

BADANIA MOŻLIWOŚCI POPRAWY IZOLACYJNOŚCI AKUSTYCZNEJ ŚCIANY DREWNIANEJ

Leszek DULAK*, Rafał ŻUCHOWSKI**

* Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: leszek.dulak@polsl.pl

** Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: rafal.zuchowski@polsl.pl

Streszczenie: Wyniki badań terenowych izolacyjności akustycznej ścian w budynku drewnianym, przeprowadzonych w ramach działalności naukowej Katedry Procesów Budowlanych [1], skłoniły autorów artykułu do kontynuacji tematu i poszerzenia wiedzy z tego zakresu o badania laboratoryjne wariantowych rozwiązań ścian drewnianych. Przedstawione wyniki badań próbują odpowiedzieć na pytanie jak przeprowadzone adaptacje ściany szkieletowej drewnianej wpływają na zmianę jej parametrów akustycznych.

Słowa kluczowe: akustyka budowlana, ściana szkieletowa drewniana, izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych, wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej.

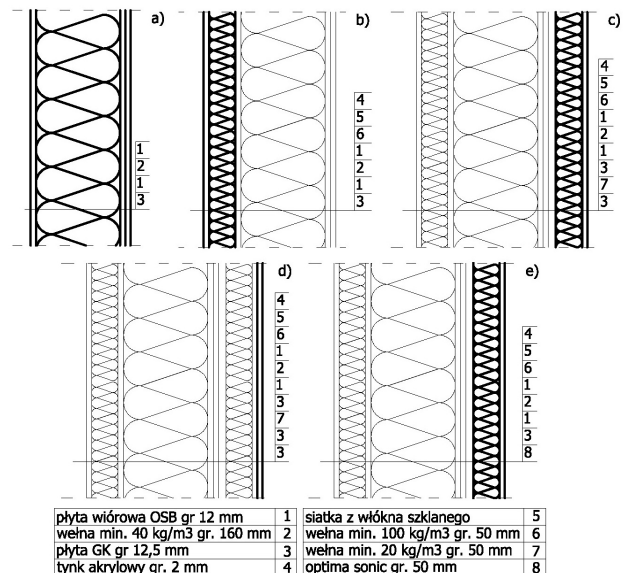
1. WSTĘP

Badania terenowe izolacyjności akustycznej przegród przeprowadzone w budynku typowym dla technologii lekkich ścian szkieletowych wykazały, że parametry akustyczne tychże przegród pozostawiają wiele do życzenia, a wymogi normowe spełnione są jedynie dla standardu podstawowego [1]. W przypadku ścian zewnętrznych, chroniących mieszkańców przed wpływem hałasu zewnętrznego otrzymane wyniki również nie napawają optymizmem - wartość wskaźnika oceny znormalizowanej różnicy poziomów $D_{is,2m,n,A2}$, wyznaczona dla ściany zewnętrznej z oknem wyniosła 25 dB. W związku z powyższym postanowiono sprawdzić wpływ, dodatkowej warstwy termoizolacji wykonanej w systemie BSO na izolacyjność akustyczną przegrody szkieletowej drewnianej, a także możliwość poprawy parametrów akustycznych tak wykonanej ściany zewnętrznej, poprzez zastosowanie dodatkowych adaptacji akustycznych. Równocześnie w celu sprawdzenia celowości wykonywania pomiarów w poszerzonym zakresie częstotliwości 50÷5000

Hz, porównano otrzymane wyniki izolacyjności akustycznej właściwej z widmem hałasu komunikacyjnego.

2. CHARAKTERYSTYKA ŚCIAN PODDANYCH BADANIOM

Badania wykonane zostały w Laboratorium Akustycznym Wydziału Budownictwa zgodnie z procedurą podaną w normie [2]. Objęły swoim programem pięć różnych wariantów przegród a÷e. Budowę przegród przedstawiono na rys. 1.



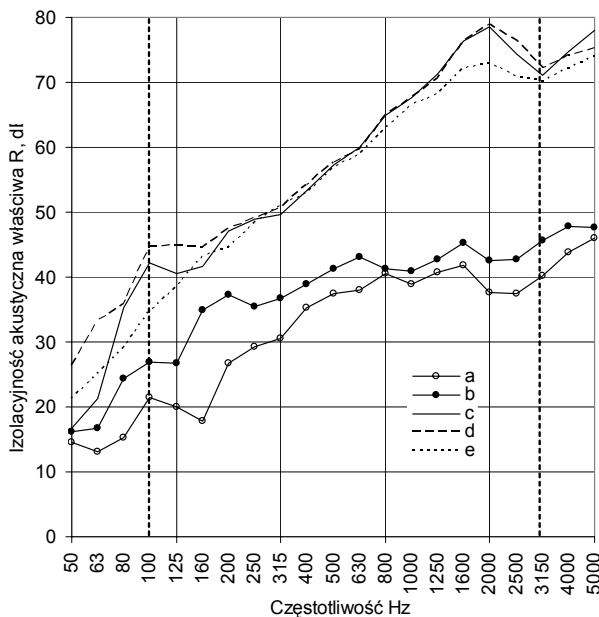
Rys. 1. Przegrody poddane badaniom izolacyjności akustycznej właściwej.

Fig. 1. Facades sifted by field measurement of airborne sound insulation.

Przegrodą wyjściową była ściana wykonana w jednym z bardziej popularnych na naszym rynku systemów – wariant „a”. Kolejny wariant powstał poprzez dodanie warstwy izolacji termicznej w postaci bezspoinowego systemu ociepleń i jest to również często spotykana ściana podczas wznoszenia obiektów w technologii ścian drewnianych szkieletowych – wariant „b”. Kolejne trzy warianty były próbą osiągnięcia przegrody o lepszych parametrach akustycznych od parametrów przegrody bazowej. Wariant „c” i „d” opierał się na koncepcji przedścianki wzniesionej na stelażu stalowym, natomiast wariant „e” wykorzystuje rozwiązanie gotowe opracowane przez jeden z koncernów, produkujących wyroby izolacyjne.

3. WYNIKI BADAŃ IZOLACYJNOŚCI AKUSTYCZNEJ ŚCIAN

Wyniki badań laboratoryjnych izolacyjności akustycznej właściwej ścian przedstawiono na rys. 2.

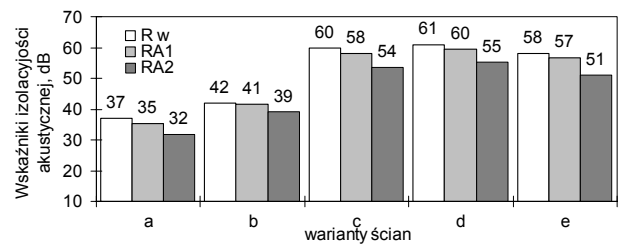


Rys. 2. Izolacyjność akustyczna właściwa R wyznaczona dla pięciu wariantów ściany „a”-„e”.
Fig. 2. Airborne sound insulation R, appointed for the five variants of facades „a”-„e”.

Na podstawie wyników przedstawionych na rys. 2 stwierdzić należy, iż ściana oznaczona symbolem „a” charakteryzuje się wyrównaną charakterystyką izolacyjności akustycznej właściwej w całym zakresie częstotliwości, z niewielkim obniżeniem jej wartości dla częstotliwości środkowej 160 Hz, spowodowanym zjawiskiem koincydencji (intensyfikacja przenoszenia energii akustycznej na skutek drgań giętych występujących w przegrodzie). Dodatkowa warstwa wełny mineralnej gr. 50 mm, dołożona

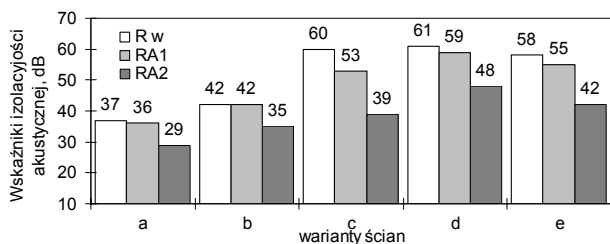
do komponentu w wariantcie „b”, spowodowała wzrost izolacyjności akustycznej w całym zakresie częstotliwości 50÷5000 Hz o wartość od 1 do 17 dB. Dodatkowo zwiększenie grubości przegrody spowodowało przesunięcie częstotliwości granicznej poza zakres mierzony i co za tym idzie wyeliminowanie niekorzystnego wpływu koincydencji. Wszystkie zastosowane adaptacje akustyczne „c”-„e”, zaowocowały znacznym zwiększeniem izolacyjności, szczególnie w zakresie częstotliwości średnich i wysokich. Najmniej efektywne, okazały się zgodnie z przewidywaniami dla zakresu niskich częstotliwości 50÷80 Hz. Spośród przyjętych rozwiązań najlepszym okazuje się adaptacja w postaci przedścianki z podwójną warstwą płyty GK – wariant „d”. Zapewnia ona również dla najniższej częstotliwości 50 Hz, znaczny wzrost izolacyjności o ok. 10 dB. Najmniejszy wzrost izolacyjności dla częstotliwości 50÷80 Hz spośród wykonanych Adaptacji akustycznych, odnotowano dla wariantu „c”.

Na rys. 3 przedstawiono wartości wskaźników izolacyjności akustycznej właściwej. Wyznaczono je dla zakresu obowiązkowego, czyli 100÷5000 Hz, nieobejmującego najniższych częstotliwości 50÷80 Hz i dlatego „kiepskie” właściwości ścian w tym zakresie częstotliwości nie mają odzwierciedlenia w wartości wskaźnika R_{A2} , który powinien ilustrować właściwości izolacyjne przegrody właśnie w zakresie niskich i średnich częstotliwości [4].



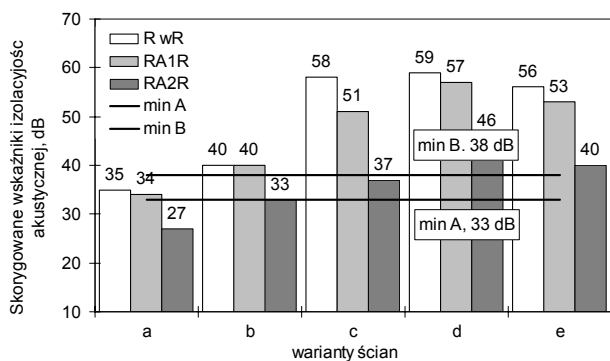
Rys. 3. Wskaźniki izolacyjności akustycznej wyznaczone dla kolejnych wariantów ścian. Zakres podstawowy ; 100÷5000 Hz.
Fig. 3. Sound transmission loss, appointed for the variants of facades. Basic range of frequency 100÷5000 Hz.

Celem uwzględnienia tychże częstotliwości wyznaczono wartości wskaźników dla poszerzonego zakresu częstotliwości 50÷5000 Hz i pokazano je na rys. 4. Dla tak obliczonych wskaźników, wpływ słabych parametrów izolacyjnych w dolnych zakresach częstotliwości jest już wyraźnie widoczny. Przykładowo wartość wskaźnika R_{A2} , dla przegrody „c” spada aż o 15 dB w porównaniu z wartością obliczoną dla zakresu obowiązkowego 100÷5000Hz. Podany przykład ilustruje jak istotne jest wykonywanie pomiarów w poszerzonym zakresie, szczególnie w przypadku przegród zewnętrznych, dla których wartość wskaźnika R_{A2} , jest parametrem decydującym o przydatności lub nie danego rozwiązania.



Rys. 4. Wskaźniki izolacyjności akustycznej wyznaczone dla kolejnych wariantów ścian. Zakres poszerzony; 50÷5000 Hz.
Fig. 4. Sound transmission loss, appointed for the variants of facades. Extend range of frequency 50÷5000 Hz.

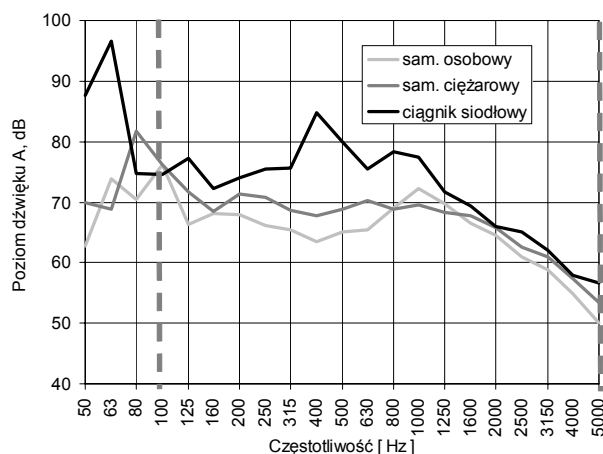
Na rys. 5, pokazano wskaźniki, zmniejszone o wartość 2 dB zgodnie z zaleceniami normy [3], porównane z wymaganymi dla przegród zewnętrznych w budynkach zlokalizowanych na terenie zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej – min A = 33 dB, oraz na terenie zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej – min B = 38 dB. Podane wartości dotyczą ścian bez okien. Z analizy zestawionych wartości wynika, że dla obszarów zabudowy jednorodzinnej już nawet przegroda „b” spełnia wymóg w postaci minimum równego 33 dB. Pamiętać należy jednak, iż często w przypadku przegród lekkich wyniki izolacyjności uzyskiwane w terenie są znacząco niższe od wartości uzyskiwanych w laboratorium. Wynika to z dużej podatności tych rozwiązań na błędy wykonawcze, Wskazane jest zatem, podczas projektowania obiektów wykonywanych w tej technologii, założenie przynajmniej 1÷2 dB zapasu, w stosunku do normowego minimum.



Rys. 5. Wskaźniki izolacyjności akustycznej przybliżonej porównane z wymaganiami.
Fig. 5. Apparent sound transmission loss compared with requirements.

Dla obszarów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej normowe minimum spełniają warianty ścian „d” i „e”, a ściany „a”, „b” i „c” okazują się niewystarczające z punktu widzenia wymagań akustycznych. W celu zobrazowania konieczności posługiwania się podczas pomiarów izolacyjności akustycznej ścian zewnętrz-

nych, poszerzonym zakresem częstotliwości, zmierzono widmo hałasu komunikacyjnego i porównano otrzymane wyniki z izolacyjnością ściany drewnianej. Na rys. 6 pokazano zmierzone w odległości 10 m od krawędzi jezdni, wartości poziomu dźwięku A w dB, od przejeżdżających samochodów. Do analizy wybrano trzy charakterystyczne źródła, w postaci samochodu osobowego, ciężarowego i ciągnika siodłowego z naczepą.



Rys. 6. Przykładowe widma hałasu komunikacyjnego.
Fig. 6. Noise spectrum from traffic.

Na podstawie rys. 6 należy stwierdzić, że każde z zarejestrowanych widm tercjowych charakteryzuje się znacznym udziałem niskich częstotliwości. Szczególnie dla przejazdu ciągnika siodłowego, zarejestrowane wartości hałasu w zakresie częstotliwości 50÷100 Hz, znacznie przewyższyły poziomy zarejestrowane w pozostałym zakresie częstotliwości.

Zależność pomiędzy izolacyjnością akustyczną ściany zewnętrznej i średnim równoważnym poziomem ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu można zapisać:

$$L_{eq,2} = L_{eq,1} - R' + 10 \lg \frac{S}{A}, \text{ dB} \quad (1)$$

gdzie:

$L_{eq,1}$ – średni równoważny poziom ciśnienia akustycznego na zewnętrznej powierzchni elementu budowlanego, dB

$L_{eq,2}$ – średni równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu odbiorczym, dB

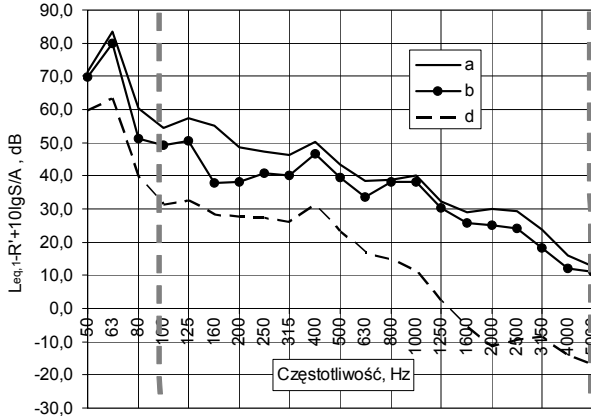
R' – przybliżona izolacyjność akustyczna właściwa, dB

S – powierzchnia elementu budowlanego, m^2

A – równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej w pomieszczeniu odbiorczym, m^2 .

Na rys. 7 pokazano prognozowane wartości średniego równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego od przejazdu ciągnika siodłowego w pomieszczeniu odbiorczym, dla trzech z przebadanych przegród; a, b i d. Do obliczenia wartości $L_{eq,2}$ posłużono się przykładowymi warto-

ściami chłonności akustycznej A zarejestrowanymi podczas badań terenowych izolacyjności akustycznej w pokoju mieszkalnym, powierzchnia przegrody zewnętrznej wynosiła 10,5 m.



Rys. 7. Poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu odbiorczym. Przejazd ciągnika siodłowego.

Fig. 7. Noise pressure level in the receiving room. Ride of truck.

Zgodnie z przewidywaniami najniższe wartości poziomu ciśnienia akustycznego wewnątrz pomieszczenia uzyskano dla przegrody „d”, która charakteryzowała się najlepszymi właściwościami izolacyjnymi z rozpatrywanych przegród. Pomimo tego dla częstotliwości 50 i 63 Hz, poziom dźwięku w dB, A w pomieszczeniu zgodnie z prognozą będzie wynosił ok. 60 dB. Dla przegród „b” i „a”, należy spodziewać się wartości odpowiednio większych; ok. 70 i 80 dB. Na podstawie analizy rys. 7 stwierdzić należy, że właśnie dla zakresu poniżej 100 Hz oddziaływanie hałasu pochodzącego od przejazdu transportu ciężkiego jest największe. Dla w/w przypadku obliczono również prognozowaną wartość średniego równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu dla całego zakresu częstotliwości. Dla przegrody „d” wartość ta wyniesie 38 dB, dla „b” – 51 dB i dla przegrody „a” – 57 dB. Wartości te w sposób dobitny świadczą o konieczności stosowania adaptacji akustycznych w przypadku lokalizacji obiektów mieszkalnych wykonanych w technologii lekkich ścian warstwowych w pobliżu ciągów komunikacyjnych.

4. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułować można szereg konkretnych wniosków.

- Ocieplenie ściany spowodowało wzrost wskaźnika R_W o 5 dB, adaptacja akustyczna typu przedścianka zaowocowała wzrostem wskaźnika R_W o kolejne 23 i 24 dB, a adaptacja „optima sonic” spowodowała wzrost wskaźnika R_W o 21 dB.
- Wartość wskaźnika R_{A2} , najistotniejszego w aspekcie akustycznej oceny ścian zewnętrznych wzrosła o 6÷19 dB. Powodem niewielkiego przyrostu izolacyjności jest ograni-

czona skuteczność zastosowanych adaptacji w zakresie niskich częstotliwości.

- Najmniejszy wzrost wskaźnika R_{A2} , spośród adaptacji akustycznych odnotowano dla wariantu „c” - $\Delta R_{A2} = 10$ dB, a największy dla wariantu „d” - $\Delta R_{A2} = 19$ dB.
- Spośród rozważanych wariantów wymóg normowy [3] minimalnej izolacyjności akustycznej dla obszarów zabudowy jednorodzinnej spełniły niemal wszystkie ściany za wyjątkiem „a”, natomiast dla obszaru zabudowy wielorodzinnej spełniły jedynie ściany z adaptacją akustyczną „d” i „e”.
- Przedstawione w artykule wyniki pokazują jak istotne dla badań przeprowadzanych na ścianach zewnętrznych jest wykonywanie pomiarów w poszerzonym zakresie częstotliwości o przedział 50÷100 Hz. Każde z zarejestrowanych widm hałasu komunikacyjnego charakteryzowało się w tym zakresie znaczącymi lub wręcz dominującymi wartościami (rys.6).

MEASUREMENT OF POSSIBILITY OF SOUND INSULATION IMPROVEMENT OF WOOD WALL

Summary: Results of field measurement of sound insulation described in article [1], encourage to continuation of the work. Authors executed laboratory measurement of sound insulation of engineered wood wall framing. This paper presents results for elementary exterior wall, wall with additional thermal insulation and 3 walls with acoustics adaptations. After made adaptations, weighted apparent sound reduction index R_W increase from 35 dB to 56÷59 dB. The results prove how strongly index value is depend on range frequencies. Evidently range 50÷5000 Hz is proper for definition exterior wall acoustics parameters.

Literatura

- [1] Dulak L., Żuchowski R. *Wymagania akustyczne stawiane budynkom jednorodzinny w świetle badań terenowych izolacyjności akustycznej właściwej*. IV Symposium *Technika i Architektura a Zdrowie*. Gliwice 2006.
- [2] PN-EN 20140-3:1999 Akustyka - Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Pomiar laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych elementów budowlanych.
- [3] PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana - Ochrona przed hałasem w budynkach – Wymagania.
- [4] PN-EN ISO 717-1:1999 Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
- [5] PN-EN 12354-3:2003 Akustyka budowlana - Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów - Część 3: Izolacyjność od dźwięków powietrznych przenikających z zewnątrz.