



Mariusz Krzysztof Kopański

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

al. Piastów 41, 71-065 Szczecin

e-mail: mkopanski@zut.edu.pl

BADANIE PALNOŚCI MEBLI TAPICEROWANYCH

Streszczenie. Coraz więcej produktów wyposażenia wnętrz poddawana jest badaniom palności, a zwłaszcza meble tapicerowane. Podczas tych testów w ustalonych warunkach określa się wiele parametrów pozwalających na sklasyfikowanie danego materiału, a następnie na dopuszczenie go bądź nie do odpowiedniego zastosowania. Tradycyjne metody badań palności dostarczają z reguły jeden konkretny wynik, który nie pozwala na obiektywną charakterystykę materiału. Podstawowym i najważniejszym parametrem w badaniach palności jest szybkość wydzielania ciepła (HRR). W poniższej pracy przedstawiono dwa rodzaje badań, wykorzystując kalorymetr meblowy oraz użycie tłącego się papierosa i równoważnika płonącej zapalki.

Słowa kluczowe: fotel, PN-EN 1021, kalorymetr meblowy, intensywność wydzielania ciepła, pożar, zabezpieczenie p.poż, termowizja, dym, PN-EN 45545.

FLAMMABILITY TEST OF UPHOLSTER FURNITURE

Abstract. Abstract Flammability testing is undergoing more and more home furnishing products and most of all upholstered furniture. During these tests is determined by parameters which allow to classify the material and admit it or not for the proper application. Traditional methods of testing the flammability usually provide a single result, not allowing the objective characteristics of the material during fire. Therefore, the article compares modern colorimetric method with the traditional testing using cigarette and match flame.

Keywords: upholstered seat, EN1021, furniture calorimeter, Heat release rate, fire, fire protection, thermography, smoke, EN 45545.

Pożary towarzyszą ludzkości od wieków – dzięki rozwojowi technologicznemu są coraz bardziej niebezpieczne. Znaczną część powstających corocznie pożarów stanowią pożary wewnętrzne, rozwijające się w budynkach mieszkal-

nych lub pomieszczeniach użyteczności publicznej. Powodują one ogromne straty materialne, ale przede wszystkim stanowią ogromne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. Istotnym działaniem jest podjęcie próby zapewnienia bezpieczeństwa oraz takie dopracowanie przepisów, aby ograniczyć występowanie pożarów. W prawodawstwie polskim istnieją trzy podstawowe dokumenty prawne, które determinują wymogi budowlane: Ustawa o Prawie budowlanym, Ustawa o ochronie pożarowej oraz Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Przepisy te określają szereg wymagań, jakie powinny być zachowane na etapie projektowania, wykonania i użytkowania obiektów budowlanych. Akty prawne poruszają takie kwestie, jak: odpowiedni dobór materiałów (konstrukcyjnych oraz wyposażenia wnętrza), właściwe umiejscowienie budynków, ale także aspekt ewakuacji i działania na wypadek pożaru. Ryzyko powstania pożaru istnieje zawsze, nawet w budynkach zaprojektowanych zgodnie z zasadami bezpieczeństwa pożarowego – źródłem pożaru mogą być zjawiska fizyczne, chemiczne oraz biologiczne powodujące niekontrolowane wydzielanie ciepła, w wyniku którego następuje zapalenie materiałów w bezpośrednim sąsiedztwie źródła promieniowania cieplnego. Przyczyną pożaru (tabela 1) może być również podpalenie (przypadkowe, umyślne – działania terrorystyczne).

Jednym z trudniejszych obszarów prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych są pożary wewnątrz budynków. Czynnikiem, który ma ogromne znaczenie, jest dynamika rozwoju pożaru. Jest ona zależna od rodzaju i ilości zgromadzonego materiału palnego oraz warunków wentylacji panujących w środowisku pożarowym. Rozprzestrzenianie się gazów toksycznych, ograniczenie widzialności, wysoka temperatura czy obniżenie stężenia tlenu w pomieszczeniu to tylko część czynników zagrażających życiu ludzi, na które także ma wpływ spalany materiał. Sposobem na zwiększenie bezpieczeństwa pożarowego podczas działań ratowniczo-gaśniczych jest między innymi zgłębienie zależności między dynamiką pożaru a rodzajem spalanego materiału. Strażacy posiadając wiedzę na ten temat, mogą z większym prawdopodobieństwem przewidzieć dalszy rozwój pożaru wewnętrznego. Wiąże się to także ze zwiększeniem bezpieczeństwa, poprzez wskazanie materiałów, które w znacznym stopniu zwiększają dynamikę pożaru. W przypadku pożaru wewnętrznego występują także inne warunki, a mianowicie w wymianie ciepła pomiędzy palącym się materiałem a otoczeniem ma miejsce tzw. „energia zwrócona”. Czynnikiem ten powstaje w wyniku częściowego pochłaniania i odbicia strumienia ciepła przez przegrody (ściana, strop).

Odbity strumień wraca do materiału palnego, dodatkowo intensyfikując jego proces spalania. Dynamika rozwoju pożaru wewnętrznego zależy od wielu czynników, a szczególnie od: wymiarów pomieszczenia, miejsca jego powstania w odniesieniu do rozmieszczenia materiałów palnych, rodzaju i ilości występujących w pomieszczeniu materiałów palnych, wielkości i usytuowania otworów wentylacyjnych, możliwości reakcji chemicznych pomiędzy materiałami, których

opakowania ulegają zniszczeniu w wyniku pożaru, usytuowania materiałów palnych w stosunku do ścian i stropu, możliwości dopływu tlenu, obecności i skuteczności urządzeń gaśniczych, zmian palności materiałów w wyniku procesu ich starzenia.

Obecnie na rynku jest bogaty wybór siedzisk (tapicerowanych wypełnianych piankami poliuretanowymi), wyniki własnych badań oraz dane statystyczne (tabela 1) wskazują, że mogą one podczas pożaru powodować poważne zagrożenie pożarowe.

Tab. 1. Dane statystyczne - przyczyny pożarów w Polsce w podziale na rodzaj obiektu [7]

Rodzaj obiektu	2011			2012			2013		
	Nieostrożność osób dorosłych przy posługiwaniu się ogniem otwartym, w tym papierosy, zapalki	Nieostrożność osób nieletnich przy posługiwaniu się ogniem otwartym, w tym papierosy, zapalki	Podpalenia (umyślne) w tym akty terroru	Nieostrożność osób dorosłych przy posługiwaniu się ogniem otwartym, w tym papierosy, zapalki	Nieostrożność osób nieletnich przy posługiwaniu się ogniem otwartym, w tym papierosy, zapalki	Podpalenia (umyślne) w tym akty terroru	Nieostrożność osób dorosłych przy posługiwaniu się ogniem otwartym, w tym papierosy, zapalki	Nieostrożność osób nieletnich przy posługiwaniu się ogniem otwartym, w tym papierosy, zapalki	Podpalenia (umyślne) w tym akty terroru
Obiekty użyteczności publicznej	293	27	528	280	15	413	278	14	369
Obiekty mieszkalne	4213	201	3288	4018	173	2919	3544	141	2373
Środki transportu	113	5	832	117	8	726	78	3	596

Opis metod badań palności

Badanie zapalności metodą wg PN-EN 1021-1 oraz PN-EN 1021-2

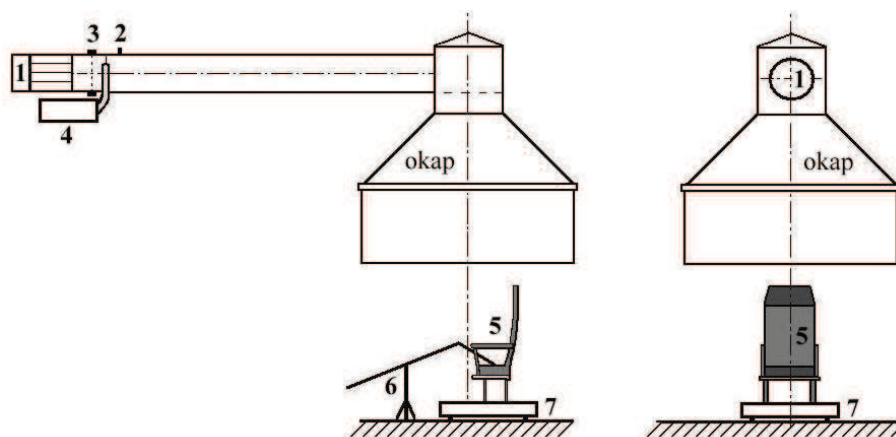
Normy obejmują metody badania oceny zapalności zestawu materiałów stosowanych w siedziskach tapicerowanych, poddawanych działaniu tłącego się

papierosa lub płomienia palnika gazowego o mocy cieplnej równoważnej płomieniowi palącej się zapalki.

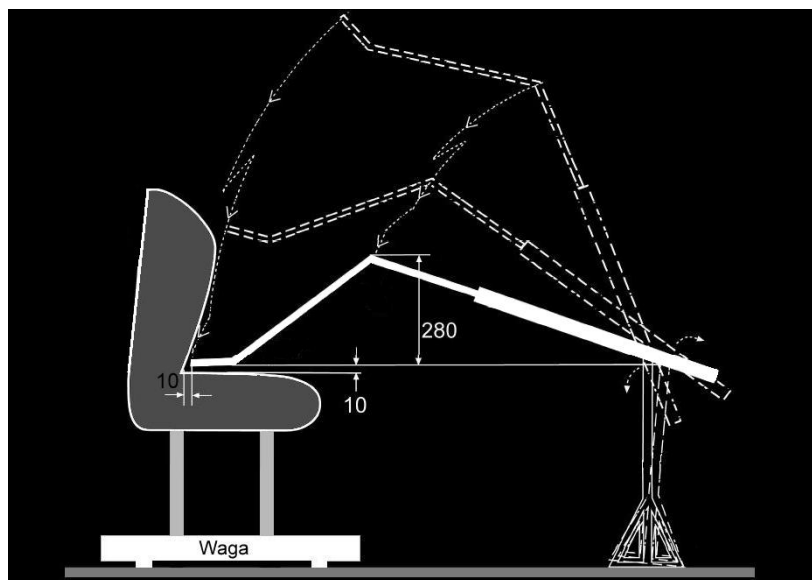
Czas oddziaływania małego płomienia 15 s. Poddawany badaniom układ tapicerski przedstawia w stylizowanej formie występujące w typowych krzesłach i fotelach połączenie pomiędzy siedziskiem i oparciem lub siedziskiem i podłokietnikiem. W czasie badań obserwuje się sposób zapalania się układu tapicerskiego (palenie się płomieniem, postępujące tlenie, żarzenie). Po zakończeniu każdej próby rozbiera się badany układ celem ustalenia ewentualnego wewnętrznego postępującego tlenia. Jeżeli żadne z tych zjawisk nie występuje, układ tapicerski spełnia wymagania norm i może być stosowany w praktyce.

Kalorymetr meblowy

Inną metodą badawczą, w której określamy szybkość wydzielania ciepła z zastosowaniem metody pomiaru ubytku tlenu, jest metoda z użyciem kalorymetru meblowego wg norm PN-EN 45545-2 oraz ISO 9705-2. Podstawą tej metody jest zasada sformułowana przez Thortona w 1918 roku [1], że ilość wydzielonego ciepła na jednostkę zużytego tlenu jest w przybliżeniu równa dla większości materiałów – w roku 1976 Hugget określił wartości jako 13,1 MJ/kg [1]. Niniejsza metoda przedstawia sposób oceny reakcji na ogień pełnowymiarowych siedzeń stosowanych w kolejnictwie oraz wyposażenia wnętrza w postaci mebli. Na próbkę ustawioną na wadze pod okapem z wymuszonym wyciągiem oddziałuje od 120 sekund palnik o mocy 7 kW. Płomień palnika zasilany jest propanem, co odpowiada mocy cieplnej równoważnej palącej się zwiniętej gazety. Całe badanie trwa 25 minut. Schemat ogólny stanowiska przedstawiono na rysunku 1 i 2.



Rys. 1. Schemat okapu i przewodu wyciągowego wraz z palnikiem i przykładowym fotelem (1 – przewód wyciągowy; 2 – czujnik ciśnienia gazów spalinowych; 3 – fotometr; 4 – analizator gazów (tlenu, tlenku węgla i dwutlenku węgla); 5 – fotel; 6 – panik; 7 – waga)



Rys. 2. Usytuowanie palnika gazowego o mocy 7 kW na fotelu

Wyniki badań

Przeprowadzono badania dziewięciu ogólnodostępnych siedzisk tapicerowanych metodami kalorymetru meblowego oraz oceny zapalności mebli tapicerowanych. Wyniki z kalorymetru meblowego przedstawiono w tabeli 2 oraz wykresach intensywności wydzielania ciepła (rys. 3-5). Natomiast dane uzyskane podczas badań zapalności mebli tapicerowanych z wykorzystaniem równoważnika płonącej zapalniczki przedstawiono w tabeli 3.

Fotel numer 1 to krzesło składające się ze stalowego stelaża, na którym siedzisko (metalowe) jest wyściełane cienką warstwą gąbki poliuretanowej pokrytej PCV. Paląca się pianka zmienia stan skupienia w płynną maź, która pali się na całej powierzchni metalowego siedziska.

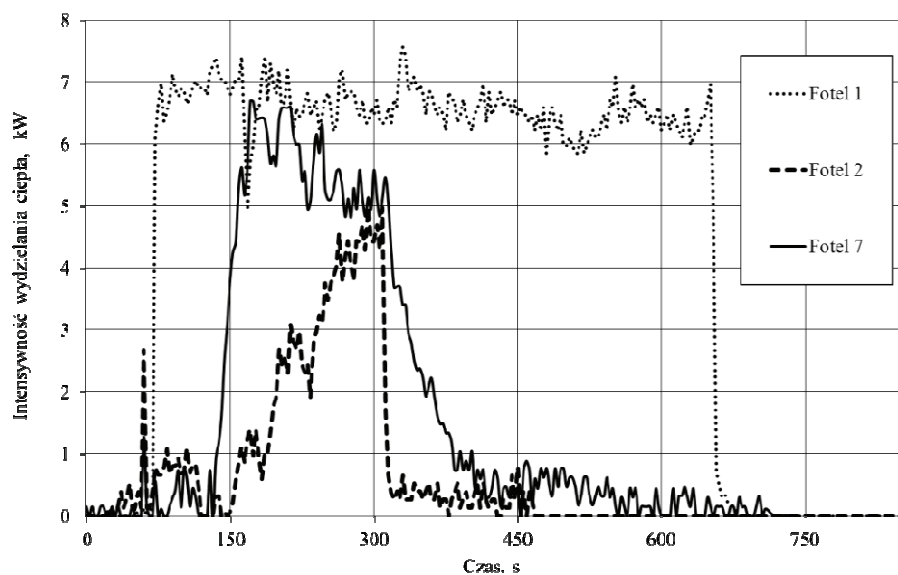
Badając fotel numer 2 wykonany ze sklejki, pianki poliuretanowej zabezpieczonej fire blokerem, tkaniny wierzchniej trudno zapalnej, uzyskano najlepsze parametry – maksymalnej i średniej intensywności wydzielania ciepła. Z wykresu (rys. 4) zauważa się, że próbki będące fotelami o numerze 3 (tkanina ekologiczna o gramaturze 400g/m² składająca się z 70% wełny i 30% poliamidu, pianka poliuretanowa) i numerze 5 (warstwa wierzchnia 30% poliestru, 70% bawełna, pianka poliuretanowa) spalają się podobnie i uzyskały najgorsze parametry, bo maksymalna intensywność wydzielania ciepła przekroczyła 43 kW oraz całkowita ilość wydzielonego dymu osiągnęła wartość ponad 80 m².

Tab. 2. Wyniki badań foteli przeprowadzonych na kalorymetrze meblowym

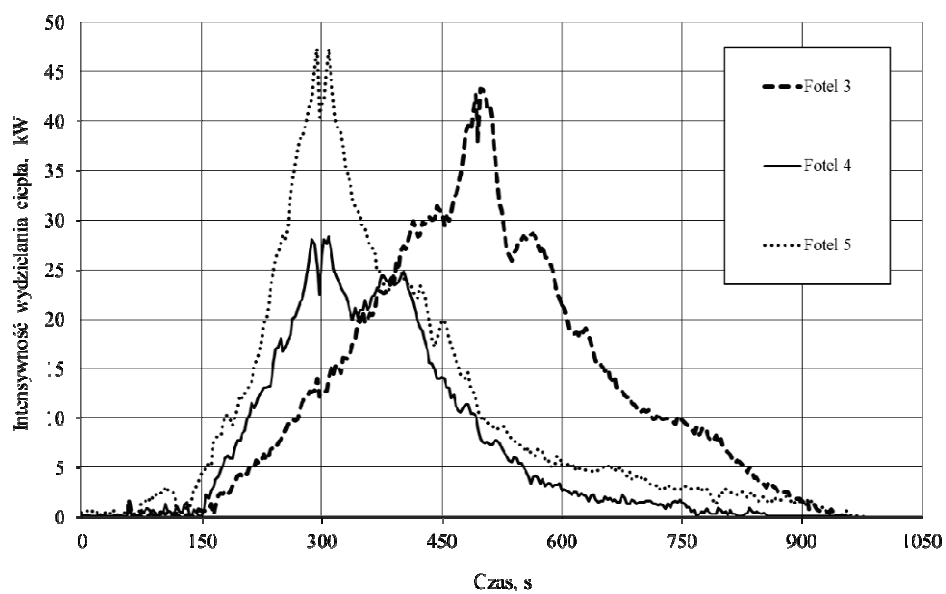
	Fotel 1		Fotel 2		Fotel 3		Fotel 4		Fotel 5		Fotel 6		Fotel 7		Fotel 8		Fotel 9	
	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]	wartość max	w czasie [s]
Intensywność wydzielania ciepła	7,56 [kW]	330	4,96 [kW]	294	43,30 [kW]	498	28,31 [kW]	294	47,33 [kW]	294	11,33 [kW]	312	6,69 [kW]	171	10,78 [kW]	295	12,55 [kW]	305
Średnia intensywność wydzielania ciepła (MARHE)	5,39 [kW]	654	1,41 [kW]	312	15,38 [kW]	645	11,73 [kW]	468	16,73 [kW]	265	3,96 [kW]	357	3,02 [kW]	336	1,61 [kW]	325	2,21 [kW]	628
Ciepło wydzielone	3534 [kJ]	885	1136 [kJ]	1500	11984 [kJ]	1500	6689 [kJ]	954	9965 [kJ]	915	1640 [kJ]	600	1218 [kJ]	708	635 [kJ]	625	1494 [kJ]	840
Całkowita ilość wydzielonego dymu	2,9 [m ³]	885	7,7 [m ³]	1500	100,3 [m ³]	1500	66,5 [m ³]	954	80,0 [m ³]	915	7,2 [m ³]	600	6,5 [m ³]	708	5,3 [m ³]	625	2,5 [m ³]	840

Tab. 3. Wyniki badań zapalności wg metod PN-EN 1021-1 i PN-EN 1021-2

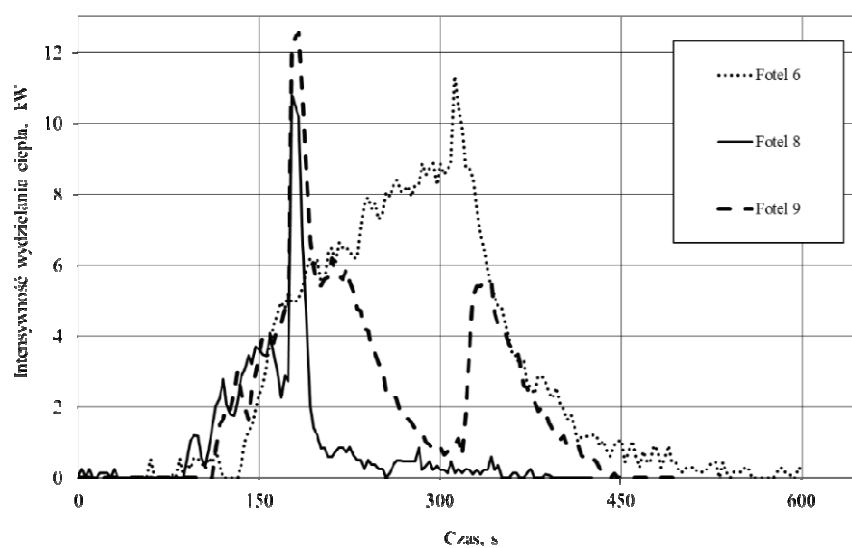
	Fotel 1	Fotel 2	Fotel 3	Fotel 4	Fotel 5	Fotel 6	Fotel 7	Fotel 8	Fotel 9
Kryteria tlenia wg PN-EN 1021-1									
Niebezpieczne narastanie spalanie	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE
Układ próbny strawiony przez ogień	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
Tli się do końca	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK
Tli się na wskroś grubości	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
Tli się dłużej niż godzinę	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE
Dalej niż 100 m od źródła zapłonu	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE
Kryteria palenia się płomieniem wg PN-EN 1021-2									
Niebezpieczne narastające spalanie	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	NIE
Układ próbny strawiony przez ogień	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
Palenie się na wskroś grubości	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
Pali się dłużej niż 120 s	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE	TAK



Rys. 3. Wykres intensywności wydzielania ciepła z badanych foteli numer 1, 2, 7



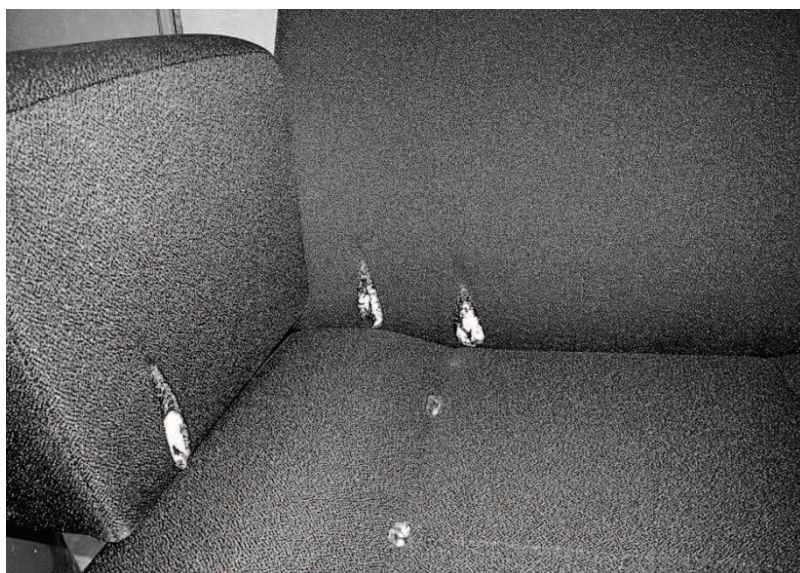
Rys. 4. Wykres intensywności wydzielania ciepła obrazujący przebieg pomiaru z foteli od numeru 3 do 5



Rys. 5. Wykres intensywności wydzielania ciepła z badanych foteli numer 6, 8, 9



Rys. 6. Fotel numer 3 podczas badania na kalorymetrze meblowym (w czasie badania wydzielano bardzo dużo dymu, co można zauważyć na fotografii) – fot. własna



Rys. 7. Fotel po badaniu wg metody PN-EN 1021-2 – fot. własna

Wnioski

Syntetyczne materiały polimerowe, z nielicznymi wyjątkami, nie ulegają reakcjom powierzchniowym, lecz spalają się wyłącznie w drodze pirolizy. W większości przypadków materiały te stają się miękkie, tworzą ciekłe warstwy powierzchniowe i rozkładają się pirolitycznie. W związku z tym do zapoczątkowania procesu spalania nie wystarcza palący się papieros, czy płomień zapalniczki. W obecności takich źródeł podpalania zachowują się często jak materiały trudno zapalne lub nawet niezapalne. Z własnych badań wynika, że tkanina obiciowa, która wytrzymuje oddziaływanie znormalizowanego źródła podpalania przez 15 sekund (budownictwo lądowe) lub 20 sekund (budownictwo morskie/okrętownictwo), zapewnia pozytywny wynik układu tapicerskiego, mimo że wypełnienie jest łatwo zapalne. Jednak wystarczy przedłużyć ekspozycję o kilka sekund, aby zestaw tapicerski spłonął całkowicie [3-5]. Zastosowanie łatwopalnych układów tapicerskich w pomieszczeniach (użyteczności publicznej i nie tylko) w przypadku powstania pożaru spowoduje gwałtowne rozprzestrzenianie się ognia na inne materiały, co skutkować będzie trudnością opanowania pożaru. Wysoka temperatura oraz duże zadymienie z toksycznymi produktami rozkładu termicznego i spalania uniemożliwią sprawną ewakuację.

Porównując metody badań układów tapicerskich oraz pełnowymiarowych (kompletnych) mebli, zauważa się, że w badaniu metodą kalorymetru meblowego

(PN-EN 45545-2) osiąga się szerszy wachlarz parametrów bardzo istotnych w zabezpieczaniu obiektów przed pożarem. A mianowicie intensywność wydzielania ciepła, średnia intensywność wydzielania ciepła (MARHE), ciepło wydzielone, szybkość ubytku masy, maksymalna szybkość emisji dymu, całkowita ilość wydzielonego dymu, emisja właściwa tlenu węgla, emisja właściwa dwutlenku węgla, maksymalny ubytek tlenu, początek i koniec palenia się próbki.

Literatura

- [1] Babrauskas V., *Fire and Materials* 1982, Vol. 8, p 81-95.
- [2] Konecki M., Modelowanie- narzędzie inżynierii bezpieczeństwa pożarowego, *Zeszyty Naukowe SGSP* nr 30, 2003.
- [3] Kopański M., Badania laboratoryjne pożaru siedzisk tapicerowanych starszego typu w wagonie kolejowym, *Przegląd Komunikacyjny*, 2/2013.
- [4] Kopański M., Bezpieczeństwo pożarowe taboru kolejowego w Województwie Zachodniopomorskim, *Transport w regionie Pomorza Zachodniego*, [Monografia] praca zbiorowa pod redakcją Iouria N. Semenova i Anny Wiktorowskiej-Jasik, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Szczecin 2013.
- [5] Kopański M., Wpływ barwników na stopień palności poliamidu 6. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. Vol.31/3/13.
- [6] Sychta Z., Spowolnienie procesu rozkładu termicznego i spalania materiałów podstawowym warunkiem bezpieczeństwa pożarowego obiektów technicznych, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 2002.
- [7] [http:// www.straz.gov.pl/](http://www.straz.gov.pl/) Biuletyn Informacyjny KG PSP za rok 2004, (data dostępu: 16.05.2015).