

st. kpt. mgr inż. **Daniel MAŁOZIĘĆ**  
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych  
i Pożarowych CNBOP  
kpt. mgr inż. **Ariadna KONIUCH**  
Biuro Rozpoznawania Zagrożeń  
Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej

**REAKCJA NA OGIEŃ**  
**METODY BDAŃ I KRYTERIA KLASYFIKACJI\***  
**Reaction to Fire**  
**Test Methods and Classification Criteria\***

**Streszczenie**

W niniejszym artykule przedstawiono podstawowe informacje dotyczące badań i klasyfikacji w zakresie reakcji na ogień wyrobów, które w swoim końcowym zastosowaniu mogą brać udział w powstawaniu i rozprzestrzenianiu się ognia i dymu w pomieszczeniu, w którym pożar ten powstał. Opisano metody badawcze odpowiadające pierwszej fazie rozwoju pożaru do momentu ewentualnego rozgorzenia. Przedstawiono kryteria klasyfikacji wyrobów, z uwzględnieniem dodatkowych klasyfikacji ze względu na wydzielanie dymu i występowanie płonących kropli/cząstek. Celem powyższych procedur jest zapewnienie jednolitego sposobu klasyfikacji wyrobu na podstawie wyników uzyskanych z badań reakcji na ogień.

**Summary**

This article describes information concerning the reaction to fire test methods and fire classification of products that, in their end-use application, can contribute to the generation and spread of fire and smoke within the room of origin of fire. Authors described test methods corresponding to the first stage in the development of a fire till the potential flashover. There were also described classification criteria for smoke production and for flaming droplets/particles. The aim of all mentioned above procedures is to provide a harmonized way of the classification of a product, based on results obtained during tests in accordance with reaction to fire test methods.

**Słowa kluczowe :** Reakcja na ogień, klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych, SBI

**Key words :** Reaction to fire, fire classification of construction products, SBI

## Wstęp

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wymagań stawianych wyrobom budowlanym w zakresie reakcji na ogień, które to zostały opisane w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 56, poz. 461 z 2009 r.).

Właściwości pożarowe wyrobów budowlanych i materiałów stosowanych do wyposażania wnętrz mają ogromne znaczenie szczególnie w pierwszej fazie rozwoju pożaru. Ich odpowiedni dobór może zapewnić bezpieczeństwo ludziom, umożliwiając skuteczną ewakuację, a także zmniejszyć prędkość rozprzestrzeniania się pożaru i tym samym zmniejszyć wielkość strat związanych z niszczycielskim działaniem ognia.

Pożar w budynku może rozprzestrzeniać się w bardzo szybkim tempie, powodując ogromne straty materialne i stwarzając zagrożenie dla przebywających tam osób. Stąd też wymagania dotyczące ochrony przeciwpożarowej należy uwzględniać podczas projektowania budynku i jego eksploatacji.

Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego wyrobów budowlanych mogą się różnić w zależności od przeznaczenia pomieszczenia i budynku, w którym wyroby są instalowane.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.) precyzuje wymagania stawiane elementom budynków i stosowanych w nich wyrobom budowlanym. W zakresie bezpieczeństwa pożarowego wymagania te odnoszą się przede wszystkim do reakcji na ogień wyrobów budowlanych, rozprzestrzeniania ognia i odporności ogniowej dla elementów budowlanych.

W systemie europejskim wyroby budowlane klasyfikowane są w sposób znacznie różniący się od stosowanych w Polsce opisowych określeń dotyczących stopnia palności materiałów.

W krajowych przepisach techniczno-budowlanych dotyczących stopnia palności i właściwości pożarowych nadal funkcjonują określenia:

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

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

Natomiast wymagania europejskie stosują system euroklas, klasyfikujący materiały budowlane pod względem reakcji na ogień jako klasy: A1, A2, B, C, D, E, F wraz z kryteriami dodatkowymi uwzględniającymi wydzielanie dymu oraz występowanie płonących kropli.

Do poszczególnych wymagań przypisane są znormalizowane metody badań. W przypadku badań reakcji na ogień wyrobów budowlanych podstawę klasyfikacji stanowi norma PN-EN 13501-1+A1:2009 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień”.

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

Tabela 1.

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

Cechy palności stosowane w rozporządzeniu		Klasy reakcji na ogień według PN-EN 13501-1+A1:2009	
Podstawowe	niepalne	A1; A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0 ;	
	palne	niezapalne	A2-s1, d1 ; A2-s2, d1 ; A2-s3, d1 ; A2-s1, d2 ; A2-s2, d2 ; A2-s3, d2 ; B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 ; B-s1, d1 ; B-s2, d1 ; B-s3, d1 ; B-s1, d2 ; B-s2, d2 ; B-s3, d2 ;
	trudno zapalne	C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 ; C-s1, d1 ; C-s2, d1 ; C-s3, d1 ;	

			C-s1, d2 ; C-s2, d2 ; C-s3, d2 ; D-s1, d0 ; D-s1, d1 ; D-s1, d2 ;
		<b>łatwo zapalne</b>	D-s2, d0 ; D-s3, d0 ; D-s2, d1 ; D-s3, d1 ; D-s2, d2 ; D-s3, d2 ; E-d2 ; E ; F
<b>Dodatkowe</b>	<b>niekapiące</b>		A1 ; A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0 ; B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 ; C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 ; D-s1, d0 ; D-s2, d0 ; D-s3, d0 ;
	<b>samogasnące</b>		co najmniej E
	<b>intensywnie dymiące</b>		A2-s3, d0 ; A2-s3, d1 ; A2-s3, d2 ; B-s3, d0 ; B-s3, d1 ; B-s3, d2 ; C-s3, d0 ; C-s3, d1 ; C-s3, d2 ; D-s3, d0 ; D-s3, d1 ; D-s3, d2 ; E ; E-d2 ; F

Tabela 2.

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

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

Większość znormalizowanych metod badawczych, które znalazły zastosowanie w nowym systemie klasyfikacji wyrobów budowlanych to znane od wielu lat metody ISO. Metodą opracowaną specjalnie na potrzeby nowej klasyfikacji jest norma PN-EN 13823:2004 „Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych - Wyroby budowlane, z wyłączeniem podłogowych, poddane oddziaływaniu termicznemu pojedynczego płonącego przedmiotu”, tzw. SBI.

## **Rozwój pożaru w pomieszczeniu**

Pożar pomieszczenia jest to pożar występujący w zamkniętej objętości (pomieszczeniu) lub podobnej przestrzeni ograniczonej przegrodami budowlanymi znajdującymi się w budynku. Ograniczenie przestrzeni powoduje gromadzenie się w górnej części pomieszczenia gorących produktów rozkładu termicznego powodując powiększanie się gorącej podsufitowej warstwy gazów.

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

**Inicjacja pożaru** może nastąpić na dwa sposoby: zapłon – przy udziale punktowego źródła ciepła, na przykład płomienia – i samozapłon - na przykład poprzez akumulację ciepła w paliwie w wyniku oddziaływania strumieni promieniowania cieplnego.

Materiały palne w warunkach pożarowych spalają się w sposób płomieniowy lub bezpłomieniowy (tlenie).

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

**Rozgorzeniem** (flashover) określa się moment przejścia z etapu wzrostu pożaru do etapu pożaru w pełni rozwiniętego. Inną definicją tego zjawiska to szybkie przejście ze stanu powierzchniowego spalania się materiałów do spalania przestrzennego palnej fazy lotnej powstałej na skutek rozkładu termicznego.

Etap w **pełni rozwiniętego pożaru** jest to okres, w którym szybkość wydzielania ciepła osiąga wartość maksymalną. Pod koniec tego etapu następuje szybkie zmniejszanie stężenia tlenu, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia szybkości spalania.

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

## **Dynamika rozwoju pożaru w pomieszczeniu**

Czynniki wpływające na dynamikę rozwoju pożaru w pomieszczeniu można podzielić na trzy podstawowe grupy: sposób inicjacji spalania, czynniki charakteryzujące występujące w pomieszczeniu materiały palne, czynniki charakteryzujące pomieszczenie, w którym rozwija się pożar.

Sposób inicjacji spalania i moc źródła ciepła mają bardzo duże znaczenie dla szybkości rozwoju pożaru. Im wyższa moc źródła ciepła tym szybciej następuje rozwój pożaru. W procesie tym istotną rolę odgrywa również sposób i miejsce przyłożenia źródła ciepła. Pożar zwykle rozwija się najszybciej w przypadku oddziaływania źródła ciepła na dolną część pionowo usytuowanego materiału palnego.

Typ i ilość materiałów palnych występujących w pomieszczeniu jest jednym z głównych czynników wpływających na szybkość rozwoju pożaru. Szczególną uwagę należy zwrócić na usytuowanie palnych elementów wykończeniowych na ścianach i suficie pomieszczenia.

Na dynamikę w pełni rozwiniętego pożaru istotny wpływ mają również czynniki charakteryzujące pomieszczenie, w którym rozwija się pożar, takie jak geometria pomieszczenia czy wielkość i rozmieszczenie otworów wentylacyjnych warunkujących dopływ powietrza (tlenu) do środowiska pożarowego.

W fazie wzrostu pożaru istotna jest wartość mocy zapłonu oraz właściwości innych materiałów wystawionych na bezpośrednie działanie płomieni. Dalej pożar rozwija się pod względem wielkości i stopniowo zajmuje obiekty wokół zarzewia. Zapaleni mogą ulec znajdujące się w pobliżu okładziny ścian, podłogi, wykładziny dywanowe, firany itp. Właściwości pożarowe materiałów wykończeniowych i wyposażenia wewnątrz odgrywają zasadniczą rolę w tej fazie rozwoju pożaru i decydują o warunkach bezpiecznej ewakuacji ludzi z pomieszczeń.

Podczas fazy rozwoju pożaru, może nastąpić zjawisko rozgorzenia. Następuje to zwykle, gdy temperatura gazów pożarowych przy suficie osiągnie około 600°C.

Po rozgorzeniu pożar osiąga swoją maksymalną szybkość wydzielania ciepła i jest w pełni rozwinięty. Na czas trwania i intensywność pożaru wpływa w tej fazie ilość dostępnego powietrza (wentylacja) i ilość nagromadzonych materiałów palnych.

W zależności od przeznaczenia materiałów poddaje się je badaniom symulującym różne fazy pożaru. W związku z powyższym „próby ogniowe” na materiałach budowlanych wykończeniowych są wykonywane z użyciem inicjatorów spalania charakterystycznych dla początkowej fazy pożaru. Te metody badań są określane jako próby "reakcji na ogień", a ich celem jest

ocena udziału wyrobów i materiałów we wczesnych stadiach pożaru. Zazwyczaj próby reakcji na ogień są przeprowadzane w małej lub średniej skali.

Elementy budynku, takie jak drzwi, stropy, ściany działowe, itp., które powinny stanowić oddzielenia pożarowe, są badane w ekspozycjach cieplnych osiąganych w fazie w pełni rozwiniętego pożaru. Te metody badań są określane jako "odporność ogniowa" i są przeprowadzane w pełnej skali.

Właściwości pożarowe użytych materiałów budowlanych i wykończeniowych odgrywają zasadniczą rolę w procesie rozwoju pożaru, mogąc przyczynić się do znacznego opóźnienia momentu wystąpienia rozgorzenia. Pozwala to na ograniczenie strat pożarowych oraz umożliwia wydlużenie czasu na bezpieczną ewakuację ludzi z pomieszczeń.

### **Badania i klasyfikacja wyrobów w zakresie reakcji na ogień**

Metody badań umożliwiające określenie klasy reakcji na ogień wyrobów budowlanych, symulują warunki rozwoju pożaru w pomieszczeniu, który może się rozwinąć i ewentualnie osiągnąć rozgorzenie. Scenariusz ten obejmuje następujące sytuacje rozwoju pożaru:

- Pierwszy etap - zapoczątkowanie pożaru na skutek zapalenia się wyrobu od małego płomienia, na ograniczonej powierzchni wyrobu.
- Drugi etap odpowiada scenariuszowi rozwoju pożaru w pomieszczeniu, w którym może powstać zjawisko rozgorzenia. Scenariusz ten odzwierciedla proces spalania pojedynczego płonącego przedmiotu w narożu pomieszczenia, który oddziałuje na przyległe powierzchnie. W przypadku posadzek pożar rozwija się w pomieszczeniu, w którym powstał, wytwarzając strumień ciepła, który przez otwarte drzwi oddziałuje na posadzki sąsiedniego pomieszczenia lub korytarza.
- Trzeci etap – symuluje warunki cieplno-przepływowe istniejące w pożarze po rozgorzeniu – wszystkie palne wyroby mają udział w zwiększaniu mocy pożaru.

W związku z powyższym badania reakcji na ogień wyrobów i materiałów wykonywane są z użyciem źródeł ognia charakterystycznych dla początkowych „etapów” fazy wzrostu pożaru. Celem tych metod jest ocena udziału wyrobów i materiałów we wczesnych stadiach pożaru pod względem takich czynników jak:

- Zapalność.
- Rozprzestrzenienie ognia.
- Wydzielanie ciepła.
- Wytwarzanie dymu.

- Występowanie płonących kropli/cząstek.

### **Kryteria klasyfikacyjne**

Na podstawie postanowień normy PN-EN 13501-1+A1:2009 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień, reakcję na ogień wyrobów budowlanych, z wyłączeniem podłogowych, wyroby budowlane bada się zgodnie z wymaganiami określonymi w następujących normach:

#### **a. W celu uzyskania klasy A1:**

- PN-EN ISO 1182:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Badania niepalności,
- PN-EN ISO 1716:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Określanie ciepła spalania.

#### **b. W celu uzyskania klasy A2:**

- PN-EN ISO 1182:2004 [9] lub PN-EN ISO 1716:2004 [10],
- PN-EN 13823:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych - Wyroby budowlane, z wyłączeniem podłogowych, poddane oddziaływaniu termicznemu pojedynczego płonącego przedmiotu.

#### **c. W celu uzyskania klas B, C, D:**

- PN-EN 13823:2004 [11],
- PN-EN ISO 11925-2:2004 Badania reakcji na ogień. Zapalność materiałów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia. Część 2: Badania przy działaniu pojedynczego płomienia.

#### **d. W celu uzyskania klasy E:**

- PN-EN ISO 11925-2:2004 [12].

Przyporządkowanie odpowiednich metod badań umożliwiających sklasyfikowanie wyrobu na podstawie badań reakcji na ogień posadzek wraz z kryteriami klasyfikacji i klasyfikacją dodatkową przedstawia tabela 3.

Określono siedem głównych klas reakcji na ogień wyrobów budowlanych: A1, A2, B, C, D, E i F. W najniższej klasie F umieszczono wyroby, dla których nie określono żadnych wymagań w zakresie reakcji na ogień. Ponadto wprowadzono dodatkową klasyfikację w zakresie wydzielania dymu (s1, s2 i s3) oraz w zakresie występowania płonących kropli/cząstek (d0, d1 i d2).



Tabela 3.

Kryteria klasyfikacji w oparciu o wymagania PN-EN 13501-1+A1:2009 [8]

Klasa	Metoda lub metody badania	Kryteria klasyfikacji	Klasyfikacja dodatkowa
<b>A1</b>	PN-EN ISO 1182 <sup>(a)</sup> i	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ i $\Delta m < 50\%$ i $t_f = 0$ (tj. nie występuje ustabilizowane spalanie płomieniowe)	-
	PN-EN ISO 1716 i	$\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>(a)</sup> i $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>(b,c)</sup> i $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ/m}^2$ <sup>(d)</sup>	-
<b>A2</b>	PN-EN ISO 1182 <sup>(a)</sup> i	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$ i $\Delta m \leq 50\%$ i $t_f < 30 \text{ s}$	-
	PN-EN ISO 1716 i	$\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}$ <sup>(a)</sup> i $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ <sup>(b)</sup> i $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ <sup>(d)</sup> i	-
	PN-EN 13823 i	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ i $\text{LFS} < \text{krawędzi próbki}$ i $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Wydzielanie dymu <sup>(f)</sup> i płonące krople/cząstki <sup>(g)</sup>
<b>B</b>	PN-EN 13823 i	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ i $\text{LFS} < \text{krawędzi próbki}$ i $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Wydzielanie dymu <sup>(f)</sup> i płonące krople/cząstki <sup>(g)</sup>
	PN-EN ISO 11925-2 <sup>(j)</sup> : $\text{E}_{\text{flame}} = 20 \text{ s}$	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 60 s	
<b>C</b>	PN-EN 13823 i	$\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W/s}$ i $\text{LFS} < \text{krawędzi próbki}$ i $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15 \text{ MJ}$	Wydzielanie dymu <sup>(f)</sup> i płonące krople/cząstki <sup>(g)</sup>
	PN-EN ISO 11925-2 <sup>(j)</sup> : $\text{E}_{\text{flame}} = 20 \text{ s}$	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 60 s	
<b>D</b>	PN-EN 13823 i	$\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W/s}$	Wydzielanie dymu <sup>(f)</sup> i płonące krople/cząstki <sup>(g)</sup>
	PN-EN ISO 11925-2 <sup>(j)</sup> : $\text{E}_{\text{flame}} = 20 \text{ s}$	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 60 s	
<b>E</b>	PN-EN ISO 11925-2 <sup>(g)</sup> : $\text{E}_{\text{flame}} = 15 \text{ s}$	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	płonące krople/cząstki <sup>(h)</sup>
<b>F</b>	Właściwość użytkowa nieokreślona		
<sup>(a)</sup> Dla wyrobów homogenicznych i składników zasadniczych wyrobów niehomogenicznych. <sup>(b)</sup> Dla wszystkich składników drugorzędnych zewnętrznych wyrobów niehomogenicznych.			

(<sup>c</sup>) Alternatywnie, jakkolwiek, składnik drugorzędny zewnętrzny o PCS  $\leq 2,0$  MJ/ m<sup>2</sup>, pod warunkiem, że wyrób spełnia następujące kryteria EN 13823: FIGRA  $\leq 20$  W/s i LFS < krawędzi próbki i THR<sub>600s</sub>  $\leq 4,0$  MJ, i s1, i d0.

(<sup>d</sup>) Dla dowolnego drugorzędnego składnika wewnętrznego wyrobów niehomogenicznych.

(<sup>e</sup>) Dla wyrobu jako całości.

(<sup>f</sup>) W ostatniej fazie opracowywania procedury badania wprowadzono modyfikację systemu pomiaru dymu, których skutki wymagają dalszych badań. Może to spowodować zmianę wartości granicznych i/lub parametrów oceny wydzielania dymu.

**s1** = SMOGRA  $\leq 30$  m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> i TSP<sub>600s</sub>  $\leq 50$  m<sup>2</sup>; **s2** = SMOGRA  $\leq 180$  m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> i TSP<sub>600s</sub>  $\leq 200$  m<sup>2</sup>; **s3** = nie s1 ani nie s2

(<sup>g</sup>) **d0** = nie występują płonące krople/cząstki w badaniu wg EN 13823, w ciągu 600 s;

**d1** = nie występują płonące krople/cząstki palące się dłużej niż 10 s, w badaniu wg EN 13823, w ciągu 600 s;

**d2** = nie d0 ani nie d1

Zapalenie papieru w badaniu wg EN ISO 11925-2 powoduje klasyfikację **d2**.

(<sup>h</sup>) Spełnia wymagania = brak zapalenia się papieru (bez klasyfikacji)

Nie spełnia wymagań = zapalenie papieru (klasyfikacja **d2**).

(<sup>i</sup>) W warunkach powierzchniowego oddziaływania płomienia i -w przypadku właściwym ze względu na końcowe zastosowanie wyrobu - krawędziowe oddziaływanie płomienia.

Na podstawie postanowień normy PN-EN 13501-1+A1:2009 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień, reakcję na ogień posadzek podłogowych bada się zgodnie z następującymi normami:

**a. W celu uzyskania klasy A1<sub>fl</sub>:**

- PN-EN ISO 1182:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Badania niepalności.
- PN-EN ISO 1716:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Określanie ciepła spalania.

**b. W celu uzyskania klasy A2<sub>fl</sub>:**

- PN-EN ISO 9239-1:2004 Badania reakcji na ogień posadzek. Część 1: Określanie właściwości ogniowych metodą płyty promieniującej.
- PN-EN ISO 1182:2004 [9] lub PN-EN ISO 1716:2004 [10].

**c. W celu uzyskania klas B<sub>fl</sub>, C<sub>fl</sub>, D<sub>fl</sub>:**

- PN-EN ISO 9239-1:2004 [13],

- PN-EN ISO 11925-2:2004 Badania reakcji na ogień. Zapalność materiałów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia. Część 2: Badania przy działaniu pojedynczego płomienia.

**d. W celu uzyskania klasy E<sub>fl</sub>:**

- PN-EN ISO 11925-2:2004 [12].

Przyporządkowanie odpowiednich metod badań umożliwiających sklasyfikowanie wyrobu na podstawie badań reakcji na ogień posadzek wraz z kryteriami klasyfikacji i klasyfikacją dodatkową przedstawia tabela 4.

Wyodrębniono również siedem głównych klas reakcji na ogień posadzek: A1<sub>fl</sub>, A2<sub>fl</sub>, B<sub>fl</sub>, C<sub>fl</sub>, D<sub>fl</sub>, E<sub>fl</sub> i F<sub>fl</sub>. W najniższej klasie F<sub>fl</sub> umieszczono wyroby, dla których nie określono żadnych wymagań w zakresie reakcji na ogień. Ponadto wprowadzono dodatkową klasyfikację posadzek w zakresie wydzielania dymu (s1 i s2).

Tabela 4

**Klasy reakcji na ogień dla posadzek wg PN EN 13501-1+A1:2009 [8]**

Klasa	Metoda lub metody badania	Kryteria klasyfikacji	Klasyfikacja dodatkowa
<b>A1<sub>fl</sub></b>	EN ISO 1182(1)  i	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ i $\Delta m < 50\%$ i $t_f = 0$ (tj. nie występuje ustabilizowane spalanie płomieniowe)	-
	EN ISO 1716	PCS $\leq 2,0$ MJ/kg (1) i PCS $\leq 2,0$ MJ/kg (2) i PCS $\leq 1,4$ MJ/m <sup>2</sup> (3) i PCS $\leq 2,0$ MJ/kg (4)	-
<b>A2<sub>fl</sub></b>	ENISO 1182 (1)  lub	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$ i $\Delta m < 50\%$ i $t_f \leq 20$ s	-
	EN ISO 1716  i	PCS $\leq 3,0$ MJ/kg (1) i PCS $\leq 4,0$ MJ/kg (2) i PCS $\leq 4,0$ MJ/m <sup>2</sup> (3) i	-
	EN ISO 9239-1 (5)	Krytyczny strumień (6) $\geq 8,0$ kW/m <sup>2</sup>	Wydzielanie dymu (7)
<b>B<sub>fl</sub></b>	EN ISO 9239-1 (5)  i	Krytyczny strumień (6) $\geq 8,0$ kW/m <sup>2</sup>	Wydzielanie dymu (7)
	EN ISO 11925-2 (8): Ekspozycja = 15 s	F <sub>s</sub> $\leq 150$ mm w czasie 20 s	-

<b>C<sub>fi</sub></b>	EN ISO 9239-1 (5) i	Krytyczny strumień (6) $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	Wydzielanie dymu (7)
	EN ISO 11925-2 (8): Ekspozycja = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	-
<b>D<sub>fi</sub></b>	EN 9239-1 (5) i	Krytyczny strumień (6) $\geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	Wydzielanie dymu (7)
	EN ISO 11925-2 (8): Ekspozycja = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	-
<b>E<sub>fi</sub></b>	EN ISO 11925-2 (8): Ekspozycja = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	-
<b>F<sub>fi</sub></b>	Właściwość użytkowa nieokreślona		
<p>(1) Dla wyrobów homogenicznych i zasadniczych składników wyrobów niehomogenicznych.</p> <p>(2) Dla jakiegokolwiek zewnętrznego drugorzędowego składnika wyrobów niehomogenicznych.</p> <p>(3) Dla jakiegokolwiek wewnętrznego drugorzędowego składnika wyrobów niehomogenicznych.</p> <p>(4) Dla całego wyrobu.</p> <p>(5) Czas badania = 30 minut.</p> <p>(6) Krytyczny strumień zdefiniowano jako strumień promieniowania, przy którym płomień gaśnie lub strumień promieniowania po czasie badania 30 minut, w zależności od tego, która wartość jest mniejsza (tj. strumień odpowiadający największemu zasięgowi rozprzestrzeniania płomienia).</p> <p>(7) <math>s_1 = \text{dym} \leq 750 \cdot \text{min}</math>, <math>s_2 = \text{nie } s_1</math></p>			

## Metody badań

W celu przyporządkowania badanego wyrobu do jednej z klas reakcji na ogień należy przeprowadzić badania zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm badawczych, określonych w normie klasyfikacyjnej PN-EN 13501-1+A1:2009 [8].

Poniżej przedstawiono stanowiska badawcze i podstawowe założenia poszczególnych metod.

### **PN-EN ISO 1182:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Badania niepalności.**

Metoda umożliwia badanie pod względem niepalności wyrobów budowlanych homogenicznych i zasadniczych składników wyrobów budowlanych niehomogenicznych. Badanie polega na poddaniu działaniu wysokich temperatur serii próbek w kształcie walca oraz analizie zachodzących zjawisk termodynamicznych.

Stanowisko do badań to przede wszystkim piec elektryczny z układem do mocowania i wprowadzania próbek. Próbka do badań pobierana jest z odpowiednio dużej próby, reprezentatywnej dla wyrobu. Każda próbka powinna mieć kształt walca o średnicy 45 mm, wysokości 50 mm. Badaniu poddaje się 5 próbek reprezentujących w miarę możliwości średnie

właściwości materiału. Po okresie klimatyzowania próbki poddane zostają suszeniu w wentylowanej suszarce w temperaturze 60 °C, po czym przed badaniem zostają ochłodzone w eksykatorze do temperatury otoczenia. Wtedy też, z dokładnością do 0,01 g, określana jest masa każdej próbki.

Badanie przeprowadza się przez 30 min w temperaturze 750 °C. Podczas badania należy obserwować zachowanie się próbki podczas badania oraz zanotować przypadek każdego ustabilizowanego spalania płomieniowego, czas jego trwania oraz rejestrować wartości temperatury w piecu badawczym.

Kryteria klasyfikacyjne to:

- ubytek masy – wyrażony jako procent masy początkowej próbki dla każdej z pięciu próbek,
- czas trwania spalania płomieniowego próbki,
- wzrost temperatury w piecu badawczym.

### **PN-EN ISO 1716:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Określanie ciepła spalania**

Badanie to pozwala określić ilość ciepła wydzielonego przez wyrób z jednostki masy w trakcie jego całkowitego spalania, bez względu na jego końcowe zastosowanie. Na podstawie przeprowadzonych badań można określić: ciepło spalania brutto (PCS) oraz ciepło spalania netto (PCI).

Podstawowymi elementami stanowiska badawczego są: termostat wodny, naczynie kalorymetryczne i bomba kalorymetryczna, w której dokonuje się spalania próbki badanego wyrobu.

Ciepło spalania brutto przy stałym ciśnieniu oblicza się z następującej zależności:

$$PCS_i = \frac{E \cdot (T_m - T_i + C_i) - b_i}{m_i} \quad [10]$$

PCS<sub>i</sub> - ciepło spalania brutto wyznaczone dla i-tej próbki [MJ/kg],

E - równoważnik wodny kalorymetru, bomby, ich wyposażenia i wody wprowadzonej do bomby [MJ/kg],

T<sub>i</sub> - temperatura początkowa w [K],

T<sub>m</sub> - temperatura maksymalna w [K],

C<sub>i</sub> – poprawka temperatury dla i-tej badanej próbki,

$b_i$  - poprawka uwzględniająca ciepło spalania „paliw” używanych w badaniach, na przykład drutu zapalającego [MJ],

$m_i$  – masa „paliwa” [kg].

Dodatkowo, aby wyniki można było uznać za wiarygodne, powinny spełniać następujące kryteria w zakresie niepewności pomiarów [10]:

Ciepło spalania brutto	Różnica Max – Min w trzech badaniach	Zakres obowiązywania
PCS (MJ/kg)	$\leq 0,2$ MJ/kg	od 0 MJ/kg do 3,2 MJ/kg
PCS (MJ/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	$\leq 0,1$ MJ/m <sup>2</sup>	od 0 MJ/m <sup>2</sup> do 4,1 MJ/m <sup>2</sup>
<sup>a</sup> Tylko dla składników drugorzędnych		

**PN-EN 13823:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych - Wyroby budowlane, z wyłączeniem podłogowych, poddane oddziaływaniu termicznemu pojedynczego płonącego przedmiotu**

Stanowisko badawcze SBI składa się z pomieszczenia badawczego, urządzenia do badań (wózek, rama, palniki, okap, kolektor i przewody), systemu oddymiania i aparatury pomiarowej.

- Pomieszczenie badawcze

Jest to pomieszczenie o wewnętrznej wysokości 2,4 m i wewnętrznym wymiarze podłogi 3 m w obu kierunkach. Ściany pomieszczenia wykonane z materiałów o klasach A1 lub A2. Jedna ściana pomieszczenia posiada otwór do wsunięcia wózka do pomieszczenia badawczego

- W skład urządzenia badawczego wchodzi następujące elementy:
  - Wózek, na którym umieszcza się prostopadle dwie części elementu próbnego, z palnikiem piaskowym u dołu pionowego naroża.
  - Stała rama podtrzymująca okap, w którą wsuwany jest wózek oraz do której zamontowany jest drugi palnik.
  - Okap, na wierzchołku ramy, zbierający gazy spalinowe.
  - Kolektor, na górze okapu.
  - Przewód oddymiający, w kształcie litery J, składający się z kołowej rury o średnicy wewnętrznej 315 mm, izolowanej wełną mineralną odporną na wysoką temperaturę, o grubości 50 mm. Na jednym z odcinków przewodu znajdują się zamocowania dla sondy ciśnieniowej, czterech termoelementów, sondy do pobie-

rania próbek gazu i systemu pomiaru osłabienia wiązki światła (tzw. sekcja pomiarowa).

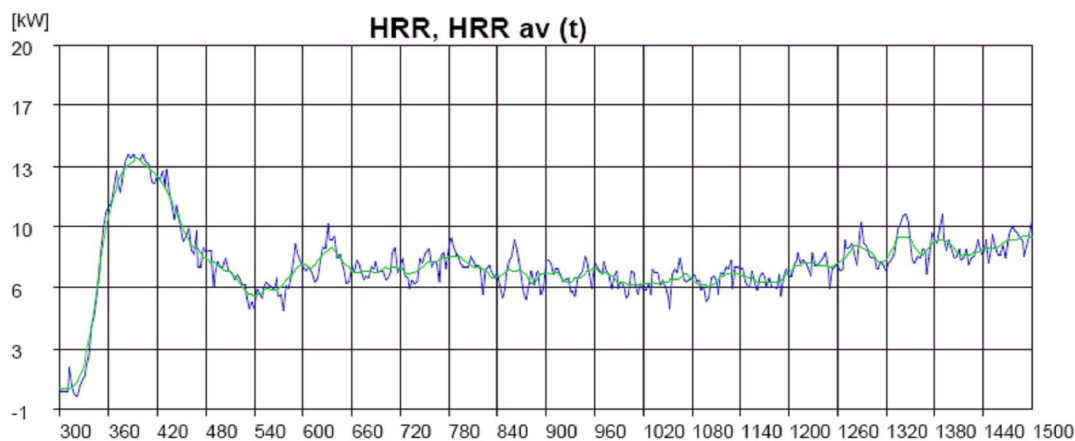
- Zestaw analizatorów stężenia tlenu i dwutlenku węgla wraz z urządzeniem rejestrującym.

Narozny element próbny, poddawany badaniu, składa się z dwóch skrzydeł o wymiarach 495 mm x 1500 mm i 1000 mm x 1500 mm. Próbka ta montowana jest na wózku badawczym. Po wsunięciu wózka z zamocowaną próbką w ramę stanowiska i ustaleniu przepływu objętościowego w systemie oddymiania na 0,6 m<sup>3</sup>/s, włącza się rejestrowanie wartości temperatury otoczenia i temperatur w przewodzie wentylacyjnym. Następnie zapala się płomień pilotowy obu palników. Po wykonaniu tych czynności można przystąpić do badań i rozpocząć pomiar czasu oraz automatyczną rejestrację danych. Po upływie 120 s od rozpoczęcia badania należy zapalić palnik pomocniczy. Po upływie 300 s przełączyć zasilanie propanem z palnika pomocniczego na główny, usytuowany u dołu pionowego naroża próbki. Przez okres 1260 s należy obserwować zachowanie elementu próbnego w czasie spalania (rozprzestrzenianie płomienia, występowanie spadających płonących cząstek i kropli). Po upływie 1560 s należy zakończyć zasilanie palnika głównego gazem i zatrzymać automatyczną rejestrację danych.

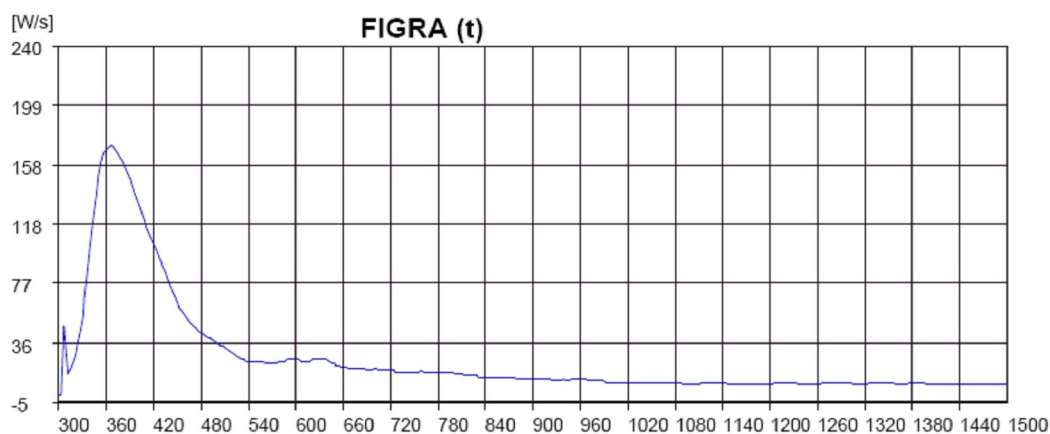
Na podstawie rejestrowanych danych w metodzie SBI wyznaczane są wartości określonych parametrów klasyfikacyjnych, to jest

- FIGRA ( ang: FIre Growth RAte) – wskaźnik szybkości wzrostu pożaru [W/s],
- THR<sub>600 s</sub> – całkowite ciepło wydzielone z próbki w okresie pierwszych 600 s oddziaływania płomieni palnika głównego [MJ],
- LFS – rozprzestrzenianie płomienia po długim skrzydle elementu próbnego,
- SMOGRA – szybkość wydzielania dymu (maksimum ilorazu wydzielania dymu z próbki i czasu występowania tego maksimum) [m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>],
- TSP<sub>600 s</sub> – całkowite wydzielanie dymu z elementu próbnego z próbki w okresie pierwszych 600 s oddziaływania płomieni palnika głównego [m<sup>2</sup>].

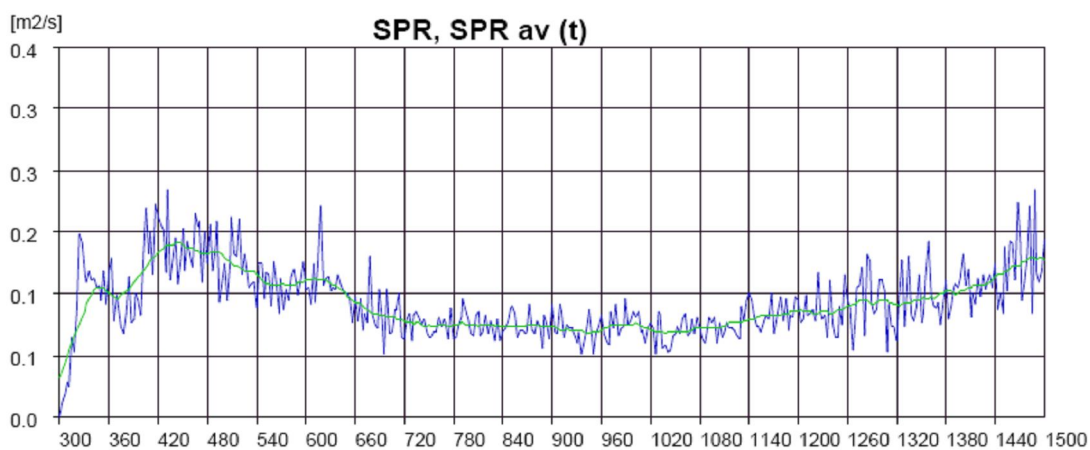
Przykładowe wyniki badań uzyskane metodą SBI przedstawiono na rycinach 1-4.



Ryc. 1. Przykładowa zależność średniego natężenia wydzielania ciepła w czasie badania

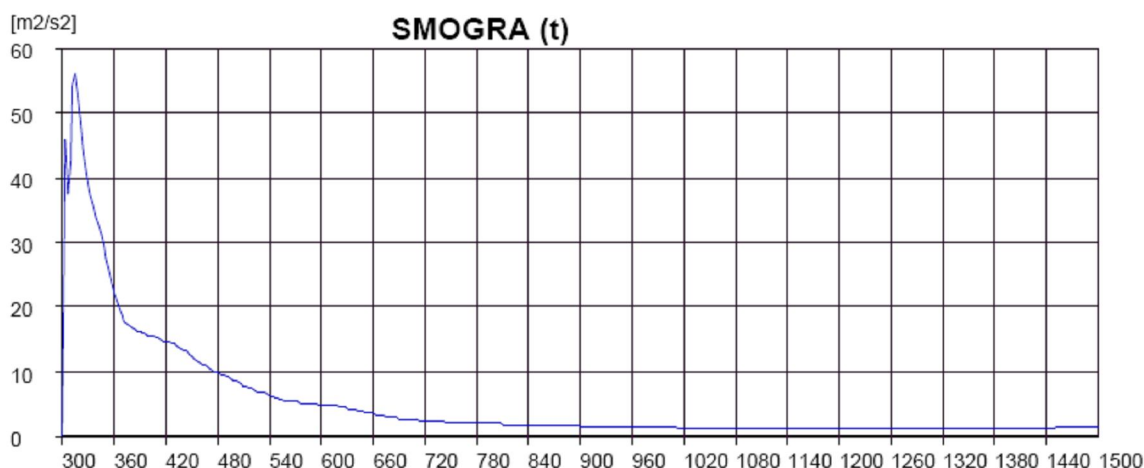


Ryc. 2. Przykładowa zależność wskaźnika wzrostu pożaru od czasu



Ryc. 3. Przykładowa zależność szybkości wydzielania dymu w czasie badania





Ryc. 4. Przykładowa zależność wskaźnika szybkości wydzielania dymu od czasu

### **PN-EN ISO 11925-2:2004 Badania reakcji na ogień. Zapalność materiałów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia. Część 2: Badania przy działaniu pojedynczego płomienia**

W skład stanowiska wg PN-EN ISO 11925-2:2004 wchodzi komora spalania z żaroodpornymi przeszklonymi drzwiami, palnik wraz z konstrukcją mocowania umożliwiającą pracę palnika w pionie i pod kątem 45° w stosunku do osi pionowej oraz uchwyt do próbek. Badania polegają na przyłożeniu do powierzchni lub krawędzi badanej próbki znormalizowanego płomienia i obserwacji zachodzących po tym zjawisk, takich jak: wystąpienie zapalenia, osiągnięcie przez wierzchołek płomienia odległości 150 mm powyżej punktu przyłożenia płomienia i czas, po którym to nastąpiło, wystąpienie zapalenia papieru filtracyjnego (miara wystąpienia płonących odpadów).

### **PN-EN ISO 9239-1:2004 Badania reakcji na ogień posadzek. Część 1: Określanie właściwości ogniowych metodą płyty promieniującej**

Stanowisko badawcze wg PN-EN ISO 9239-1:2004 składa się przede wszystkim z komory badawczej, płyty promieniującej i specjalnego palnika. Badana próbka, po zamocowaniu w uchwycie wprowadzana jest do komory badawczej, w której poddawana jest działaniu strumienia ciepła z promiennika i płomieni z palnika.

Ocena reakcji na ogień pokryć podłogowych polega na badaniu rozprzestrzeniania się płomienia po ich powierzchni i równoczesnym badaniu ilości wydzielonego dymu. Podstawowe kryteria klasyfikacji to krytyczny strumień cieplny (CHF lub HF-30). Jest to strumień cieplny odpowiadający największemu zasięgowi rozprzestrzeniania płomienia po powierzchni pozio-

mo usytuowanych próbek posadzek poddanych działaniu strumienia ciepła o określonym rozkładzie wzdłuż próbki.

Kryterium dodatkowym jest wydzielanie dymu [% min] oznaczane jako s1 lub s2.

## Podsumowanie

W odniesieniu do wyrobów stosowanych w budownictwie głównym dokumentem harmonizującym ten obszar jest Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich 89/106/EWG z 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych. W Dyrektywie sformułowano wymagania podstawowe dla obiektów budowlanych, rozumianych jako budynki i budowle inżynierskie, a bezpieczeństwo pożarowe usytuowano na drugim miejscu w grupie sześciu wymagań podstawowych.

Zgodnie z zapisami normy klasyfikacyjnej PN-EN 13501-1+A1:2009 potencjalny udział wyrobu w rozwoju pożaru nie zależy wyłącznie od jego wewnętrznych właściwości i oddziaływania cieplnego, lecz również – w dużym stopniu – od sposobu jego końcowego zastosowania w konstrukcji. Dlatego wyrób powinien być badany w stanie odzwierciedlającym jego końcowe zastosowanie. Dla celów klasyfikacji wszystkie wyroby budowlane, z wyłączeniem posadzek, powinny być badane w pozycji pionowej.

Właściwości pożarowe zastosowanych materiałów budowlanych i wykończeniowych mają decydujące znaczenie dla możliwości szybkiego rozwoju pożaru. Właściwości te wpływają również na bezpieczeństwo ratowników – materiały niespełniające kryteriów określonych w przepisach mogą charakteryzować się na przykład łatwością rozprzestrzeniania płomieni po swojej powierzchni, kapaniem i odpadaniem pod wpływem ognia, intensywnym dymieniem czy wysoką toksycznością.

Dlatego też dobór materiałów budowlanych o wymaganych i potwierdzonych w trakcie badań właściwościach pożarowych pozwala na zwiększenie bezpieczeństwa użytkowników obiektu, ratowników, którym przyjdzie zmierzyć się z ewentualnym pożarem oraz samego obiektu.

## Literatura

1. Drysdale D., An introduction to fire dynamics, New York, Wiley 1990.
2. Pofit – Szczepańska M., Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów, SA PSP, Kraków 1994.

3. Koniuch, A., Małozieć, D. „Proces spalania a pożar”, Józefów 2008.
4. Praca zbiorowa „Szkolenie strażaków ratowników OSP część I”, CNBOP, Józefów 2007.
5. Praca zbiorowa „Szkolenie strażaków ratowników OSP część II”, CNBOP, Józefów 2007.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.).
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 56, poz. 461 z 2009 r.).
8. PN-EN 13501-1+A1:2009 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień”.
9. PN-EN ISO 1182:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Badania niepalności.
10. PN-EN ISO 1716:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych – Określanie ciepła spalania.
11. PN-EN 13823:2004 Badania reakcji na ogień wyrobów budowlanych - Wyroby budowlane, z wyłączeniem podłogowych, poddane oddziaływaniu termicznemu pojedynczego płonącego przedmiotu.
12. PN-EN ISO 11925-2:2004 Badania reakcji na ogień. Zapalność materiałów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia. Część 2: Badania przy działaniu pojedynczego płomienia.
13. PN-EN ISO 9239-1:2004 Badania reakcji na ogień posadzek. Część 1: Określanie właściwości ogniowych metodą płyty promieniującej.