ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2003
Seria: BUDOWNICTWO z. 101 Nr kol. 1595

Rafał ŻUCHOWSKI *
Politechnika Śląska

# WPŁYW IZOLACJI CIEPLNEJ NA WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE DACHÓW KROKWIOWYCH KRYTYCH BLACHĄ TRAPEZOWĄ

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono problem zagrożenia miejsca wypoczynku hałasem pochodzącym z arterii komunikacyjnej usytuowanej na wysokości połaci dachowej, w wyniku czego przeprowadzono badania laboratoryjne izolacyjności akustycznej wybranych przez autora konfiguracji przegród zewnętrznych. Ich celem było określenie wpływu rodzaju zastosowanej izolacji termicznej występującej w dachu krokwiowym na zmianę jej podstawowych parametrów akustycznych.

# INFLUENCE OF THERMAL ISOLATION ON ACOUSTIC PROPRIETIES OF THE RAFTER ROOFS WITH SHEET TRAPEZIAL IRON

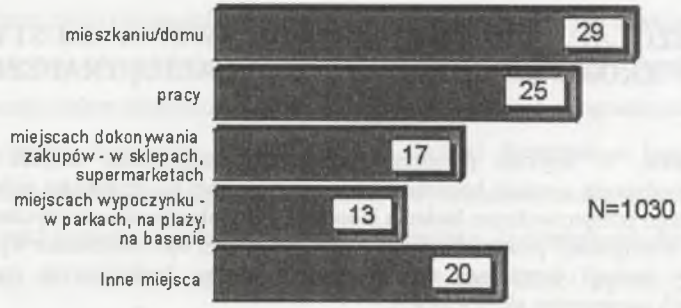
**Summary.** The article presents danger of noise generated by the major rood traffic in location of the roof surface. Due to the specific location the author has chosen configuration of the external barrier and based on that the measurement of acoustic isolation has done.
The aim of research was to determine the change of acoustic parameters based on kind of the thermal isolation presents in the roof.

## 1. Wprowadzenie

Każdy budynek mieszkalny, bez względu na konstrukcję i usytuowanie, powinien zapewniać ochronę mieszkańców przed hałasem, który: „nie będzie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach" (rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - § 323) [4]. W roku 1999 CBOS [8] przeprowadził badania obrazujące stan zanieczyszczenia hałasem poszczególnych miejsc przebywania człowieka w domu, w pracy i w miejscu rekreacji, a także to, jakie powoduje on kłopoty ze zdrowiem i samopoczuciem. Miejscem, w którym nadmiernie głośne dźwięki szczególnie dokuczają Polakom, jest przede

* Opiekun naukowy: Prof. dr hab. Tadeusz Zakrzewski.

wszystkim mieszkanie lub dom (29% wskazań). Odsetek tego typu ocen wzrasta wraz z wiekiem - na hałas w domu skarży się 20% Polaków w wieku od 18 do 24 lat i 34% powyżej 54 roku życia. Problem ten dwukrotnie częściej dotyczy mieszkańców miast (od 30% do 39% w zależności od wielkości miasta) niż wsi (16%). [8] Na rysunku 1 przedstawiono wynik badań obrazujących miejsce, w którym hałas dokucza nam najbardziej.

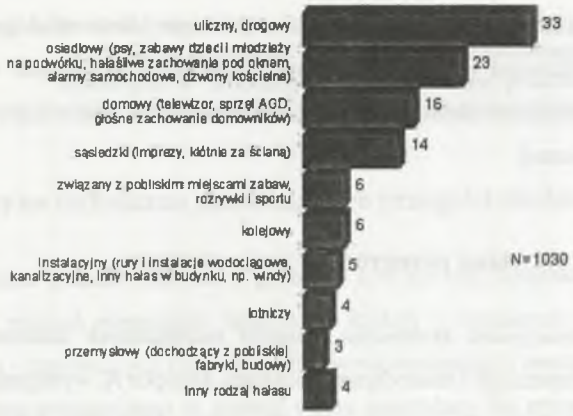



Rys. 1. Odsetek odpowiedzi twierdzących,w jakim miejscu hałas dokucza nam najbardziej [8]
Fig. 1. Percentage of the positive answers to the question: Where the noise disturb us the most [8]

Zgodnie z polskimi przepisami (a także zasadami obowiązującymi w Unii Europejskiej) ochrona akustyczna obiektów budowlanych winna sprowadzać się do analizy określonych dróg przejścia obejmujących [4] :

- przenikanie do pomieszczeń chronionych hałasów zewnętrznych (np. komunikacyjnych);
- rozprzestrzenianie się w budynku hałasów tzw. bytowych, wynikających z normalnego użytkowania budynku, zgodnie z jego przeznaczeniem;
- przenikanie do pomieszczeń chronionych hałasów instalacyjnych, pochodzących od urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku, zlokalizowanych wewnątrz lub na zewnątrz budynku [4].

Według badań CBOS [8, 9] z deklaracji ankietowanych wynika, że w mieszkaniu lub w domu najczęściej narażeni jesteśmy na hałas pochodzący z dróg i ulic, zlokalizowanych w dużych aglomeracjach miejskich lub szybkich tras ekspresowych i autostrad. Na rys. 2 przedstawiono wyniki badań ankietowych, wynikających z oceny subiektywnej mieszkańców na uciążliwość występującego hałasu. W przypadku budynków wysokich (zamieszkania zbiorowego) wymagania dotyczące ochrony przed hałasem sprowadzają się do zapewnienia odpowiedniej izolacyjności akustycznej ścian między poszczególnymi pomieszczeniami w obrębie jednego mieszkania [4] oraz do zapewnienia odpowiedniej izolacyjności akustycznej ścian zewnętrznych (pełnych i perforowanych otworami okiennymi).




Rys. 2. Wyniki badań ankietowych obrazujących odpowiedzi mieszkańców, na jaki hałas są najbardziej narażeni, przeprowadzonych na reprezentatywnej grupie 1030 osób [8]
Fig. 2. The kind of noise people are mostly expose to. The results of the research has done for the selected group of 1030 people [8]

W przypadku budynków jednorodzinnych wolno stojących lub w zabudowie szeregowej, oprócz wymagań (w zależności od rodzaju obiektu) przedstawionych powyżej, w wielu przypadkach konieczne jest zapewnienie odpowiedniej izolacyjności od dźwięków powietrznych połaci dachowych, które zazwyczaj mają już izolację termiczną. Przykładem takiego rozwiązania mogą być budynki niskie, zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie tras komunikacyjnych, których widok pokazano na rys.3.

Rys. 3. Widok na obiekty budowlane, gdzie głównym elementem budynku narażonym na bezpośrednie działanie hałasu komunikacyjnego jest połać dachowa
Fig. 3. View on the objects under constructions where the main element expose to the noise is surface of the roof

Ze względu na znaczny stopień narażenia na działanie hałasu obiektów mieszkaniowych z poddaszem użytkowym w pobliżu ruchliwych tras komunikacyjnych wykonano badania laboratoryjne izolacyjności akustycznej dachów krokwiowych, zawierających wewnątrz różne typy izolacji termicznej.

## 2. Wymagania stawiane przegrodom zewnętrznym

Wymaganą izolacyjność akustyczną przegród zewnętrznych uzależnia się od rodzaju źródła hałasu zewnętrznego i miarodajnego poziomu dźwięku A, występującego w odległości 2 m od fasady budynku na poziomie rozpatrywanego fragmentu przegrody. Im większy poziom dźwięku, tym wyższe wymagania (tablica 5 normy [1]). Wymagania te odnosi się do wskaźników oceny $R'_{A1}$ lub $R'_{A2}$, zależnie od widma hałasu zewnętrznego [2].

Wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej określamy:

$$R_{A1} = R_w + C\ , \quad dB \tag{1}$$

$$R_{A2} = R_w + C_{tr}\ , \quad dB \tag{2}$$

gdzie:

Rw – ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej, wg [1],
Ctr i C – widmowe wskaźniki adaptacyjne, wg [1].

Dobierając rozwiązania zewnętrznych przegród budowlanych lub ich części, bez okien, na podstawie wskaźników uzyskanych w badaniach laboratoryjnych wzorców tych przegród należy korzystać z zależności:

$$R_{A2R}(R_{A1R}) \geq R'_{A2}(R'_{A1})_{\min} \tag{3}$$

gdzie:

$R'_{A2}(R'_{A1})_{\min}$ – wymagana minimalna wartość wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności właściwej przegrody zewnętrznej w budynku, wg [1],

$R_{A2R}(R_{A1R})$ – wartość projektowa wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej danego rozwiązania przegrody zewnętrznej, przyjmowana z instrukcji lub na podstawie innych materiałów źródłowych, [10].

Natomiast przy doborze odpowiedniego rozwiązania przegród zewnętrznych z oknami należy korzystać z warunku:

$$R_{A2R}(R_{A1R})_{wyp} \geq R'_{A2}(R'_{A1})_{\min} \tag{4}$$

gdzie:

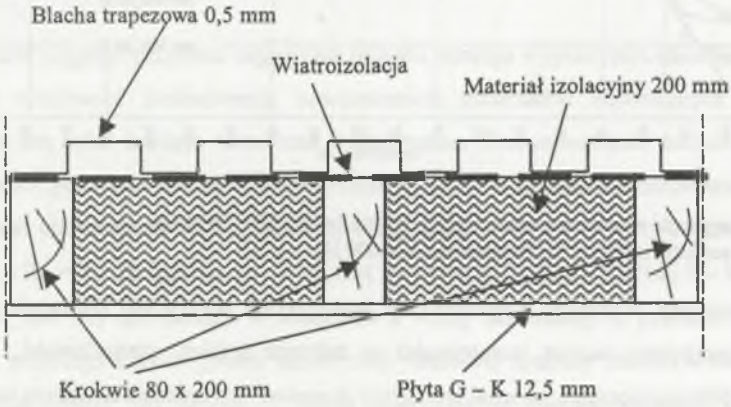
$R'_{A2}(R'_{A1})_{\min}$ – wymagana minimalna wartość wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności właściwej przegrody zewnętrznej w budynku, wg [1],

$R_{A2R}(R_{A1R})_{wyp}$ – wartość projektowa wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej przegrody zewnętrznej, przyjmowana według danych zawartych w instrukcji lub obliczona na podstawie punktu 4.2 z [10] lub zaczerpnięta z innych materiałów źródłowych [10].

## 3. Charakterystyka techniczna przebadanych przegród dachowych

Badaniom poddano połacie dachowe o grubości 214 mm wg schematu pokazanego na rys.4, wykonane z różnych elementów składowych krokwi o wymiarach 80 × 200 mm w rozstawie 1000 mm - stanowiących konstrukcję dachu wg następującej specyfikacji :

- materiału termoizolacyjnego w postaci wełny mineralnej lub styropianu o grubości 200 mm, stanowiącego wypełnienie przestrzeni między krokwiami;
- wiatroizolacji (folia wstępnego krycia);
- pokrycia dachowego wykonanego z blachy falistej o grubości 0,5 mm,
- płyt gipsowo – kartonowych o grubości 12,5 mm stanowiących element wykończeniowy wewnętrznej części połaci.

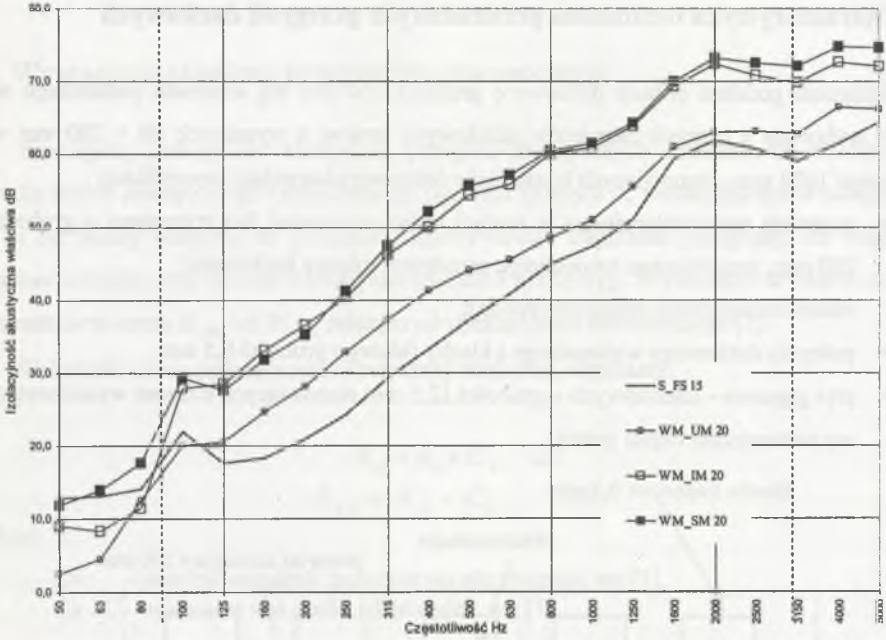



Rys. 4. Układ warstw w połaci dachowej
Fig. 4. The lagers in the roof structure

Badaniom poddano cztery próbki [1 – S_FS 15, 2 – WM_UM 20, 3 – WM_IM 20, 4 – WM_SM 20] połaci dachowej, wyznaczając dla każdej z nich izolacyjność akustyczną właściwą od dźwięków powietrznych R, a następnie przez porównanie charakterystyk doświadczalnych z charakterystyką normową wyznaczono jednoliczbowe ważone wskaźniki izolacyjności akustycznej właściwej $R_w$ oraz wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A1}$ i $R_{A2}$ .

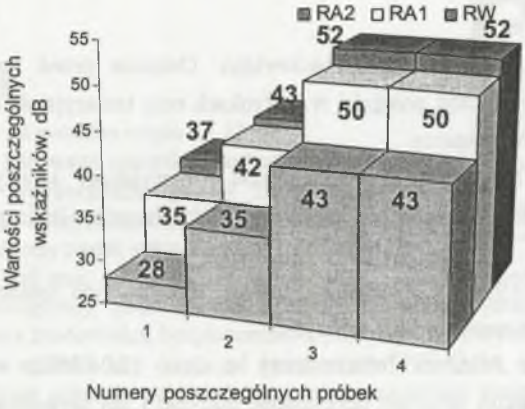
## 4. Wyniki badań i ich interpretacja

Na rys. 5. przedstawiono charakterystyki izolacyjności właściwej w funkcji częstotliwości od 50 do 5000 Hz, które wyznaczono dla poszczególnych układów.




Rys. 5. Izolacyjność akustyczna właściwa dla częstotliwości 50 – 5000 Hz
Fig. 5. The acoustic isolation for frequencies 50-5000 Hz

Przedstawiona w funkcji częstotliwości izolacyjność akustyczna badanych elementów obrazuje gwałtowny wzrost izolacyjności w zakresie niskich częstotliwości, w obrębie których próbka zawierająca materiał izolacyjny w postaci styropianu ma wyższą izolacyjność niż próbki z wełną mineralną. Przesuwając się jednak w kierunku częstotliwości średnich i wysokich, obserwujemy wyraźny wzrost izolacyjności dla próbek z wełną mineralną. Natomiast na rys. 6 zestawiono wartości dla poszczególnych wskaźników $R_w$ ,$R_{A1}$ i $R_{A2}$, które wyraźnie opisują właściwości akustyczne poszczególnych próbek.




Rys. 6. Wartości poszczególnych wskaźników $R_w$, $R_{A1}$ i $R_{A2}$ dla kolejnych próbek
Fig. 6. Values of coefficients $R_w$, $R_{A1}$ i $R_{A2}$ for following samples

## 5. Wnioski

W świetle ciągłego przyrostu zagrożenia miejsca naszego wypoczynku dzisiejsza technika daje nam możliwość zastosowania nowoczesnych materiałów budowlanych doskonale spisujących się jako izolacja termiczna i akustyczna. Przeprowadzone badania pokazują jednak różnice pomiędzy rodzajem zastosowanej izolacji. W przypadku zastosowania izolacji ze styropianu otrzymujemy wartość $R_w$ = 37 dB [próbka 1 – S_FS 15] przy odpowiadających wartościach $R_w$ = 43 dB [próbka 2 – WM_UM 20 ] oraz $R_w$ = 52 dB [próbki 3 – WM_IM 20 i 4 – WM_SM 20] dla izolacji wykonanych z wełny mineralnej. Z przedstawionych na rysunku 5 przebiegów izolacyjności akustycznej właściwej możemy zaobserwować znaczny wzrost izolacyjności dla próbek z wełną mineralną w obrębie średnich i wysokich częstotliwości, natomiast dla próbki nr 2 – WM_UM 20 widzimy wyraźny jej spadek w zakresie częstotliwości niskich i wysokich, co przyczyniło się do obniżenia wskaźnika $R_w$ w stosunku do pozostałych próbek zawierających jako izolację wełnę mineralną.

LITERATURA

1. PN-99/B-02151-03 - Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania.
2. PN-EN ISO 717-1 - Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
3. PN-EN 20140-3:1999 - Akustyka. Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych, elementów budowlanych.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [DzU Nr 75, poz. 690].
5. Szudrowicz B.: Ocena i możliwości poprawy jakości akustycznej budynków wielkopłytowych. Materiały Budowlane, styczeń 2001 (nr 341) s. 35÷39.
6. Szudrowicz B.: Ocena akustyczna wyrobów budowlanych w procedurze aprobacyjnej. Prace ITB. Kwartalnik nr 2-3, Warszawa 1995, s. 18÷19.
7. Zakrzewski T.: Akustyka budowlana. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 1997.
8. Por. komunikat CBOS: Polacy o zagrożeniach związanych z degradacją środowiska naturalnego. Sierpień '99.
9. CBOS: Badania "Aktualne problemy i wydarzenia" (111) przeprowadzono w dniach 4-10 sierpnia '99 na 1030-osobowej reprezentatywnej próbie losowo-adresowej dorosłej ludności Polski.
10. Szudrowicz B., Żuchowicz – Wodnikowska I., Tomczyk P.: Właściwości dźwięko-izolacyjne przegród budowlanych i ich elementów. Prace ITB, nr 369/2002. Warszawa 2002.
11. Dulak L.: Wpływ izolacji cieplnej na właściwości akustyczne ścian wykonanych z bloczków silikatowych. III Sesja Doktorantów Wydziałów Budownictwa, Wisła 2002.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Piotr Klemm

**Abstract**

In article introduced results of laboratory measurement of airborne sound insulation of the rafter roofs with sheet trapezial iron, realized by author. The aim of research was to determine the change of acoustic parameters based on kind of the thermal isolation presents in the roof. The measurement show a difference between the kind of adopt thermal isolation.