieszanin pyłowo-powietrznych.



Rys. 2. Symulacja pożaru i ewakuacji ludności z budynku  
Fig. 2. Fire and evacuation simulations



Rys. 3. Stanowisko do badania parametrów wybuchowości pyłów  
Fig. 3. Experimental facility for dust-air explosibility parameters investigation.



Rys. 4. Stanowiska do badania palności materiałów budowlanych  
Fig. 4. Experimental facilities for investigating flammability parameters of building products.

### Projekty badawcze

Obecnie w Zespole Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości realizowane są dwa projekty badawcze:

1. Technologia zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych,

2. Opracowanie nowoczesnych stanowisk szkoleniowych zwiększających skuteczność działań ratowniczych KSRG.

Poza projektami finansowanymi zewnętrznymi, Zespół Laboratoriów BW opracował projekt wewnętrzny pt. „Badanie mechanizmu przejścia od spalania deflagacyjnego



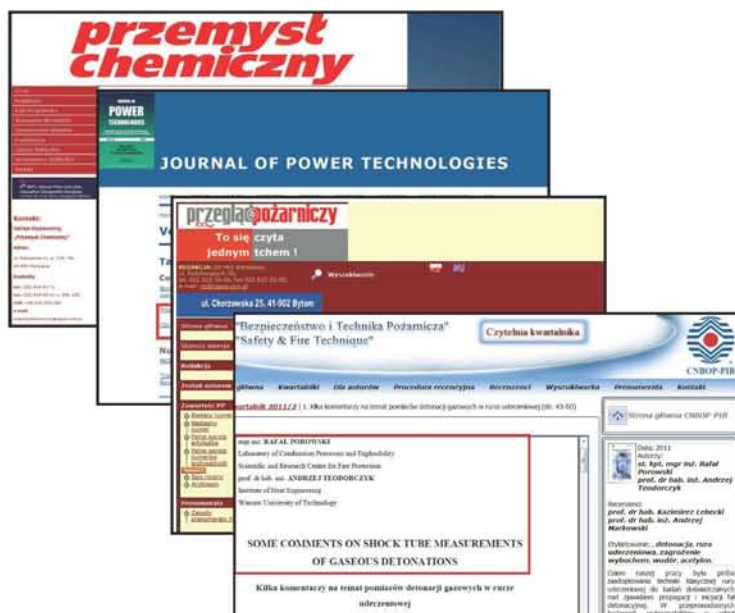
do detonacyjnego dla mieszanin pyłowo-powietrznych". Badania przewidziane do realizacji w tym projekcie przeprowadzone zostaną w 9-metrowej rurze detonacyjnej wyposażonej w najnowszej klasy urządzenia pomiarowe. Kilka kolejnych projektów znajduje się w fazie przygotowawczej.

### Współpraca, nagrody, publikacje

Zespół laboratoriów BW intensywnie rozwija współpracę z krajowymi oraz zagranicznymi ośrodkami naukowymi oraz przemysłowymi. W ramach współpracy pracownicy BW prowadzą m.in. zajęcia laboratoryjne i ćwiczenia dla studentów uczelni technicznych. Ponadto realizuje w swoich laboratoriach programy interesujących praktyk studenckich oraz staży. Pracownicy Zespołu Laboratoriów są laureatami licznych nagród i wyróżnień na polu bezpieczeństwa pożarowego. Wśród nagród i wyróżnień znajdują się: srebrny medal na Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2011, srebrny medal na 60 Jubileuszowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik „Brussels Innova 2011” oraz wyróżnienie podczas XIX Giełdy Wynalazków. Pracownicy Zespołu Laboratoriów BW czynnie uczestniczą w pracach naukowych prowadzonych w CNBOP-PIB. Najlepszym tego dowodem jest liczba publikacji, w których autorami lub współautorami są pracownicy BW. Od stycznia 2011 pracownicy opublikowali 16 prac naukowych w tym 7 w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Całkowita liczba publikacji pracowników BW wynosi obecnie ponad 50 i nadal rośnie. Poniżej przedstawiono wybrane publikacje z 2011 roku:

1. Węsierski T., Porowski R., *Metodyka obliczania średnicy oraz czasu trwania BLEVE-fireball*, *Przemysł Chemiczny* 90/12, 2011.
2. Rudy W., Porowski R., *Analiza Awarii w Flixborough*, Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Katastrofy, które zmieniły Polskę i Świat”, Mysłowice, 09.09.2011

3. Porowski R., Teodorczyk A., *Cellular structure of detonation wave in hydrogen-methane-air mixtures*, *Journal of Power Technologies* 91 (2), str. 130-135, 2011,
4. Porowski R., Teodorczyk A., *Kilka komentarzy na temat pomiarów detonacji gazowych w rurze uderzeniowej*, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 2011/2, str. 43-50
5. Porowski R., Rudy W., *Przegląd badań w zakresie parametrów flash point i explosion point dla cieczy palnych*, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 2011/3, str. 41-54
6. Nagrodzka M., Małozieć D., *Impregnacja drewna środkami ogniochronnymi*, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 2011/3, str. 68-76
7. Porowski R., *Co to jest inertyzacja atmosfer wybuchowych?* *Przegląd Pożarniczy* 5/2011
8. Cłapa I., Porowski R., Dziubiński M., *Wybrane modele obliczeniowe czasów ewakuacji*, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 2011/4
9. Porowski R., Małozieć D., Węsierski T., *Analiza wybranych metod obliczeniowych w zakresie oddziaływania fali wybuchu chemicznego*, *Przemysł Chemiczny* 90/12, 2011
10. Rudy W., Porowski R., Teodorczyk A., *Modelowanie temperatury zapłonu ciekłych substancji palnych i ich mieszanin*, *Archiwum Spalania* 2-3, 2011
11. Rudy W., Porowski R., Teodorczyk A., *Propagation of hydrogen-air detonation tube with obstacles*, *Journal of Power Technologies* 91 (3), 2011, str. 122-129
12. Wrzeński J.A., Kołaczkowski A., Maciejewski P., Pich R., Nagrodzka M., *Studium zagrożeń powodowanych spontanicznym rozkładem termicznym emulsji azotanu (V) amonu. Cz. 1 Badania kalorymetryczne*, *Przemysł Chemiczny* 90/12, 2011



st. kpt. mgr inż. **Grzegorz MROCZKO**  
inż. **Jan CZARDYBON**

Zakład Aprobat Technicznych CNBOP-PIB

## APROBACJA I NORMALIZACJA

### Approvals and standardization

**Zakład Aprobat Technicznych CNBOP-PIB (ZAT CNBOP-PIB)** został utworzony w 2005 r. Jego powstanie było związane z koniecznością implementacji do prawa polskiego przepisów unijnych, w tym w szczególności postanowień Dyrektywy Europejskiej 89/106/EWG Wyroby budowlane. Podstawowymi przepisami określającymi podstawy prawne opracowywania aprobat technicznych są:

- ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. Nr 92, poz. 881 wraz z późn. zmian.);
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. Nr 198 z 10 września 2004 r. poz. 2041 wraz z późn. zmian.).

Wymagania dla wyrobów budowlanych mają swoje źródło w dyrektywie budowlanej nr 89/106/EWG (*Construction Products Directive*), która została zaimplementowana do polskiego prawa ustawą *prawo budowlane* i ustawą *o wyrobach budowlanych* (jw.). Dyrektywa ta stawia obiektom budowlanym określone wymagania podstawowe w tym między innymi wymagania dot. bezpieczeństwa pożarowego, co w konsekwencji sprowadza się do stawiania wymagań (tzw. minimalnych) dla wyrobów budowlanych stosowanych do prowadzenia robót budowlanych. Dla wielu wyrobów budowlanych *wymagania minimalne* określone są w normach zharmonizowanych z dyrektywą lub polskich normach niemających statusu normy zharmonizowanej. Liczba norm zharmonizowanych z roku na rok istotnie się zwiększa. Aktualnie w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej opublikowano listę 412 norm zharmonizowanych, a oczekuje się, że całkowita liczba norm zharmonizowanych z dyrektywą CPD wyniesie 600.

A więc nadal dla wielu wyrobów takich norm nie ma i w najbliższym czasie nie zostaną opracowane. Dla tych wyrobów zachodzi potrzeba opracowania/ustanowienia

zbioru wymagań minimalnych i zapisania ich w aprobacie technicznej po to, aby umożliwić producentowi ich wprowadzenie do obrotu.

Zgodnie z art. 9 pkt. 1 ustawy *o wyrobach budowlanych* **aprobaty technicznej** udziela się dla wyrobu budowlanego<sup>1</sup>, dla którego nie ustanowiono Polskiej Normy wyrobu, albo wyrobu budowlanego, dla którego właściwości użytkowe, odnoszące się do wymagań podstawowych, różnią się istotnie od właściwości określonych w Polskiej Normie wyrobu, objętego:

- a. mandatem udzielonym przez Komisję Europejską na opracowanie norm zharmonizowanych lub wytycznych do europejskich aprobat technicznych;
- b. nieobjętego mandatem jw., jeżeli wyrób ten ujęty został w wykazie wyrobów budowlanych, dla których możliwe jest ustanowienie aprobaty technicznej, określonych przez Ministra właściwego do spraw budownictwa, gospodarki przestrzennej i mieszkaniowej na wniosek jednostki organizacyjnej upoważnionej do wydawania aprobat technicznych.

Aprobaty techniczne udzielane są na podstawie oceny właściwości użytkowych i przewidywanej trwałości należycie zidentyfikowanego wyrobu budowlanego, potwierdzonych, w zależności od potrzeb, badaniami, obliczeniami, oględzinami, opiniami ekspertów i innymi dokumentami, z zastosowaniem przepisów szczególnych, w tym techniczno-budowlanych i Polskich Norm wyrobów.

**Aprobata techniczna nie jest dokumentem dopuszczającym do obrotu i stosowania w budownictwie, stanowi jedynie specyfikację techniczną w pro-**

<sup>1</sup> Wyrób budowlany - rzecz ruchoma, bez względu na stopień jej przetworzenia, przeznaczona do obrotu, wytworzona w celu zastosowania w sposób trwały w obiekcie budowlanym, wprowadzana do obrotu jako wyrób pojedynczy lub jako zestaw wyrobów do stosowania we wzajemnym połączeniu stanowiącym integralną całość użytkową i mająca wpływ na spełnienie wymagań podstawowych, o których mowa w art. 5 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późn. zm.).



cesie oceny zgodności i wydania w oparciu o tę ocenę certyfikatu albo deklaracji zgodności - dokumentów dopuszczających wyroby do obrotu i stosowania w budownictwie.

Udzielaniem aprobat technicznych w Polsce zajmuje się 13 jednostek aprobowanych wymienionych w §16 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (Dz. U. 2004 Nr 249, poz. 2497 z późn. zm.).

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) jest jedną z nich i jedyną w Polsce jednostką aprobowaną upoważnioną do udzielania, uchylania i zmiany aprobat technicznych, w odniesieniu do wyrobów budowlanych wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz stosowanych do prowadzenia działań ratowniczych.

Zakład Aprobat Technicznych CNBOP-PIB udziela aprobat technicznych dla wyrobów wymienionych w Mandatach Komisji Europejskiej nr M/131 oraz M/109 uzupełnionym przez M/139, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy wyrobu.



- urządzeń integrujących urządzenia przeciwpożarowe (integratory sygnałów, monitory i tablice wizualizacyjne, interfejsy sygnałów wejściowych);
- przewodów i kabli do urządzeń przeciwpożarowych oraz zamocowań (osprzętu do kabli i przewodów do instalacji przeciwpożarowych + zespołów kablowych, przewodów i kabli do instalacji przeciwpożarowych + zespołów kablowych, zasilaczy do urządzeń przeciwpożarowych);
- podzespołów instalacji wewnętrznych przeciwpożarowych (zawory hydrantowy 52);
- stałych urządzeń gaśniczych ( $NaCO_3$ , nagazyobojętne, na gazowe chlorowcopochodne węglowodorów, na mgłę wodną);
- podzespołów urządzeń gaśniczych tryskaczowych i zraszaczowych (pompy pożarowe, zawory kontrolno-alarmowe, tryskacze, zawory wzbudzające, zraszacze, łączniki przewodów rurowych, przewody rurowe z tworzyw sztucznych do urządzeń gaśniczych tryskaczowych, uchwyty przewodów rurowych, łączniki ciśnieniowe).

Poniżej przedstawiono wygląd przykładowych podzespołów / urządzeń objętych zakresem przedmiotowym aprobat technicznych.

Do dnia dzisiejszego Zakład Aprobat Technicznych CNBOP-PIB udzielił blisko 416 aprobat technicznych.



Osłona przeciwwitrzna do czujek pożarowych



Czujka wielosensorowa

## Zakres przedmiotowy aprobat technicznych

Aprobaty techniczne udzielane przez ZAT CNBOP-PIB dotyczą:

- elementów systemów sygnalizacji pożarowej (panele obsługi dla straży pożarnej, tablice synoptyczne i alarmowe, czujki, gniazda czujek, wskaźniki zadziałania, sygnalizatory optyczne);
- elementów dźwiękowych systemów ostrzegawczych (centrale, konsole z mikrofonem dla straży pożarnej, głośniki);
- elementów systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła (centrale sterujące, ręczne przyciski oddymiania, siłowniki elektromechaniczne, wyzwalacze, tablice sterownicze, urządzenia kontroli różnicy ciśnień);



Centrala dźwiękowego systemu ostrzegawczego



Głośnik pożarowy sufitowy



Ręczny przycisk  
oddymiania



Osprzęt  
do mocowania  
przewodów i kabli



Kable do urządzeń  
przeciwpożarowych



Zespoły kablowe



Zawór hydrantowy 52



Stale urządzenia  
gaśnicze (gazowe)



Pompa pożarowa



Zawór kontrolno-  
alarmowy wstępnie  
sterowany



Tryskacz ELO  
(o zwiększonym  
otworze  
wypływowym)



Zawór wzbudzający



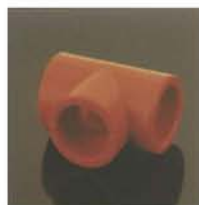
Zraszacz



Łącznik przewodów  
rurowych



Rura  
z tworzywa



Kształtka  
z tworzywa



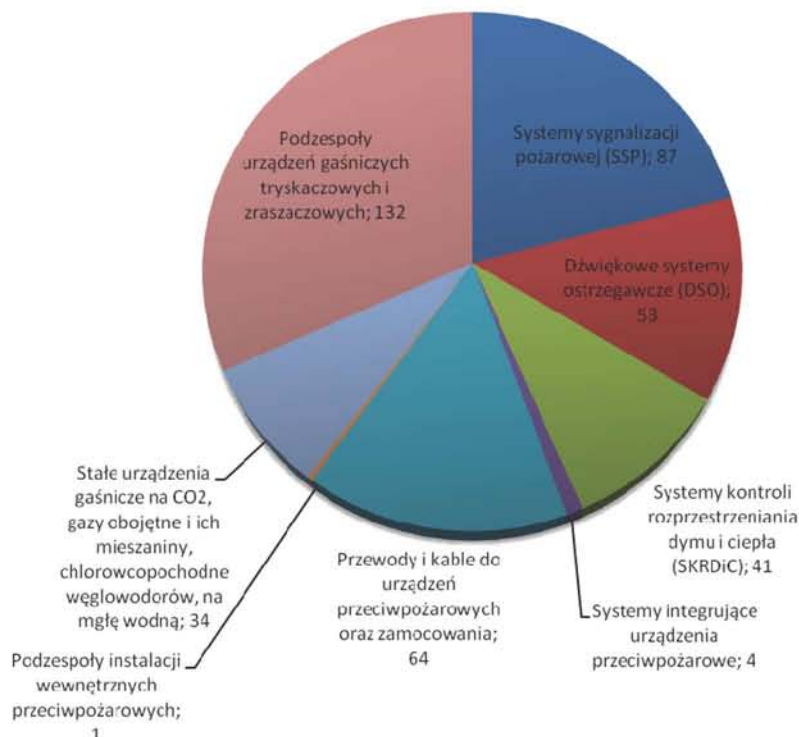
Uchwyt przewodów  
rurowych



Łącznik ciśnieniowy



## Liczba wydanych aprobat dla poszczególnych grup wyrobów jw.



## Perspektywy

Działalność Zakładu Aprobat Technicznych jest określona głównie przez przepisy budowlane. Rozporządze-

## Podsumowanie

Podsumowując stwierdzić należy, że aprobatą techniczną jest często pierwszym dokumentem, jaki producent może uzyskać dla produkowanego przez siebie wyrobu, dla którego nie opublikowano jeszcze normy krajowej lub zharmonizowanej. Dokument ten umożliwia producentowi dokonanie oceny zgodności wyrobu, dla którego nie ustanowiono norm jw., a tym samym wprowadzenie wyrobu do obrotu. Gdyby nie wprowadzono w Polsce systemu aprobacji nie było by możliwości wprowadzenia do obrotu i stosowania wielu wyrobów.

Po uzyskaniu aprobaty technicznej (stanowiącej opis wyrobu, zakres jego stosowania i zbiór wymagań mu stawianych) producent zobowiązany jest przeprowadzić ocenę zgodności wyrobu tj. wykonać zadania wyznaczone dla niego przez jeden z określonych w aprobacie technicznej systemów oceny zgodności - np. badania wyrobu, ustanowienie systemu ZKP, certyfikacja wyrobu. Po wykonaniu wszystkich czynności producent nabywa prawo do wystawienia krajowej deklaracji zgodności i znakowania wyrobów znakiem budowlanym.

Działalność aprobacyjna ma także istotne znaczenie dla poziomu bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych w Polsce, ponieważ dzięki odpowiednio postawionym wymaganiom, na obiekty budowlane trafiają wyroby o odpowiednich właściwościach, posiadające odpowiednie cechy, właściwości i parametry – spełniające wymagania istotne dla skutecznej ochrony przeciwpożarowej.

nie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. (wchodzące w życie w całości od dnia 1 lipca 2013 r.), ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG oraz sposób jego implementacji do prawa polskiego wyznaczają rolę i zadania Zakładu Aprobat Technicznych CNBOP w najbliższej przyszłości.

## Normalizacja

CNBOP-PIB od 1995 roku prowadzi sekretariat Komitetu Technicznego 244 ds. Sprzętu, Środków i Urządzeń Ratowniczo-Gaśniczych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (PKN). W skład KT 244 wchodzi obecnie 9 podmiotów członkowskich reprezentowanych przez 15 przedstawicieli z różnych środowisk takich jak np. producenci, przedstawiciele PSP, klienci itp.

Zakres tematyczny prowadzonych prac normalizacyjnych przez KT 244 obejmuje: podręczny sprzęt gaśniczy, środki gaśnicze, sprzęt straży pożarnej, stale urządzenia gaśnicze.

Od 2007 roku KT 244 opracował i przekazał do PKN z wnioskiem o zatwierdzenie 22 projektów norm. W ramach ankiety adresowanej zaopiniowano ok. 150 projektów norm. Ponadto, od roku 2010, KT 244 aktywnie uczestniczy w corocznym przeglądzie Polskich Norm PN, który ma na celu zapewnienie aktualności zbioru norm krajowych. Ponadto Komitet bierze udział w przeglądach norm europejskich (EN) i międzynarodowych (ISO).



Niezależnie od prac w ramach KT 244, pracownicy CNBOP-PIB biorą udział w pracach innych komitetów technicznych PKN tj.:

- KT 21 ds. Środków Ochrony Indywidualnej Pracowników,
- KT 27 ds. Pokryć Podłogowych i Palności Wyrobów Włókienniczych,
- KT 69 ds. Bezpieczeństwa Urządzeń Pomiarowych, Sterujących i Sprzętu Laboratoryjnego,
- KT 130 ds. Aparatury Chemicznej, Zbiorników i Butli do Gazów,
- KT 143 ds. Elektryczności Statycznej,
- KT 180 ds. Bezpieczeństwa Pożarowego Obiektów,
- KT 264 ds. Systemów Sygnalizacji Pożarowej,
- KT 306 ds. Bezpieczeństwa Powszechnego i Ochrony Ludności.

Na podstawie opinii  
ml. bryg. mgr. inż. Jacka Zboiny



kpt. mgr inż. **Tomasz KIEŁBASA**  
mgr inż. **Ewa SOBÓR**  
mgr inż. **Michał CHMIEL**  
mgr inż. **Jan FELBUR**  
mgr inż. **Marta GOŁASZEWSKA**  
mgr **Marta IWAŃSKA**  
lic. **Agnieszka KOWALCZYK**  
mgr inż. **Łukasz KUKOWSKI**  
mgr inż. **Tomasz MARKOWSKI**  
mgr inż. **Andrzej NASIOROWSKI**  
mgr inż. **Michał OŁDAK**  
mgr inż. **Anna STACHOWSKA**  
inż. **Robert ŚLIWIŃSKI**  
mgr inż. **Marcin WAWEREK**  
mgr inż. **Konrad ZACIERA**  
Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB

## **CERTYFIKACJA i DOPUSZCZENIA – NARZĘDZIE, BARIERA, INFORMACJA**

### **Certification and Admittance – Instrument, Barrier, Information**

#### **Wprowadzenie**

Wymagania dla wyrobów projektowanych, wytwarzanych, dystrybuowanych i stosowanych na potrzeby ochrony przeciwpożarowej są ważnym elementem w polityce bezpieczeństwa państwa. Potrzeba bezpieczeństwa jest podstawową potrzebą społeczną. Brak zaufania do systemu bezpieczeństwa państwa w tym wyrobów stosowanych na jego rzecz może dawać powody do określonych obaw społecznych. Bardzo często obawy te dotyczą takich cech wyrobu jak bezpieczeństwo użytkowania, wpływ na zdrowie albo na środowisko, trwałość, niezawodność, kompatybilność, przydatność do planowanych celów albo do określonego zastosowania lub określonych warunków użytkowania. Co więcej obawy te potęgowane są brakiem możliwości samodzielnego, skutecznego zweryfikowania przez potencjalnego użytkownika oczekiwanych cech wyrobu a także jego przydatności do zastosowania w ochronie przeciwpożarowej ..

Odpowiedzią na te obawy jest obiektywna ocena wyrobów ze stawianymi im wymaganiami. Działalność służąca uzyskaniu stosownego potwierdzenia w przedmiotowej materii zwana jest oceną zgodności wyrobów. Należy jedynie zwrócić uwagę, iż ocena zgodności

jest pojęciem dość szerokim i odnosi się zarówno do wymagań podstawowych jak i szczególnych, a także tych określanych jako wymagania dodatkowe. W obszarze oceny zgodności na rzecz ochrony przeciwpożarowej już od lat funkcjonuje ocena zgodności z wymaganiami podstawowymi i dodatkowymi. Odróżnić należy w tym miejscu różne cele stawiane przez te wymagania tj. odpowiednio bezpieczeństwo produktu i bezpieczeństwo powszechne (publiczne). Z uwagi na fakt, iż w obszarze bezpieczeństwa powszechnego wymagania dotyczą tak kluczowych zagadnień jak: ergonomia, funkcjonalność, użyteczność i niezawodność działania wyrobów oraz urządzeń działalność ta może być realizowana wyłącznie przez wyspecjalizowane jednostki certyfikujące oraz laboratoria badawcze. Warunkiem prawidłowego funkcjonowania tych podmiotów jest brak zależności od producentów, ich upoważnionych przedstawicieli a także importerów wyrobów.

Działalność związana z oceną wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej przybierała, począwszy od 1972 roku, różne formy, wśród których wymienić należy: opiniowanie, atestację, certyfikację, dopuszczanie. Obecnie w działalności CNBOP-PIB wyróżnić można



następujące zadania służące potwierdzeniu spełnienia przez wyrobu określonych wymagań:

- wydawanie, zmiana, cofanie i kontrola dopuszczeń do użytkowania wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywanych przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych,
- badania i certyfikacja wyrobów i usług w zakresie ochrony przeciwpożarowej i ochrony ludności.

Prowadzeniem procesów dopuszczenia i procesów certyfikacji, o których mowa powyżej, zajmuje się w Instytucie Jednostka Certyfikująca. Jednostka ta została utworzona w kwietniu 1998 r., na bazie byłego Zakładu Normalizacji, w celu kontynuacji podstawowego zadania statutowego CNBOP-PIB, jakim jest ocena zgodności wyrobów wprowadzanych do obrotu i stosowanych w ochronie przeciwpożarowej.

### Podstawy i zakres działania

Zapewnienie bezpieczeństwa ratowanym i ratownikom uczestniczącym w działaniach ratowniczo-gaśniczych było i jest zasadniczą troską kierownictwa Państwowej Straży Pożarnej. Jej wynikiem było wprowadzanie procedur oceny wyrobów stosowanych na potrzeby ochrony przeciwpożarowej, które na przestrzeni lat przedstawiały się następująco:

ówczesny system oceny wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej. Obowiązujący do 1 maja 2004 r. system oceny zgodności zmienił się w odniesieniu do wyrobów objętych harmonizacją techniczną. Od tego czasu Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB oferuje certyfikację wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej budynków i obiektów budowlanych, na podstawie, której możliwe jest naniesienie przez producenta na wyrobie:

- w europejskim systemie oceny zgodności – oznakowania CE,
- w krajowym systemie oceny zgodności - znaku budowlanego.

Podsumowując Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB prowadzi obecnie działalność w zakresie :

#### - certyfikacji obowiązkowej wyrobów budowlanych

- z wymaganiami norm zharmonizowanych - wymagana do wydania przez producenta deklaracji zgodności z dyrektywą dotyczącą wyrobów budowlanych lub dyrektywą dotyczącą środków ochrony indywidualnej;



oznakowanie CE

- z wymaganiami Polskich Norm, krajowych aprobat technicznych - wymagana do wydania przez producenta krajowej deklaracji zgodności i oznakowania wyrobów znakiem budowlanym;



oznakowanie  
znakiem  
budowlanym

Tabela 1

Podstawy formalno-prawne działalności CNBOP-PIB w obszarze oceny zgodności wyrobów

| Lata            | Podstawy formalno-prawne działalności atestacyjnej / dopuszczającej / certyfikacyjnej CNBOP-PIB                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Od 1972 do 1982 | Zarządzenie nr 25 Ministra Przemysłu Ciężkiego z dnia 4 lutego 1965 roku                                                                                                                                                                                                                                         |
| Od 1982 do 1992 | Zarządzenie nr 9/82 Komendanta Głównego Straży Pożarnej z dnia 30 maja 1982 roku w sprawie wymagań technicznych jakim powinny odpowiadać sprzęt i urządzenia pożarnicze oraz chemiczne środki gaśnicze.                                                                                                          |
| Od 1992 do 1998 | Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 22 kwietnia 1992 roku w sprawie wydawania świadectwa dopuszczenia (atestu) użytkowania wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 40, poz. 172)                                                                                                  |
| Od 1998 do 2007 | Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 22 kwietnia 1998 r. w sprawie wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej, które mogą być wprowadzane do obrotu i stosowane wyłącznie na podstawie certyfikatu zgodności (Dz. U. Nr 55, poz. 362)                                            |
| Od 2007         | rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143 poz. 1002, z późn. zm.) |

Z dniem wejścia Polski do Unii Europejskiej zmiane uległo prawodawstwo krajowe. Istotą tych zmian było dostosowanie dotychczas obowiązujących regulacji i rozwiązań prawnych do przepisów i standardów obowiązujących w Unii Europejskiej. Zmianie uległ również

#### - certyfikacji dobrowolnej wyrobów do ochrony przeciwpożarowej

- z wymaganiami specyfikacji technicznych, obustronnie uzgodnionych przez zlecniodawcę i CNBOP-PIB lub z normami PN, EN, ISO;

#### - certyfikacji dobrowolnej usług w ochronie przeciwpożarowej

- z wymaganiami specyfikacji technicznych Europejskiego Stowarzyszenia Ubezpieczycieli (CEA);

#### - dopuszczania wyrobów do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej

- z wymaganiami techniczno-użytkowymi załącznika do rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. z 2007 nr 143 poz. 1002, z 2010 r. nr 85 poz. 553).

Warte zwrócenia uwagi są dotychczasowe wyniki działalności certyfikacyjnej i dopuszczeniowej wyrobów. Otóż w latach 1998 – 2012 Jednostka Certyfikująca (wg stanu na 31.08.2012 r.):

- wydała ponad 3000 obowiązkowych i dobrowolnych, krajowych i europejskich certyfikatów zgodności,
- wydała ponad 1300 świadectw dopuszczenia,
- przeprowadziła ponad 1000 ocen warunków produkcji w zakładach produkcyjnych w kraju i za granicą.

#### Cele działalności certyfikacyjnej i dopuszczeniowej

Certyfikacja i dopuszczanie do użytkowania to działalność prowadząca do wykazania spełnienia przez wyroby określonych wymagań. Aby czynności te mogły zostać uznane za wiarygodne wykonywane są przez podmiot niezależny od dostawcy i użytkownika wyrobu. Bezstronność oceny wyrobu i niezależność decyzji od procesu oceny stanowią podstawę funkcjonowania „strony trzeciej” i istotę zapewnienia wiarygodności działań prowadzących do wykazania zgodności wyrobów ze stawianymi im wymaganiami.

Należy jednak podkreślić, że działalność certyfikacyjna i dopuszczeniowa nie szereguje ani nie klasyfikuje wyrobów pod względem ich jakości. Nie można, zatem utożsamiać wyników prac certyfikacyjnych czy dopuszczeniowych z rankingiem jakości. Celem certyfikatu zgodności i świadectwa dopuszczenia jest, bowiem informowanie o osiągnięciu przez zidentyfikowane w nich wyroby określonych parametrów i cech użytkowych. Dzięki certyfikatowi czy świadectwu dopuszczenia wydawanym przez CNBOP-PIB użytkownicy zyskują pewność, dzięki której są w stanie podejmować bardziej świadome decyzje dotyczące wyrobów znajdujących się w ofercie rynkowej. Dostawcy natomiast mogą skuteczniej osiągnąć akceptację rynku dla oferowanych wyrobów.

Certyfikaty i świadectwa dopuszczenia wydawane przez CNBOP-PIB w sposób jednakowy i powtarzalny identyfikują wyroby, których dotyczą oraz prezentują podstawowe informacje charakteryzujące certyfikowany lub dopuszczony wyrób.

Wprowadzenie wymogu posiadania przez wyroby odpowiedniego certyfikatu zgodności i / lub świadectwa dopuszczenia stanowi istotny mechanizm oddziaływania władz krajowych na stan ochrony przeciwpożarowej w Polsce. Dzięki działalności certyfikacyjnej możliwe jest uregulowanie zasady umieszczania wyrobu na rynku, a działalność dopuszczeniowa stanowi kluczowy element systemowego uregulowania zagadnienia wprowadzania wyrobów do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej.

Namacalnym efektem funkcjonowania mechanizmów niezależnej oceny wyrobów jest również wytworzenie bariery dla wyrobów niespełniających określonych wymagań. Co więcej doświadczenia płynące z użytkowania wyrobów mogą być również źródłem systemowych zmian w obowiązujących wymaganiach dla wyrobów, dzięki formułowaniu przez jednostki ochrony przeciwpożarowej ogólnokrajowych potrzeb i oczekiwań dotyczących wykorzystywanych przez nie, bezpośrednio lub pośrednio, wyrobów.

#### Kompetencje jednostki certyfikującej

W celu zagwarantowania wiarygodności działalności dotyczącej oceny zgodności wyrobu musi być ona prowadzona przez podmioty należycie do tego przygotowane, posiadające odpowiednie kompetencje oraz wdrożony system zarządzania. Potwierdzeniem tego stanu jest posiadanie odpowiednich akredytacji i notyfikacji.

W październiku 1999 roku Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB uzyskała certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji. Obecnie Jednostka Certyfikująca posiada certyfikat akredytacji nr AC 063 wydany przez Polskie Centrum Akredytacji, który jest potwierdzeniem kompetencji i kwalifikacji personelu Jednostki Certyfikującej. Zakres akredytacji obejmuje obecnie 161 norm (polskich i międzynarodowych) oraz specyfikacji technicznych CNBOP-PIB.



Logo akredytacji Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB



Certyfikat akredytacji Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB

W 2004 r. Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej uzyskało notyfikację Komisji Europejskiej w zakresie dwóch dyrektyw europejskich dotyczących:

- środków ochrony indywidualnej - dyrektywa nr 89/686/EWG,
- wyrobów budowlanych - dyrektywa nr 89/106/EWG.

Numer identyfikacyjny notyfikacji CNBOP-PIB to 1438.



Zakres notyfikacji udzielonej CNBOP-PIB obejmuje obecnie 41 europejskich norm zharmonizowanych, wśród których znalazły się normy serii:

- EN 54 Systemy sygnalizacji pożarowej;
- EN 671 Stałe urządzenia gaśnicze -- Hydranty wewnętrzne;
- EN 12094 Stałe urządzenia gaśnicze – Podzespoły urządzeń gaśniczych gazowych;
- EN 12259 Stałe urządzenia gaśnicze – Podzespoły urządzeń tryskaczowych i zraszaczowych;
- EN 12101 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła;
- EN 14339 Hydranty podziemne;
- EN 14384 Hydranty nadziemne;
- EN 14640 Autonomiczne czujki dymu;

### Podsumowanie

Brak możliwości samodzielnego stwierdzenia przez użytkownika, czy wyrób jest taki, jakie sprawia wrażenie, może powodować występowanie obaw. W sytuacji podejmowania decyzji o zakupie jest to zjawisko całkowicie naturalne, choć znacząco utrudniające podjęcie odpowiedzialnego i świadomego wyboru. Dzięki wynikom działalności certyfikacyjnej i dopuszczeniowej Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB użytkownicy są w stanie podejmować lepsze decyzje dotyczące wyrobów, a dostawcy mogą skuteczniej osiągnąć akceptację rynkową.

Działalność Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB w obszarze niezależnej oceny wyrobów oraz dążenie do ciągłego rozwoju i doskonalenia zaowocowało oferowanym obecnie zakresem i poziomem usług certyfikacyjnych i dopuszczeniowych. Co więcej oferta Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB mogła zostać skierowana nie tylko do krajowych, ale również zagranicznych producentów i dystrybutorów, nierzadko zlokalizowanych także poza Europą.

Trzydzieści lat tradycji i doświadczeń CNBOP-PIB w prowadzeniu działalności związanej z niezależną oceną wyrobów oraz dążenie do ciągłego rozwoju i doskonalenia zaowocowało m.in.:

- oferowanym obecnie zakresem i poziomem usług certyfikacyjnych i dopuszczeniowych,
- zapewnieniem spójności w sposobie informowania o certyfikowanym i/lub dopuszczonym wyrobie i ułatwieniem dostępu do informacji niezbędnych przy dokonywaniu wyboru,
- umożliwieniem rozróżnienia wyrobów spełniających wymagania obowiązujących przepisów od wyrobów nie spełniających tych wymagań,
- identyfikacją miejsca produkcji wyrobów i ograniczeniem dostępu do rynku wyrobów niewiadomego pochodzenia,
- umożliwieniem oddziaływania na poziomie władz krajowych na stan ochrony przeciwpożarowej w Polsce,
- odpowiadaniem na identyfikowane, zmieniające się potrzeby jednostki ochrony przeciwpożarowej dotyczące wyrobów.

Wśród najważniejszych dążeń Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB znajdują się dalsze doskonalenie komunikacji z Klientami Instytutu, oraz umacnianie i rozwój obszarów dotychczasowej działalności, w tym w szczególności podnoszenie prestiżowego znaczenia oferowanej działalności w Polsce i za granicą.

Na podstawie opinii:  
**ml. bryg. mgr. inż. Jacka Zboiny**



mgr Maciej KRYDOWSKI  
Maria KĘDZIERSKA  
mgr Justyna CHLEBEK  
mgr Anna KLIMIUK  
mic. Ilona MASNA

Zakład Szkoleń CNBOP-PIB

## WIEDZA Z ZAKRESU POŻARNICTWA

### Konowledge in scope of fire protection

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy od blisko 40 lat prowadzi wielokierunkową działalność usługową i doradczą w zakresie specjalistycznych badań naukowo-badawczych i rozwojowych oraz innych prac wspierających działalność badawczo-rozwojową, a także ocenę zgodności wyrobów, działalność szkoleniową i edukacyjną. Wiele realizowanych tematów ma charakter interdyscyplinarny, w związku z tym efekt końcowy, jakim jest wynik badań wykorzystywany jest w celowym i racjonalnym zarządzaniu bezpieczeństwem powszechnym oraz ma zastosowanie praktyczne. W tym celu od wielu lat funkcjonuje komórka organizacyjna wykonująca powyższe działania. W 1983 w Ośrodku Badawczo – Rozwojowym Ochrony Przeciwożarowej plk poż. prof. dr inż. Mirosław Zdanowski powołał do życia Zakład Doskonalenia Kadr Pożarniczych. Jak sama nazwa wskazuje Zakład Doskonalenia Kadr Pożarniczych wykonywał zadania związane z upowszechnianiem wiedzy pożarniczej, inicjowaniem szkoleń i zajęć doskonalących dla funkcjonariuszy straży pożarnej. Dodatkową działalnością Zakładu, w ramach realizowanych przez jeszcze wtedy Ośrodek Badawczo – Rozwojowy Ochrony Przeciwożarowej (OBROP), było koordynowanie szkoleń organizowanych przez Komendę Główną Straży Pożarnej.

Do zadań zakładu należało przede wszystkim organizowanie szkoleń i porad szkoleniowych dotyczących problematyki technicznej dla Komendy Głównej Straży Pożarnej oraz cykliczne narady (co najmniej dwa razy w roku) dla Komendantów Wojewódzkich Straży Pożarnej. Już w tamtych czasach szkolenia w (OBROP) Centrum Naukowo - Badawczym Ochrony Przeciwożarowej (1984 r. nastąpiła zmiana nazwy OBROP na CNBOP), cechowała dobra organizacja i profesjonalizm, cieszyły się dużym uznaniem strony zleconiodawców oraz uczestników. Poza działalnością

szkoleniową ukierunkowaną na obszar podnoszenia kwalifikacji funkcjonariuszy Straży Pożarnej organizowane były konferencje i sympozja. Do bardzo prestiżowych przedsięwzięć należy zaliczyć I i II Konferencję w sprawie ujednolicenia metod badań palności materiałów i rozprzestrzeniania ognia”, OBROP, Józefów 1983 r., CNBOP, Józefów 1985 r. Poraz pierwszy w maju 1984 zorganizowana została konferencja pn. „I szkoła ochrony przeciwpożarowej” i rok później „II krajowa szkoła ochrony przeciwpożarowej” poświęcona tematyce samochodów pożarniczych. Organizowane były także Sympozja nt. „Środków ogniochronnych”, Józefów 1987 r. oraz „Środki gaśniczych”, Józefów 1988 r. Poraz pierwszy w 1986 r., CNBOP zaczęło wydawać „Biuletyn Informacji Technicznej – Nauka i Technika Pożarnicza, działania edukacyjno – informacyjne jednostki docierały do szerszego kręgu środowiska strażackiego. Pojawiły się nowe, dotąd jeszcze nie zauważane obszary szkoleniowe oraz pozycje literaturowe, których organizatorami i autorami byli pracownicy Centrum. Efektem takich działań było zorganizowanie kilku niezwykle ważnych przedsięwzięć dla kształtowania świadomości społecznej w obszarze ochrony przeciwpożarowej. Do takich przedsięwzięć możemy zaliczyć I sympozjum Środków Ochronnych (luty 1987), konferencja naukowa „Ratownictwo techniczne w pożarnictwie” (czerwiec 1987), czy choćby studium podyplomowe „Technika Pożarnicza” (kwiecień 1986 – styczeń 1987).

Z chwilą przekształcenia Straży Pożarnej w Państwową Straż Pożarną i zmian dotyczących kadry zarządzającej i na stanowiskach kierowniczych Zakład Doskonalenia Kadr Pożarniczych przekształcono w Dział Postępu Naukowo-Technicznego i Rozwoju Kadr, a na stanowisko kierownika powołano mł. bryg. dr inż. w st. spocz. Stefana Wilczkowskiego (1992 -2006 r.). Nazwa Działu/Zakładu Postępu i Rozwoju Kadr w ciągu funkcjonowania ulega-

la kilka krotnie zmianie, a w 2004 roku uzyskał nazwę Zakładu Postępu Naukowo-Technicznego i Współpracy Zewnętrznej.

W latach 1992 -2006 zakład realizował prace wynikające z zakresu działalności Centrum oraz potrzebami szkoleniowymi określonymi przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej. Centrum zapewniało nie tylko sale wykładowe, ale również bazę noclegową i żywieniową. Do podstawowych zadań Zakładu między innymi należało upowszechnianie wiedzy pożarniczej poprzez planowanie i organizowanie:



Sala Audiowizualna Bud. „F”

Lata 1987- 1990 to okres zmian gospodarczych i społecznych, które nie ominęły także Centrum. Dla działalności CNBOP, to okres kończenia rozbudowy infrastruktury, ale także wzmożenie działalności badawczej jak również działalności edukacyjnej. W bardzo szybkim tempie rozwijała się działalność badawcza, powstają nowe stanowiska, prowadzonych jest szereg prac badawczych finansowanych ze środków Komitetu Badań Naukowych, co spowodowało, że w 1990 powołany został Zespół ds. gromadzenia dorobku naukowego - badawczego i technicznego pracowników merytorycznych Centrum. W celu udokumentowania aktywności badawczej oraz dydaktycznej Centrum wydawało "Opracowania – Reports". W tamtym czasie stanowiło to namiastkę obecnie wydawanego czasopisma naukowo-technicznego „Bezpieczeństwo Technika Pożarnicza”.

Wspomniane powyżej przedsięwzięcia to jedynie wybrane ważniejsze wydarzenia, które realizował Zakład Doskonalenia Kadr Pożarniczych, w których uczestniczył. Zakres działań był systematycznie rozwijany i uzupełniany o nowe przedsięwzięcia w obszarze ochrony przeciwpożarowej.

1. organizowanie sympozjów, seminariów, konferencji naukowo – technicznych, o zasięgu: wewnętrznym, wojewódzkim, ogólnokrajowym i międzynarodowym,
2. prowadzenie działalności publicystycznej w postaci wydawania biuletynów, monografii, materiałów z organizowanych przez siebie sympozjów, seminariów,

konferencji i szkoleń, a także poprzez publikowanie książek i artykułów w fachowych czasopismach poświęconych,

3. organizowanie współpracy i przygotowywanie kontaktów z placówkami naukowo-badawczymi i certyfikującymi z kraju i z zagranicy, z takich państw jak Białoruś, Czechy, Niemcy, Litwa, Łotwa, Rosja, Słowacja, Ukraina i Węgry i udział w przedsięwzięciach międzynarodowych,
4. Inicjowanie szkoleń doskonalących w CNBOP i organizowanie szkoleń zleczanych dla KG PSP
5. Realizowanie polityki jakości zgodnie z obowiązującym w Centrum „Systemem jakości”

Ważnym etapem dla działalności Zakładu stały się Ogólnokrajowe Sympozja organizowane na ważne, z punktu widzenia ochrony przeciwpożarowej tematy. Do takich zdań należały organizowane sympozja, które dotyczyły działań ratowniczo – gaśniczych w teatrach i salach widowiskowych, w lasach, w budynkach wysokich, ratownictwo drogowe, ratownictwo medyczne, ratownictwo na wodach, ratownictwo chemiczne – ekologiczne, ratownictwo specjalistyczne, ale także inne ważne zagadnienia istotne dla ratownictwa i ochrony przeciwpożarowej w Polsce. Referaty wygłaszali specjaliści i uznane autorytety w poszczególnych dziedzinach wiedzy. Analizowano problemy organizacyjne, techniczne, legislacyjne i szkoleniowe, a wnioski wynikające z meritum spraw przekazane były do Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej celem wdrożenia do praktyki służbowej.

Materiały z sympozjów zawierające między innymi referaty i wystąpienia uczestników stanowią ważny materiał dydaktyczny dla słuchaczy szkół pożarniczych. Na podstawie przygotowanych przez CNBOP materiałów z sympozjów powstało wiele prac przejściowych i dyplomowych oraz propozycje programów szkoleniowych kierowanych do szkół i ośrodków szkolenia PSP.

W sympozjach organizowanych przez CNBOP wspólnie z Komendą Główną Państwowej Straży Pożarnej i wybranymi komendami wojewódzkimi, a także z innymi instytucjami takimi jak szkoły pożarnicze Państwowej Straży Pożarnej czy Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa, wzięło udział ogółem ponad 1800 osób, reprezentujących parlament, urzędy centralne, ministerstwa, urzędy wojewódzkie i inne.

Przedewszystkim byli to funkcjonariusze pożarnictwa, pracownicy Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej i Policji, komend wojewódzkich PSP i Policji, ośrodków szkolenia, szkół pożarniczych i policyjnych i pracownicy nauki instytucji cywilnych. O randze sympozjów mogą świadczyć nazwiska osób zajmujących wysokie stanowiska państwowe w tamtych latach, które uczestniczyły w sympozjach. Byli to między innymi: Szef Urzędu Obrony Cywilnej Kraju Feliks Dela, Prezes Zarządu Głównego OSP RP Waldemar Pawlak, poseł na sejm Irena Petryna, Minister Zdrowia i Opieki Społecznej Woj-



ciech Maksymowicz, Vice Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji Wojciech Brochwicz, Vice Minister Zdrowia Andrzej Ryś, Podsekretarz Stanu w Biurze Bezpieczeństwa Narodowego Marek Dukaczewski, Dyrektor Instytutu Spraw Publicznych dr Józef Płoskonka późniejszy vice minister MSWiA, Prezes Zarządu Głównego Polskiego Czerwonego Krzyża Aleksander Małachowski i wielu innych. Uczestnikami sympozjów byli także Komendanci Główni Państwowej Straży Pożarnej i ich zastępcy: generałowie Ignacy Ścibiorek, Zbigniew Meres, Feliks Dela, Marek Jasiński, Ryszard Korzeniewski, Maciej Schroeder, a także generałowie – Roman Kaźmierczak, Marek Jasiński, Jerzy Wolanin, Teofil Jankowski, Jerzy Seńczuk, Ryszard Grosset i Zygmunt Polkowski, którzy pełnili funkcje przewodniczących Komitetów Organizacyjnych Sympozjów.

Pierwsze sympozjum zorganizowane było wspólnie z Komendą Wojewódzką we Wrocławiu pn. „Akcja ratowniczo-gaśnicza w Teatrze Polskim we Wrocławiu”, Wrocław, 1994 r., pod przewodnictwem dyrektora CNBOP bryg. dr inż. Eugeniusza W. Roguskiego, wszystkie następne wymienione poniżej pod organizowane były pod kierownictwem dyrektora st. bryg. dr inż. Ryszarda Szczygła.

- Sympozjum „Działania ratowniczo-gaśnicze w lasach”, Zielona Góra 1995 r.
- Sympozjum „Działania ratowniczo-gaśnicze w budynkach wysokich – ewakuacje interwencyjne”, Łódź 1995 r.
- Sympozjum „Działania ratownicze w wypadkach drogowych”, Łeba 1996 r.
- Sympozjum „Awarie infrastruktury technicznej w aglomeracjach miejskich”, Jachranka 1996 r.,
- Sympozjum „Działania ratownicze na wodach”, Olštyn, 1997 r.
- Sympozjum „Ratownictwo medyczne”, Kraków, 1997 r.
- Sympozjum „Powszechny system ochrony ludności”, Warszawa, 1998 r.
- Sympozjum „Ratownictwo drogowe i medyczne”, Częstochowa, 1999 r.
- Sympozjum „Standaryzacja wyposażenia technicznego Ochotniczych Straży Pożarnych”, Józefów, 1999 r.
- Sympozjum „Organizacyjne i techniczne aspekty efektywnego funkcjonowania Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego”
- Sympozjum „Ratownictwo Specjalistyczne”, Polańczyk, 2000 r.
- Sympozjum „Ratownictwo chemiczne – ekologiczne”, Krzyżowa, 2000 r.

W zakres działalności Zakładu wpisana była także organizacja Seminariów. Seminaia organizowane były cyklicznie 1 raz w miesiącu, w siedzibie jednostki oraz w jednostkach organizacyjnych PSP, a dotyczyły problematyki naukowo - badawczej prowadzonych prac oraz

zagadnień związanych z bieżącą działalnością Centrum. Do wygłaszania referatów zapraszani byli pracownicy merytoryczni Centrum oraz przedstawiciele jednostek badawczo - rozwojowych, jednostek PSP i KG PSP. Zaproszenie do wygłoszenia referatów między innymi przyjęli: prof. Henryk Sibilski z Instytutu Elektrotechniki, generał brygadier Teofil Jankowski - Komendant Główny PSP, Szef OCK, st. bryg. mgr inż. Andrzej Michalski Dyrektor Biura Współpracy Międzynarodowej i Integracji Europejskiej KG PSP, doc. dr inż. Stanisław Wierzbicki Dyrektor Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie, prof. dr inż. Witold Łuczyński Dyrektor Instytutu Technicznych Wyrobów Włókienniczych „Moratex” w Łodzi i wielu innych. Tego typu spotkań w omawianym okresie odbyło się 29, na których wygłoszono 35 referatów dla 580 uczestników. Organizowane były również tzw. Seminaia Otwarte, w których uczestniczyli przedstawiciele środowisk pożarniczych, stowarzyszenia, producenci sprzętu pożarniczego i inni zainteresowani tematyką ochrony. Seminaia te cieszyły się dużym zainteresowaniem, uczestniczyło w nich przeciętnie od 90 do 100 osób. Przykłady takich seminariów przedstawiono poniżej:

- Seminarium „Alternatywne technologie gaśnicze”, Józefów 1998 r.
- Seminarium „Modernizacja systemów grzewczych w obiektach Państwowej Straży Pożarnej”, Józefów, 1998 r.
- Seminarium „Bramy, drzwi oraz systemy współpracujące – jako elementy modernizacji i zabezpieczenia obiektów Straży Pożarnych i Policji”, Józefów, 1999 r.
- Seminarium „Nowoczesne technologie budowlane w obiektach straży pożarnych”, Józefów, 2000 r.

Inicjatywą godną uwagi są także organizowane SEMINARIA CNBOP W TERENIE, polegające na wyjazdach pracowników merytorycznych do jednostek organizacyjnych Państwowej Straży Pożarnej, komend wojewódzkich, powiatowych i miejskich. W ten sposób docieraliśmy z naszą wiedzą do jednostek terenowych. Uczestnicy seminariów otrzymywali opracowane w CNBOP komplety referatów oraz informacje o działalności Centrum. Tego typu Seminaia odbyły się w Komendzie Wojewódzkiej PSP w Lublinie, Gdańsku - Wrzeszczu, we Wrocławiu, w Centralnej Szkole PSP w Częstochowie (2 seminaia). Seminaia w Centralnej Szkole PSP zorganizowane były w ramach Międzynarodowej wystawy „Ratownictwo i Technika Przeciwpożarowa „EDURA 2004”, nt.: „Aktualny stan i perspektywy rozwoju techniki pożarniczej”.

Tematami seminarium między innymi były status i zadania CNBOP, certyfikacja wyrobów, badania skuteczności gaśniczej środków gaśniczych i kierunki rozwoju, zakres współpracy z pokrewnymi instytutami naukowo-badawczymi, instalacje sygnalizacji pożarów, instalacje tryskaczowe i ocena wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej, aktualne wybrane problemy ochrony



przeciwożarowej.

Doświadczenie, duże zaangażowanie, profesjonalizm organizacji przedsięwzięć zaowocowała tym, że nawiązano branżową współpracę z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami badawczymi, uczelniami, organizacjami technicznymi, towarzystwami ubezpieczeniowymi i innymi organizacjami. CNBOP poprzez działalność Zakładu monitorował postęp techniczny w ochronie przeciwożarowej w kraju i za granicą, wytyczał kierunki rozwoju oraz inicjował nowe przedsięwzięcia.

W ramach współpracy międzynarodowej nawiązano współpracę z placówkami naukowo-badawczymi i certyfikującymi z zagranicy, z takich państw jak Białoruś, Czechy, Niemcy, Litwa, Łotwa, Rosja, Słowacja, Ukraina i Węgry, i udział w imprezach międzynarodowych oraz organizowali w CNBOP międzynarodowe Sympozja na temat „Badania i certyfikacja w ochronie przeciwożarowej” (Józefów 1997 r., 2000 r., 2003 r., 2006 r.). Celem międzynarodowych Sympozjów było rozwijanie i wzmacnianie współpracy pomiędzy jednostkami w ramach współpracy regionalnej Europy Centralnej i Wschodniej Instytutów Naukowo-Badawczych, efektem czego było podpisanie umów o wzajemnej współpracy.

W omawianym okresie Zakład przygotował do druku ponad 30 publikacji i materiałów z seminarjów, konferencji technicznych, sympozjów krajowych i międzynarodowych oraz monografii dotyczących certyfikacji w ochronie przeciwożarowej, stałych urządzeń gaśniczych, system ochrony ludności, akcji ratowniczo-gaśniczych w lasach, w budynkach wysokich, ewakuacji, działań ratowniczych w wypadkach drogowych, awarii infrastruktury technicznej w aglomeracjach miejskich, działań ratowniczych na wodach, ratownictwo medyczne, modernizacji systemów grzewczych w obiektach Państwowej Straży Pożarnej, standaryzacji wyposażenia technicznego Ochotniczych Straży Pożarnych, transgraniczna współpracy ratowniczej i innych dotyczących bezpośrednio organizowanych przedsięwzięć.

Poza wypełnianiem zadań podstawowych zakładu pracownicy (2 osoby) w okresie tym byli inicjatorami i realizatorami wielu prac naukowych, badawczych i technicznych, co umożliwiło mi opracowanie szeregu technologii wdrożonych do praktyki przemysłowej. W latach 1993 -1995 dr inż. Stefan Wilczkowski realizował projekt badawczy finansowany ze środków Komitetu Badań Naukowych pt.: „Urządzenie do wygaszania spalania przy pomocy fal akustycznych”.

CNBOP w 2006 roku wychodząc na przeciw potrzebom szkoleniowym proponowało „nową formułę szkoleniową” kierowaną do szerokiej rzeszy podmiotów skupionych i aktywnie działających na rzecz ochrony przeciwożarowej. Istotą nowej formuły szkoleniowej CNBOP był i jest transfer wiedzy, platforma informacyjna, oraz różnorodna oferta szkoleniowa w ramach „konsorcjum naukowo-przemysłowego”. Nowa formuła szkoleniowa polega na połączeniu teorii z szeroko rozumianą

dobrą praktyką. Kluczowymi partnerami w wymianie wiedzy są jednostki ratowniczo-gaśnicze, ratownicy służb włączonych do KSRG, komendy PSP, szkoły PSP oraz inne podmioty działające na rzecz ochrony przeciwożarowej i bezpieczeństwa powszechnego. W wyniku odbywającego się transferu wiedzy określone zostały potrzeby w zakresie wymagań, metod badania i kryteriów oceny dla istniejących, wprowadzanych wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa powszechnego, ochronie życia i zdrowia oraz mienia i z tego zakresu zaczęto intensywnie organizować kursy i szkolenia.



Inauguracja roku szkoleniowego 2006

W ramach wypracowanej „nowej formuły szkoleniowej” w kwietniu 2006 roku w CNBOP odbyła się konferencja **„Partnerstwo dla innowacyjności naukowo-technicznej w obszarze bezpieczeństwa”**. Konferencja zorganizowana była dla wiodących instytucji naukowo – badawczych oraz ośrodków dydaktyczno-naukowych. Celem konferencji było: zaprezentowanie podstawowych kierunków naukowo-badawczych Centrum, przedstawienie podstawowych problemów badawczo-rozwojowych w obszarze bezpieczeństwa, zaproponowanie współpracy przy realizacji tematów badawczo – rozwojowych. Rezultatem tej konferencji było rozpoczęcie realizacji 25 tematów badawczych w latach 2006 – 2010 z zakresu B+R..

Podjęte działania pn.: **„Partnerstwo dla innowacyjności naukowo-technicznej w obszarze bezpieczeństwa”** zostały rozszerzone o wymiar międzynarodowy w ramach **IV Międzynarodowego Sympozjum „Badania i Certyfikacja w Ochronie Przeciwożarowej w Krajach Europy Centralnej i Wschodniej”**. Celem sympozjum było między innymi:

1. Rozwijanie i wzmacnianie współpracy pomiędzy jednostkami biorącymi udział w sympozjum na styku: administracja rządowa – jednostki badawczo-rozwojowe – jednostki certyfikujące – producenci – użytkownik
2. Wypracowanie form współpracy ze stowarzyszeniami i organizacjami producenckimi w sferze ochrony przeciwożarowej
3. Identyfikacja wspólnych obszarów prac badawczych



w ramach współpracy regionalnej Europy Centralnej i Wschodniej Instytutów Naukowo-Badawczych

4. Wymiana informacji o organizacji krajowych systemów badań i certyfikacji wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej. Powołanie zespołu redakcyjnego do opracowania i wydania przewodnika "Systemy certyfikacji w państwach Europy Centralnej i Wschodniej"
5. Omówienie zakresów wykonywanych badań, stosowanych dokumentów normatywnych, procesów badawczych oraz bazy laboratoryjnej

Podczas Sympozjum wypracowano formułę współpracy transgranicznej i podpisano Deklarację o współpracy „Partnerstwo dla innowacyjności naukowo-technicznej w obszarze bezpieczeństwa”.

Ostatnie 5 lat funkcjonowania Zakładu to niezwykle dynamiczne zmiany związane ze strukturą organizacyjną (do października 2010 Zakład Szkoleń, Wydawnictw i Współpracy Zewnętrznej, a od stycznia 2011 Zakład Szkoleń).

Zainicjowany w 2007 roku projekt powiązań kooperacyjnych pod nazwą Konsorcja Naukowo – Przemysłowe zaczął przynosić wymierne efekty. W ramach „Konsorcjum Naukowo-Przemysłowe” Zakład Szkoleń, Wydawnictw rozpoczął realizację cyklu szkoleń w ramach nowej „formuły szkoleniowej” polegającej na indywidualnym podejściu do zasad projektowania, instalowania i konserwacji konkretnych technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych. Celem szkoleń jest przekazywanie wiedzy, wymiany doświadczeń, propagowanie nowych kierunków, rozwiązań technicznych i technologii, definiowanie potrzeb i oczekiwań ochrony przeciwpożarowej. Istota współpracy w ramach konsorcjum polega na połączeniu praktyki z teorią, jak również na implementacji i wykorzystaniu teorii w praktyce, a także pozwalających na wykorzystywanie doświadczeń praktycznych do formułowania założeń teoretycznych, wymagań.

W ramach działalności edukacyjnej Zakład Szkoleń i Wydawnictw uzupełniającą zorganizował szereg przedsięwzięć wpisujących się w koncepcję budowy systemu zarządzania kryzysowego, ochronę ludności i ratownictwa w zakresie podnoszenia poziomu jakości wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej oraz w obszarze działania Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej, kompetencji Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji.

Do najważniejszych przedsięwzięć można zaliczyć cykl szkoleń podstawowych pn. „Zarządzanie w stanach zagrożenia i doskonalenie systemu ochrony ludności” dla Starostów, Wójtów, Burmistrzów i Prezydentów Miast województwa dolnośląskiego. Szkolenia zorganizowane zostały na zlecenie Wydziału Zarządzania Kryzysowego Dolnośląskiego Urzędu Wojewódzkiego. O wysokiej jakości i profesjonalizmie zorganizowanych szkoleń, jest fakt, iż w 2011 roku Dolnośląski i Zachodniopomorski

Urząd Wojewódzki, zwrócił się z prośbą o przeprowadzenie ww. szkoleń dla nowo wybranych władz samorządowych.



W ramach realizacji projektu badawczo-rozwojowego zorganizowany został także cykl szkoleń dla wójtów, burmistrzów, pracowników merytorycznych „Gminnych Centrów Zarządzania Kryzysowego” odpowiedzialnych za organizację i funkcjonowanie CZK.

Innym ważnym przedsięwzięciem był kurs organizowany w ramach „Centrum Kształcenia Strategicznego”. Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej wraz z Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej realizowała „Kurs Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej dla wyższej kadry dowódczej i kierowniczej PSP” oraz szkolenie menadżerskie dla kadry kierowniczej Państwowej Straży Pożarnej pn. „Umiejętności menadżerskie w zarządzaniu zasobami ludzkimi w organizacji, czyli jak sobie radzić z podwładnymi i przełożonym”.

Ogólnopolskie Seminaria CNBOP - PIB organizowane w oparciu o tematykę wynikającą z prac badawczo-rozwojowych Zakładów – Laboratoriów Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowego Instytutu Badawczego. Seminaria mają charakter otwarty i skierowane są do kadry Państwowej Straży Pożarnej w kraju oraz innych instytucji zajmujących się problematyką ochrony przeciwpożarowej i bezpieczeństwem powszechnym. Tematyka seminariów dotyczyła partnerstwa dla edukacji o bezpieczeństwie; praktycznego portalu informacji o ocenie zgodności (CIRCA); wymagań dla stałych urządzeń gazowych; dźwiękowych systemów ostrzegawczych; ryzyk pożarowych, zasad wprowadzania do obrotu i stosowania elementów technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych budynków, tendencji rozwojowych w wyposażeniu ratownictwa technicznego jednostek ochrony przeciwpożarowej.

Jedno z ważniejszych Seminariów CNBOP odbyło się w dniu 31 marca 2010 r. pt. „Badania, innowacje i rozwój w ochronie przeciwpożarowej”. Seminarium poświęcone tematyce badań, innowacji i rozwoju w dziedzinie ochrony przeciwpożarowej. Podczas seminarium zaprezentowano najważniejsze osiągnięcia CNBOP w zakresie prac badawczych,



systemu dopuszczeń, aprobat technicznych oraz działalności wspomagającej badania i projekty, tj. szeroko pojętej edukacji na rzecz bezpieczeństwa powszechnego i ochrony ludności. Podkreślenia wymaga, iż w seminarium wzięli udział wyjątkowi goście między innymi **prof. dr hab. Maria Elżbieta Orlowska** - Sekretarz Stanu w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego, **mgr Zbigniew Sosnowski** - Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych i Administracji, **nadbrygadier Wiesław Leśniakiewicz** - Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej, **nadbrygadier Marek Kowalski** - Zastępca Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej, **dr inż. Eugeniusz Wojciech Roguski** - Dyrektor Polskiego Centrum Akredytacji, **mgr Jerzy Maciak** - Doradca Wicepremiera Ministra Gospodarki, Dyrektor Zarządu Wykonawczego ZOSP RP, **mgr Adam Wieczorek** - Naczelnik Wydziału Modernizacji i Normalizacji, Departament Analiz i Nadzoru MSWiA, **prof. dr hab. Lech Starczewski** - przewodniczący Rady Naukowej CNBOP. Seminarium poprowadził mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski, Dyrektor Centrum, który na wstępie przedstawił historię placówki, strategię jej rozwoju oraz główne zadania i projekty realizowane przez CNBOP PIB w ostatnich latach.



Zakład organizował lub współorganizował konferencje zagraniczne i krajowe w ramach upowszechniania wiedzy pożarniczej i współpracy z instytucjami działającymi na rzecz bezpieczeństwa i ochrony przeciwpożarowej, transferu wiedzy naukowo - technicznej oraz realizowanych projektów współfinansowanych ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Do ważniejszych **Konferencji zorganizowanych** w 2010 roku w ramach upowszechniania wiedzy pożarniczej i współpracy z instytucjami działającymi na rzecz bezpieczeństwa i ochrony przeciwpożarowej, transferu wiedzy naukowo - technicznej należy konferencja dot. nowelizacji rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143 poz. 1002) oraz **Konferencja z okazji nadania Centrum**

## Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej statusu Państwowego Instytutu Badawczego.



Gośćmi honorowymi byli Zbigniew Sosnowski - Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych i Administracji, gen. brygadier Wiesław Leśniakiewicz, Komendant Główny PSP wraz z zastępcą nadbryg. Markiem Kowalskim, przedstawiciele Zarządu Wykonawczego Związku Ochotniczych Straży Pożarnych, Polskiego Centrum Akredytacji, Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Komendy Główny Państwowej Straży Pożarnej, Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, Rady Głównej Instytutów Badawczych, Rządowego Centrum Bezpieczeństwa oraz Ogólnopolskiego Stowarzyszenia Producentów Zabezpieczeń Przeciwpożarowych i Sprzętu Ratowniczego. Podczas konferencji przedstawione zostały Konferencja poświęcono była strategicznym kierunkom działania, a także zaprezentowano między innymi zakres badań dynamizujących rozwój ochrony przeciwpożarowej. Przedstawione zostały najważniejsze osiągnięcia CNBOP - PIB w zakresie prac badawczych, systemu dopuszczeń, aprobat technicznych oraz działalności wspomagającej badania i projekty, tj. szeroko pojętej edukacji na rzecz bezpieczeństwa powszechnego i ochrony ludności. Między innymi zaprezentowano nagrodzony złotym medalem na Międzynarodowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik INNOVA 2010 w Brukseli „Środek zwilżający do gaszenia pożarów lasów i torfowisk” oraz „Oprogramowanie dla Gminnych Centrów Zarządzania Kryzysowego „ELIKSIR” - Program wspomagający” nagrodzone srebrnym medalem na 109 Międzynarodowych Targach Wynalazczości „Concours-Lepine” w Paryżu.

W ramach powiązań Partnerskich, Zakład Szkoleń realizuje obecnie szereg szkoleń, warsztatów oraz konferencji głównie skierowanych do osób świadczących usługi w obszarze projektowania, instalacji i konserwacji systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz kontynuuje realizację przedsięwzięć zlecanych przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej. Zakład Szkoleń jest współorganizatorem szkoleń, narad i po-



siedzeń komisji, warsztatów tematycznych, w ramach realizowanych projektów zleczanych przez KG PSP



Narada dla archiwistów jednostek organizacyjnych PSP,  
Józefów, październik 2011 r.

Wiele tematów z obszaru bezpieczeństwa powszechnego ma charakter interdyscyplinarny, w związku z tym efekt końcowy, jakim jest wynik, jest uzależniony od kwalifikacji zawodowych i naukowych członków zespołu. Pracownicy Zakładu brali udział wraz z innymi partnerami w realizacji następujących projektów badawczych rozstrzygniętych w drodze konkursu lub finansowane zewnętrznie:

„Algorytm oprogramowania CZK w zakresie: kreatora planów reagowania kryzysowego, komunikatora kryzysowego, procedur reagowania i zarządzania kryzysowego”, w efekcie którego powstało oprogramowanie do tworzenia gminnych planów reagowania kryzysowego.

„Wioska Internetowa” i „Internetowe Centra Edukacyjno Oświatowe dla Wsi” „Opracowanie materiałów szkoleniowych zgodnych z „Systemem szkolenia członków ochotniczych straży pożarnych biorących bezpośredni udział w działaniach ratowniczych”.



Zakład prawie od początku swojej działalności zajmował się działalnością wydawniczą. Były opracowywane materiały szkoleniowe, seminaryjne, konferencyjne, foldery o działalności Centrum. W ostatnim okresie w ramach działalności wydawniczej Zakład Szkoleń opracowywuje

materiały szkoleniowe, a do redagowania czasopisma CN-BOP, utworzono samodzielne stanowisko. Pracownicy zakładu czynnie uczestniczą także w organizowanych kursach, szkoleniach i konferencjach, są autorami artykułów zamieszczonych w wydawnictwach specjalistycznych, materiałach pokonferencyjnych i szkoleniowych, wygłaszają referaty na krajowych konferencjach, szkoleniach, kursach, naradach i warsztatach, treścią których są zagadnienia związane z tematyką prowadzonych szkoleń, zarządzaniem kryzysowym oraz podnoszeniem poziomu bezpieczeństwa powszechnego.



Zakład Szkoleń i Wydawnictw opracowywał redakcyjnie i przygotowywał do druku rocznie około 23 publikacji. Jedną z ważniejszych pozycji wydawniczych CN-BOP- PIB jest Kwartalnik „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza”, który na podstawie decyzji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego stał się czasopismem punktowanym z listy Ministra NiSW i otrzymał 6 pkt.

Zarówno w roku bieżącym (2012), jak i kolejnych latach, duży nacisk zostanie położony na poszerzenie oferty szkoleniowej o kolejne przedsięwzięcia obejmujące zarówno instalacje jak i sprzęt używany w ochronie przeciwpożarowej.

Centrum Naukowo - Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej bierze udział w wystawach i targach poświęconych ochronie przeciwpożarowej i bezpieczeństwu prezentując dorobek naukowo-badawczy, podczas których organizuje wystawy osiągnięć oraz seminaria i konferencje. Podczas Międzynarodowej Wystawy „Ratownictwo i Technika Przeciwpożarowa EDURA 2009”, zorganizowana została konferencja pt. „Innowacyjność dla bezpieczeństwa”, która prezentowała osiągnięcia naszej jednostki w zakresie badań na rzecz ochrony przeciwpożarowej oraz bezpieczeństwa powszechnego.

Efektywne prowadzenie działalności w zakresie



transferu wiedzy, upowszechnianie wyników badań naukowych i prac rozwojowych oraz edukacyjnej zaowocowało licznymi nagrodami i wyróżnieniami na krajowej i międzynarodowej arenie.

Za wkład naukowo-badawczy i edukacyjny w rozwój Ochotniczych Straży Pożarnych, poprzez uczestnictwo w realizacji projektów: „Algorytm oprogramowania CZK w zakresie: kreatora planów reagowania kryzysowego, komunikatora kryzysowego, procedur reagowania i zarządzania kryzysowego”, w efekcie którego powstało oprogramowanie do wspomagające tworzenie gminnych planów reagowania kryzysowego,

„Wioska Internetowa” i „Internetowe Centra Edukacyjno Oświatowe dla Wsi”, oraz opracowanie materiałów szkoleniowych zgodnych z „Systemem szkolenia członków ochotniczych straży pożarnych biorących bezpośredni udział w działaniach ratowniczych” Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej otrzymało **Medal Honorowy im. Bolesława Chomicza**.

Podczas XXI edycji Międzynarodowych Targów Ochrony Pracy, Pożarnictwa i Ratownictwa SAWO 2012 r. Szkolenie dla projektantów, instalatorów i konserwatorów systemów sygnalizacji pożarowej oraz Stałych urządzeń gaśniczych tryskaczowych zostało wyróżnione Złotym medalem, który otrzymał Instytut z rąk **Prezesa Zarządu Głównego Związku Ochotniczych Straży** oraz Złotym medalem przyznany przez **Ministra Pracy i Polityki Społecznej** w kategorii „Edukacja i prewencja”, mogą świadczyć jedynie o dużej wartości merytorycznej i dydaktycznej szkoleń. Stanowią one także pewnego rodzaju wyznacznik kierunku dla dalszych przedsięwzięć realizowanych przez Instytut w obszarze szkoleń.

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej Państwowy Instytut Badawczy w 11 czerwca br. zostało laureatem najbardziej prestiżowe nagrody gospodarczej w kraju. W gronie nominowanych do Godła „Teraz Polska” w V edycji Konkursu „Teraz Polska” dla Przedsiębiorstw Innowacyjnych otrzymało Polskie Godło Promocyjne „Teraz Polska” za opracowanie innowacyjnego „Środka zwilżającego do gaszenia po-

żarów lasów i torfowisk”.

Otrzymane Polskiego Godła Promocyjnego „Teraz Polska” jest ukoronowaniem 40 letniej działalności naukowo-badawczej Instytutu, wysokiego zaangażowania kadry Centrum oraz profesjonalizmu jego kadry zarządzającej, potwierdzeniem wysokiej jakości prowadzonych badań, wynikiem których są innowacyjne rozwiązania w obszarze ochrony przeciwpożarowej i bezpieczeństwa.

Działalność w zakresie edukacyjnym prowadzona w Instytucie wciąż jest uaktalniana zgodnie z zapotrzebowaniem tematyki szkoleniowej i edukacyjnej, aktualna oferta szkoleniowa dostępna jest na naszej stronie internetowej [www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl). Szkolenia cieszą się ogromnym zainteresowaniem, dlatego też w najbliższym czasie planowane są szkolenia dotyczące projektowania bezpieczeństwa pożarowego w obiektach budowlanych, wymagania, zasady stosowania urządzeń transmisji alarmów pożarowych do PSP, projektowanie, instalowanie i konserwacja stałych urządzeń gaśniczych, konserwacji stałych urządzeń gaśniczych wraz z systemami sterowania, analizy ryzyka w ochronie przeciwpożarowej i wiele innych.

Zapraszamy wszystkich zainteresowanych do współpracy w ramach konsorcjum naukowo-przemysłowego i udziału w szkoleniach CNBOP – PIB.



Na podstawie opinii:  
**dr. inż. Stefana Wilczkowskiego**