

mgr Łukasz Nowotny<sup>1)</sup>  
ORCID: 0000-0002-7436-3141

# Izolacyjność akustyczna stropu o lekkiej konstrukcji nośnej

## *Sound insulation of a lightweight floor*

DOI: 10.15199/33.2021.08.04

**Streszczenie.** Właściwości akustyczne stropów odgrywają jedną z podstawowych ról w ogólnej ocenie jakości budynku mieszkalnego. Izolacyjność akustyczna coraz częściej stosowanych w budownictwie mieszkaniowym stropów o lekkiej konstrukcji nośnej zależy od wielu czynników. W artykule przedstawiono analizę efektów akustycznych wynikających z zastosowania różnych warstw lekkiego stropu drewnianego. Rozważono izolacyjność od dźwięków powietrznych i uderzeniowych na podstawie wyników pomiarów laboratoryjnych.

**Słowa kluczowe:** izolacyjność akustyczna; dźwięki uderzeniowe; strop o drewnianej konstrukcji.

**Abstract.** The acoustic properties of floor play one of the fundamental roles in the overall assessment of the quality of a residential building. The acoustic insulation of lightweight floors, which are more and more often used in residential construction, depends on many factors. The article presents an analysis of the acoustic effects resulting from the use of different layers of a lightweight wooden floor. Airborne and impact sound insulation were considered, based on the results of laboratory measurements.

**Keywords:** sound insulation; impact sounds; wooden lightweight floor.

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie lekkimi konstrukcjami stosowanymi w budownictwie nie tylko mieszkaniowym. Jednym z podstawowych powodów takiego trendu jest zapotrzebowanie na ekologiczną i energooszczędną technologię zapewniającą redukcję emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. Lekkie konstrukcje w porównaniu z masywnymi budynkami tradycyjnymi są postrzegane jako przyjazne dla środowiska. Są one dość dobrze zidentyfikowane pod względem zachowania statycznego lub termicznego, podczas gdy ich izolacyjność od dźwięków powietrznych i uderzeniowych jest wyraźnie bardziej skomplikowana i nie do końca rozpoznana. Szeroko pojęta akustyka mieszkania jest jedną z głównych cech wpływających na jego ogólną jakość i opinię mieszkańców na temat warunków życia w domu. Nawet drobne detale konstrukcyjne mają duży wpływ na właściwości akustyczne lekkich budynków.

**Strop** składa się z elementów konstrukcyjnych i warstw izolacyjnych. W zależności od konstrukcji, elementem nośnym może być płyta żelbetowa lub szkielet wykonany z żelbetu, metalu czy drewna. W ustrojach szkieletowych wypełnieniem przestrzeni między żebrami są pustaki np. ceramiczne lub warstwy izolacyjne układane także pod elementa-

mi konstrukcyjnymi stropu. Stosowana od góry posadzka ma decydujący wpływ na właściwości izolacyjne stropu od dźwięków uderzeniowych [2].

Właściwości dźwiękoizolacyjne stropów masywnych zostały na przestrzeni lat dokładnie opisane w literaturze. Rozważana była m.in. zależność izolacyjności akustycznej płyt stropowych bez zabezpieczeń akustycznych od ich masy sformułowana w postaci prawa masy, zwanego również prawem Bergera [7]. Badania dotyczyły nie tylko dźwięków powietrznych. Analizowano również izolacyjność od dźwięków uderzeniowych w zależności od masy stropu. Udowodniono, że podobnie jak w przypadku dźwięków powietrznych, stropy masywne charakteryzują się lepszymi parametrami akustycznymi od dźwięków uderzeniowych wraz ze wzrostem ich masy powierzchniowej [8]. Znacznie gorzej rozpoznane są właściwości akustyczne stropów o lekkiej konstrukcji nośnej. Temat ten ciągle pozostawia badaczom spory obszar do działania.

Celem artykułu jest analiza zmian izolacyjności od dźwięków powietrznych i uderzeniowych powodowanych przez różne warstwy izolacyjne zastosowane na lekkiej konstrukcji drewnianej.

### Metoda badań

Pomiary izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych i uderzeniowych stropów wykonywane są zgodnie z

[3] oraz [4]. Stanowisko badawcze składa się z dwóch sąsiadujących ze sobą w pionie pomieszczeń, między którymi znajduje się badana próbka. Przy badaniu izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych, źródła dźwięku emitują szum różowy w komorze nadawczej. Średni poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych mierzony jest w komorze nadawczej i odbiorczej w różnej pozycji mikrofonów, a wartości zmierzone są uśredniane w czasie. Podczas gdy znormalizowane źródło dźwięku uderzeniowego (stukacz znormalizowany) pracuje na stropie, w pomieszczeniu odbiorczym znajdującym się niżej jest mierzony poziom ciśnienia akustycznego zwany poziomem uderzeniowym.

W przypadku stropów jednorodnych o dużej masie pozycje stukacza są rozłożone losowo. Minimalna odległość od krawędzi stropu wynosi 0,5 m, natomiast pomiędzy różnymi położeniami wynosi co najmniej 0,7 m. W przypadku konstrukcji niejednorodnych, szczególnie lekkich konstrukcji szkieletowych, linia młotków stukacza ustawiana jest pod kątem 45° do kierunku żeber, belek lub legarów. Wskaźniki jednolicebne izolacyjności akustycznej wyznacza się zgodnie z normami [5] i [6].

Badania przeprowadzono na próbkach o wymiarach 4230 × 2740 mm. Podstawową konstrukcję stropu wykonano z legarów drewnianych 60 × 240 mm, pokrytych przykręconymi do nich pły-

<sup>1)</sup> Instytut Techniki Budowlanej; Zakład Fizyki Ciepłej, Akustyki i Środowiska; l.nowotny@itb.pl

tami OSB 22 mm. Następnie ruszt drewniany został wypełniony wełną mineralną grubości 100 mm oraz gęstości 12 kg/m<sup>3</sup> i wykończony od spodu płytami gipsowo-kartonowymi o grubości 12,5 mm. Kolejne warianty powstały przez wykonanie podłogi pływającej z wełny mineralnej o gęstości 107 i 150 kg/m<sup>3</sup> oraz wylewki samopoziomującej na wierzchniej warstwie poprzedniej konstrukcji. Rozpatrzono dwie wylewki pływające o grubości płyty dociskowej 25 i 60 mm, wykonane na dwóch warstwach podłogowej wełny mineralnej o grubości 30 i 40 mm oraz 20 i 40 mm.

## Wyniki badań

Na rysunku przedstawiono wyniki badania izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych oraz uderzeniowych rozpatrywanych konstrukcji stropu. W tabeli zamieszczono jednolicebne wskaźniki do oceny właściwości dźwiękoizolacyjnych stropów. Podstawowa konstrukcja stropu drewnianego charakteryzuje się słabymi właściwościami akustycznymi w kontekście izolacyjności i jest daleka od spełnienia wymagań akustycznych stawianych przegrodom budowlanym. Jej rozbudowa o sufit podwieszany poprawiła izolacyjność akustyczną od dźwięków powietrznych i uderzeniowych o ok. 20 dB. Ciągłe jednak nie zapewnia odpowiedniego komfortu akustycznego użytkownikom.

## Jednolicebne wskaźniki izolacyjności akustycznej rozpatrywanych wariantów stropu drewnianego

*Sound insulation single-number quantities of analyzed wooden lightweight floor*

Wskaźnik	Konstrukcja		Wariant z podłogą pływającą o grubości płyty dociskowej	
	podstawowa	podstawowa + sufit podwieszany	25 mm	60 mm
R <sub>w</sub> [dB]	24	44	57	58
C [dB]	-1	-2	-5	-3
L <sub>n,w</sub> [dB]	92	73	59	60

Konieczne jest więc zastosowanie kolejnych warstw dźwiękoizolacyjnych.

Na konstrukcji podstawowej z sufitem podwieszonym zostały wykonane dwie podłogi pływające, jedna po drugiej, różniące się grubością wełny mineralnej oraz płyty dociążającej. Wartości jednolicebnego wskaźnika ważonego izolacyjności akustycznej właściwej R<sub>w</sub> są obiecujące – szczególnie w przypadku wariantu z grubszą warstwą płyty dociążającej, gdy pod uwagę weźmie się również wskaźnik adaptacyjny C (R<sub>A,1</sub> = R<sub>w</sub> + C). Rozbudowa konstrukcji o podłogę pływającą spowodowała w obu przypadkach znaczne obniżenie poziomu uderzeniowego. Ciekawe jest to, że w przypadku zwiększenia grubości płyty dociążającej z 25 do 60 mm nastąpiło pogorszenie właściwości dźwiękoizolacyjnych w zależności od częstotliwości, co zaowocowało większą wartością wskaźnika ważonego poziomu uderzeniowego L<sub>n,w</sub>. Przepuszcza się,

że zwiększenie grubości materiału sprężystego (wełny mineralnej), powodujące zmniejszenie jej sztywności dynamicznej, miało większy wpływ na ostateczne parametry konstrukcji niż większa masa płyty dociążającej. Wynika z tego, że możliwe jest optymalizowanie parametrów akustycznych lekkich konstrukcji stropowych bez nadmiernego zwiększania ich masy [1].

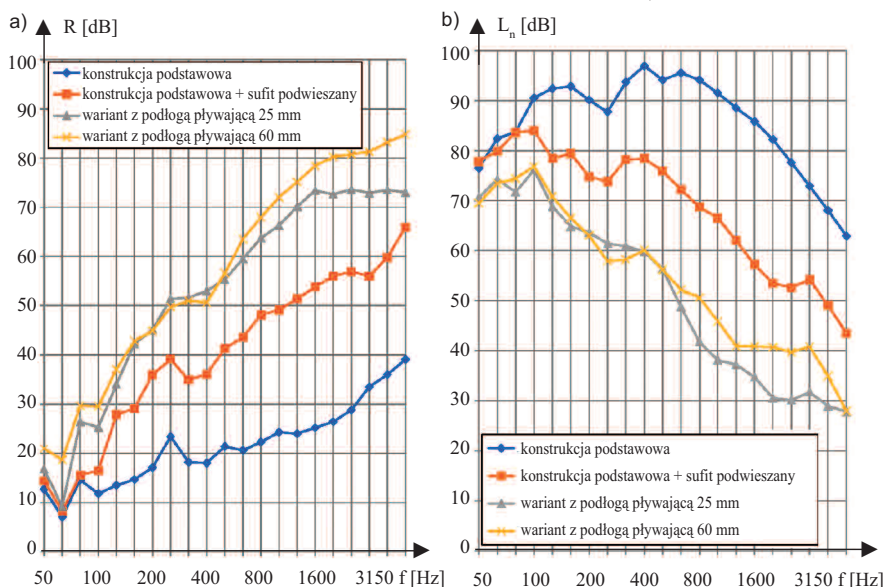
\*\*\*

Podstawowa konstrukcja podłogi drewnianej ma bardzo słabe właściwości akustyczne i nie może być stosowana samodzielnie w żadnym budynku. Konieczna jest rozbudowa o kolejne warstwy izolacyjne. Podłoga pływająca i sufit podwieszany mogą znacznie poprawić izolacyjność akustyczną stropu, dlatego odpowiedni ich dobór jest kluczowy do uzyskania zadowalających parametrów.

## Literatura

- [1] Nowotny Łukasz. 2018. Weighted Reduction of Impact Sound Pressure Level for a Floating Floor, According to ISO Standard and Laboratory Measurements, in: Proc. 2018 Jt. Conf. – Acoust. Acoust. IEEE, 2018: pp. 220–225. <https://doi.org/10.1109/ACOUSTICS.2018.8502344>.
- [2] Nurzyński Jacek. 2018. *Akustyka w budownictwie*. Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN. <https://ksiegarnia.pwn.pl/Akustyka-w-budownictwie,747540703,p.html>.
- [3] PN-EN ISO 10140-2:2011 Akustyka – Pomiar laboratoryjny izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Część 2: Pomiar izolacyjności od dźwięków powietrznych.
- [4] PN-EN ISO 10140-3:2011 Akustyka – Pomiar laboratoryjny izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Część 3: Pomiar izolacyjności od dźwięków uderzeniowych.
- [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] PN-EN ISO 717-2:2013-08 Akustyka – Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych.
- [7] Sadowski J. 1976. *Akustyka architektoniczna*. Warszawa, Poznań. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [8] Szudrowicz Barbara. 1992. *Podstawy kształtowania izolacyjności akustycznej w budynkach mieszkalnych*. Warszawa. ITB.

Przyjęto do druku: 22.07.2021 r.



Izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych (a) i uderzeniowych (b) rozpatrywanych wariantów stropu drewnianego

*Airborne (a) and impact (b) sound insulation of analyzed wooden lightweight floor*