

dr inż. Leszek Dulak¹⁾

ORCID: 0000-0002-7313-112X

Ocena izolacyjności akustycznej w jednorodzinym budynku dwulokalowym na podstawie pomiarów terenowych

Assessment of acoustic insulation in a single-family building with two residence based on field measurements

DOI: 10.15199/33.2020.08.01

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów terenowych izolacyjności akustycznej w jednorodzinym budynku mieszkalnym dwulokalowym. Bardzo dobre wyniki pomiarów uzupełniono informacjami dotyczącymi zasad prawidłowego projektowania ścian i stropów w tego rodzaju budynkach.

Słowa kluczowe: izolacyjność akustyczna; izolacyjność od dźwięków powietrznych; izolacyjność od dźwięków uderzeniowych; budynek wielolokalowy.

Abstract. The article presents the results of field measurements of acoustic insulation in a single-family building with two residence. Very good measurement results were supplemented with information on the principles of proper design of walls and ceilings in such buildings.

Keywords: acoustic insulation; airborne sound insulation; impact sound insulation; multi-flat building.

Przyczyna niskiego komfortu akustycznego w budynkach dwulokalowych jest złożona. Z jednej strony zapisy rozporządzenia [14] nakładają na uczestników procesu budowlanego obowiązek zapewnienia ochrony przed hałasem i drganiami. W dziale IX określono m.in. rodzaj przegród podlegających ocenie akustycznej oraz kategorii hałasu, przed jakim należy chronić użytkowników budynków. Z drugiej jednak strony wszystkie wartości liczbowe dotyczące wymagań związanych z komfortem akustycznym znajdują się w normach [3 ÷ 5], a nie bezpośrednio w rozporządzeniu [14]. Jest to zrozumiałe ze względu na znaczną liczbę tych wymagań, ale często dochodzi do sytuacji, w której projektant pomija te wymagania, ograniczając się do zapoznania z ogólnymi zapisami widniejącymi w [14]. Ta kwestia dotyczy niestety wszystkich obiektów i wymagań akustycznych. W przypadku jednorodzinnych budynków dwulokalowych sprawa komplikuje się jeszcze bardziej. Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami w budyn-

kach mieszkalnych określone są zapisami normy PN-B-02151-3:2015-10 [4], w której nie znajdziemy bezpośredniego wymagania dotyczącego tej grupy budynków. Projektant musi wykazać się dużą znajomością tematu, aby odpowiednio dobrać wymagane wartości izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami. Norma zawiera wymagania dotyczące **budynków mieszkalnych** i dzieli je na budynki **wielorodzinne** oraz **jednorodzinne**. Podział budynków przedstawiony w normie [4] nie jest niestety zbieżny z Polską Klasyfikacją Obiektów Budowlanych (PKOB) [13]. Zgodnie z nią w **dziale budynków mieszkalnych** rozróżniamy **3 grupy budynków**:

- 111) mieszkalne jednorodzinne (samodzielne, bliźniacze lub szeregowe, w których każde mieszkanie ma swoje własne wejście z poziomu gruntu);
- 112) o dwóch mieszkaniach i wielomieszkaniowe;
- 113) zbiorowego zamieszkania.

W **ramach grupy 112** PKOB rozróżnia dodatkowo **2 różne klasy budynków**:

- 1121) budynki o dwóch mieszkaniach (budynki samodzielne, domy bliźniacze lub szeregowe o dwóch mieszkańach);

- 1122) budynki o trzech i więcej mieszkaniach (budynki mieszkalne pozostałe, takie jak: budynki mieszkalne, o trzech i więcej mieszkaniach).

Zgodnie z Prawem budowlanym [15] przez **budynek mieszkalny jednorodzinny** należy rozumieć budynek wolnostojący albo budynek w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub grupowej, służący zaspokajaniu potrzeb mieszkaniowych, stanowiący **konstrukcyjnie samodzielną całość**, w którym dopuszcza się wydzielenie nie więcej niż dwóch lokali mieszkalnych.

W tabeli 1 przedstawiono wymagania dotyczące izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych w budynkach mieszkalnych, ograniczając się do przypadków istotnych z punktu widzenia opisywanego problemu. Podobnie przedstawia się sytuacja dotycząca izolacyjności od dźwięków uderzeniowych. W tabeli 2 zestawiono wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń chronionych w wybranych budynkach mieszkalnych. Takie zaprezentowanie wymagań nie ułatwia podjęcia decyzji, które wartości przyjąć jako graniczne w przypadku jednorodzinnego budynku dwulokalowego. Tym bardziej że w grupie wymagań do-

¹⁾ Politechnika Śląska; Wydział Budownictwa; leszek.dulak@polsl.pl

tyczących budynków jednorodzinnych nie ma wymagania dotyczące stropów między mieszkaniami. Istnieją jedynie wymagania dotyczące *stropów wewnętrznych w obrębie budynku*, które należy rozumieć jako dotyczące mieszkań dwupoziomowych. W tej sytuacji **projektanci popełniają następujące błędy w przypadku projektowanych stropów rozdzielających mieszkania:**

- nie podejmują kwestii izolacyjności stropów w dwulokalowym jednorodzinnym budynku mieszkalnym;

- przyjmują wymagania jak w przypadku stropu w budynku dwupoziomowym – $R_{A,1,R} \geq 45$ dB i $L_{n,w,R} \leq 58$ dB;

- przyjmują wymagania jak w przypadku stropu w budynku wielorodzinnym – $R'_{A,1} \geq 51$ dB i $L'_{n,w} \leq 55$ dB.

Natomiast w **przypadku ścian rozdzielających mieszkania najczęściej popełnianym błędem jest przyjmowanie wymagania dotyczącego ściany między mieszkaniami w budynku wielorodzinnym $R'_{A,1} \geq 50$ dB**. Konsekwencją wymienionych błędów jest brak komfortu akustycznego przy-

słych użytkowników mieszkania w jednorodzinny budynku dwulokalowym. Oczekiwania osób zainteresowanych zakupem takiego mieszkania są znacznie większe niż decydujących się na zamieszkanie w budynku wielorodzinnym. Tymczasem okazuje się, że niejednokrotnie komfort akustyczny w tych pierwszych bywa znacznie gorszy niż w budynku z „wielkiej płyty”.

W odpowiedzi na pytanie: *czy ścianę między dwoma lokalami w budynku jednorodzinny należy traktować tak samo, jak ścianę między budynkami w zabudowie bliźniaczej i szeregowej i zastosować do niej wymagania wskaźnika $R'_{A,1} \geq 52$ dB*, Polski Komitet Normalizacyjny opublikował swoje stanowisko [2]: *W PN-B-02151-3:2015-10 dostosowano rodzaje budynków zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej do Polskiej Klasyfikacji Obiektów Budowlanych (PKOB). W tym kontekście, jako wymaganie dla izolacyjności akustycznej między lokalami mieszkalnymi można przyjąć wymagania wskaźnika $R'_{A,1} \geq 52$ dB podane w Tabelicy 3, pkt II. 1. Z punktu widzenia użytkowników budynków dwulokalowych odpowiedź byłaby bardziej satysfakcjonująca, gdyby zamiast sformułowania można przyjąć użyto określenia należy przejąć. Niemniej jednak interpretacja PKN jasno wskazuje, które z wartości przedstawionych w normie są odpowiednio w przypadku budynków dwulokalowych. Przez analogię uznać należy, że w przypadku stropów między dwoma lokalami w budynku jednorodzinny powinny być przyjmowane większe wymagania niż w budynkach wielorodzinnych, a mianowicie:*

$$R'_{A,1} \geq 52 \text{ dB oraz } L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB.}$$

Jednocześnie należy zaznaczyć, że tak przyjęte wartości graniczne nie gwarantują satysfakcjonującego poziomu komfortu akustycznego wszystkim przyszłym użytkownikom budynku. Świadczą o tym wyniki przedstawione w tabeli 3 [12].

Pomiary terenowe

W kontekście zaprezentowanych informacji cieszy możliwość przedstawienia wyników badań terenowych izolacyjności akustycznej w jednorodzinny

Tabela 1. Wymagania dotyczące izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych w budynkach mieszkalnych wg PN-B-02151-3:2015-10 [4] (wybrane wartości)
Table 1. Requirements for airborne sound insulation of internal partitions in residential buildings according to PN-B-02151-3:2015-10 [4] (selected values)

Lp.	Rodzaj przegrody	Wskaźnik	Wartość [dB]
I	Budynki wielorodzinne		
I.1	Strop między mieszkaniami	$R'_{A,1}$ ^{a)}	≥ 51 ^{b)}
I.2	Ściana między mieszkaniami	$R'_{A,1}$	≥ 50
I.7	Przegrody wewnętrzne w obrębie mieszkania		
I.7.1	– ściana bez drzwi oddzielająca pokój od pomieszczenia sanitarnego	$R_{A,1,R}$	≥ 38
I.7.2	– ściana bez drzwi oddzielająca poszczególne pomieszczenia w mieszkaniu, z wyjątkiem ścian wg I.7.1	$R_{A,1,R}$	≥ 35
I.7.3	– strop w mieszkaniu wielopoziomowym (dwupoziomowym)	$R_{A,1,R}$	≥ 45
II	Budynki jednorodzinne		
II.1	Ściany między budynkami przy zabudowie bliźniaczej i szeregowej, bez względu na rodzaj pomieszczeń przylegających z obu stron ściany	$R'_{A,1}$ ^{a)}	≥ 52
II.2	Ściany i stropy wewnętrzne w obrębie budynku, bez względu na rodzaj zabudowy	$R_{A,1,R}$	jak w I.7.1 do I.7.3

^{a)} dotyczy wskaźnika wspólnej powierzchni przegrody dzielącej pomieszczenia; jeżeli wspólna powierzchnia przegrody S jest mniejsza niż 10 m², wymaganie dotyczy wskaźnika oceny wzorcowej różnicy poziomów $D_{nT,A,1}$; ^{b)} stropy między pomieszczeniami sanitarnymi mogą mieć wartość $R_{A,1}$ mniejszą o 2 dB

Tabela 2. Dopuszczalny poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń chronionych w budynkach mieszkalnych wg PN-B-02151-3:2015-10 [4] (wybrane wartości)
Table 2. Requirements level of impact sounds transmitted to protected rooms in residential buildings according to PN-B-02151-3:2015-10 [4] (selected values)

Lp.	Rodzaj przegrody	Wskaźnik	Wartość [dB]
I	Budynki wielorodzinne		
I.1	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających między mieszkaniami ^{a) b) c)}	$L'_{n,w}$	≤ 55
I.2	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do mieszkania z pomieszczeń komunikacji ogólnej: korytarzy, holi, podestów ^{c)}	$L'_{n,w}$	≤ 55
I.3	Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropu w obrębie mieszkania	$L_{n,w,R}$	≤ 58
II	Budynki jednorodzinne		
II.1	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających między budynkami przy zabudowie bliźniaczej lub szeregowej (do pomieszczeń mieszkalnych jednego budynku z przyległego budynku: ze stropów, wewnętrznych klatek schodowych, z podestów, biegów schodowych, z pomieszczeń technicznych itp.)	$L'_{n,w}$	≤ 53
II.2	Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropu (wraz z podłogą) w obrębie budynku jednorodzinny wielopoziomowego	$L_{n,w,R}$	≤ 58

^{a)} dopuszczalny ważony wskaźnik przybliżonego znormalizowanego poziomu uderzeniowego, $L'_{n,w}$ odnosi się do wszystkich pomieszczeń mieszkania z wyjątkiem sanitarnych. W pomieszczeniach sanitarnych wskaźnik ten może być o 2 dB większy; ^{b)} w przypadku stropów w pomieszczeniach sanitarnych wymaganie dotyczące przenoszenia dźwięku uderzeniowego do pokoju „obcego mieszkania”; ^{c)} wymaganie dotyczy wszystkich kierunków rozprzestrzeniania dźwięku w budynkach. W przypadku mieszkań wielopoziomowych dotyczy także przenoszenia dźwięków z wewnętrznych stropów i wewnętrznych klatek schodowych

Tabela 3. Zależność między wartościami wskaźników oceny izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych i uderzeniowych a spodziewanym odsetkiem osób uznających te warunki za zadowalające [12]
Table 3. Relation between the values of airborne and impact sound insulations and the expected percentage of people considering the conditions as satisfactory [12]

Odsetek osób uznających warunki akustyczne dotyczące przenikania hałasu z mieszkań sąsiednich za zadowalające [%]	R' _{A,1} [dB]	L' _{n,w} + C ₁ [dB]
20	48	63
40	53	58
60	58	53
80	63	48

budynku dwulokalowym, w którym izolacyjność akustyczna zagwarantowana została na wyższym poziomie niż minimum wymagane normą [4]. Badania przeprowadzono przed oddaniem budynku do użytkowania, co pozwoliło na określenie parametrów akustycznych przed wykonaniem prac wykończeniowych przez poszczególnych właścicieli lokali. Prace takie wykonane w sposób nieumiejętny mogą bowiem prowadzić do pogorszenia izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami. Najczęstszą przyczyną takiej sytuacji jest:

- nieprawidłowe przyklejenie płytek podłogowych (w sposób, który wpływa destrukcyjnie na dylatację obwodową w „podłodze pływającej”) – błędy prowadzą do znacznego pogorszenia izolacyjności od dźwięków uderzeniowych;

- nieprawidłowy montaż elementów wyposażenia łazienki i sanitariatów (bez użycia wibroizolacji, wykonany z jednoczesnym pocienieniem ścian rozdzielających pomieszczenia) – błędy mogą stać się przyczyną transmisji między mieszkaniami dźwięków materiałowych związanych z eksploatacją tych urządzeń.

Jednocześnie należy przypomnieć, że w myśl zapisów rozporządzenia [14] ... *izolacja akustyczna stropów między-mieszkańowych powinna zapewniać zachowanie przez te stropy właściwości akustycznych, o których mowa w ust. 2 pkt 2, bez względu na rodzaj zastosowanej nawierzchni podłogowej ...*

Charakterystyka obiektu

Pomiary zrealizowano z wykorzystaniem obowiązującej metody zawartej w normach [6, 7]. Przeprowadzono ba-

Terminy i definicje

■ **Przybliżona izolacyjność akustyczna właściwa R'**

$$R' = L_1 - L_2 + 10\log(S/A) \text{ [dB]} \quad (1)$$

gdzie:

L₁ – poziom średniego ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu po stronie nadawczej [dB];
 L₂ – poziom średniego ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu po stronie odbiorczej [dB];
 S – powierzchnia przegrody [m²];
 A – równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej pomieszczenia odbiorczego [m²].

■ **Przybliżony poziom uderzeniowy znormalizowany L'_n**

$$L'_n = L_i + 10\log(A/A_0) \text{ [dB]} \quad (2)$$

gdzie:

L_i – poziom uderzeniowy po stronie odbiorczej [dB];
 A₀ – równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej odniesienia A₀ = 10 m².

■ **Wskaźnik ważony przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'_w**

to przybliżona izolacyjność od dźwięków powietrznych określona w normowym przedziale częstotliwości 100 ÷ 3150 Hz, sprowadzona do wartości jednoczłobowej zgodnie z metodą określoną w PN-EN ISO 717-1:2013-08 [8].

■ **Widmowe wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr}** należy stosować w celu uwzględnienia różnorodności widm źródeł hałasu (takich jak szum różowy i hałas drogowy) oraz oceny krzywych izolacyjności akustycznej właściwej zgodnie z metodą określoną w PN-EN ISO 717-1:2013-08 [8]. Dwa widmowe wskaźniki adaptacyjne, oddzielone średnikiem, należy podawać w nawiasach występujących po jednoczłobowym wskaźniku ważonym. Przykładowo: R'_w (C; C_{tr}) = 41 (0;-5) dB. W celu określenia spełnienia wymagań przez element lub przegrodę w budynku, zgodnie z normą [4], należy użyć do tego celu wskaźników oceny izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A,1} i R'_{A,2}:

$$R'_{A,1} = R'_w + C \text{ [dB]} \quad (3) \quad R'_{A,2} = R'_w + C_{tr} \quad (4)$$

■ **Wskaźnik ważony przybliżonego poziomu uderzeniowego L'_{n,w}** jest określony w normowym przedziale częstotliwości 100 ÷ 3150 Hz, sprowadzony do wartości jednoczłobowej zgodnie z metodą określoną w PN-EN ISO 717-2:2013-08 [9].

■ **Widmowy wskaźnik adaptacyjny C₁ odnoszący się do dźwięków uderzeniowych** to wartość, którą dodaje się do wskaźnika ważonego, aby uwzględnić charakter widm hałasu typowego dla kroków. W krajowych wymaganiach [4] nie ma jednak odniesienia do widmowego wskaźnika adaptacyjnego C₁. W związku z tym nie jest on stosowany w celu oceny izolacyjności od dźwięków uderzeniowych.

dania terenowe izolacyjności akustycznej trzech różnych układów pomieszczeń znajdujących się w mieszkaniu nr 1 i mieszkaniu nr 2 w jednorodnym budynku dwulokalowym. Układy wybrano jako charakterystyczne dla najbardziej newralgicznych sytuacji dotyczących transmisji hałasu bytowego pomiędzy mieszkaniami. Na rysunku 1 przedstawiono schematycznie układ pomieszczeń poddanych badaniom. W przypadku przegród oddzielających pomieszczenia skoncentrowano się wyłącznie na warstwach istotnych z punktu widzenia ochrony akustycznej. Były to warstwy przegród poziomych (od dołu):

- **podłoga na gruncie A** (podsypka żwirowo-piaskowa 15 cm, chudy be-

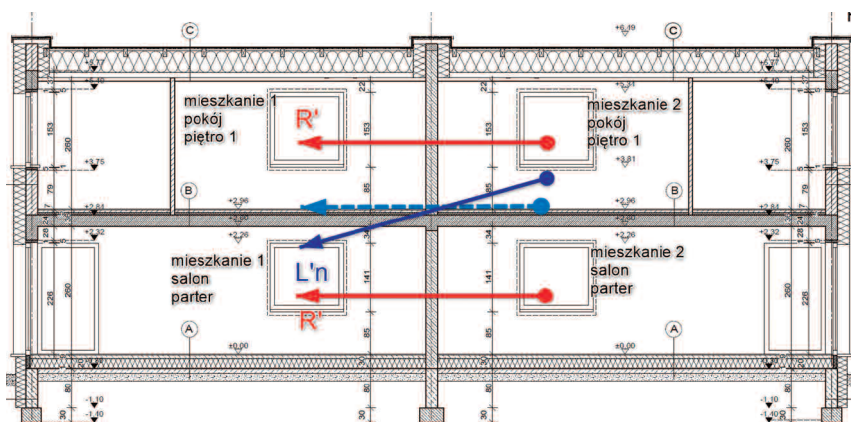
ton 10 cm, EPS twardy 20 cm, folia PE, wylewka betonowa 7 cm);

- **strop w mieszkaniu dwupoziomym B** (tynk, strop gęstożebrowy 24 cm, EPS elastyczny 5 cm, folia PE, wylewka betonowa 5 cm);

- **stropodach C** (płyta GK 1,25 cm na ruszcie systemowym, paroizolacja, wełna mineralna 45 cm, przestrzeń wentylacyjna/krokwie, płyta OSB 2 cm, papa);

- **ściana międzylokalowa na parterze** (tynk, silikat o masie powierzchniowej 498 kg/m², tynk); 1 piętro (tynk, silikat o masie powierzchniowej 498 kg/m², tynk);

- **ściana zewnętrzna** (tynk, beton komórkowy o gęstości 500 kg/m³, ETICS na bazie EPS – 24 cm).



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie układu pomieszczeń, w przypadku których wyznaczono (pomiarowo) izolacyjność od dźwięków powietrznych (kolor czerwony) i uderzeniowych (kolor granatowy) [16]

Fig. 1. Diagram of the rooms for which airborne sound insulation (red) and impact sound insulation (navy blue) was measured [16]

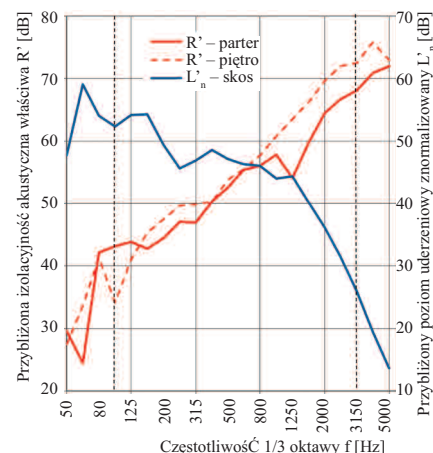
Należy zwrócić uwagę na fakt, że zastosowany strop gęstożebrowy nie byłby rozwiązaniem prawidłowym, gdyby analizowany budynek miał oddzielne lokale mieszkalne rozdzielone stropem. W przypadku jednorodzinnych budynków dwulokalowych z oddzielnymi mieszkaniami na parterze i piętrze należy stosować stropy o większej masie powierzchniowej, np. strop żelbetowy 20 cm o masie 480 kg/m³ charakteryzuje się wartością wskaźnika $R_{A,1,R} = 57$ dB oraz $L'_{n,w,eq,R} = 72$ dB, co daje rezerwę 5 dB w stosunku do wymagania $R'_{A,1} \geq 52$ dB oraz rezerwę 6 dB w stosunku do wymagania $L'_{n,w} \leq 53$ dB (z zastosowaniem podłogi pływającej $\Delta L_w = 25$ dB) na tzw. przenoszenie boczne energii akustycznej. Należy zaznaczyć, że wartość przenoszenia bocznego różni się w zależności od rozpatrywanego przypadku i zależy od rodzaju zastosowanych przegród oraz geometrii pomieszczenia. Przeciętnie wynosi ona 2 ÷ 3 dB, ale są przypadki, w których ma wartość 6 dB i więcej.

Przenoszenie boczne na etapie projektu można prognozować za pomocą metod obliczeniowych [10, 11]. Dodatkowo w przypadku lekkich stropów niestety obserwuje się zjawisko dudnienia, które związane jest z ich małą skutecznością przy częstotliwości 50 ÷ 160 Hz. Co gorsza zjawisko to może być obserwowane i mocno uciążliwe nawet w przypadku spełnienia wymagań normowych [4]. Wyjaśnienia wymaga sposób pomiaru przybliżonego znormali-

zowanego poziomu uderzeniowego (izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych). W analizowanym przypadku droga transmisji pionowo w dół dotyczy rozprzestrzeniania się dźwięku wewnątrz tego samego mieszkania. W związku z tym do oceny izolacyjności między mieszkaniami wybrano kierunek na skos w dół. Istnieją sytuacje, w których droga w poziomie transmisji dźwięków uderzeniowych może być decydująca i wówczas ten kierunek należy wyznaczyć w trakcie badań (linia przerywana na rysunku 1). W analizowanym przypadku decydujący kierunek określono podczas pomiarów przez wrywkowe sprawdzenie poziomu uderzeniowego.

Wyniki pomiarów

Na rysunku 2 przedstawiono zarówno wyniki izolacyjności od dźwięków powietrznych, jak i uderzeniowych. Pokazują one, że wartości w przypadku ściany rozdzielającej pokoje na parterze nie



Rys. 2. Wyniki pomiarów terenowych przybliżonej izolacyjności akustycznej w funkcji częstotliwości

Fig. 2. Results of field measurements of acoustic insulation as a function of frequency

różnią się znacznie od uzyskanych w przypadku piętra. Jest to o tyle ciekawe, że pomimo zastosowania w obu przypadkach takiego samego rodzaju elementów murowych, parter i piętro różnią się znacznie pod względem transmisji dźwięków drogami pośrednimi (różnica dotyczy węzła między ścianami a przegrodami poziomymi). Nad pomieszczeniami parteru znajdował się bowiem strop gęstożebrowy, natomiast nad pokojami piętra wykonano stropodach drewniany, który często jest „słabym punktem” układu. W tym przypadku jednak było inaczej. Bardzo dobrą izolacyjność drogi pośredniej przez sufit podwieszony uzyskano dzięki wprowadzeniu ściany międzylokalowej ponad konstrukcję dachu oraz zastosowaniu grubej warstwy wełny mineralnej (45 cm). Spostrzeżenia te potwierdzają wyniki przedstawione w tabeli 4 w postaci jednoliczbowych wskaźników oceny przybliżonej izolacyjności od dźwięków powietrznych.

Tabela 4. Zestawienie wyników pomiarów terenowych wraz z wymaganiami PN-B-02151-3
Table 4. Summary of the results of field measurements with the requirements of the PN-B-02151-3

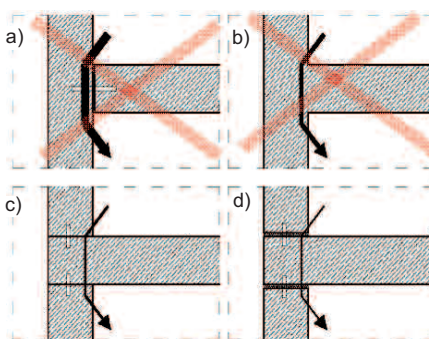
Rozdzielone pomieszczenia		Kierunek pomiaru	Wymagania wg PN-B-02151-3 [dB]	Wynik pomiaru [dB]
Pokój parter mieszkanie 2	pokój parter mieszkanie 1	poziomy	$R'_{A,1} \geq 52^{1)}$	$R'_{w}(C; C_{tr}) 56 (-1;-4)$ $R'_{A,1} = 55; R'_{A,2} = 52$
Salon parter mieszkanie 2	salon parter mieszkanie 1	poziomy	$R'_{A,1} \geq 52^{1)}$	$R'_{w}(C; C_{tr}) 58 (-2;-7)$ $R'_{A,1} = 56; R'_{A,2} = 51$
Pokój parter mieszkanie 2	salon parter mieszkanie 1	skos	$L'_{n,w} \leq 53^{1)}$	$L'_{n,w} (C_1) 47 (-1)$

¹⁾ wymagania pomiędzy pomieszczeniami w budynkach jednorodzinnych w zabudowie bliźniaczej lub szeregowej [4]

Okazuje się, że izolacyjność ściana na piętrze wyrażona wskaźnikiem $R'_{A,1}$ wynosi 56 dB i jest o 1 dB większa od uzyskanej w przypadku parteru. Zasluga tak dobrego wyniku są parametry dźwiękoizolacyjne ściany (silikat „ciężki” o masie powierzchniowej 498 kg/m^2 , $R_{A,1} = 59 \text{ dB}$). Należy jednak mieć świadomość, że pomimo dobrych parametrów dźwiękoizolacyjnych muru nie uzyskano by tak korzystnych wyników „na budowie”, gdyby ściana rozdzielająca mieszkania nie była ścianą konstrukcyjną (nad ścianą znajdował się wieniec – brak szczeliny podstropowej) oraz gdyby ściana rozdzielająca pomieszczenia nie została połączona ze ścianą zewnętrzną (rysunek 3c).

Na rysunku 3 pokazano rozwiązania nieprawidłowe oraz zalecane z punktu widzenia redukcji energii akustycznej przenoszonej drogą boczną. Zagadnienie to jest szczególnie istotne w przypadku wykonania ścian zewnętrznych z materiałów lekkich, tak jak w przypadku analizowanym w artykule (beton komórkowy o gęstości 500 kg/m^3). Przedstawione na rysunku 3 wartości wskaźnika $R'_{A,2}$ nie mają obecnie przełożenia na wymagania normy [4], która zakłada, że ściany międzylokalowe zawsze należy oceniać za pomocą wskaźnika $R'_{A,1}$. Uzyskane duże wartości tego wskaźnika (odpowiednio 52 dB i 51 dB) wskazują jednak na skuteczność rozdzielania pomieszczeń również w przypadku niskiej częstotliwości. Może to mieć znaczenie, jeżeli sąsiadem będzie np. meloman lubujący się w głośnym słuchaniu muzyki.

Wykres przybliżonego poziomu uderzeniowego znormalizowanego $L'_{n,w}$, przedstawiony na rysunku 2, potwierdza możliwość występowania problemów z redukcją dźwięków o niskiej częstotliwości w przypadku stropów gęstożebrych. Widać wyraźny wzrost poziomu dźwięku w zakresie częstotliwości $63 \div 160 \text{ Hz}$ w stosunku do pozosta-



Rys. 3. Sposób wykonania połączenia przegrody rozdzielającej mieszkania (strop) ze ścianą zewnętrzną: a) i b) niezalecany; c) dobry; d) wzorcowy

Fig. 3. The method of making the junction of the wall separating the flats with the external wall: a) & b) not recommended; c) good; d) excellent

go zakresu pomiarowego. Transmisja dźwięków po skosie między pomieszczeniami nie powoduje przykrych konsekwencji, jednak w przypadku gdyby dotyczyło to transmisji pionowo w dół, należałoby się spodziewać poziomów wyższych o $6 \div 8 \text{ dB}$ [1] i tym samym braku komfortu akustycznego. Wnioski te potwierdza uzyskana wartość wskaźnika przybliżonego poziomu uderzeniowego $L'_{n,w} = 47 \text{ dB}$. Jest ona mniejsza od wymaganej $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$. W przypadku zastosowania takiego rozwiązania stropu pomiędzy mieszkaniami sąsiadującymi ze sobą w pionie, najprawdopodobniej cały ten „zapas” zostałby „skonsumowany” przez transmisję bezpośrednią dźwięku „pionowo w dół”.

Literatura

[1] Dulak Leszek. 2004. *Czynniki kształtujące propagację dźwięków generowanych przez źródła wewnętrzne w obiektach budowlanych*. Praca doktorska. Gliwice.
 [2] Interpretacje postanowień PN-B-02151-3:2015-10. Polski Komitet Normalizacyjny, Sektor Budownictwa i Konstrukcji Budowlanych, KT 253 ds. Akustyki Architektonicznej; 14 maja 2019 r.
 [3] PN-B-02151-02:1987 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach – Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.

[4] 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.

[5] PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.

[6] PN-EN ISO 140-4:2000 Akustyka – Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Pomiar terenowy izolacyjności od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami.

[7] PN-EN ISO 140-7:2000 Akustyka – Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Pomiar terenowy izolacyjności od dźwięków uderzeniowych stropów.

[8] PN-EN ISO 717-1:2013 Akustyka – Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych.

[9] PN-EN ISO 717-2:2013 Akustyka – Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych.

[10] PN-EN 12354-1:2002 Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Izolacyjność od dźwięków powietrznych pomiędzy pomieszczeniami.

[11] PN-EN 12354-2:2002 Akustyka budowlana – określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami.

[12] Rasmussen B. 2005. *Concept for evaluation of sound insulation of dwellings – from chaos to consensus*. Forum acusticum.

[13] Rozporządzenie Rady Ministrów z 30 grudnia 1999 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Obiektów Budowlanych (Dz.U. nr 112, poz. 1316) ze zmianami z 2002 r. (Dz.U. nr 18, poz. 170).

[14] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U. nr 75, poz. 690] ze zmianami.

[15] Ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [Dz.U. nr 89, poz. 414] ze zmianami.

[16] Wybrane fragmenty dokumentacji technicznej w postaci rysunków i opisu udostępnione przez projektanta II – INWESTYCJE CL Spółka Akcyjna.

Przyjęto do druku: 06.07.2020 r.

Zapraszamy na stronę internetową

www.materialybudowlane.info.pl/science