mgr Aneta ŁUKASZEK-CHMIELEWSKA
Zakład Fizyki i Chemii, SGSP
bryg. prof. nadzw. dr hab. Marzena PÓŁKA
Zakład Spalania i Teorii Pożarów, SGSP
prof. nadzw. dr hab. Marek KONECKI
Zakład Spalania i Teorii Pożarów, SGSP

ANALIZA ZASIĘGU WIDZIALNOŚCI W DYMIE POWSTAŁYM W CZASIE SPALANIA WYBRANYCH PRÓBEK DREWNA I MATERIAŁÓW DREWNOPOCHODNYCH W ASPEKCIE SZYBKOŚCI OPUSZCZANIA POMIESZCZEŃ

W artykule omówiono zmiany zasięgu widzialności w dymie powstałym w czasie rozkładu termicznego i spalania materiałów wykonanych z drewna oraz drewnopochodnych. Wyznaczono czasy krytyczne redukcji zasięgu widzialności do oceny ogólnych warunków bezpiecznej ewakuacji ludzi z pomieszczeń.

The paper outlined changes of the visibility range in smoke generated during thermal decomposition and combustion of materials made of wood and wood-based materials in the model room – corridor during the incipient stage of fire development. Critical times were determined for reduction of the visibility range for needs of evaluation of general conditions for safe evacuation of people from premises.

1. WSTĘP

Redukcja zasięgu widzialności w pomieszczeniu, jest jednym z głównych czynników utrudniających, a wręcz uniemożliwiających ucieczkę ludziom z budynku w warunkach pożaru. Obecne w dymie, toksyczne produkty rozkładu i spalania w stężeniach niebezpiecznych lub śmiertelnych wraz z wysoką temperaturą otoczenia bardzo często oddziaływują ze sobą synergicznie, zwiększając współczynnik wypadków śmiertelnych w pożarach. Zmniejszenie poczucia zagrożenia podczas pożaru podnosi wydolność organizmu ludzkiego, co pozwala m.in. na uniknięcie paniki i podjęcie zorganizowanej, skutecznej akcji ratowniczo-gaśniczej [1]. Zgodnie z danymi statystycznymi [2, 3], ponad 80% wypadków śmiertelnych w czasie pożarów spowodowanych jest zagrożeniem stwarzanym przez dym i toksyczne produkty rozkładu. Wzrost szybkości i ilości rozprzestrzeniającego się dymu powoduje wydłużenie czasu ucieczki ludzi z pomieszczeń zadymionych. Stąd wynika potrzeba rozwoju materiałów efektywnie zmniejszających emisję dymu w warunkach pożarowych.

Emisję dymu określa się poprzez pomiar zmniejszenia natężenia wiązki światła przechodzącego przez ośrodek dyspersyjny. Do opisu właściwości dymotwórczych materiałów używane są takie parametry jak: gęstość optyczna, współczynnik osłabienia kontrastu i inne związane prostymi zależnościami z zasięgiem widzialności w dymie. Zasięg widzialności określany jest jako największa odległość w dymie z jakiej widziany jest dany przedmiot [5]. Jest on funkcją własności optycznych dymu, rodzaju światła wysyłanego przez obserwowany obiekt (własne lub odbite), sposobu oświetlenia ośrodka przez zewnętrzne źródła światła oraz kontrastu początkowego obiektu [5]. Dotychczas badania emisji dymu prowadzono ograniczając się do pomiaru gęstości optycznej dymu i wielkości pochodnych [4, 5]. W artykule wyznaczano właściwości dymotwórcze materiałów w zależności od rodzaju spalania [6], stężenia tlenu [5, 6], temperatury rozkładu termicznego materiału [8], składu i budowy chemicznej materiału [6].

Do tej pory opracowano wiele statycznych oraz dynamicznych metod badawczych analizujących właściwości dymotwórcze. Metody te różnią się pomiędzy sobą sposobem rozprzestrzeniania dymu. W pierwszej z nich dym powstały w czasie rozkładu termicznego i spalania materiałów jest kumulowany w zamkniętych komorach. Natomiast w drugiej grupie metod dym przepływa przez obszar pomiarowy przy udziale dodatkowego strumienia gazu lub powietrza.

Podstawowym parametrem charakteryzującym emisję dymu w metodzie dynamicznej stosowanej w tzw. kalorymetrze stożkowym (ang. *Cone Calorime-*

ter) jest powierzchnia ekstynkcji właściwej – SEA (ang. *Specific Extinction Area*) (m^2/kg), którą przedstawia poniższa zależność [6]:

$$SEA = K_s \dot{V}_s \Delta m^{-1} t \tag{1}$$

gdzie: *SEA* [m^2/kg] – oznacza efektywną, pochłaniającą światło powierzchnię cząstek dymu w m^2 powstałych w czasie rozkładu termicznego i spalania 1 kg materiału,
K_s [m^{-1}] – współczynnik ekstynkcji określany z zależności Bougera – Lamberta – Beera,
$\dot{V}_s$ [m^3/s] – strumień objętościowy produktów rozkładu termicznego i spalania,
Δm [g] – ubytek masy próbki materiału,
t [s] – czas.

Prace doświadczalne Jina, Rasbasha i innych pozwoliły ustalić związek między współczynnikiem ekstynkcji K_S *a* zasięgiem widzialności Z w dymie [7, 8, 9, 10]:

$$Z = \frac{C}{K_s} \tag{2}$$

gdzie: C – stała charakteryzująca sposób świecenia obserwowanego przedmiotu w dymie (świecąca światłem własnym lub odbitym). Z równań (1) i (2) można otrzymać wzór pozwalający obliczyć zasięg w funkcji czasu rozkładu termicznego i spalania materiału:

$$Z(t) = \frac{C \cdot V}{SEA \cdot \int_0^t \dot{m} dt} \tag{3}$$

gdzie: V [m^3] – oznacza objętość pomieszczenia.

Malhotra i Rasbash [7] dla przedmiotów świecących światłem własnym na drodze doświadczalnej otrzymali wartość współczynnika C = 5,8 natomiast Jin C = 8,0 [10], a Parnell i Butcher 5,75 [9], co jest zgodne z wartością obliczoną przez Sychta [2]. Dla przedmiotów świecących światłem odbitym wartości stałej C są mniejsze i wynoszą 2,3 [9] lub 3,0 [10]. Całka w mianowniku równania (3) oznacza całkowitą masę wytworzonych produktów z rozkładu termicznego i spalania po czasie t.

Widzialność w dymie decyduje o możliwości poruszania się w środowisku budynku objętym pożarem i znacznie łagodzi poczucie zagrożenia. Aby zdefiniować optymalne warunki bezpieczeństwa w czasie ewakuacji ludzi,

wprowadzono wskaźnik ilościowy, tzw. krytyczny czas ewakuacji. Czas krytyczny jest to taki czas, po którym zasięg widzialności osiąga wartość minimalną, poniżej której efektywna ewakuacja jest niemożliwa. Warunkiem bezpieczeństwa ludzi w czasie ewakuacji z pomieszczenia objętego pożarem jest spełnienie nierówności:

$$T_{kr} > T_{syg} + T_p$$

gdzie: T_{kr} – czas osiągnięcia przez parametr pożaru wartości krytycznej,
T_{syg} – czas zadziałania sygnalizacji pożarowej,
T_p – wymagany czas ewakuacji.

W niniejszym artykule jako krytyczne zasięgi widzialności przyjęto 10 m w pomieszczeniu znanym, natomiast 3 m w pomieszczeniu nieznanym [10].

2. OPIS MATERIAŁU BADAWCZEGO

Do badań użyto wysuszone, sezonowane próbki drewna sosny i dębu oraz kompozyty celulozowe ze spienionym polistyrenem i wełną mineralną. Płyty z dodatkiem 20% spienionego polistyrenu posiadały gęstość 500 kg/m^3 i grubość 18 mm. Spieniony polistyren w formie granulek w ilości 20% wag. został dodany do warstwy rdzeniowej płyty, aby zakładana gęstość płyty mogła zostać utrzymana. Płyta została sklejona żywicą mocznikowo-formaldehydową (UF) (wartości dla kleju: warstwa zewnętrzna – 8%, warstwa rdzeniowa – 12%). Mieszanie komponentów (spieniony polistyren + wióry drewniane) oraz formowanie płyt zostało wykonane ręcznie przy użyciu specjalnej formy.

Płyty z dodatkiem 10% wełny mineralnej o gęstości 60 kg/m^3 zostały wykonane z wiór sosny z dodatkiem 10% NH_4Cl oraz wełny mineralnej. Żywica mocznikowo-formaldehydowa została wykorzystana jako substancja spajająca.

3. METODA BADAWCZA

Badania eksperymentalne przeprowadzono na kalorymetrze stożkowym wykorzystując strumień ciepła o gęstości 25 kW/m^2, typem inicjacji reakcji spalania jest zapłon (obecność tzw. zewnętrznego bodźca pilotowego), przy poziomej orientacji próbek w stosunku do radiatora. Na podstawie przepro-

wadzonych pomiarów szybkości wydzielania dymu wg ISO 5660 oszacowano zasięg widzialności (równanie 3) w wybranym układzie pomieszczeń wykorzystując średnie wartości powierzchni ekstynkcji właściwej ($SEA_{śr}$) oraz ubytek masy w czasie spalania próbek materiałów

Dla przedmiotów świecących światłem własnym przyjęto wartość stałej C = 8,0, a dla przedmiotów świecących światłem odbitym C = 3,0 zgodnie z PN-EN 60695-6-1 [12]. Do obliczeń modelowych czasów osiągania wartości krytycznych zasięgów przyjęto wartości odpowiednio 3 m i 10 m odpowiadające budynkowi znanemu i nieznanemu. Założono, że próbki badanych materiałów o danej szybkości wydzielania dymu (wyrażonej za pomocą parametru $SEA_{śr}$) ulegają spaleniu, przy zewnętrznej ekspozycji ciepła takiej samej jak w kalorymetrze stożkowym 25 kW/m^2, w pomieszczeniu o objętości 26,25 m^3. Pomieszczenie połączone jest z zamkniętym korytarzem o objętości 150 m^3 otwartymi drzwiami o wymiarach 2 m (wysokość) × 0,9 m (szerokość). Wysokość pomieszczenia i korytarza – 3 m. Powstające produkty rozkładu termicznego i spalania wchodzące w skład dymu, rozprzestrzeniają się z pomieszczenia do korytarza. Obliczenia wykonano zgodnie z równaniem (4) przy założeniu, że dym jest jednorodny a procesy mieszania turbulentnego dymu z otaczającym powietrzem powodują jego homogenizację w całym modelowym układzie – pomieszczenie ze źródłem pożaru i korytarz o łącznej objętości 176,25 m^3.

$$Z(t) = \frac{C \cdot V}{SEA_{śr} \cdot [m_p - m(t)]} \tag{4}$$

gdzie: C oznacza stałą o różnych wartościach i tak odpowiednio dla przedmiotów świecących światłem własnym lub odbitym, przyjmuje się:
C = 8,0 i C =3,0 zgodnie z normą PN-EN 60695-6-1,
m_p [g] – masa początkowa próbki,
$m(t)$ [g] – masa próbki po czasie spalania,
V [m^3] – objętość modelowa układu pomieszczeń,
$SEA_{śr}$ [m^2/kg] – oznacza efektywną, pochłaniającą światło powierzchnię cząstek dymu w m^2 powstałych w czasie rozkładu termicznego i spalania 1 kg materiału.

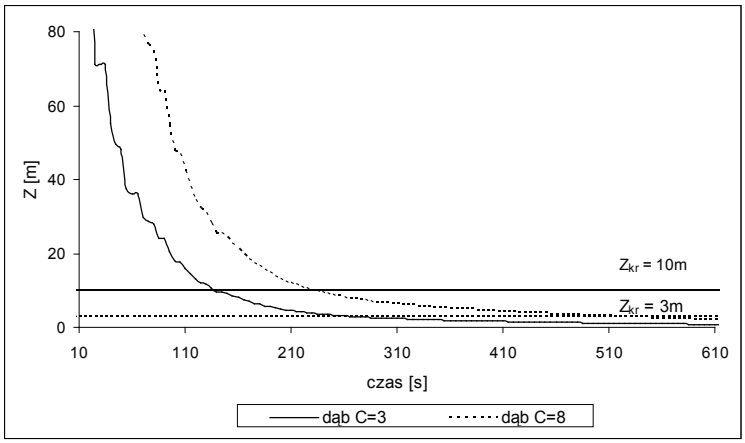
4. WYNIKI BADAŃ OTRZYMANE Z POMIARU

Wyniki badań właściwości termofizycznych i termokinetycznych badanych próbek drewna i materiałów drewnopochodnych przy zastosowaniu zewnętrznego strumienia ciepła o wartości 25 kW/m^2 przedstawiono w tabeli 1.

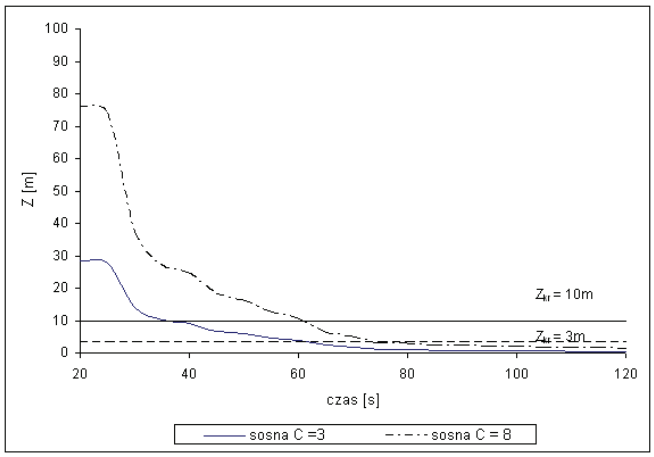
Tabela 1. Właściwości termofizyczne drewna i materiałów drewnopochodnych w warunkach zapłonu pilotowego

Nazwa materiału	HRR_{max} [kW/m^2]	$HRR_{śr}$ [kW/m^2]	$SEA_{śr}$ [m^2/kg]	$t_{zapłonu}$ [s]	Ubytek próbki [% wag]
dąb	192	91	37	644	75,5
sosna	197	108	194	63	91,3
płyta wiórowa czysta	118	52	25	1482	76,9
płyta wiórowa + 10% wełny	108	51	44	855	63,7
płyta wiórowa + 20% polistyrenu	159	84	221	1157	80,4
płyta obustronnie laminowana	133	82	16	1793	71,4

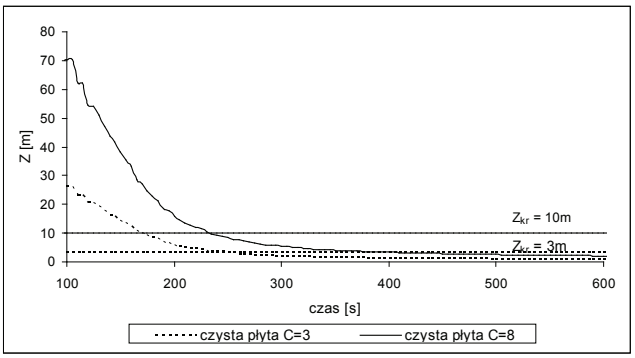
Znając ubytek masy dla poszczególnych materiałów obliczono zasięg widzialności w funkcji czasu spalania badanych próbek co przedstawiają rysunki 1–6.



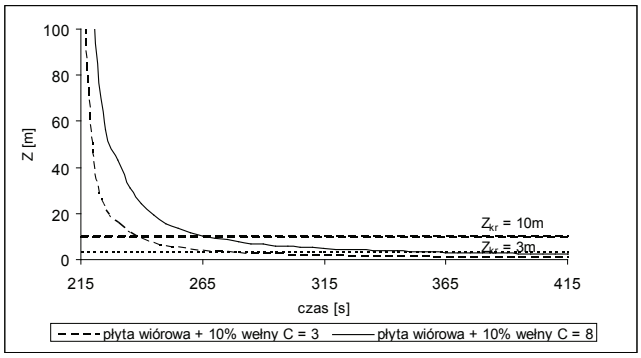
Rys. 1. *Zależność zasięgu widzialności od czasu spalania dla dębu przy zewnętrznym strumieniu cieplnym o gęstości 25 kW/m^2 dla stałych C = 3,0 i C = 8,0*



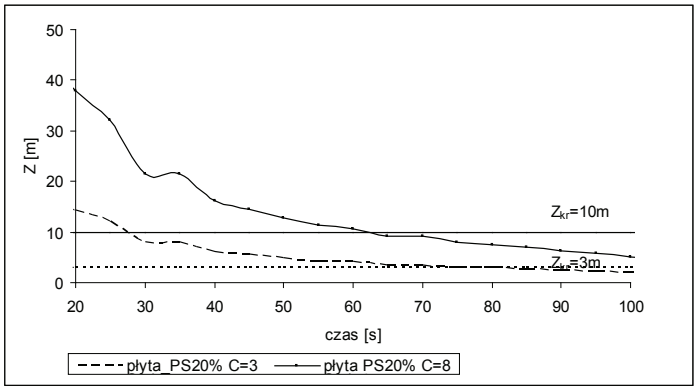
Rys. 2. *Zależność zasięgu widzialności od czasu spalania dla sosny przy zewnętrznym strumieniu cieplnym o gęstości 25 kW/m² dla stałych C = 3,0 i C = 8,0*



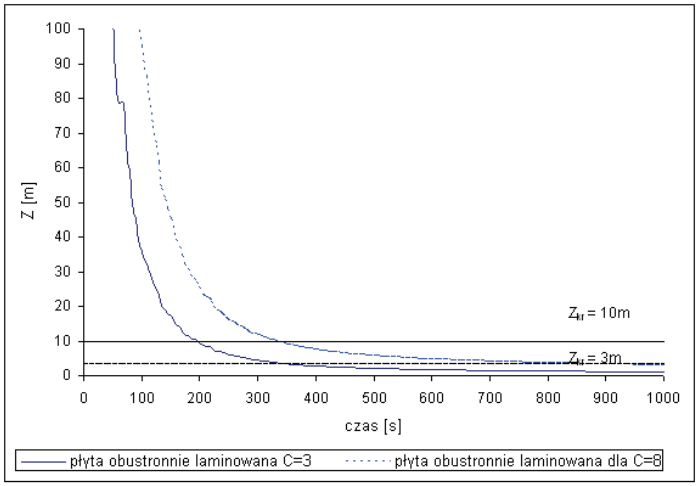
Rys. 3. *Zależność zasięgu widzialności od czasu spalania dla czystej płyty wiórowej przy zewnętrznym strumieniu cieplnym o gęstości 25 kW/m² dla stałych C = 3,0 i C = 8,0*



Rys. 4. *Zależność zasięgu widzialności od czasu spalania dla płyty wiórowej z dodatkiem 10% wełny przy zewnętrznym strumieniu cieplnym o gęstości 25 kW/m² dla stałych C = 3,0 i C = 8,0*



Rys. 5. *Zależność zasięgu widzialności od czasu spalania dla płyty wiórowej z dodatkiem 20% spienionego polistyrenu przy zewnętrznym strumieniu cieplnym o gęstości 25 kW/m² dla stałych C = 3,0 i C = 8,0.*



Rys. 6. *Zależność zasięgu widzialności od czasu spalania dla płyty wiórowej obustronnie laminowanej przy zewnętrznym strumieniu cieplnym o gęstości 25 kW/m² dla stałych C = 3,0 i C = 8,0.*

Na podstawie otrzymanych zależności zasięg widzialności od czasu spalania próbki wyznaczono krytyczne czasy redukcji widzialności dla poszczególnych materiałów (tabela 2).

Korzystając z modelu swobodnej ewakuacji w programie CFAST (ewakuacji osób nie zatrzymywanych przez nikogo i nie ulegających panice) [13] wyznaczono wymagany czas ewakuacji T_p po poziomych drogach komunikacyjnych (korytarz) z uwzględnieniem czasu przejścia przez drzwi. Model jest przybliżeniem pierwszego rzędu rzeczywistego czasu ewakuacji, zakłada bowiem najbardziej efektywne wyjście wybranymi drogami. Procedura obliczeniowa nie bierze pod uwagę „szukania drogi", sprawdzania błądzenia

czy towarzyszenia innym ewakuowanym. Przepływ jest zakładany jako idealny i bez zatorów. Nie ma dostosowania szybkości przepływu do gęstości przepływu ludzi. Wydaje się, że założenia te mogą być spełnione dla modelowego układu pomieszczenie–korytarz [14]. Dla bardziej złożonego układu dróg ewakuacyjnych, należy oczekiwać, że wymagane czasy ewakuacji dla większej liczby osób będą dwa lub nawet trzy razy dłuższe niż obliczone. [13]. Wymagany czas ewakuacji T_p jest to czas potrzebny do ewakuacji wszystkich osób z budynku lub części budynku stanowiący sumę czasu podjęcia ewakuacji przez ludzi oraz czasu dotarcia ostatniego użytkownika w bezpieczne miejsce.

Tabela 2. Wartości czasów krytycznych redukcji widzialności w dymie umożliwiających bezpieczną ewakuację podczas spalania drewna i materiałów drewnopochodnych w analizowanym układzie pomieszczenie–korytarz, umożliwiające bezpieczną ewakuację

Materiał badawczy	Czasy krytyczne redukcji widzialności [s]			
	Stała dla źródeł światła: C = 3,0		Stała dla źródeł światła: C = 8,0	
	Krytyczny zasięg widzialności: Z_{kr} = 3m	Krytyczny zasięg widzialności: Z_{kr} = 10m	Krytyczny zasięg widzialności: Z_{kr} = 3m	Krytyczny zasięg Widzialności: Z_{kr} = 10m
	Zewnętrzny strumień promieniowania o gęstości 25 kW/m²			
dąb	270	135	520	230
sosna	68	35	75	60
płyta wiórowa	255	170	435	230
płyta wiórowa obustronnie laminowana	390	195	935	330
płyta wiórowa +20% PS	80	36	130	67
Płyta wiórowa +10% wełny	277	238	370	265

Założono następujące wartości parametrów określających warunki ewakuacji: prędkość poruszania się ludzi sprawnych po poziomych drogach ewakuacyjnych – 76,20 m/min [13], szybkość przepływu ludzi przez drzwi – 60 osób/min/skrzydło drzwi, liczba ewakuujących się osób z obszaru objętego pożarem – 15, liczba drzwi dostępnych do ewakuacji – 1 lub 2, odległość do przebycia po poziomych drogach ewakuacyjnych – 20 m. Model w swych założeniach uwzględnia ewakuację osób niepełnosprawnych z budynku. Wartość prędkości poruszania się dla osób niepełnosprawnych wynosi 28 m/min, co stanowi 37% prędkości przepływu obliczonej dla zdrowych i sprawnych

ludzi. Przyjęto, że czas zadziałania sygnalizacji pożarowej T_{syg} oraz czas podjęcia ewakuacji są równe zero. Wymagane czasy potrzebne na ewakuację zgodnie z przyjętymi danymi wprowadzonymi do programu CFAST w omawianej objętości i układzie pomieszczeń wszystkich ludzi z zagrożonego obszaru pomieszczenie–korytarz wynoszą odpowiednio:

a. Wszystkie osoby sprawne, 1 drzwi otwarte – 20 s, 2 drzwi otwarte – 9,9 s.
b. Obecne osoby niepełnosprawne, 1 drzwi otwarte – 54 s, 2 drzwi otwarte – 27 s.

Otrzymane wartości krytycznych czasów redukcji widzialności (dla 25 kW/m^2) porównano z wymaganymi czasami ewakuacji. Wyniki przedstawiono w tabeli 3, gdzie P oznacza osoby pełnosprawne, a N – osoby niepełnosprawne. Odpowiedź – **tak** oznacza, że czas krytyczny T_{kr} jest większy od czasu wymaganego T_p, odpowiedź – **nie**, przeciwny zwrot nierówności.

Tabela 3. Odpowiedzi czy jest możliwa bezpieczna ewakuacja z uwagi na redukcję widzialności w analizowanym układzie pomieszczeń

Materiał badany	Obiekty oświetlane światłem odbitym w korytarzu C = 3,0				Obecność źródeł światła w korytarzu C = 8,0			
	Otwarte 1 drzwi		Otwarte 2 drzwi		Otwarte 1 drzwi		Otwarte 2 drzwi	
	P	N	P	N	P	N	P	N
dąb	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
sosna	tak	tak	tak	**nie**	tak	tak	tak	tak
płyta wiórowa	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
płyta wiórowa obustronnie laminowana	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
płyta wiórowa + 20% polistyrenu	tak	tak	tak	**nie**	tak	tak	tak	tak
płyta wiórowa + 10% wełny	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak

5. WNIOSKI

Przeprowadzone badania umożliwiają sformułowanie następujących wniosków:

- Metoda dynamiczna kalorymetru stożkowego umożliwia wyznaczenie cech pożarowych materiałów palnych określających ilościowo szybkość wydzielania ciepła (HRR) i dymu (*SEA*) w warunkach symulujących I fazę pożaru. Wielkości te stanowią podstawowe dane wejściowe w modelach opisujących szybkość wzrostu pożaru co umożliwia ogólną ocenę warunków bezpiecznej ewakuacji ludzi z pomieszczeń budynku.

- Szybkość emisji dymu – $SEA_{śr}$ opisująca dynamikę generacji dymu jest największa dla płyty wiórowej z dodatkiem 20% spienionego polistyrenu, a najmniejsza dla płyty wiórowej obustronnie laminowanej.
- Wprowadzenie dodatków do drewna w postaci wełny i polistyrenu powoduje podwyższenie wartości $SEA_{śr}$ i wydłużenie czasu zapłonu próbki.
- Niezależnie od rodzaju materiału w analizowanym układzie pomieszczeń, zasięg widzialności jest większy w przypadku obiektów świecących światłem własnym (C = 8,0) niż światłem odbitym (C = 3,0).
- W ekspozycji cieplnej 25 kW/m^2 rozkład termiczny i spalanie próbek drewna sosnowego przy C = 8 jak również C = 3 i krytycznych zasięgach widzialności 3 m oraz 10 m prowadzi do najszybszej redukcji widzialności w stosunku do innych próbek.
- Najdłuższy czas krytyczny redukcji zasięgu widzialności w przypadku obiektów świecących światłem własnym i odbitym otrzymano dla płyty wiórowej obustronnie laminowanej.
- W przypadku 1 drzwi otwartych w korytarzu, przy nieobecności źródeł światła, niezależnie od stopnia sprawności osób i badanego materiału, bezpieczna ewakuacja z uwagi na redukcję widzialności jest zawsze możliwa.
- Obecność 2 drzwi umożliwia bezpieczną ewakuację ludzi pełnosprawnych niezależnie od oświetlenia. Bezpieczna ewakuacja osób niepełnosprawnych nie może być spełniona dla obiektów oświetlanych światłem odbitym w korytarzu w przypadku sosny i płyty wiórowej z dodatkiem 20% spienionego polistyrenu.
- Wyniki otrzymane z kalorymetru stożkowego ukazują, że szybkość wydzielania ciepła dla próbek czystego drewna jest największa w porównaniu do materiałów drewnopochodnych
- Szybkość wydzielania ciepła w przypadku materiałów drewnopochodnych jest największa dla płyty wiórowej zawierającej 20% spienionego polistyrenu i płyty wiórowej z dodatkiem 10% wełny wykazały około 20% wzrost szybkości wydzielania w porównaniu do płyty wiórowej niemodyfikowanej. Wśród wszystkich materiałów badanych można stwierdzić że drewno dębowe wykazuje największą średnią szybkość ubytku masy. Prawdopodobnie w największym stopniu materiał ten tworzy warstwę zwęgloną na powierzchni próbki
- Biorąc pod uwagę średnią wartość $SEA_{śr}$ można stwierdzić próbki drewna sosnowego i płyty wiórowej z dodatkiem 20% spienionego polistyrenu zwiększają dymotwórczość wśród badanych materiałów. Tworzenie produktów w postaci aromatycznych węglowodorów i produktów pochodzących z sosny (żywicznego drewna) zwiększają w największym stopniu emisję dymu wśród badanych materiałów.

PIŚMIENNICTWO

[1] Konecki M., Półka M.: Analiza zasięgu widzialności w dymie powstałym w czasie spalania materiałów poliestrowych, POLIMERY 2006 nr 4, 51.
[2] Sychta Z.: Badanie materiałów i kryteria oceny z punktu widzenia stwarzanego zagrożenia pożarowego, Politechnika Szczecińska, Prace Naukowe, 1985, s. 299.
[3] „Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis", American Institute of Chemical Engineers, Nowy Jork 1989.
[4] Mulholland G.W.: Smoke production and properties w "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", NFPA, USA 1988.
[5] Östman B.A-L.: Smoke and Shoot w Heat Release in Fires, Elsevier Science Publ. itd., Nowy Jork 1992, s. 233-250.
[6] Drysdale D.: An Introduction to Fire Dynamics, John Wiley and Sons 1985.
[7] Malholtra H.L.: Movement of smoke on escape routes, instrumentation and effect of smoke on visibility, Fire Research Notes No 651, 652 i 653, Fire Research Station, Borehamwood, W. Brytania 1967.
[8] Rasbash D.J.: Engineers Journal 1951, 11, 46.
[9] Butcher E.G., Parnell A.C.: Smoke control in Fire Safety Design, E and F.N. Spon, Londyn 1979.
[10] Jin T.: „Journal of Fire and Flammability", 1979, 9, 135.
[11] Półka M., Konecki M.: Analysis of the heat release rate from wood with applied fire protection by selected flame retardant agents, Ann. WULS-SGGW, Forest and Wood Technology. 71, 2010.
[12] PN-EN 60695-6-1, Badanie zagrożenia ogniowego. Część 6-1: „Nieprzezroczystość dymu. Wytyczne ogólne".
[13] Nelson H.E., Maclennen H., Section 2/Charter 6, Emergency Movement, in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Society of Fire Protection Engineers, Boston MA, 1988.
[14] Konecki M., Półka M.: Wykorzystanie metody kalorymetru stożkowego do szacowania zasięgu widzialności w dymie powstałym w czasie spalania materiałów poliestrowych, V Międzynarodowa Konferencja Bezpieczeństwa Budowli, Miedzeszyn, 14-16.11.2005, p. 305.

SUMMARY

mgr Aneta ŁUKASZEK-CHMIELEWSKA
bryg. prof. nadzw. dr hab. Marzena PÓŁKA
prof. nadzw. dr hab. Marek KONECKI

ANALYSIS OF THE VISIBILITY RANGE IN SMOKE GENERATED DURING COMBUSTION OF SELECTED WOOD AND WOOD-BASED PRODUCTS

The paper presents changes of the visibility range in smoke generated during thermal decomposition and combustion of materials made of wood and wood-based materials in the model room – corridor during the incipient stage of fire development. In addition critical times were determined for reduction of the visibility range for needs of evaluation of general conditions for safe evacuation of people from premises. The highest value of smoke emission rate (SEA_{av}) was obtained for a particle boards with a 20% addition of expanded polystyrene. Calculations of reduction in the visibility range in the model arrangement room – corridor indicate that the quickest reduction in the visibility range may be expected in smoke generated during combustion of pine and a particle boards with a 20% addition of expanded polystyrene.