

# Izolacyjność akustyczna paneli kompozytowych w budownictwie mieszkaniowym

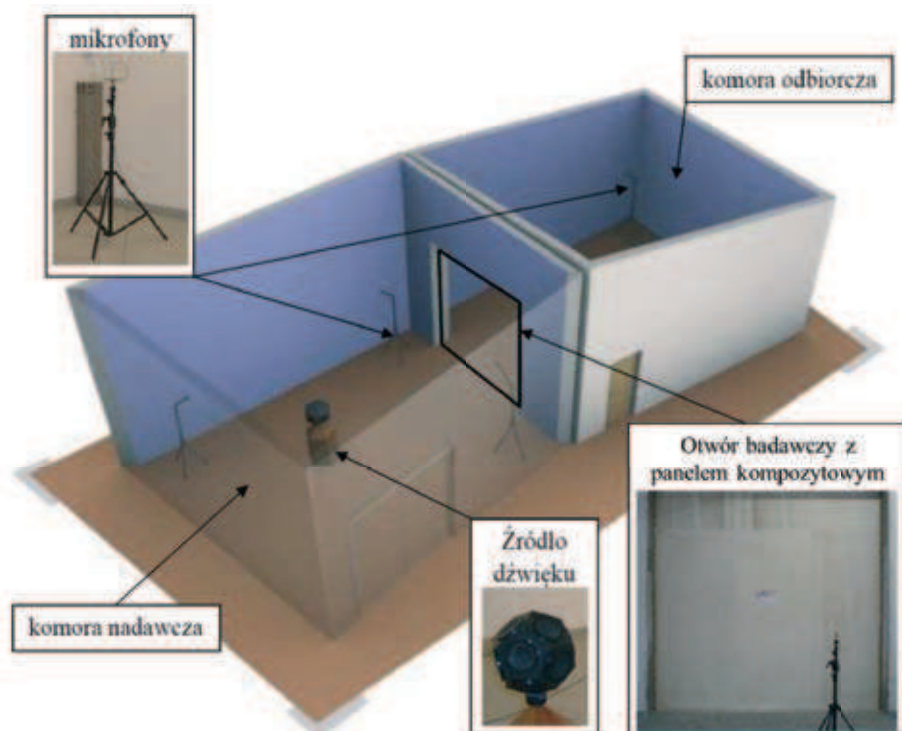
Mgr inż. Adam Wawrzynowicz, dr hab. inż. Marek Krzaczek,  
prof. dr hab. inż. Jacek Tejchman, Politechnika Gdańska

## 1. Wprowadzenie

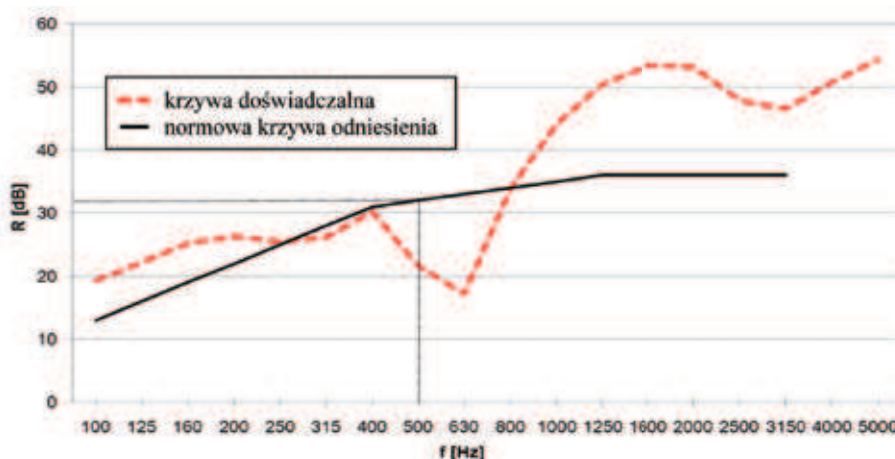
Zainteresowanie panelami kompozytowymi SIP w budownictwie mieszkaniowym jest związane z ich doskonałymi cechami wytrzymałościowymi i izolacyjnością cieplną. Inne ich zalety to: niski ciężar, prosty i szybki montaż, ognioodporność oraz odporność na korozję biologiczną. Zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości oraz izolacyjności termicznej przegrodom budowlanym jest niezwykle ważne w procesie projektowania budynków. Niemniej deficyt ciszy mający negatywny wpływ na samopoczucie człowieka wpływa na wzrost zainteresowania izolacyjnością akustyczną przegród budowlanych. Artykuł zajmuje się izolacyjnością akustyczną ściennych paneli kompozytowych od dźwięków powietrznych. Wykonano badania doświadczalne i symulacje numeryczne MES. Zaproponowano sposoby zwiększenia izolacyjności akustycznej paneli.

## 2. Kompozytowe płyty SIP

Technologia lekkich konstrukcyjno-izolacyjnych paneli kompozytowych składających się z styropianowego rdzenia oraz okładzin OSB została opracowana w USA 75 lat temu i jest znana pod nazwą SIP („structural insulated panel”). Niski koszt produkcji i krótki czas wznoszenia spowodował, że technologia ta znalazła szerokie zastosowanie w budownictwie mieszkaniowym. Istnieje kilka odmian paneli SIP różniących się zastosowaną okładziną lub rdzeniem. Jednym z wariantów jest zastąpienie okładziny OSB płytą cementowo-magnezjową wzmocnioną siatką z włókna szklanego. Zaletą tego rozwiązania jest większa wytrzymałość i odporność na ogień i korozję biologiczną. Panel ścienny SIP jest zamocowany do podstawy ze stalowego kształtownika ceowego za pomocą śrub. Mocowanie paneli wzdłuż krawędzi pionowej wykonane jest przy pomocy wkładki łączącej oraz wkrętów. W Polsce ta technologia



**Rys. 1.**  
Schemat stanowiska doświadczenia do pomiaru izolacyjności akustycznej paneli kompozytowych



**Rys. 2.**  
Doświadczalna krzywa izolacyjności akustycznej właściwej  $R$  w funkcji częstotliwości  $f$  dla przegrody z płyt kompozytowych porównana z normową krzywą odniesienia

SIP została wdrożona przez firmę LS Tech Homes z Bielska-Białej, która ulepszyła standardową technologię SIP stosując kształtowniki łączeniowe ze zbrojonego tworzywa sztucznego powstałego w wyniku poltruzji, które mają zbliżone właściwości wytrzymałościowe do stali, ale wyższą od niej izolacyjność cieplną. Badany pojedynczy ścienny panel kompozytowy o szerokości 1 m i wysokości 2,5 m składa się z 2 okładzin magnezowych o grubości 11 mm połączonych trwale klejem do styropianowego rdzenia o grubości 150 mm (ciężar panelu wynosi 70 kg).

### 3. Badania doświadczalne

Normowe badania izolacyjności akustycznej wykonano w laboratorium akustycznym w Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku, które posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji na badania izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych dla elementów budowlanych. Stanowisko badawcze jest zespołem komór pogłosowych składających się z komory nadawczej o objętości 212 m<sup>3</sup> oraz komory odbiorczej o objętości 191 m<sup>3</sup> (rys. 1). Obie części posadawione są na oddzielnych fundamentach, a ściany oddzielone są warstwą wełny mineralnej. Zabieg ten eliminuje wpływ przenoszenia bocznego na wyniki pomiarów. W komorze nadawczej ulokowano wielokierunkowe źródło dźwięku generujące szum różowy. Ciśnienie akustyczne w obu komorach zmierzono za pomocą mikrofonów przestawnych. Ściana z paneli kompozytowych została docięta do wymiaru okna badawczego 3,17 × 3,16 m<sup>2</sup> i zamocowana do niego za pomocą stalowych ceowników.

Bezpośrednim wynikiem badań doświadczalnych jest funkcja izolacyjności akustycznej właściwej  $R$  w zależności od częstotliwości [1]:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \quad (2.1)$$

gdzie:

$L_1$  – poziom średniego ciśnienia akustycznego w komorze nadawczej w [dB],

$L_2$  – poziom średniego ciśnienia akustycznego w komorze odbiorczej w [dB],

$S$  – powierzchnia panelu równa powierzchni otworu w [m<sup>2</sup>],

$A$  – równoważna powierzchnia pochłaniająca komory odbiorczej w [m<sup>2</sup>].

Równoważną powierzchnię pochłaniającą  $A$  określono na podstawie pomiaru czasu pogłosu zgodnie ze wzorem Sabine'a [1]:

$$A = \frac{0,16 \cdot V}{T} \quad (2.2)$$

gdzie  $V$  oznacza objętość komory odbiorczej w [m<sup>3</sup>] i  $T$  czas pogłosu komory odbiorczej w [s]. Średnie ciśnienie akustyczne w komorach  $L$  wyznaczone ze wzoru:

$$L = 10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \quad (2.3)$$

gdzie  $n$  – ilość punktów pomiarowych w każdej z komór,  $L_i$  – poziom ciśnienia akustycznego w punkcie  $i$ .

**Tabela 1.** Wymagania normowe izolacyjności akustycznej  $R'_{A1}$  przegród wewnętrznych w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych [3]

Pomieszczenie mieszkalne	Wymagany wskaźnik izolacyjności $R'_{A1}$ [dB]
	ściany bez drzwi
Wszystkie pomieszczenia przyległego mieszkania	50
Pomieszczenia techniczne wyposażenia instalacyjnego budynku	55
Pomieszczenia sanitarne w tym samym mieszkaniu	35
Wszystkie pomieszczenia w tym samym mieszkaniu poza pomieszczeniami sanitarnymi	30

**Tabela 2.** Zalecenia normowe izolacyjności akustycznej  $R'_{A1}$  przegród wewnętrznych w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych, bliźniaczych i szeregowych ze względu na rozprzestrzenianie się hałasu w obrębie mieszkania [3]

Przegroda	Wymagany wskaźnik izolacyjności $R'_{A1}$ dla przyjętego standardu akustycznego budynku [dB]	
	standard podstawowy	standard podwyższony
Ściany bez drzwi między pokojami	30	40
Ściany między pokojami a pomieszczeniami sanitarnymi	35	45

Wyniki doświadczenia przedstawiono na rysunku 2. Krzywą izolacyjności akustycznej otrzymano na podstawie analizy w pasmach tercjowych. Na osi poziomej przedstawiono częstotliwości środkowe poszczególnych tercji. Kompozytowa płyta SIP posiada dwie częstotliwości rezonansowe, które mają negatywny wpływ na izolacyjność akustyczną:

– częstotliwość w tercji o częstotliwości środkowej 3150 Hz,

– częstotliwość w tercji o częstotliwości środkowej 630 Hz związana ze zmianami objętościowymi w ściśliwym styropianie pomiędzy okładzinami.

Do klasyfikacji akustycznej poszczególnych przegród wykorzystuje się wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej  $R_w$  otrzymany poprzez przesuwanie krzywej odniesienia skokowo co 1 dB w kierunku krzywej izolacyjności badanej przegrody tak długo, aż suma niekorzystnych odchyleń będzie możliwie jak największa (lecz nie przekroczy 32 dB) [2]. Niekorzystne odchylenie dla danej częstotliwości występuje wtedy, gdy wynik pomiaru jest mniejszy od wartości odniesienia.

Wielkości wyznaczone na podstawie doświadczalnej krzywej izolacyjności akustycznej wynoszą dla przegrody wykonanej z paneli kompozytowych:

– ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej  $R_w=32$  dB,

– widmowe wskaźniki adaptacyjne  $C=-4$  dB i  $C_{TR}=-6$  dB,  
 – wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej:  $R_{A1}=28$  dB i  $R_{A2}=26$  dB.

Widmowe wskaźniki adaptacyjne  $C$  i  $C_{tr}$  obliczono z zależności [2]:

$$\begin{aligned} C &= X_{A,1} - R_w \\ C_{TR} &= X_{A,2} - R_w \end{aligned} \tag{2.4}$$

gdzie

$$X_{Aj} = -10 \times \log \sum_{i=1}^n 10^{(L_{ij} - R_j)/10} \tag{2.5}$$

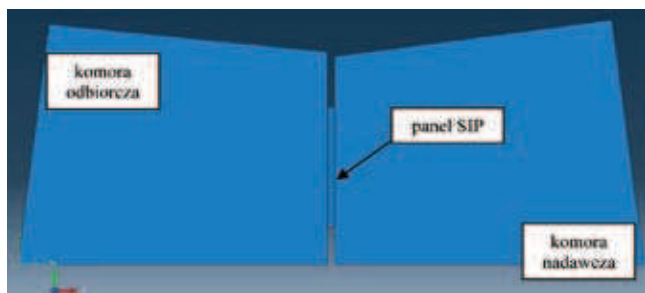
$L_{ij}$  jest poziomem dla częstotliwości  $i$  oraz widma  $j$  i  $R_j$  jest izolacyjnością akustyczną właściwą odpowiadającą częstotliwości  $i$ . Natomiast wskaźniki  $R_{A1}$  i  $R_{A2}$  są równe:

$$\begin{aligned} R_{A,1} &= R_w + C \\ R_{A,2} &= R_w + C_{tr} \end{aligned} \tag{2.6}$$

Wskaźnik  $R_{A1}$  stosuje się w przypadku, gdy przyczyną hałasu są np. źródła hałasu bytowego (rozmowa, muzyka, radio, tv), a wskaźnik  $R_{A2}$ , gdy przyczyną hałasu jest np. ruch uliczny miejski lub ruch kolejowy z małymi prędkościami. Wymagania normowe odnoszą się

**Tabela 3.** Wymagania normowe izolacyjności akustycznej dla ścian zewnętrznych bez okien [3]

Rodzaj budynku	Przegroda zewnętrzna	Wymagane wskaźniki $R'_{A1}$ lub $R'_{A2}$ w zależności od miarodajnego poziomu dźwięku w [dB] w ciągu dnia/nocy na zewnątrz budynku								
		dzień	od	46	51	56	61	66	71	
				do	45	50	55	60	65	70
		noc	od	36	41	46	51	56	61	65
			do	35	40	45	50	55	60	65
Bud. mieszkalne	pokoje			30	30	33	33	38	43	48
	kuchnie			30	30	30	30	33	38	43
	piwnice			brak wymagań						
Bud. hotelowe kategorii trzygwiazdkowej i wyższej, internaty	pokoje hotelowe			30	30	33	33	38	43	48
	pomieszczenie gospodarcze, klatki schodowe			brak wymagań						
Budynki hotelowe kategorii niższych	pokoje hotelowe			30	30	30	33	33	38	43
	pomieszczenie gospodarcze, klatki schodowe			brak wymagań						
Domy rencistów, domy wczasowe	pokoje			30	30	33	33	38	43	48
	pomieszczenie gospodarcze, klatki schodowe			brak wymagań						



Rys. 3. Dwywymiarowy model numeryczny laboratorium akustycznego z rysunku 1

do wskaźników oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej  $R'_{A1}$  lub  $R'_{A2}$ , które uwzględniają dodatkowo wpływ przenoszenia bocznego dźwięku na izolacyjność akustyczną przegrody [4]. Dla ścian wewnętrznych obiektu wykonanego w technologii SIP poziom przeniesienia bocznego wynosi około 3 dB, stąd otrzymujemy wskaźniki  $R'_{A1}=25$  dB i  $R'_{A2}=23$  dB. Dla ścian zewnętrznych można w przybliżeniu pominąć wpływ przeniesienia bocznego dźwięku [4], stąd wskaźniki  $R'_{A1}=28$  dB i  $R'_{A2}=26$  dB.

Wymagania normowe dotyczące izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych przedstawiono w tabeli 1. W budynkach jednorodzinnych bliźniaczych i szeregowych dla ścian wewnętrznych między mieszkaniami wymagane dotyczy wskaźnika  $R'_{A1}$ , którego wartość musi być nie mniejsza niż 52 dB [3]. Zalecenia dla ścian wewnętrznych w obrębie pojedynczego mieszkania przedstawiono w tabeli 2. Budynki nie spełniające wymagań podanych w tabeli 2 dla standardu podstawowego są traktowane jako budynki o standardzie obniżonym. Izolacyjność akustyczna właściwa ścian zewnętrznych i stropodachów bez okien nie powinna być mniejsza od wartości w tabeli 3.

Podsumowując, w porównaniu z wymaganymi wartościami izolacyjności akustycznej [3], panel kompozytowy SIP (o parametrach  $R_{A1}=28$  dB i  $R_{A2}=26$  dB) nie spełnia wymagań normowych dla ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych o 7 dB (ściany pokoi) i o 4 dB (ściany kuchni) dla obszaru o poziomie hała-

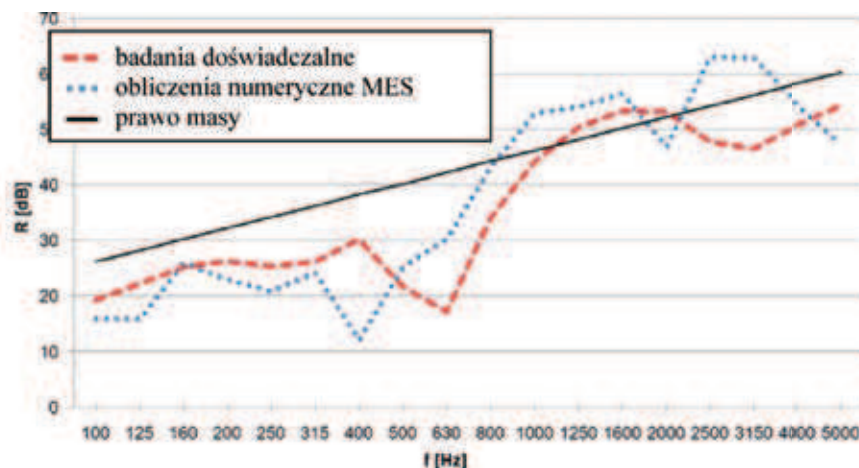
Tabela 4. Właściwości materiałów składowych kompozytowego panelu SIP przyjęte w modelu numerycznym ( $E$  – moduł Younga,  $\rho$  – gęstość objętościowa,  $\nu$  – liczba Poissona,  $\eta$  – współczynnik tłumienia wewnętrznego)

Komponent	$E$ [MPa]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ [-]	$\eta$ [-]
Okladzina cementowo-magnezjowa	4400	1100	0,18	0,01
Rdzeń styropianowy	6,3	21	0,25	0,05

su nieprzekraczającym 60 dB (źródłem hałasu jest ruch uliczny miejski). Nie spełnia też wymagań normowych dla ścian wewnętrznych w obrębie tego samego mieszkania w budynkach wielorodzinnych o 5 dB (ściany pokoi) i o 10 dB (ściany pomieszczeń sanitarnych).

#### 4. Obliczenia numeryczne

Wykonano dwuwymiarowe symulacje numeryczne dla modelu (rys. 3) doświadczenia w laboratorium akustycznym z rysunku 1 stosując program komercyjny metody elementów skończonych ABAQUS [5]. W obliczeniach uwzględniono częstotliwości własne komór pogłosowych [7]. Każda z komór (komora nadawcza o powierzchni 37'8537 m<sup>2</sup> i komora odbiorcza o powierzchni 38'7907 m<sup>2</sup>) zawierała około 110'000 czworokątnych elementów skończonych o wymiarze 20 mm. Do modelowania panelu kompozytowego SIP wykorzystano natomiast około 11'000 czworokątnych elementów skończonych o wymiarze 5 mm. Zamocowanie przegrody do ścian komór zasymulowano poprzez zablokowanie przemieszczeń węzłów leżących na krawędziach bocznych przegrody. W prawym górnym rogu komory nadawczej umieszczono punktowe źródło dźwięku. Zestawienie właściwości poszczególnych komponentów panelu kompozytowego w modelu numerycznym przedstawiono w tabeli 4 na podstawie własnych badań doświadczalnych oraz z literatury naukowej [8–11]. Do opisu zachowania się powietrza wypełniającego komory pogłosowe przyjęto ośrodek ściśliwy i nielepki. Założono małe zmiany ciśnienia. Przyjęto następujące parametry fizyczne



Rys. 4. Porównanie obliczonych i doświadczalnych krzywych izolacyjności akustycznej właściwej  $R$  w funkcji częstotliwości  $f$  z uwzględnieniem dodatkowo prawa masy



**Tabela 5.** Porównanie izolacyjności akustycznej z obliczeń numerycznych i doświadczenia ( $R_w$  – ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej,  $C$  i  $C_{TR}$  – widmowe wskaźniki adaptacyjne,  $R_{A1}$  i  $R_{A2}$  – wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej)

	$R_w$ [dB]	$C$ [dB]	$C_{TR}$ [dB]	$R_{A1}$ [dB]	$R_{A2}$ [dB]
Badanie doświadczalne	32	-4	-6	28	26
Obliczenia MES	31	-5	-7	26	24

powietrza: gęstość objętościowa  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$  i moduł ściśliwości objętościowej  $K = 142 \text{ kPa}$  [12]. Współczynnik absorpcji betonowych ścian laboratorium był równy 0,05 [12].

Bezpośrednim wynikiem obliczeń numerycznych MES są ciśnienia akustyczne  $p$  w 8 punktach pomiarowych w każdej z komór. Średni poziom ciśnienia akustycznego w poszczególnych tercjach  $L_i$  jest równy według [12]:

$$L_i = 10 \log \left( \frac{\int_{f_i}^{f_{i+1}} 10^{\frac{L(f)}{10}} df}{f_{i+1} - f_i} \right) \quad (3.1)$$

gdzie:

$L(f)$  – poziom ciśnienia akustycznego w funkcji częstotliwości  $f$  [dB],

$f_{i+1}$  – górna częstotliwość tercji „i” [Hz],

$f_i$  – dolna częstotliwość tercji „i” [Hz].

Izolacyjność akustyczna wyznaczona według obliczeń MES oraz według badań doświadczalnych została także porównana z prawem masy (rys. 4) opisanym wyrażeniem:

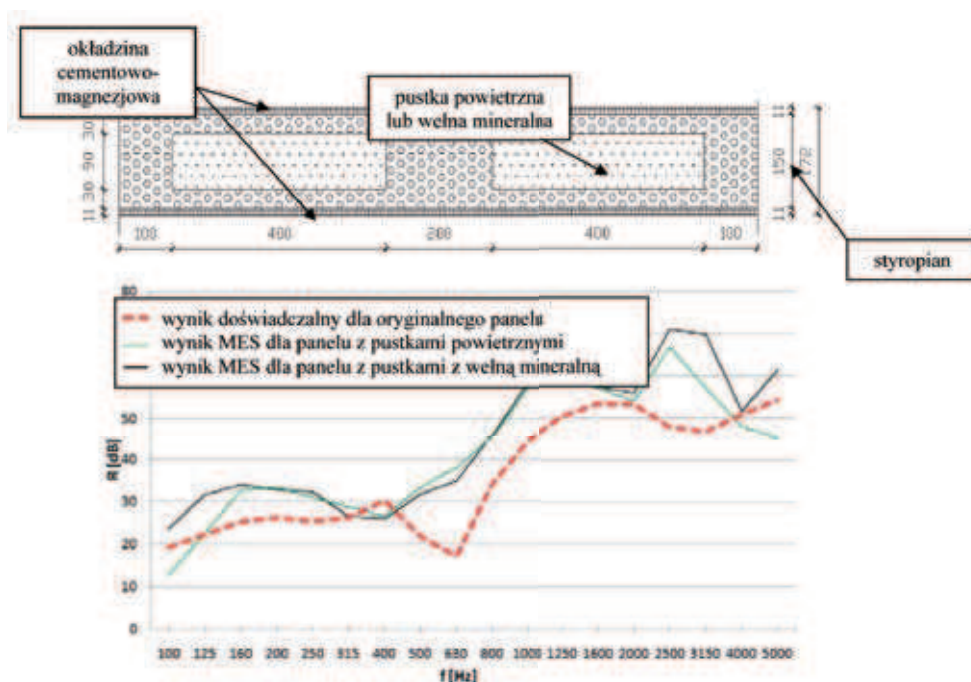
$$R = 20 \times \log (fxm) - 42,5 \quad (3.2)$$

gdzie  $m$  jest masą powierzchniową przegrody w  $[\text{kg/m}^2]$ . Prawo masy jest dobrym przybliżeniem izolacyjności akustycznej przegród masywnych (jednak bez możliwości określenia częstotliwości rezonansowych).

Wyniki z rysunku 4 pokazują dobrą zgodność wyników numerycznych MES z doświadczalnymi. Model MES pozwala na określenie wskaźnika izolacyjności akustycznej z zadawalającą dokładnością (tab. 5). Przesunięcie częstotliwości rezonansowej z 630 Hz do 400 Hz wynika prawdopodobnie z uproszczenia modelu styropianowego rdzenia (przyjęto materiał sprężysty izotropowy zamiast materiału komórkowego).

Wykonano następnie obliczenia MES dla paneli kompozytowych zmodyfikowanych w celu zwiększenia ich izolacyjności akustycznej (z uwzględnieniem normowych wymagań cieplno-wilgotnościowych). Rozpatrzono m.in. modyfikację panelu w postaci obecności prostokątnych otworów (pustych lub wypełnionych wełną mineralną) wewnątrz styropianu. W obliczeniach przyjęto uproszczony model wełny mineralnej o następujących parametrach fizycznych:  $\rho = 140 \text{ kg/m}^3$ ,  $E = 150 \text{ kPa}$ ,  $\nu = 0$  i  $\eta = 0,1$  [13], [14]. Rysunek 5 pokazuje obliczone krzywe izolacyjności dla kompozytowego panelu z pustkami wypełnionymi powietrzem lub wełną mineralną w porównaniu z doświadczeniem dla oryginalnego panelu.

Wskaźniki izolacyjności akustycznej właściwej wyznaczone na podstawie obliczeń numerycznych MES wynoszą: dla panelu z pustkami powietrznymi:  $R_{A1} = 36 \text{ dB}$  i  $R_{A2} = 31 \text{ dB}$  oraz dla panelu z pustkami wypełnionymi wełną mineralną:  $R_{A1} = 37 \text{ dB}$  i  $R_{A2} = 34 \text{ dB}$ . W ten sposób zmodyfikowany panel kompozytowy z rysunku 5 spełnia wymagania normowe dla ścian wewnętrznych (z wyłączeniem pomieszczeń sanitarnych) i ścian zewnętrznych obiektów w obszarze hałasu nieprzekraczającego 60 dB.



**Rys. 5.**

Krzywa izolacyjności akustycznej właściwej  $R$  w funkcji częstotliwości  $f$  dla zmodyfikowanego panelu kompozytowego SIP w porównaniu z doświadczeniami dla oryginalnego panelu

## 5. Wnioski

Panel kompozytowy SIP nie spełnia wymagań technicznych normowych dla ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych. Nie spełnia też wymagań technicznych normowych dla ścian wewnętrznych budynków. Przyczyną niskiej izolacyjności akustycznej panelu jest styropianowy rdzeń, który powoduje rezonans akustyczny w przedziale częstotliwości 400–800 Hz.

Można stosować panele SIP jako ściany wewnętrzne budynków jednorodzinnych wolnostojących, bliźniaczych i szeregowych w tzw. standardzie obniżonym. Można je także zastosować do budowy garaży wolnostojących, pomieszczeń gospodarczych i altan.

Obliczenia numeryczne MES izolacyjności akustycznej pokazują zgodność z wynikami doświadczalnymi. Model MES jest bardzo użytecznym narzędziem do analizowania właściwości akustycznych przegród budowlanych. Występująca rozbieżność w położeniu częstotliwości rezonansowej styropianu związana jest z przyjęciem uproszczonego modelu styropianu jako materiału jednorodnego. Zastosowanie prostokątnych pustek powietrznych lub pustek wypełnionych wełną mineralną w styropianowym rdzeniu jest skutecznym sposobem zwiększenia wskaźnika izolacyjności akustycznej panelu.

### BIBLIOGRAFIA

[1] PN-EN ISO 20140-3:1999 /A1:2007 Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych.

Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych elementów budowlanych. Wydawnictwo PKN, 1999

[2] PN-EN ISO 717-1:1999 Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Wydawnictwo PKN, 1999

[3] PN-B 02151-3:1999 Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania. Wydawnictwo PKN, 1999

[4] Szudrowicz B., Żuchowicz-Wodnicka I., Tomczyk P., Właściwości dźwiękoizolacyjne przegród budowlanych i ich elementów. Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa 2002

[5] ABAQUS Analysis User's Manual Ver. 6.10, 2010

[6] PN-EN ISO 140-1:1999 Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Wymagania dotyczące laboratoryjnych stanowisk badawczych bez przenoszenia bocznego. Wydawnictwo PKN, 1999

[7] Papadopoulos C. I., Development of an optimized, standard compliant procedure to calculate sound transmission loss: design of transmission rooms. Applied Acoustics, 2003

[8] Beranek L., Noise and vibration control engineering. John Wiley & Sons, 2005

[9] Beranek L., Noise and vibration control. Institute of Noise Control Engineering, 1988

[10] Cremer L., Heckl M., Structure-borne sound. Berlin: Springer Verlag, 1988

[11] Vigran T. E., Building Acoustics. Taylor & Francis, 2008

[12] Papadopoulos C. I., Development of an optimized, standard compliant procedure to calculate sound transmission loss: numerical measurements. Applied Acoustics, 2002

[13] Allard J. F., Atalla N., Propagation of Sound in Porous Media. Wiley 2009

[14] Sun-II Cha, Ho-Hwan Chun., Insertion loss prediction of floating floors used in ship cabins. Applied Acoustics, 2007

# Ekologistyka w projekcie Lofty u Scheiblera

Mgr inż. Andrzej Nagórny, Politechnika Łódzka

## 1. Wprowadzenie

Zarządzanie projektem inwestycyjnym w myśl przepisów prawa budowlanego, ochrony środowiska, norm unijnych i obowiązujących standardów wymusza na inwestorze umiejętność posługiwania się zespołami zdolnymi do spełnienia ww. obowiązków i segmentu jakościowego, a także terminu wykonania oraz możliwości uzyskania efektów ekonomicznych. Aby to osiągnąć trzeba zmierzyć się i zastosować inne techniki zarządzania przy zadaniach wielkości przykładu przedstawionego w referacie, tj. Loftów Łódzkich.

Lofty u Scheiblera to unikalny projekt australijskiej grupy deweloperskiej Opal Property Developments, polegający na rewitalizacji zabytkowej XIX-wiecznej fabryki Karola Scheiblera oraz adaptacji jej na cele mieszkaniowe. Rewitalizacja, czyli dosłownie: przywrócenie do życia, ożywienie – to działanie skupione na ożywieniu zdegradowanych budynków, obszarów miast, np. poprzemysłowych, którego celem jest znalezienie dla nich nowego zastosowania i doprowadzenie do stanu, w którym zmieniają swoją funkcję.

Odbudowa obiektów, zarządzanie ochroną dóbr kulturowych i ochroną środowiska, to Koordynacja Zadań,