

ARTYKUŁY – REPORTS

Weronika Kukulska*

SUFITY PODWIESZONE – AKTUALIZACJA WYMAGAŃ MATERIAŁOWYCH DOTYCZĄCYCH PŁYT SUFITOWYCH Z WEŁNY MINERALNEJ

Jednym z elementów sufitów podwieszonych są płyty wypełniające, wytwarzane z różnych materiałów, z których najczęściej stosowana jest wełna mineralna (skalna). W artykule omówiono wymagania techniczne dotyczące sufitowych płyt z wełny mineralnej zawarte w normach europejskich i krajowych aprobaty technicznych. Ponadto przeprowadzono analizę wyników badań własnych oraz podano kryteria oceny i wymagania techniczne dotyczące tych płyt, opracowane w pracy badawczej ITB nr NL-40/02.

1. Wprowadzenie

Wzrost zapotrzebowania na obiekty budownictwa użyteczności publicznej (hotele, banki, budynki administracyjne itp.), który nastąpił w latach dziewięćdziesiątych, wywołał wzrost podaży lekkich przegród, tj. lekkich ścian osłonowych, podłóg podniesionych i podwieszonych sufitów. Lekkie sufity podwieszane są stosowane w celu zmniejszenia użytkowej wysokości kondygnacji, obudowy i osłonięcia stropu lub przestrzeni podstropowej, w której zostały umieszczone różne elementy instalacyjne. Oprócz wymienionych funkcji sufity te spełniają także rolę dekoracyjną. Specjalne odmiany sufitów podwieszonych mogą się charakteryzować również takimi cechami, jak na przykład odporność na wilgoć i uderzenia, odbijanie światła itp. [1].

Jednym z głównych elementów sufitów podwieszonych są płyty wypełniające, wytwarzane z różnych materiałów. Najczęściej stosuje się płyty z wełny mineralnej bazaltowej lub szklanej oraz płyty gipsowo-kartonowe lub gipsowe.

Płyty z bazaltowej wełny mineralnej zespolonej środkami wiążącymi w postaci żywic fenolowych, mocznikowych lub/i formaldehydowych mogą zawierać różne dodatki, takie jak wypełniacze, impregnaty i inne [2].

Powierzchnie płyt z wełny mineralnej są oklejane takimi materiałami, jak welon szklany (niebarwiony lub fabrycznie barwiony), tkanina szklana (niebarwiona lub barwiona), folia z PVC, folia z aluminium, inne materiały powłokowe.

* mgr inż. – adiunkt w Zakładzie Badań Lekkich Przegród i Przeszkleń ITB

Licowe strony płyt z niebarwionym fabrycznie welonem szklanym lub tkaniną szklaną są pokrywane powłokami malarskimi akrylowymi lub lateksowymi w różnych kolorach. Faktura strony licowej może być gładka, wytłaczana, dziurkowana, perforowana, z wyżłobieniami, z nacięciami itp.

Wymiary płyt sufitowych zależą od zastosowanej konstrukcji sufitu. Wymiary modułowe w planie tych płyt wynoszą od 300 mm do 2500 mm, a grubość od 12 mm do 100 mm.

Płyty wypełniające z wełny mineralnej charakteryzują się niepalnością lub/i niezapalnością, natomiast pod wpływem ognia nie kapią i nie odpadają. Płyty te z odpowiednią konstrukcją mogą być stosowane jako sufity ogniochronne.

Omawiane płyty cechują się współczynnikami pochłaniania dźwięku umożliwiającymi ich zastosowanie z odpowiednio dobraną konstrukcją jako:

- ustroje dźwiękochłonne – do wytłumienia wewnątrz lub korekcji czasu pogłosu,
- ustroje dźwiękoizolacyjne – do izolowania różnych pomieszczeń lub izolowania hałasu wytwarzanego w przestrzeni między stropem a sufitem podwieszonym albo/i zwiększenia izolacyjności akustycznej stropów.

Odpowiednio wykończone płyty sufitowe z wełny mineralnej są odporne na wysoką wilgotność (do 100% wilgotności względnej) i podwyższoną temperaturę w trakcie eksploatacji (do +40 °C). Niektóre rodzaje płyt mogą być zmywane wodą, inne należy czyścić tylko na sucho.

Płyty sufitowe z wełny mineralnej charakteryzują się ograniczoną emisją fenolu i formaldehydu oraz stężeniem naturalnych pierwiastków promieniotwórczych znacznie niższym od dopuszczalnych stężeń.

Obecnie brak jest norm przedmiotowych dotyczących sufitów podwieszonych i płyt wypełniających ruszt nośny tych sufitów. Nie jest również jeszcze ustanowiona norma europejska w tym zakresie. W ITB podjęto temat badawczy (nr 3564/NL-40/02) [3], mający na celu opracowanie podstaw technicznych Zaleceń Udzielania Aprobata Technicznych obejmujących wymagania i metody badań właściwości płyt z wełny mineralnej. Materiałami źródłowymi służącymi do ustalenia wymagań technicznych dotyczących płyt sufitowych z wełny mineralnej są:

- prEN 13964:2000 dotycząca sufitów podwieszonych [4],
- PN-EN 13162:2002 dotycząca wyrobów z wełny mineralnej [5],
- aprobaty techniczne dotyczące wypełniających płyt sufitowych [6–10],
- prace badawcze własne [3].

W artykule – na podstawie materiałów źródłowych – przedstawiono wymagania dotyczące płyt sufitowych z wełny mineralnej, analizę wyników badań własnych oraz podano kryteria oceny i wymagania techniczne dotyczące tych płyt, omówione w pracy [3].

2. Właściwości sufitów podwieszonych wynikające z prEN 13964:2000, aprobat technicznych i prac badawczych ITB

Do grupy dokumentów źródłowych obejmujących wymagania techniczne, kryteria oceny i metody badań płyt z wełny mineralnej stosowanych w sufitach podwieszonych można zaliczyć projekt normy europejskiej oraz aprobaty techniczne i prace badawcze.

W projekcie normy europejskiej prEN 13964:2000 [4] dotyczącej sufitów podwieszonych podano właściwości i wymagania zasadnicze, obejmujące:

- reakcję na ogień,
- odporność ogniową (w zakresie zestawu elementów sufitowych),
- zawartość azbestu (w zestawie elementów sufitowych i płyt wypełniających),
- emisję formaldehydu (w zakresie zestawu elementów sufitowych i płyt wypełniających),
- odporność na rozbitcie (w zakresie kruchych płyt wypełniających),
- wytrzymałość na zginanie przy rozciąganiu,
- zdolność przenoszenia obciążenia,
- bezpieczeństwo przeciwporażeniowe (elektrycznością),
- izolacyjność na dźwięki przenoszone drogą powietrzną (w zakresie zestawu elementów sufitowych),
- pochłanianie dźwięku (w zakresie zestawu elementów sufitowych i płyt wypełniających),
- przewodzenie ciepła (w zakresie zestawu elementów sufitowych),
- zachowanie odpowiedniej wytrzymałości na zginanie i zdolność przenoszenia obciążenia także przy wysokim zawilgoceniu,
- odporność na kondensację pary wodnej.

Jednocześnie projekt normy zawiera wymagania dotyczące takich cech, jak:

- barwa i odbicie światła,
- montaż.

W odniesieniu do płyt sufitowych zakres właściwości ujętych w projekcie normy [4] obejmuje także tolerancje wymiarowe i właściwości przy zginaniu, przy czym tolerancje wymiarowe dotyczą wyprofilowania brzegów, długości, szerokości, grubości, prostokątności i płaskości, natomiast właściwości przy zginaniu, tj. wytrzymałość na zginanie i ugięcie, są określane w różnych warunkach badawczych:

- z dodatkowym obciążeniem i bez dodatkowego obciążenia,
- w warunkach laboratoryjnych lub w podwyższonej temperaturze (do +40 °C) i wysokiej wilgotności względnej (do 99%).

Niestety, omawiany projekt normy jest niespójny i zawiera wiele nieścisłości, braków, a nawet błędów. Kolejne jego wersje (dostępne autorce artykułu) znacznie się między sobą różniły. Stąd należy się spodziewać dalszych zmian w tym projekcie i z tego powodu omawiana wersja z 2000 r. nie może stanowić podstawy dokumentów odniesienia, jakimi dla tych wyrobów są aprobaty techniczne.

Aprobaty techniczne ITB dotyczące sufitów podwieszonych obejmują następujący zakres właściwości płyt sufitowych z wełny mineralnej:

- wygląd zewnętrzny płyt,
- wymiary i tolerancje wymiarowe długości, szerokości, grubości i ukształtowania krawędzi bocznych płyt,
- odchyłki od prostokątności i od płaskości płyt,
- masę 1 m² płyt i odchyłki od tej masy,
- gęstość i odchyłki gęstości wełny mineralnej,
- sorpcję i desorpcję pary wodnej,
- dopuszczalne stężenie naturalnych pierwiastków promieniotwórczych,
- dopuszczalny strumień emisji fenolu i formaldehydu,

- klasyfikację ogniową płyt w zakresie niepalności, stopnia palności oraz kapania i odpadania pod wpływem ognia,
- właściwości dźwiękochłonne.

W dotychczasowych pracach badawczych ITB – oprócz właściwości ujętych w aprobatkach technicznych – podana jest odporność płyt na podwyższoną wilgotność, oceniana na podstawie wpływu zawilgocenia płyt na właściwości przy zginaniu.

3. Właściwości wyrobów z wełny mineralnej wynikające z PN-EN 13162:2002

Zakres właściwości podany w PN-EN 13162:2002 [5] dotyczącej fabrycznie produkowanych wyrobów z wełny mineralnej przeznaczonych do wszystkich rodzajów zastosowań obejmuje:

- właściwości cieplne (opór cieplny i współczynnik przewodzenia ciepła),
- długość i szerokość,
- grubość,
- prostokątność,
- płaskość,
- stabilność wymiarową,
- wytrzymałość na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowych,
- reakcję na ogień.

Analizując zakres tych właściwości można stwierdzić, że w dotychczasowych aprobatkach technicznych dotyczących płyt sufitowych nie były uwzględniane określone w ww. normie takie cechy, jak:

- właściwości cieplne,
- stabilność wymiarowa,
- wytrzymałość na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowych.

W przypadku płyt sufitowych, które przede wszystkim pełnią rolę dekoracyjną i osłonową, właściwości cieplne mogą nie być określane jako właściwości zasadnicze. W odniesieniu natomiast do stabilności wymiarowej i wytrzymałości na rozciąganie, oznaczanej równoległe do powierzchni czołowych, aby sprawdzić powyższe cechy, w ramach pracy [3] przeprowadzono badania wybranych płyt, których wyniki podano w p. 5. artykułu.

Oprócz właściwości wyrobów przeznaczonych do wszystkich zastosowań, w omawianej normie podano zakres właściwości wyrobów do zastosowań specjalnych, na przykład na dachach, podłogach, ścianach. Do tych właściwości należą:

- stabilność wymiarów w określonej temperaturze,
- stabilność wymiarów w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych,
- naprężenie ściskające przy 10-procentowym odkształceniu względnym lub wytrzymałość na ściskanie,
- wytrzymałość na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych,
- obciążenie punktowe,
- pełzanie przy ściskaniu,
- chłonność wody,

- przepuszczalność pary wodnej,
- sztywność dynamiczna,
- ścisłość,
- dźwiękochłonność,
- infiltracja powietrza,
- emisja substancji niebezpiecznych.

Większość wymienionych właściwości nie ma zastosowania do sufitowych płyt wypełniających wówczas, gdy nie przenoszą one żadnych obciążeń lub/i nie są narażone na inne oddziaływania (akustyczne, cieplne, wilgotnościowe). Natomiast w przypadku deklarowania przez producentów specjalnego przeznaczenia sufitów podwieszonych z wypełniającymi płytami z wełny mineralnej, niektóre z tych cech powinny wchodzić w zakres oceny właściwości płyt. Należą do nich następujące (wymienione w analizowanej normie) właściwości płyt z wełny mineralnej:

a) stabilność wymiarów w określonych (podwyższonych) warunkach temperaturowych i wilgotnościowych – w przypadku deklarowania podwyższonej odporności sufitu na te warunki,

b) wskaźniki pochłaniania dźwięku – w przypadku deklarowanej dźwiękochłonności sufitu,

c) opór cieplny i współczynnik przewodzenia ciepła – w przypadku deklarowanej izolacyjności termicznej sufitu,

d) właściwości przy przenikaniu pary wodnej – w przypadku deklarowanej przepuszczalności pary wodnej przez sufit.

W zakresie właściwości podanych w omawianej normie brak jest cech, które zdaniem autorki artykułu są istotne przy ocenie fabrycznie wykończonych płyt sufitowych z wełny mineralnej. Są to następujące cechy:

- wygląd zewnętrzny płyt,
- kształt płyt i ukształtowanie krawędzi bocznych,
- gęstość wełny mineralnej i dopuszczalne odchyłki gęstości,
- masa powierzchniowa płyt (masa 1 m²) i dopuszczalne odchyłki od tej masy,
- sorpcja i desorpcja pary wodnej,
- dopuszczalne stężenie naturalnych pierwiastków promieniotwórczych.

4. Analiza wymagań dotyczących płyt z wełny mineralnej w zastosowaniu do sufitów podwieszonych

Wymagania techniczne dotyczące cech zewnętrznych płyt sufitowych podane w:

- a) prEN 13964:2000 [4],
- b) PN-EN 13162:2002 [5],
- c) aprobatach technicznych ITB [6–10]

przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Zestawienie dopuszczalnych odchyłek wymiarowych i kształtu płyt sufitowych
 Table 1. Specification of permitted dimensional and shape tolerances for ceiling membrane components

Źródło danych i numer pozycji bibliograficznej	Odchyłki wymiarowe*:			Odchylenie od kąta prostego	Odchylenie od płaskości
	długości mm	szerokości mm	grubości mm		
prEN 13964:2000 [4]	± 1,5	± 1,5	± 1,5	1/500	(1/300) L**
PN-EN 13162:2002 [5]	± 2	± 1,5	różne poziomy i klasy	≤ 5 mm/m	≤ 6 mm
AT-15-3485/98 tabl. 4 [6]	(300+600) mm: ± 0,3 (600+1200) mm: ± 0,5 (1200+2400) mm: ± 1,0		± 1,0	≤ 1 mm/m	≤ 2 mm
AT-15-4018/99 tabl. 5 i 7 [7]	± 1	± 1	± 0,6	≤ 1 mm/m	≤ 1 mm
AT-15-4290/2000 tabl. 8 [8]	(600+1200) mm: ± 1 > 1200 mm: ± 2		± 2	brak danych	brak danych
AT-15-5059/2001 tabl. 2 [9]	-4 / +2	-4 / +2	± 2	≤ 1 mm/m	≤ 1 mm/m
AT-15-4894/2002 tabl. 2 i 3 [10]	brak danych	± 1 / 1 mb	± 0,6	≤ 1 mm/m	≤ 1 mm
* Odchyłki wymiarowe dotyczą płyt o krawędziach prostokątnych					
** L – długość płyty					

W analizowanych dokumentach metody badań są identyczne i zostały podane w następujących normach:

- PN-EN 822:1998 [11] – długość i szerokość,
- PN-EN 823:1998 [12] – grubość,
- PN-EN 824:1998 [13] – prostokątność,
- PN-EN 825:1998 [14] – płaskość.

Jak wynika z tablicy 1, zarówno tolerancje wymiarowe, jak i dopuszczalne odchylenia od prostokątności i płaskości są różne w poszczególnych dokumentach. Należy jednak wyjaśnić, że tolerancje wymiarowe płyt zależą głównie od rodzaju i wymiarów elementów konstrukcyjnych sufitu podwieszonoego. Powinny więc być one podane przez producenta, łącznie z wymiarami nominalnymi płyt.

W odniesieniu do odchylenia od kąta prostego, które mierzy się przymiarem kątowym o określonej długości ramion, jako odchylenie końca ramienia przymiaru od krawędzi płyty, wymaganie według PN-EN 13162:2002 [5] wynoszące ≤ 5 mm/m w odniesieniu do płyt sufitowych, wydaje się zbyt łagodne. Podobnie wymaganie zgodne z tą normą dotyczące płaskości płyt, wynoszące ≤ 6 mm, nie powinno dotyczyć płyt sufitowych, gdyż w przypadku płyt długości na przykład 600 mm jest to 1/100 ich długości, podczas gdy według projektu normy dotyczącej sufitów podwieszonych dopuszczalne odchylenie od płaskości nie powinno przekraczać 1/300 długości płyty.

Wymagania dotyczące kolejnych podanych w tej normie cech wyrobów, przeznaczonych do wszystkich rodzajów zastosowań, przedstawiają się następująco:

a) **stabilność wymiarowa** oznaczana według PN-EN 1604 +AC:1999 [15] – po 48 h przetrzymywania próbek w temperaturze $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $(90 \pm 5)\%$ zmiany liniowe długości, szerokości i grubości nie powinny być większe niż 1%, zmiana płaskości natomiast nie powinna przekraczać 1mm/m;

b) **wytrzymałość na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowych**, oznaczona według PN-EN 1608:1999 [16], powinna być wystarczająco wysoka, aby utrzymać dwukrotny ciężar pełnowymiarowego wyrobu, bez uszkodzenia go w trakcie czynności z nim związanych;

c) **klasyfikacja ogniowa w zakresie reakcji na ogień** powinna być określona zgodnie z prEN 13501-1 [17].

Wymagania dotyczące wybranych właściwości płyt ze względu na specjalne rodzaje zastosowań sufitów, są następujące:

a) **stabilność wymiarowa**, w założonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych, określona według PN-EN 1604+AC:1999 [15] – po 48 h w temperaturze $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ żaden wynik badania zmian długości, szerokości i grubości nie powinien przekraczać 1%; po 48 h w temperaturze $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $(90 \pm 5)\%$ żaden wynik badania zmian długości, szerokości i grubości nie powinien przekraczać 1%;

b) **pochłanianie dźwięku**: współczynnik pochłaniania dźwięku powinien być określony według EN ISO 354/A1 [18]; właściwości pochłaniania dźwięku powinno się obliczać zgodnie z PN-EN ISO 11654:1999 [19], przy uwzględnieniu warunków podanych w omawianej normie, przy czym żaden wynik badania praktycznego współczynnika pochłaniania dźwięku α_p i ważony współczynnik pochłaniania dźwięku α_w nie powinien być mniejszy niż deklarowany poziom;

c) **opór cieplny i współczynnik przewodzenia ciepła** powinny wynikać z pomiarów przeprowadzonych zgodnie z PN-EN 12667:2002 [20] lub PN-EN 12939:2002 [21]; wartości oporu cieplnego i współczynnika przewodzenia ciepła powinny być natomiast obliczone zgodnie z podaną w omawianej normie metodą obliczeń i deklarowane przez producenta według zasad podanych w omawianej normie.

5. Analiza wyników badań wybranych właściwości płyt

Wykonując w ciągu ostatnich lat badawcze prace usługowe w ITB, których wyniki stanowiły podstawę do wydania aprobat technicznych, przeprowadzono badania właściwości sorpcyjnych płyt oraz wpływu zawilgocenia płyt na ich właściwości przy zginaniu. Ponadto sprawdzono cechy identyfikacyjne badanych płyt (masę powierzchniową i gęstość rdzenia płyt). Wyniki tych badań podano w tablicy 2.

W ramach pracy [3] przeprowadzono badania – podane w PN-EN 13162:2002 [5] jako badania właściwości wyrobów z wełny mineralnej przeznaczonych do wszystkich zastosowań – które nie były uwzględniane w dotychczasowych pracach badawczych dotyczących płyt wypełniających w sufitach podwieszonych. Są to badania stabilności wymiarowej i wytrzymałości na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowych.

Tablica 2. Wyniki badań właściwości identyfikacyjnych płyt i cech związanych z wpływem wilgoci na te właściwości

Table 2. Test results of boards identifying properties and moisture – affected features

Symbol płyty	Masa 1 m ² kg	Gęstość rdzenia kg/m ³	Sorpcja pary wodnej po 24 h, temp. (25±40) °C i (90–98)% wilg. wzgl., %	Desorpcja pary wodnej po 24 h temp. 23 °C i 50% wilg. wzgl., %	Zmiana* właściwości przy zginaniu płyt zawilgoconych w stosunku do powietrzno-suchych, %:	
					ugięcia przy określonym obciążeniu	siły niszczącej
A	1,59	60÷80	0,35	0,28	+8	-18
B	5,88	300	0,50	0,29	+38	-9
C	1,99	130	0,51	0,46	+50	0
D	2,10	70	0,21	0,05	+35	-15
E	5,05	320	1,30	0,91	+132	-32

* Znak „+” oznacza wzrost, a znak „-” spadek wartości

Tablica 3. Wyniki badań stabilności wymiarowej płyt

Table 3. Test results of boards dimensional stability

Warunki badawcze	Kierunek pomiaru	Wyniki badań (wartości średnie) zmian wymiarów, %, płyt oznaczonych symbolem:		
		A	B	C
Temperatura (23 ± 2) °C, wilgotność względna (90 ± 5)%	długość	-0,07	-0,03	-0,04
	szerokość	-0,03	-0,03	-0,06
	grubość	+0,12	+0,09	+0,21
Temperatura (70 ± 2) °C	długość	-0,10	nie badano*	
	szerokość	-0,04		
	grubość	+0,11		
Temperatura (70 ± 2) °C, wilgotność względna (90 ± 5)%	długość	-0,13	nie badano*	
	szerokość	-0,08		
	grubość	+0,65		
Temperatura (40 ± 2) °C, wilgotność względna (95 ± 5)%	długość	-0,09	-0,6	-0,04
	szerokość	-0,09	-0,06	-0,04
	grubość	+0,48	+0,11	+0,43

* Zaniechano dalszych badań w temperaturze +70 °C, gdyż żaden z producentów nie określał warunków stosowania sufitów podwieszonych w temperaturze wyższej od +40 °C

Badania stabilności wymiarowej wykonano w szerszym zakresie niż podany w PN-EN 13162:2002. Badania te przeprowadzono w następujących warunkach:

- a) w przypadku wszystkich zastosowań – według normy jw.
 - w temperaturze $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $(90 \pm 5)\%$;
- b) w przypadku określonych zastosowań – według normy jw.
 - w temperaturze $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$,
 - w temperaturze $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $(90 \pm 5)\%$;
- c) w warunkach ekstremalnych, podawanych przez producentów płyt
 - w temperaturze $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $(95 \pm 5)\%$.

Wyniki badań stabilności wymiarowej – ocenianej na podstawie zmian wymiarów liniowych próbek przechowywanych w określonych warunkach termiczno-wilgotnościowych w ustalonym czasie – które przeprowadzono zgodnie PN-EN 1604+AC:1999 [15], podano w tablicy 3.

Analizując dane z tablicy 3 można stwierdzić, że wszystkie wyniki badań zmian wymiarów liniowych (stabilności wymiarów) długości, szerokości i grubości nie przekraczają 0,7%. Wyniki te spełniają wymagania zawarte w PN-EN 13162:2002, określane na $\leq 1\%$.

Biorąc pod uwagę, że w warunkach eksploatacyjnych płyty sufitowe są narażone na wpływ różnych warunków termiczno-wilgotnościowych, uznano za niezbędne wprowadzenie do zakresu badań tych płyt badania stabilności wymiarów.

Badaniom wytrzymałości na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowych, przeprowadzonym zgodnie z PN-EN 1608:1999 [16], poddano próbki z następujących płyt sufitowych:

a) grubości 40 mm, o powierzchni licowej oklejonej tkaniną szklaną, ze stroną tylną wykończoną welonem szklanym; gęstość wełny mineralnej $(60 \div 80) \text{ kg/m}^3$; płyty oznaczono symbolem A;

b) grubości 25 mm i 50 mm, o powierzchni licowej wykończonej warstwą tkaniny z włókna szklanego pokrytej powłoką malarską, ze stroną tylną pokrytą niemalowaną warstwą tkaniny z włókna szklanego; gęstość wełny mineralnej wynosiła: w przypadku płyty grubości 25 mm – 80 kg/m^3 , a w przypadku płyty grubości 50 mm – 40 kg/m^3 ; płyty te oznaczono odpowiednio symbolami D i E.

Wyniki oznaczeń wytrzymałości na rozciąganie wyniosły średnio:

- A – 46 kPa.
- D – 134 kPa,
- E – 115 kPa.

W normie PN-EN 13162:2002 podano, że wytrzymałość na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowej powinna być wystarczająco wysoka, aby utrzymać dwukrotnie ciężar pełnowymiarowego wyrobu.

Ciężar (masa) i masa powierzchniowa badanych płyt wynoszą odpowiednio:

- plyta A – masa płyty: 2 kg; masa 1 m^2 : 2,8 kg,
- plyta D – masa płyty: 2 kg; masa 1 m^2 : 2,1 kg,
- plyta E – masa płyty: 1,3 kg; masa 1 m^2 : 1,9 kg.

Porównując te wartości można stwierdzić, że wyniki badań wielokrotnie przewyższają wymagania podane w PN-EN 13162:2002.

Biorąc pod uwagę, że naklejony welon szklany lub tkanina szklana stanowią warstwę okładzinową płyt sufitowych znacznie zwiększającą ich wytrzymałość na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowych, uznano, iż przy ocenie fabrycznie wykończonych płyt sufitowych cechę tę można pominąć, mimo że wchodzi ona w zakres właściwości uwzględnionych w przypadku wszystkich rodzajów zastosowań wyrobów z wełny mineralnej według PN-EN 13162:2002.

6. Podsumowanie analizy dokumentów źródłowych i wyników prac badawczych

Ustanowiona PN-EN 13162:2002 [5], dotycząca fabrycznie wytwarzanych wyrobów z wełny mineralnej, została wykorzystana w pracy [3] jako podstawowy materiał źródłowy służący do ustalenia zakresu właściwości niezbędnych przy ocenie sufitowych płyt z wełny mineralnej. Właściwości podane w tej normie, dotyczące wyrobów z wełny mineralnej do wszystkich zastosowań, sprawdzono w badaniach laboratoryjnych pod kątem ich przydatności do oceny płyt sufitowych. Płyty te podzielono na elementy przeznaczone do sufitów ogólnego stosowania i sufitów specjalnego stosowania (np. do ochrony pożarowej, izolacji akustycznej, izolacji cieplnej, sufity odporne na wysoką wilgotność itp.).

Na podstawie literatury oraz badań wykonanych w ramach prac usługowych i pracy [3] wybrano zakres właściwości niezbędnych do oceny płyt sufitowych. Zakres ten obejmuje grupę właściwości płyt przewidzianych do wszystkich rodzajów zastosowań sufitów podwieszonych oraz właściwości dodatkowe, istotne przy ocenie płyt w przypadku szczególnego przeznaczenia sufitu.

W dokumentach odniesienia dotyczących sufitowych płyt z wełny mineralnej proponuje się przyjąć następujący podział właściwości:

- a) cechy identyfikacyjne płyt: gęstość wełny mineralnej i/lub masa 1 m^2 płyt;
- b) właściwości płyt przewidzianych do wszystkich rodzajów zastosowań sufitów:
 - cechy zewnętrzne płyt,
 - stabilność wymiarów w temperaturze $23 \text{ }^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej 90%,
 - klasyfikacja ogniowa;
- c) właściwości płyt przewidzianych do specjalnych zastosowań sufitów:
 - cechy związane z rodzajem przeznaczenia sufitu i warunkami jego eksploatacji.

Podstawą do ustalenia kryteriów oceny płyt i wymagań technicznych były wyniki badań przeprowadzonych w pracach badawczych ITB oraz wymagania podane w PN-EN 13162:2002.

7. Kryteria oceny i wymagania techniczne dotyczące sufitowych płyt z wełny mineralnej

7.1. Cechy identyfikacyjne płyt

Cechami identyfikacyjnymi płyt jest gęstość wełny mineralnej wyrażona w kg/m^3 i/lub masa powierzchniowa płyt (masa 1 m^2) wyrażona w kilogramach. Jako kryterium oceny obu tych cech należy przyjąć wartość deklarowaną przez producenta $\pm 15\%$.

7.2. Wymagania techniczne dotyczące właściwości użytkowych

W tabelicy 4 podano wymagania techniczne dotyczące płyt wypełniających z wełny mineralnej do sufitów podwieszonych o przeznaczeniu ogólnym (w tym o przeznaczeniu dekoracyjnym), w tabelicy 5 natomiast podano dodatkowe wymaganie techniczne dotyczące płyt sufitowych przeznaczonych do sufitów o specjalnym rodzaju zastosowania.

Tablica 4. Wymagania dotyczące płyt z wełny mineralnej do sufitów ogólnego przeznaczenia
Table 4. Requirements for mineral wool boards used in all applications

Właściwości	Wymagania	Metody badań
Wygląd powierzchni licowej	powierzchnia równa, o jednakowej barwie i fakturze; bez plam, pęcherzy i uszkodzeń	Procedura Badawcza LL-100 (wyd. 2) [22]
Kształt płyty i ukształtowanie powierzchni bocznych	zgodne z rysunkiem technicznym	Procedura Badawcza LL-100 (wyd. 2)
Odchyłki wymiarów płyt od wartości nominalnej, mm	według danych producenta, lecz nie więcej niż ± 2	PN-EN 822:1998 [11] PN-EN 823:1998 [12]
Odchylenie od prostokątności, mm/m, nie więcej niż:	1	PN-EN 824:1998 [13]
Odchylenie od płaskości* (płaszczyzny), mm, nie więcej niż:	2	PN-EN 825:1998 [14]
Odchylenie od deklarowanej gęstości wełny mineralnej, %, nie więcej niż:	± 15	PN-EN 1602:1999 [23]
Odchylenie od deklarowanej masy powierzchniowej (masy 1 m ²), %, nie więcej niż:	± 15	Procedura Badawcza LL-100 (wyd. 2)
Stabilność wymiarów po 48 h w temperaturze (23 \pm 2)% i wilgotności względnej (90 \pm 5)%: – zmiana wymiarów liniowych długości, szerokości, grubości, %, nie więcej niż:	1	PN-EN 1604+AC:1999 [15]
Strumień emisji, $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$, nie więcej niż: – fenolu – formaldehydu	50 100	PN-Z-04021-2:1998 [24] i Procedura Badawcza LS-1 [25]
Klasyfikacja ogniowa	wyrób niezapalny lub niepalny, nie kapiący, nie odpadający pod wpływem ognia	PN-B-02862:1993 [26] PN-EN ISO 1716:2002 (U) [27] PN-B-02874:1996 [28] i Procedura Badawcza LP-11.6 [29]
* Dotyczy płyt płaskich		

Tablica 5. Dodatkowe wymagania dotyczące płyt z wełny mineralnej przeznaczonych do sufitów o specjalnym rodzaju zastosowania

Table 5. Additional requirements for mineral wool boards for ceilings used in specific applications

Właściwości	Wymagania	Metody badań
Stabilność wymiarów po 48 h w temperaturze $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $(95 \pm 5)\%$: – zmiana wymiarów liniowych długości, szerokości, grubości, %, nie więcej niż:	1	PN-EN 1604+AC:1999 [15]
Sorpcja pary wodnej, % (wagowo), po 24 h w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych deklarowanych przez producenta	≤ 2 lub ≤ 5 (w zależności od warunków temperaturowych i wilgotnościowych)	Procedura Badawcza LL-91 (wyd. 2) [30]
Desorpcja pary wodnej, % (wagowo), po 24 h w warunkach laboratoryjnych $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i $(55 \pm 5)\%$ wilgotności względnej	$\geq 0,1$	Procedura Badawcza LL-91 (wyd. 2)
Właściwości akustyczne (wskaźniki pochłaniania dźwięku)	według deklaracji producenta	PN-EN ISO 11654:1999 [19] PN-EN 20354:2000 [31]
Opór cieplny płyt i współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej	według deklaracji producenta	PN-EN 12667:2002 [20] lub PN-EN 12939:2002 [21]
Właściwości przy przenikaniu pary wodnej (współczynnik oporu dyfuzyjnego)	według deklaracji producenta	PN-EN 12086:2001 [32]

Bibliografia

- [1] Matraś J: Lekkie sufity podwieszane. *Materiały Budowlane*, 10 (338), 2000
- [2] Kukulska W: Płyty wypełniające w sufitach podwieszonych. *Materiały Budowlane*, 10 (338), 2000
- [3] Sufity podwieszane – Aktualizacja wymagań w zakresie zagadnień materiałowych płyt sufitowych z wełny mineralnej. Temat badawczy ITB nr 3564/NL-40, 2002, główny referent W. Kukulska, maszyn., Biblioteka ITB
- [4] prEN 13964:2000 Suspended ceilings – Requirements and test methods (Sufity podwieszane – Wymagania i metody badań)
- [5] PN-EN 13162:2002 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Wyroby z wełny mineralnej (MW) produkowane fabrycznie – Specyfikacja
- [6] AT-15-3485/98 Dźwiękochłonne płyty i akustyczne pochłaniacze przestrzenne ROCK-FON, produkcji duńskiej firmy Rockfon AS. ITB, Warszawa 1998
- [7] AT-15-4018/99 Sufity podwieszane o konstrukcji DONN: T24, T15, FINELINE, NOVATONE, USG AURATONE, MERIDIAN, wypełnione płytami z wełny mineralnej USG SONATONE, USG NOVATONE, USG AURATONE. ITB, Warszawa 1999
- [8] AT-15-4290/2000 Dźwiękochłonne płyty i akustyczne pochłaniacze przestrzenne EURO-COUSTIC. ITB, Warszawa 2000
- [9] AT-15-5059/2001 Dźwiękochłonne płyty ARMSTRONG-PARAFON. ITB, Warszawa 2001

- [10] AT-15-4894/2002 Zestaw wyrobów do wykonywania sufitów podwieszonych o konstrukcjach nośnych AMF SYSTEM F i AMF SYSTEM I wypełnionych płytami THERMATEX. ITB, Warszawa 2002
- [11] PN-EN 822:1998 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie długości i szerokości
- [12] PN-EN 823:1998 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie grubości
- [13] PN-EN 824:1998 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie prostokątności
- [14] PN-EN 825:1998 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie płaskości
- [15] PN-EN1604+AC:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie stabilności wymiarowej w określonych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych
- [16] PN-EN 1608:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie wytrzymałości na rozciąganie równoległe do powierzchni czołowych
- [17] prEN 13501-1 Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using test data from reaction to fire test
- [18] EN ISO 354/A1 Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room – Amendment 1: Test specimen mountings for sound absorption tests
- [19] PN-EN ISO 11654:1999 Akustyka – Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie – Wskaźnik pochłaniania dźwięku
- [20] PN-EN 12667:2002 Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych – Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego – Wyroby o dużym i średnim oporze cieplnym
- [21] PN-EN 12939:2002 Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych – Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego – Grube wyroby o dużym i średnim oporze cieplnym
- [22] Procedura Badawcza ITB LL-100 (wyd. 2) Badanie cech zewnętrznych płyt sufitowych
- [23] PN-EN 1602:1999 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie gęstości pozornej
- [24] PN-Z-04021-2:1989 Badania higieniczne – Badania higieniczne materiałów i wyrobów stosowanych w budownictwie – Oznaczanie substancji szkodliwych dla zdrowia wydzielających się z próbek materiałów i wyrobów stosowanych w budownictwie przy zastosowaniu komór laboratoryjnych
- [25] Procedura Badawcza ITB LS-1 Oznaczanie formaldehydu w powietrzu metodą kolorymetryczną z rozaniliną
- [26] PN-B-02862:1993 Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie – Metoda badania niepalności materiałów budowlanych
- [27] PN-EN ISO 1716:2002(U) Reakcja na ogień wyrobów budowlanych – Oznaczanie ciepła spalania
- [28] PN-B-02874:1996 Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie – Metoda badania stopnia palności materiałów budowlanych
- [29] Procedura Badawcza ITB LP-11.6 Badanie kapania i odpadania z sufitów podwieszonych oraz okładzin sufitowych
- [30] Procedura Badawcza ITB LL-91 (wyd. 2) Oznaczanie sorpcji i desorpcji pary wodnej przez płyty sufitowe
- [31] PN-EN 20354:2000 Akustyka – Pomiar pochłaniania dźwięku w komorze pogłosowej
- [32] PN-EN 12086:2001 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie właściwości przy przenikaniu pary wodnej

SUSPENDED CEILINGS – UPDATING OF MATERIAL REQUIREMENTS FOR CEILING MINERAL WOOL BOARDS

Summary

Mineral wool (rocky) boards are very often applied in suspended ceilings as a membrane components. In paper, the technical requirements for ceiling membrane components as specified in European Standards and Polish Technical Approvals are described. Analysis of our own test results is presented, as well as the assessment criteria and elaborated in ITB technical requirements for boards.

Praca wpłynęła do Redakcji 18 IX 2003