

dr inż. Renata Dobrzyńska

Wydział Techniki Morskiej i Transportu

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Dobór materiałów wyposażenia wnętrz a bezpieczeństwo pożarowe obiektów

Streszczenie

Bezpieczeństwo pożarowe obiektów zależy w dużej mierze od właściwości materiałów stanowiących elementy wyposażenia pomieszczeń. Do właściwości tych zalicza się między innymi: zapalność, dymotwórczość, toksyczność produktów rozkładu termicznego i spalania tych materiałów, intensywność wydzielania ciepła, rozprzestrzenianie płomienia po powierzchni. Od tych cech materiałów zależy zarówno przebieg pożaru, jak i bezpieczeństwo osób znajdujących się w obiekcie nim objętym. Na rynku dostępne są materiały, które mogą spowolnić przebieg pożaru albo spowodować jego rozwój, stwarzając bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. W Polsce kryteria doboru materiałów określone są odpowiednimi przepisami, np. dla materiałów stosowanych w budownictwie jest to Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, dla materiałów stosowanych w kolejnictwie – norma PN-EN 45545-2, natomiast w okrętownictwie – Kodeks procedur prób ogniowych (FTP Code). Kryteria te stanowią jednak wymagania minimalne, nie zawsze gwarantujące bezpieczeństwo pożarowe obiektu. Ponadto wymagania stawiane materiałom wyposażenia wnętrz nie dotyczą tych, które stosowane są w budynkach mieszkalnych zaliczanych do stref pożarowych ZL IV. Tymczasem statystyki pożarowe wskazują, że do pożarów dochodzi najczęściej w budynkach mieszkalnych i środkach transportu. Wyniki badań laboratoryjnych właściwości palnych różnego rodzaju materiałów wskazują, że możliwy jest taki dobór materiałów wyposażenia wnętrz, które w przypadku pożaru obiektu, nie będą stanowiły śmiertelnego zagrożenia dla ludzi się w nim znajdujących.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo pożarowe, właściwości palne materiałów, badania ogniowe materiałów, kryteria doboru materiałów

The Selections of Materials for Indoor Application and Fire Safety of Buildings

Abstract:

The fire safety of buildings depends mostly on the properties of the materials that comprise the room equipment. These properties include, among others: flammability, smoke generation, toxicity of product of thermal decomposition and combustion of these materials, the heat release rate, the flame spreading on the surface. These material properties are responsible for both, the course of fire, as well as the safety of people in the building. There are commercially available materials which can slow the spread of fire, or can result in the development of posing a direct threat to human life and health. In Poland, the criteria for the selection of materials are specified by the relevant regulations, eg. for the materials used in any construction there is the Regulation of the Minister of Infrastructure, for the technical conditions to be met by buildings and their location, materials used in the railway – there is the EN 45545-2 standard, and for the shipbuilding – there is the International Code for Application of Fire Test Procedures (FTP Code). These criteria are the minimum requirements which however, do not always ensure the safety in case of fire. In addition, the requirements for interior materials do not apply to those that are used in residential buildings in fire zones ZL 4. Meanwhile, the fire statistics indicate that fires occur generally in domestic buildings and transport. The results of laboratory tests of flammable properties of various materials indicate that there is a possibility to select materials, which in case of fire, will not pose a mortal threat to people in the building.

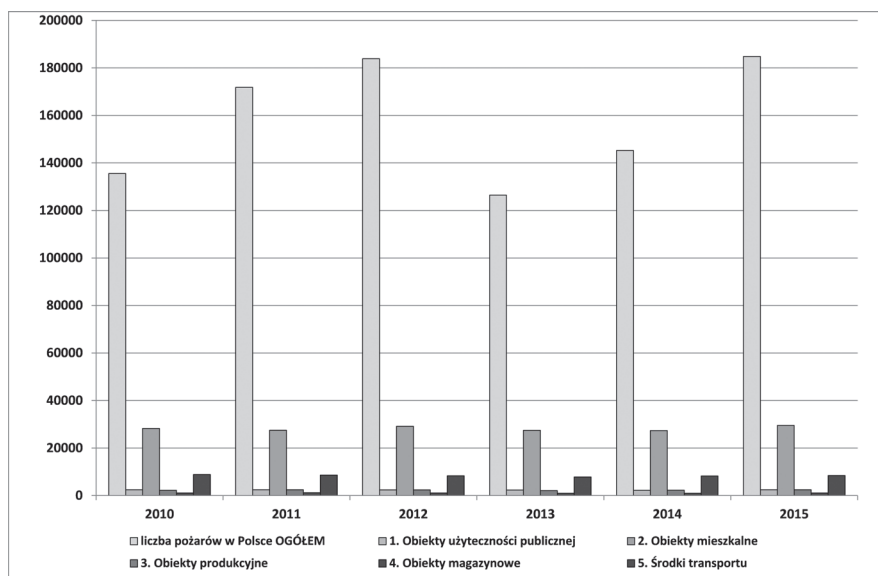
Keywords: fire safety, the properties of flammable materials, materials fire testing, criteria for selection of materials

1. WSTĘP

Bezpieczeństwo pożarowe obiektów zależy w dużej mierze od właściwości palnych materiałów, które są w danym obiekcie zgromadzone. Już na etapie projektowania obiektu znane są wymagania stawiane materiałom pod kątem bezpieczeństwa pożarowego. Wymagania te zależą od tego, z jakim obiektem technicznym mamy do czynienia, gdzie ma być zastosowany dany materiał,

jaka jest jego funkcja. Inne są zatem wymagania dla materiałów stosowanych w obiektach budowlanych, a inne dla tych stosowanych na statkach czy w pociągach. Innymi właściwościami palnymi powinny wykazywać się materiały konstrukcyjne, a innymi wykończeniowe i wyposażenia wnętrza. Oznacza to, że materiał spełniający wymagania dla obiektów budowlanych niekoniecznie będzie mógł być zastosowany na statku, natomiast wyrób, który spełnia wymagania dla materiałów podłogowych prawdopodobnie nie będzie mógł być przyklejony do ścian.

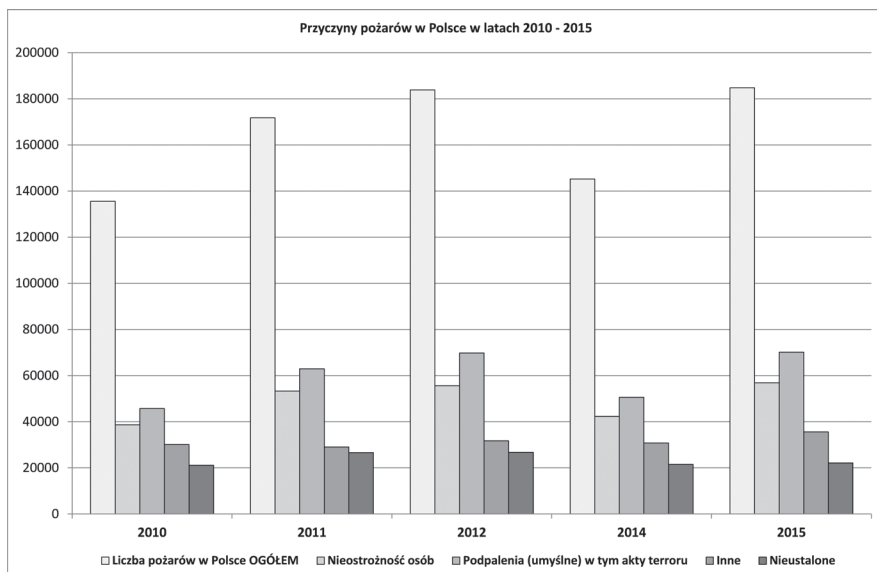
Wymagania te są w dużej mierze uwarunkowane specyfiką danego obiektu: jego przeznaczeniem, lokalizacją, wielkością, możliwością bezpiecznej ewakuacji w przypadku zaistnienia zagrożenia, jakim jest pożar. Jak istotny jest odpowiedni dobór materiałów w kontekście zagrożenia pożarowego ludzi, można ocenić na podstawie danych statystycznych, które wskazują, że wciąż dużym problemem są pożary obiektów budowlanych i środków transportu [1]. Na rys. 1 przedstawiono udział pożarów w różnego rodzaju obiektach budowlanych oraz środkach transportu w ogólnej liczbie pożarów w Polsce w latach 2010–2015. Należy zwrócić uwagę na wysoką liczbę pożarów w obiektach mieszkalnych.



Rys. 1. Liczba pożarów w Polsce w latach 2010–2015 ze szczególnym uwzględnieniem pożarów obiektów budowlanych i środków transportu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

Przyczyną takiego stanu rzeczy może być fakt, że dobór materiałów wyposażenia wnętrz w obiektach mieszkalnych stanowiących strefę pożarową ZL IV nie podlega tym samym wymaganiom, jak dla obiektów użyteczności publicznej, czyli stref ZL I (pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się), ZL II (przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się tj. szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych), ZL III (użyteczności publicznej, ale nie ZL I i nie ZL II), ZL V (zamieszkania zbiorowego, ale nie ZL I i nie ZL II) [2]. Materiały stosowane w strefach ZL IV są wyłączone z tych wymagań. Oznacza to, że materiały stosowane w domach i mieszkaniach mogą stanowić podczas pożaru śmiertelne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. Biorąc pod uwagę, że wśród najczęstszych przyczyn pożarów w Polsce podaje się nieostrożność osób oraz umyślne podpalenia (rys. 2), wydaje się, że ograniczenie stosowania w mieszkaniach materiałów łatwopalnych oraz wydzielających dużo dymu i bardzo toksycznych produktów spalania, mogłoby znacząco wpłynąć na bezpieczeństwo ludzi podczas pożaru tego typu obiektów.



Rys. 2. Główne przyczyny pożarów w Polsce w latach 2010–2015

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

2. ANALIZA PORÓWNAWCZA WYMAGAŃ W ZAKRESIE WŁAŚCIWOŚCI PALNYCH MATERIAŁÓW WYPOSAŻENIA WNĘTRZ STOSOWANYCH W OBIEKTACH BUDOWLANYCH, STATKACH I ŚRODKACH TRANSPORTU LĄDOWEGO

Wymagania dla materiałów (wyrobów) stosowanych w budynkach określone są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (przywoływanego w dalszej części jako „Rozporządzenie”), którego Dział VI jest poświęcony bezpieczeństwu pożarowemu. Do właściwości pożarowych materiałów zalicza się tu m.in. [2]:

- reakcję na ogień materiałów budowlanych i wyposażenia wnętrza (materiały niepalne, niezapalne, trudno zapalne, łatwo zapalne, materiały samogasnące, materiały niekapiące),
- dymotwórczość materiałów budowlanych (materiały intensywnie dymiące),
- toksyczność produktów rozkładu termicznego i spalania materiałów budowlanych (produkty rozkładu termicznego bardzo toksyczne, toksyczne, umiarkowanie toksyczne).

Określeniom stosowanym w Rozporządzeniu (niepalny, niezapalny, trudno zapalny, itd.) w odniesieniu do: wyrobów budowlanych, z wyjątkiem podłóg i liniowych wyrobów do izolacji cieplnej rur, podłóg i materiałów liniowych wyrobów do izolacji cieplnej rur odpowiadają klasy reakcji na ogień zgodne z PN-EN 13501-1 +A1:2010: *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień*. Norma ta wskazuje metody zgodne z Polskimi Normami, według których należy zbadać materiały oraz określa kryteria ich klasyfikacji.

W tabeli 1 zestawiono wymagania Rozporządzenia oraz metody badawcze, które są stosowane do potwierdzenia zgodności z tymi wymaganiami oraz kryteria dopuszczające wybrane materiały budowlane do stosowania w budynkach, natomiast w tabeli 2 podano przykładowe wymagania rozporządzenia dla materiałów wyposażenia wnętrza w budynkach.

W przypadku statków lub innych obiektów znajdujących na morzu wymagania dla materiałów na nich stosowanych określają m.in. Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu SOLAS [4] i Dyrektywa

Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/90/UE [5] zwana w skrócie dyrektywą MED, która ma zastosowanie do wyposażenia morskiego wymienionego w załączniku A1 dyrektywy 2015/559 [6], umieszczanego na nowych lub istniejących statkach konwencyjnych, noszących banderę państwa członkowskiego Unii Europejskiej, gdy wyposażenie to jest umieszczane po raz pierwszy lub wymieniane na nowe. Wymagania tych dokumentów dla materiałów wyposażenia stosowanych na statkach wraz z metodami badawczymi i kryteriami oceny zestawiono w tabeli 3. Metody badawcze oraz kryteria oceny są opisane w Międzynarodowym kodeksie stosowania procedur prób ogniowych (FTP Code) [7].

Tabela 1. Wymagania dla wybranych materiałów budowlanych oraz kryteria oceny zgodności z wymaganiami

Rodzaj materiału/ przykładowe zastosowanie materiału	Wymaganie Rozporządzenia	Klasa wg PN- -EN13501-1	Metoda/ metody badania	Kryteria oceny zgodności z wymaganiami
ściany i stropy elementów oddzieleni przeciwpożarowych	niepalne (§232.1)	A1;	PN-EN ISO 1182	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f = 0$ (nie występuje ustabilizowane spalanie płomieniowe)
			PN-EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ ^{a, b, c, e} , $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ/m}^2\text{d}$,
		A2-s1,- s2,-s3, d0;	PN-EN ISO 1182	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 20 \text{ s}$
			PN-EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}$ ^{a, e} , $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/kg}$ ^b , $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2\text{d}$
			PN-EN 13823	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$, i $\text{LFS} < \text{krawędzi}$ próbki, i $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$

cd. Tabeli 1.

Rodzaj materiału/ przykładowe zastosowanie materiału	Wymaganie Rozporządzenia	Klasa wg PN- -EN13501-1	Metoda/ metody badania	Kryteria oceny zgodności z wymaganiami
okładziny sufitów oraz sufity podwieszane	niezapalne (§262.1) niekapiące (§262.1)	B-s1, – s2, – s3 d0	EN 13823	$FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$, i $LFS < \text{krawędzi}$ próbki, i $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$
			PN-EN ISO 11925 -2 ¹ Eks- pozycja = 30 s	
<p>ΔT – przyrost temperatury; Δm – ubytek masy; t_f – czas ustabilizowanego spalania płomieniowego; PCS – całkowite ciepło spalania; $FIGRA$ – wskaźnik szybkości wzrostu pożaru; LFS – boczne rozprzestrzenienie płomienia; THR_{600s} – całkowita ilość ciepła wydzielonego w ciągu 600 s; F_s – rozprzestrzenianie płomienia</p>				
<p>^a Dla wyrobów homogenicznych i składników zasadniczych wyrobów niehomogenicznych ^b Dla wszystkich składników drugorzędnych zewnętrznych wyrobów niehomogenicznych ^c Alternatywnie, jakikolwiek składnik drugorzędny zewnętrzny o $PCS \leq 2,0 \text{ MJ/m}^2$ pod warunkiem, że wyrób spełnia kryteria EN 13823: $FIGRA \leq 20 \text{ W/s}$, $LFS < \text{krawędzi}$ próbki i $THR_{600s} \leq 4,0 \text{ MJ}$, i s1, i d0; ^d Dla dowolnego składnika drugorzędneho wewnętrznego wyrobów niehomogenicznych; ^e Dla całego wyrobu; ^f s1 = $SMOGR_A \leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ i $TSP_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$; s2 = $SMOGR_A \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ i $TSP_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$; s3 = nie s1 ani nie s2; ^g 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 PN-EN ISO 11925-2 powoduje klasyfikację d2 ^h Brak zapalenia się papieru (bez klasyfikacji); Zapalenie papieru = d2; ⁱ W warunkach powierzchniowego oddziaływania płomienia i – w przypadku właściwym ze względu na końcowe zastosowanie wyrobu – krawędziowego oddziaływanie płomienia</p>				

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2–3]

Tabela 2. Wymagania dla wybranych materiałów wyposażenia wnętrz w budynkach oraz kryteria oceny zgodności z wymaganiami

Rodzaj materiału/ przykładowe zastosowanie materiału	Wymaganie Rozporządzenia	Klasa wg PN- -EN13501-1	Metoda/ metody badania	Kryteria oceny zgodności z wymaganiami
wykładziny podłogowe	trudno zapalne (§258.1, §260.1)	co najmniej C_{fl-s1}	PN-EN ISO 9239-1	– krytyczny strumień promieniowania $KSP \geq 4,5 \text{ kW/m}^2$ $sI = \text{dym} \leq 750 \% \cdot \text{min}$
			i PN-EN ISO 11925 -2 Ekspo- zycja = 15s	– rozprzestrzenianie płomienia $F_s \leq 150$ mm w czasie 20 s
materiały luźno zwisające: kurtyny, zasłony, draperie, żaluzje	trudno zapalne (§258.1a)	–	PN-EN ISO 6940 PN-EN ISO 6941	– czas zapalenia $\geq 4s$ – czas palenia $\leq 30s$ – nie następuje przepalenie trzeciej nitki, – nie występują płonące krople.
meble tapicerowane	trudno zapalne (§261.1)	–	PN-EN 1021-1 PN-EN 1021-2	– tli się nie dłużej niż 1 godzinę, nie dalej niż 100 mm od źródła zapłonu, – nie następuje niebezpiecznie narastające spalanie, – nie pali się dłużej niż 120 s, – nie następuje spalanie na wskroś grubości i do krawędzi
	niewydzielające bardzo toksycznych produktów spalania (§261.1)	–	PN-B- -02855	wskaźnik toksykometryczny $W_{LC50SM} > 15$

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2-3]

Tabela 3. Wymagania dla wybranych materiałów wyposażenia na statkach oraz kryteria oceny zgodności z wymaganiami

Rodzaj materiałów	Normy dotyczące badań	Kryteria oceny
1	2	3
Materiały wykończeniowe powierzchni oraz pokrycia podłogowe o właściwościach wolnego rozprzestrzeniania płomieni: a) okleiny dekoracyjne, b) zestawy farb, c) pokrycia podłogowe, d) pokrycia izolacji rurociągów, e) kleje stosowane w konstrukcji przegród klasy „A”, „B” i „C”, f) membrana kanałów palnych	IMO Res. MSC.307(88)-(2010 FTP Code), Załącznik 1, część 2	Toksyczność – nie mogą być przekroczone stężenia referencyjne: CO – 1450 ppm HCl – 600 ppm HF – 600 ppm NOx – 350 ppm HBr – 600 ppm HCN – 140 ppm SO ₂ – 120 ppm (200 ppm dla podłóg)
		Dymotwórczość – $D_m < 200$ dla materiałów powierzchni przegród, okładzin i sufitów; – $D_m < 400$ dla materiałów pierwszych pokryć pokładów; – $D_m < 500$ dla materiałów podłogowych – $D_m < 400$ dla rur z tworzyw sztucznych
	IMO Res. MSC.307(88)-(2010 FTP Code), Załącznik 1, część 5	materiały podłogowe $CFE \geq 7 \text{ kW/m}^2$ $Q_{ib} \geq 0,25 \text{ MJ/m}^2$ $Q_p \leq 10 \text{ kW}$ $Q_t \leq 2 \text{ MJ}$
		materiały inne niż podłogowe $CFE \geq 20 \text{ kW/m}^2$ $Q_{ib} \geq 1,5 \text{ MJ/m}^2$ $Q_p \leq 4 \text{ kW}$ $Q_t \leq 0,7 \text{ MJ}$
ISO 1716	powierzchniowy potencjał cieplny brutto nie powinien przekraczać 45 MJ/m ²	

cd. Tabeli 3.

Rodzaj materiałów	Normy dotyczące badań	Kryteria oceny
1	2	3
Draperie, zasłony oraz inne zawieszane materiały tekstylne i folie	IMO Res. MSC.307(88)-(2010 FTP Code), Załącznik 1, część 7	<ul style="list-style-type: none"> - czas podtrzymania palenia – nie dłuższy niż 5 s, - brak przepalenia którejkolwiek krawędzi - brak opadu kroplistego, - średnia długość zwęglenia mniejsza niż 150 mm, - opalenie powierzchniowe mniej niż 100 mm od punktu zapalenia ze zwęglaniem lub bez zwęglenia podłoża tkaniny
Meble tapicerowane	IMO Res. MSC.307(88)-(2010 FTP Code), Załącznik 1, część 8	<ul style="list-style-type: none"> - tli się nie dłużej niż 1 godzinę, nie dalej niż 100 mm od źródła zapłonu, - nie następuje niebezpiecznie narastające spalanie, - nie pali się dłużej niż 120 s, - nie następuje spalanie na wskroś grubości i do krawędzi
Składniki pościeli	IMO Res. MSC.307(88)-(2010 FTP Code), Załącznik 1, część 9	<ul style="list-style-type: none"> - tli się nie dłużej niż 1 godzinę, nie dalej niż 100 mm od źródła zapłonu, - nie następuje niebezpiecznie narastające spalanie, - nie pali się dłużej niż 120 s, - nie następuje spalanie na wskroś grubości i do krawędzi
<p>D_m – gęstość optyczna właściwa; CFE – krytyczny strumień promieniowania; Q_{sb} – ciepło podtrzymujące płomieniowe spalanie; Q_p – maks. intensywność wydzielania ciepła; Q_i – ciepło wydzielone przez próbkę;</p>		

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4–7]

Warto zwrócić uwagę, że materiały stanowiące wyposażenie pomieszczeń mieszkalnych i służbowych na statkach: zawieszane firany, zasłony, meble tapicerowane, materace i składniki pościeli muszą spełniać jedynie wymagania w zakresie odporności na małe źródła podpalania, takie jak pło-

mień palnika lub papierosa. Nie poddaje się ich zatem badaniom pod kątem wydzielania toksycznych produktów spalania czy dymotwórczości. A to te czynniki głównie decydują o zagrożeniu życia ludzi znajdujących się strefie objętej pożarem i o skuteczności ewakuacji. Badania własne wykazały, że podczas spalania układów tapicerowanych, składających się z tkanin i pianek poliuretanowych wydzielane są nadmierne ilości tlenu węgla, cyjanowodoru i chlorowodoru, których stężenia znacznie przekraczają stężenia graniczne i mogą powodować utratę zdrowia i życia ludzi, którzy znajdują się w ich pobliżu podczas pożaru [8-9].

Wymagania stawiane materiałom konstrukcyjnym i wyposażeniowym stosowanym w kolejnictwie określa norma PN-EN 45545-2+A1:2015-12 [10]. Wskazuje ona metody badawcze, zgodnie z którymi należy przeprowadzić testy ogniowe oraz kryteria ich oceny. Wymagania stawiane wybranym rodzajom materiałów wyposażeniowych wagonów kolejowych zestawiono w tabeli 4. Kryteria te odnoszą się do poziomu zagrożenia, gdzie HL1 oznacza najmniejsze zagrożenie, a HL3 – największe.

Z wymienionych kryteriów doboru materiałów, te dla wyposażenia wagonów kolejowych wydają się najostrożniejsze. Obejmują jednocześnie kilka właściwości pożarowych materiałów, w tym dymotwórczość i toksyczność produktów spalania. Jednak materiały spełniające wymagania normy nie muszą gwarantować bezpieczeństwa pożarowe. Badania toksyczności przeprowadza się w komorze o określonej objętości. Komora jest układem całkującym. Na podstawie wartości stężeń zmierzonych w komorze pomiarowej nie można określić toksycznego zagrożenia pożarowego, ponieważ stężenia mierzone w komorze pomiarowej nie odnoszą się ani do powierzchni, ani do masy badanego materiału. W związku z tym emisja spalin będzie różna nawet dla próbek o tym samym składzie, ale o innych grubościach, a tym samym o innej masie. Wyniki takich badań są w związku z tym nieprzydatne w ocenie ilościowej zagrożenia toksycznego podczas rozkładu termicznego i spalania materiałów stanowiących wyposażenie pomieszczeń.

Środki transportu lądowego to nie tylko kolej, nie można zapomnieć również o pojazdach drogowych. W zakresie bezpieczeństwa pożarowego wymagania stawiane materiałom wyposażenia są dosyć skromne. Określa je Regulamin nr 118 EKG ONZ w załącznikach 6-8. Wykonanie badań wg tych trzech załączników (6, 7 i 8) Regulaminu 118 jest obowiązkowe dla celów homologacji pojazdów kategorii M3, tzn. pojazdów o masie maksymalnej

przekraczającej 5 ton, przewożących więcej niż 22 pasażerów i nie przeznaczonych do przewozu pasażerów stojących i do użytkowania w mieście (autobusy miejskie). Podczas badań wyznacza się szybkość spalania poziomego materiałów, topliwość materiałów oraz szybkość spalania pionowego materiałów. Wymagania Regulaminu nr 118 EKG ONZ zestawiono w tabeli 5.

Tabela 4. Wymagania dla wybranych materiałów wyposażenia wagonów kolejowych oraz kryteria oceny zgodności z wymaganiami

Rodzaj materiału	Wymóg	Metody badawcze	Parametr i jednostka	Kryteria			
				Maksymalna czy minimalna	HL1	HL2	HL3
Zasłony i markizy w obszarach pasażerskich oraz służbowych, przedziałach służbowych; Stoły, dolne powierzchnie stolików składanych	R1	ISO 5658-2	CFE kWm^{-2}	Minimalna	20 _a	20 _a	20 _a
		ISO 5660-1: 50 kWm^{-2}	$MARHE$ kWm^{-2}	Maksymalna	a-	90	60
		EN ISO 5659-2: 50 kWm^{-2}	$D_s(4)$ bezwymiarowe	Maksymalna	600	300	150
		EN ISO 5659-2: 50 kWm^{-2}	$VOF4$ min	Maksymalna	1200	600	300
		EN ISO 5659-2: 50 kWm^{-2}	CIT_G bezwymiarowe	Maksymalna	1,2	0,9	0,75
Kompletne fotele pasażerskie	R18	ISO 9705-2	$MARHE$ kW	Maksymalna	75	50	20
		ISO 9705-2	Szczyt RHR kW	Maksymalna	350	350	350
Pościel łóżek i kuszetek (poduszki, koce, poduszczyki, kołdry, prześcierała itp.)	R20	EN ISO 12952-2	Czas popaleniu s	Maksymalna	10	10	10
		ISO 5660-1: 25 kWm^{-2}	$MARHE$ kWm^{-2}	Maksymalna	50	50	50
		EN ISO 5659-2: 25 kWm^{-2}	$D_s max.$ bezwymiarowe	Maksymalna	200	200	200
		EN ISO 5659-2: 25 kWm^{-2}	CIT_G bezwymiarowe	Maksymalna	0,75	0,75	0,75

cd. Tabeli 4.

Rodzaj materiału	Wymóg	Metody badawcze	Parametr i jednostka	Kryteria			
				Maksymalna czy minimalna	HL1	HL2	HL3
Tapicerka foteli pasażerskich i zagłóweków; Materace	R21	ISO 5660-1: 25 kWm ⁻²	<i>MARHE</i> kWm ⁻²	Maksymalna	75	50	50
		EN ISO 5659-2: 25 kWm ⁻²	<i>D_s max.</i> bezwymiarowe	Maksymalna	300	300	200
		EN ISO 5659-2: 25 kWm ⁻²	<i>CIT_G</i> bezwymiarowe	Maksymalna	1,2	0,9	0,75

CFE – krytyczny strumień promieniowania; *MARHE* – maksymalna średnia całkowita intensywność wydzielania ciepła; *D_s(4)* – gęstość optyczna właściwa po 4 min. badania; *VOF4* – pole powierzchni pod krzywą gęstości optycznej właściwej po 4 min. badania; *CIT_G* – konwencjonalny indeks toksyczności; *RHR* – maksymalna intensywność wydzielania ciepła; *D_s max.* – maksymalna wartość gęstości optycznej właściwej;

Jeśli zaobserwowane zostaną palące się krople/cząsteczki zgodne z 5.3.7 podczas badania według ISO 5658-2, lub dla szczególnego przypadku materiałów, które nie zapalają się tętnie wg ISO 5658-2, i są dodatkowo uznane za nieklasyfikowane, należy dodać następujące wymagania:

Badanie pod kątem wymogów EN ISO 11925-2 przy przyłożeniu płomienia 30 s. Wymagania akceptujące to:

- rozprzestrzenienie płomienia < 150 mm w ciągu 60 s;
- brak palących się kropli/cząsteczek.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10]

Tabela 5. Wymagania dla materiałów stosowanych w pojazdach kategorii M3

Rodzaj materiału	Metoda badawcza	Mierzony parametr	Kryteria oceny
a) materiały i materiały złożone instalowane w pozycji poziomej w pomieszczeniu wewnętrznym; oraz b) materiały izolacyjne instalowane w pozycji poziomej w komorze silnika lub w każdym oddzielnym przedziale grzewczym	Regulamin nr 118 EKG ONZ, Załącznik 6	szybkość spalania poziomego <i>B</i>	<i>B</i> < 100 mm/minutę lub gdy płomień zgaśnie przed osiągnięciem ostatniego punktu pomiarowego

cd. Tabeli 5.

Rodzaj materiału	Metoda badawcza	Mierzony parametr	Kryteria oceny
a) materiały i materiały złożone instalowane na wysokości większej niż 500 mm nad poduszką siedzenia oraz w dachu pojazdu; b) materiały izolacyjne instalowane w komorze silnika lub w każdym oddzielnym przedziale grzewczym	Regulamin nr 118 EKG ONZ, Załącznik 7	topliwość	wynik zadowalający, gdy nie utworzyła się kropla zapalająca watę bawełnianą
a) materiały i materiały złożone instalowane w pozycji pionowej w pomieszczeniu wewnętrznym; b) materiały izolacyjne instalowane w pozycji pionowej w komorze silnika lub w każdym oddzielnym przedziale grzewczym.	Regulamin nr 118 EKG ONZ, Załącznik 8	szybkość spalania pionowego V_i	$V_i < 100$ mm/minutę lub gdy płomień zgaśnie przed zniszczeniem jednej z pierwszych nici znacznikowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11]

3. WNIOSKI

Właściwości palne materiałów stanowiących wyposażenie wnętrza w obiektach budowlanych, morskich i środkach transportu mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi przebywających w nich podczas pożaru tych obiektów. Istnieją określone wymagania oraz kryteria ich doboru, jednak są to w zasadzie kryteria jakościowe. Wyniki badań materiałów wykonanych zalecanymi metodami pozwalają na określenie właściwości pożarowych materiałów, np. na określenie czy są to materiały łatwo zapalne, czy trudno zapalne, czy szybko rozprzestrzeniają płomień po powierzchni, czy wolno rozprzestrzeniają płomień, czy nie wydzielają bardzo toksycznych produktów spalania itp. Nie mają jednak one odniesienia do konkretnego obiektu – jego kubatury, warunków wentylacyjnych itd. Nie są zatem miarodajne przy określeniu zagrożenia pożarowego obiektu. Mogą nawet wprowadzać w błąd przeciętnego użytkownika, który materiały trudno zapalne będzie traktował jako bezpieczne. Tymczasem określenie materiału jako „trudno zapalny” nie oznacza, że będzie on odporny na działanie pożaru. Oznacza tylko, że w ustalonych warunkach badania spełnia umowne kryteria. Oczywiście

wymagania norm i aktów prawnych stawiane materiałom są wymaganiami minimalnymi, nie oznaczają, że producenci nie mogą wytwarzać swoich wyrobów o właściwościach dużo lepszych. Wiąże się to jednak najczęściej z wyższymi kosztami produkcji.

Dobór materiałów będzie wpływał na bezpieczeństwo pożarowe obiektów wtedy, gdy do oceny zagrożenia pomieszczeń podczas pożaru będą brane pod uwagę nie tylko kryteria jakościowe, ale też ilościowe wyznaczone dla konkretnych obiektów i warunków w nich panujących. Bezpieczeństwo pożarowe powinno być zapewnione również w obiektach mieszkalnych zaliczanych do strefy pożarowej ZL IV. Należałoby wprowadzić wymagania dla materiałów stanowiących wyposażenie tego typu pomieszczeń.

LITERATURA

- [1] Dane statystyczne KG PSP, www.kgpsp.gov.pl (data dostępu 01.09.2016).
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002 nr 75 poz. 690, z późn. zm.).
- [3] PN-EN 13501-1 +A1:2010: Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień
- [4] Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu, sporządzona w Londynie 1 listopada 1974 r. (DzU z 1984 r. nr 61, poz. 318 i 319) wraz z Protokołem dotyczącym Międzynarodowej konwencji o bezpieczeństwie życia na morzu, 1974, sporządzonym w Londynie dnia 17 lutego 1978 r. (DzU z 1984 r. nr 61, poz. 320 i 321 oraz z 1986 r. nr 35, poz. 177).
- [5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/90/UE z 23 lipca 2014 r. w sprawie wyposażenia morskiego i uchylająca dyrektywę Rady 96/98/WE, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 257, 28.8.2014.
- [6] Dyrektywa Komisji (UE) 2015/559 z 9 kwietnia 2015 r. zmieniająca dyrektywę Rady 96/98/WE w sprawie wyposażenia statków, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 95, 10.4.2015.
- [7] Międzynarodowy kodeks stosowania procedur prób ogniowych, FTP 2010, IMO Res. MSC.307(88).

- [8] Dobrzyńska R., Toksyczność produktów rozkładu termicznego i spalania pianek poliuretanowych stosowanych do wyrobu mebli tapicerowanych, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 2015, nr 4(28), s. 53–58.
- [9] Dobrzyńska R.: Wpływ toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania materiałów wyposażenia wnętrz na warunki bezpiecznej ewakuacji, *Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa*, T. 2 (2014), s. 13–21.
- [10] PN-EN 45545-2+A1:2015-12 Kolejnictwo – Ochrona przeciwpożarowa w pojazdach szynowych – Część 2: Wymagania dla materiałów i elementów w zakresie właściwości ogniowych.
- [11] Regulamin nr 118 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy techniczne dotyczące palności materiałów używanych w konstrukcji niektórych kategorii pojazdów samochodowych oraz ich odporności na działanie paliw lub smarów [2015/622], *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej* L 102, 21.4.2015.