

dr inż. Agata Szela^{1*)}
 ORCID 0000-0002-9058-565X
 mgr inż. Bartłomiej Ziarko¹⁾
 ORCID 0000-0002-8836-5586

Wpływ ocieplenia ściany oddzielającej lokale mieszkalne od strefy komunikacji ogólnej na jej izolacyjność akustyczną

The effect of thermal insulation of the wall separating residential premises from the common communication zone on its acoustic insulation

DOI: 10.15199/33.2022.08.02

Streszczenie. Artykuł porusza zagadnienie dotyczące negatywnego wpływu ocieplenia wełną lamelową i tynkiem termoizolacyjnym ścian oddzielających mieszkania od komunikacji ogólnej na ich parametry dźwiękoizolacyjne. Analizy bazują na wynikach terenowych pomiarów izolacyjności akustycznej dwóch rozwiązań materiałowych ścian. Autorzy wykazali, że chcąc spełnić wymagania normowe dotyczące wartości wskaźników izolacyjności akustycznej przegród wydzielających mieszkania, nie można stosować analizowanych rozwiązań termoizolacyjnych.

Słowa kluczowe: izolacyjność akustyczna; izolacyjność termiczna; ocieplenie ściany; wełna lamelowa; tynk termoizolacyjny.

Abstract. The article concerns the problem of the negative impact of thermal insulation with lamella wool and insulation plaster on the walls separating the apartments from the communication on their sound insulation parameters. The analyzes were based on the results of field measurements of the acoustic insulation of two walls. The authors showed that to meet the standard requirements concerning the values of walls acoustic insulation indexes, the above-mentioned insulation solutions cannot be used.

Keywords: acoustic insulation; thermal insulation; wall insulation; lamella wool; thermal insulation plaster.

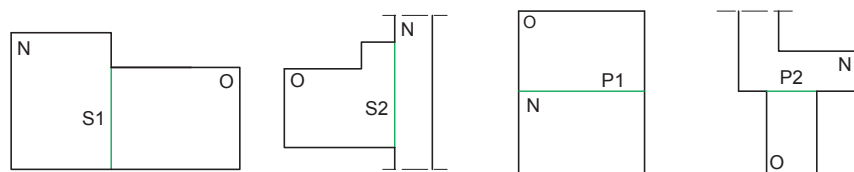
Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1] ściany oddzielające pomieszczenia mieszkalne od komunikacji ogólnej, tj. od klatek schodowych i korytarzy, muszą charakteryzować się współczynnikiem przenikania ciepła $U_C \leq 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Chcąc spełnić wymienione wymaganie, w wielu przypadkach konieczne jest dodatkowe docieplenie przegrody. Najczęściej od strony strefy komunikacji układana jest wełna lamelowa grubości 2–5 cm z warstwą wykończeniową w postaci tynku lub płyt gipsowo-kartonowych. Inną metodą docieplenia ściany jest wykorzystanie tynku termoizolacyjnego grubości 3–5 cm i wykończenie ściany gładzią gipsową. Niestety tego typu rozwiązania, mimo skuteczności jako izolacja cieplna, nie pozostają bez wpływu na parametry dźwiękoizolacyjne przedmiotowej przegrody.

Bazując na wynikach badań doświadczalnych, zaprezentujemy w artykule, jak wymienione rozwiązania termoizolacyjne ściany pomiędzy komunikacją a mieszkaniem wpływają na jej izolacyjność od dźwięków powietrznych. Wyniki analiz zostaną przedstawione na tle wymagań normy PN-B-02151-3:2015-10 [2] określającej minimalne wartości wskaźnika izolacyjności akustycznej R'_{A1} lub $D_{nT,A1}$ przegród w budynkach zamieszkania zbiorowego.

Badania

Prezentowane analizy bazują na wynikach terenowych pomiarów izolacyjności od dźwięków powietrznych dwóch różnych rozwiązań materiałowych

ścian wydzielających lokale mieszkalne. Pierwszy testowany układ to ściana z bloczka silikatowego grubości 18 cm, bez i z ociepleniem w postaci wełny mineralnej lamelowej grubości 3 cm z wykończeniem tynkiem cienkowarstwowym (kolejno przegrody S1 i S2). Drugi układ to ściana z pustaków z betonu wibroprasowanego grubości 17,8 cm, również bez i z ociepleniem, z tynku termoizolacyjnego grubości 4 cm i wykończeniem tynkiem cienkowarstwowym (kolejno przegrody P1 i P2). W obu przypadkach ściany bez ocieplenia oddzielały pokoje dwóch sąsiednich lokali mieszkalnych, a ściany ocieplone wydzielały pokój od komunikacji ogólnej, czyli korytarza (rysunek 1). Dany typ



Rys. 1. Szkic pomieszczeń odbiorczych (O) i nadawczych (N) wytypowanych podczas pomiarów izolacyjności akustycznej przegród S1, S2, P1 i P2

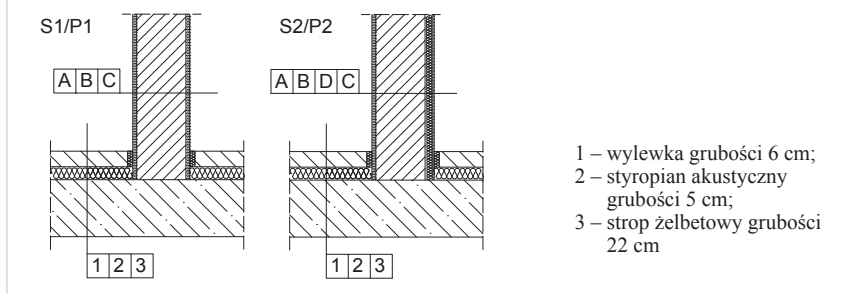
Fig. 1. Sketch of receiving (O) and source (N) rooms selected during the measurements of the acoustic insulation of S1, S2, P1 and P2 partitions

¹⁾ Politechnika Krakowska; Wydział Inżynierii Łądowej

^{*}) Adres do korespondencji: aszelag@pk.edu.pl

Tabela 1. Podstawowe informacje dotyczące analizowanych układów ścian
Table 1. Basic information on the analyzed wall systems

Inwestycja	Symbol przegrody	Przekrój przez przegrodę	Powierzchnia przegrody [m ²]
S	S1	A – tynk gipsowy gr. 1,5 cm B – bloczek silikatowy gr. 18 cm C – tynk gipsowy gr. 1,5 cm	10,5
	S2	A – tynk gipsowy gr. 1,5 cm B – bloczek silikatowy gr. 18 cm D – wełna mineralna lamelowa gr. 3 cm C – tynk cienkowarstwowy gr. 0,5 cm	10,1
P	P1	A – tynk gipsowy gr. 1,5 cm B – bloczek betonowy gr. 17,8 cm C – tynk gipsowy gr. 1,5 cm	12,5
	P2	A – tynk gipsowy gr. 1,5 cm B – bloczek betonowy gr. 17,8 cm D – tynk termoizolacyjny gr. 4 cm C – tynk cienkowarstwowy gr. 0,5 cm	5,0



przegrody dotyczył tej samej inwestycji. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe informacje dotyczące analizowanych układów warstwowych ścian.

Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych wskazanych przegród wykonano zgodnie z wytycznymi norm PN-EN ISO 140-4:2000 [3] oraz PN-EN ISO 16283-1:2014-05 [4]. Wskaźniki jednolicebne określono natomiast według algorytmów opisanych w PN-EN ISO 717-1:2013-08 [5].

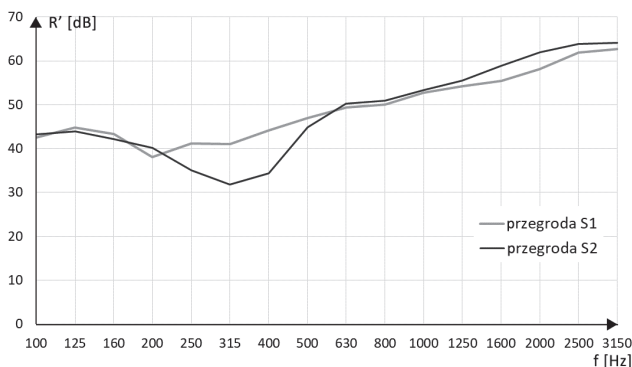
W celu zmierzenia poziomów ciśnienia akustycznego w pomieszczeniach odbiorczym i nadawczym zastosowano metodę stałych pozycji mikrofonu (inwestycja S) lub dwie ręcznie skanowane pozycje mikrofonów z okreśną ścieżką (inwestycja P) oraz pojedyncze źródło dźwięku, tj. głośnik wszechkierunkowy, ustawione w dwóch różnych pozycjach. Poziomy dźwięku mierzono w pasmach tercjowych. Pomiary czasu pogłosu pomieszczeń odbiorczych przeprowadzono

metodą szumu przerywanego (inwestycja S) lub metodą impulsową (inwestycja P). Do pomiarów użyto skalibrowanej aparatury 1. klasy dokładności.

Wyniki pomiarów i ich analiza

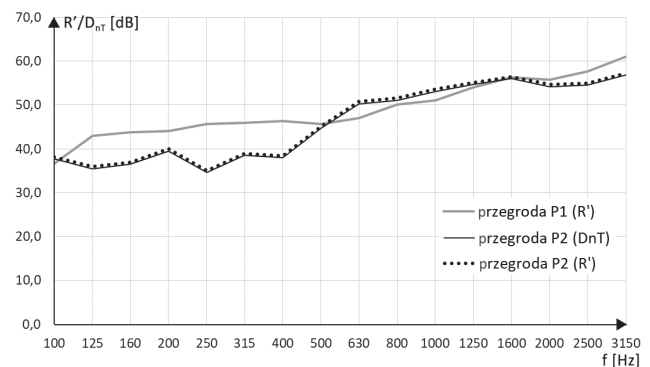
Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono wyniki przeprowadzonych pomiarów izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród, w przypadku inwestycji S i P. W przypadku przegród S1 i S2 wynik pomiarów opisuje ten sam wskaźnik, czyli R' . Druga porównywana para przegród, zgodnie z normą [1], została określona dwoma różnymi wskaźnikami, tj. R' w przypadku przegrody P1, której powierzchnia przekracza 10 m², i D_{nT} w przypadku przegrody P2 o powierzchni mniejszej niż 10 m². Na potrzeby prowadzonych w artykule analiz obliczono również wskaźnik R' przegrody P2 i naniesiono jego wartości na rysunku 3. Wyniki graficzne uzupełnia tabela 2, w której zestawiono obliczone jednolicebne wskaźniki R'_{A1} lub $D_{nT,A1}$ badanych przegród na tle wymagań normy PN-B-02151-2-2015-10 [1].

Wyniki pomiarów dowodzą, że proponowane rozwiązania dodatkowego ocieplenia testowanych przegród spowodowały istotny spadek izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród. Przeanalizujmy jednak wyniki bardziej dokładnie. W pierwszej kolejności spójrzmy na rysunek 2, na którym porównane są charakterystyki izolacyjności akustycznej przegród z bloczków silikatowych bez i z ociepleniem wełną mineralną lamelową. W pasmach



Rys. 2. Izolacyjność akustyczna R' w funkcji częstotliwości zmierzona w warunkach terenowych w przypadku przegród S1 i S2 (zgodnie z tabelą 1)

Fig. 2. The R' sound insulation measured in field conditions as a function of frequency for S1 and S2 partitions (according to Table 1)



Rys. 3. Izolacyjność akustyczna R' i D_{nT} w funkcji częstotliwości zmierzona w warunkach terenowych w przypadku przegród P1 i P2 (zgodnie z tabelą 1)

Fig. 3. The R' and D_{nT} acoustic insulation measured in field conditions as a function of frequency for P1 and P2 partitions (according to Table 1)

Tabela 2. Obliczone jednolicebne wskaźniki R'_{A1} i $D_{nT,A1}$ badanych przegród S1, S2, P1, P2 (zgodnie z tabelą 1) na tle wymagań normy PN-B-02151-2-2015-10 [1]

Table 2. Calculated single-number indexes R'_{A1} and $D_{nT,A1}$ of the tested partitions S1, S2, P1, P2 (according to Table 1) against the requirements of the PN-B-02151-2-2015-10 standard [1]

Badana przegroda	Zmierzona wartość wskaźnika izolacyjności [dB]	Wymagana wartość wskaźnika izolacyjności [dB]
S1	$R'_{A1} = 50$	$R'_{A1} / D_{nT,A1} \geq 50$
S2	$R'_{A1} = 44$	
P1	$R'_{A1} = 51$	
P2	$R'_{A1} / D_{nT,A1} = 47$	

niskich częstotliwości (100–200 Hz) krzywe izolacyjności przegród są do siebie zbliżone, nie obserwuje się więc wpływu ocieplenia na izolacyjność akustyczną przegrody. W pasmach 250–500 Hz pojawia się natomiast duży spadek wartości wskaźnika R' spowodowany zjawiskami rezonansowymi w warstwie wełny lamelowej. Ze względu na dużą sztywność dynamiczną tego typu wełny (ok. 10-krotnie większą niż wełny o zaburzonem układzie włókien), częstotliwość rezonansowa występuje w pasmach istotnych z punktu widzenia akustyki budowlanej i znacznie wpływa na końcową wartość wskaźnika jednolicebnego. Analizując bowiem dane z tabeli 2, widzimy zmniejszenie o 6 dB wartości wskaźnika R'_{A1} w przypadku przegrody ocieplonej S2 względem przegrody nieocieplonej S1. Co istotne, obie testowane przegrody mają zbliżone powierzchnie wynoszące ok. 10 m², co pozwala na bezpośrednie porównanie uzyskanych w badaniach charakterystyk izolacyjności akustycznej przegród pod kątem występowania zjawisk rezonansowych. Powyżej częstotliwości rezonansowej, tj. w pasmach 630–3150 Hz, ocieplenie wełną lamelową nieznacznie poprawia izolacyjność akustyczną przegrody, jednak ma to nieistotny wpływ na wartość wskaźnika jednolicebnego.

Podajmy teraz analizie przegrody P1 i P2 (rysunek 3). Wartości wskaźników R' i D_{nT} przegrody P2 są bardzo zbliżone, co ułatwia interpretację wyników pomiarów. Podobnie jak w przypadku przegród S1 i S2, widoczny jest znaczny spadek izolacyjności akustycznej przegrody P2 ocieplonej tynkiem termoizolacyjnym w pasmach niskich częstotliwości, tym razem jednak jeszcze w szerszym zakresie, bo 125–400 Hz.

Spadek ten ma bezpośrednie przełożenie na wskaźniki jednolicebne, których wartość w przypadku przegrody ocieplonej P2 jest mniejsza o 4 dB (tabela 2) w porównaniu z wartością uzyskaną w przypadku przegrody nieocieplonej P1. Ze względu na istotną różnicę w powierzchniach badanych przegród (tabela 1) trudno dokładnie określić zakres występowania zjawisk rezonansowych w warstwie ocieplenia tynkiem termoizolacyjnym, niemniej jednak zmniejszenie izolacyjności akustycznej przegrody jest bezsporne. W pasmach wyższych częstotliwości, tj. powyżej 500 Hz, ocieplenie tynkiem termoizolacyjnym nie ma istotnego wpływu na izolacyjność akustyczną przegrody.

Podsumowanie

Podczas badań potwierdzono negatywny wpływ ocieplenia wełną mineralną lamelową oraz tynkiem termoizolacyjnym ścian wewnętrznych oddzielających lokale mieszkalne od komunikacji ogólnej na ich parametry dźwiękoizolacyjne. Wykazano, że pogroszenie izolacyjności akustycznej przegrody wskutek zjawisk rezonansowych w warstwie ocieplenia jest na tyle istotne, że powoduje zmniejszenie wskaźników jednolicebnych izolacyjności akustycznej przegród o kilka decybeli. W konsekwencji testowane przegrody nie spełniły wymagań normowych [1]. Zjawisko jest znane w literaturze, jednakże większość prac, w których poruszany jest ten problem, dotyczy przegród zewnętrznych [6, 7]. W przypadku tego typu przegród, w budynkach mieszkalnych zlokalizowanych w obszarach o poziomie miarodajnym wynoszącym w porze nocnej $L_n < 55$ dBA, gdzie dominujący wpływ na wypadkową izolacyjność akustyczną przegrody zewnętrznej mają parametry akustyczne okna oraz

nawiewnika, osłabienie charakterystyki izolacyjności pełnej części przegrody ma drugorzędne znaczenie. Należy mieć jednak na względzie, że w centrach miast przy ruchliwych ciągach komunikacyjnych zastosowanie wełny lamelowej czy styropianu jako materiału do izolacji termicznej może okazać się niewłaściwe. Inaczej jest, jeśli rozpatruje się przegrody wewnętrzne, zwłaszcza takie, które nie są wyposażone w dodatkowe elementy, takie jak drzwi. Ich izolacyjność akustyczna jest wprost odnoszona do wymagań normowych. W związku z tym, aby spełnić wymagania przepisów dotyczące izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych, nie zaleca się stosować izolacji termicznej z wełny lamelowej lub tynku termoizolacyjnego. Należy szukać innych rozwiązań docieplenia ściany pomiędzy mieszkaniem a komunikacją ogólną, np. stosować wełnę o zaburzonem układzie włókien lub wełnę dwugęstościową czy też wykonać przedściankę z płyt gipsowo-kartonowych, wypełnioną wełną mineralną, ale odsuniętą od ścian masywnych na tyle, żeby nie powodować zjawisk rezonansowych (min. o 100 mm).

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami.
- [2] PN-B-02151-3-2015-10 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
- [3] PN-EN ISO 140-4:2000 Akustyka. Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami.
- [4] PN-EN ISO 16283-1:2014-05 Akustyka. Pomiary terenowe izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
- [5] PN-EN ISO 717-1:2013-08 Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
- [6] Dulak L. Wpływ ocieplenia na izolacyjność akustyczną ściany zewnętrznej, Materiały Budowlane; 2012; 8:10÷12.
- [7] Nurzyński J. Ochrona przed hałasem w zrównoważonym budownictwie. Prace naukowe ITB. Warszawa 2013.

Przyjęto do druku: 20.07.2022 r.