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

Leszek DULAK*
Politechnika Śląska

WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE W BADANIACH IZOLACYJNOŚCI AKUSTYCZNEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono autorski program komputerowy, służący do wyznaczania izolacyjności akustycznej przegród i elementów budowlanych od dźwięków powietrznych, jak i uderzeniowych. Program umożliwia przetwarzanie danych uzyskanych podczas badań laboratoryjnych i terenowych.

COMPUTER AID IN APPOINTMENT OF SOUND INSULATION

Summary. In this paper introduced author software, for appointment sound insulation of wall and building elements of transmitted impact and. airborne noise. Software enables to processing laboratory and field data.

1. Wprowadzenie

Izolacyjność akustyczna przegród i elementów budowlanych jest czynnikiem mającym niejednokrotnie decydujący wpływ na komfort akustyczny w budynkach mieszkalnych czy też użyteczności publicznej. Od rodzaju wykonanych ścian i stropów zależy kondycja nie tylko psychiczna, ale także fizyczna przyszłych użytkowników wyżej wymienionych obiektów. Często pomimo poprawnie wykonanego projektu na skutek błędów wykonawczych niespełnione są wymagania normowe, dotyczące izolacyjności akustycznej. Zachodzi wówczas konieczność jej sprawdzenia. Jedyną metodą jednoznacznej oceny przegród pod kątem izolacyjności akustycznej są badania akustyczne. W przypadku dużych obiektów celowe staje się sprawdzenie poprawności zastosowanych rozwiązań przed wybudowaniem

* Opiekun naukowy: Dr hab. Tadeusz Zakrzewski, Prof. Pol. Śl.

całości budynku na specjalnie wykonanych do tego celu pokojach testowych bądź też w laboratorium akustycznym. Bardzo istotna staje się wówczas możliwość szybkiej analizy wyników pomiarowych. Ważne jest również zminimalizowanie możliwości popełnienia błędu poprzez ograniczenie wpływu czynnika ludzkiego. Możliwości takie daje obecnie komputer, stąd też podjęto zadanie stworzenia programu do wyznaczania izolacyjności akustycznej. Równie ważnym powodem podjęcia działań w tym kierunku jest wykonywana przez autora praca doktorska, w ramach której przeprowadzono szereg badań zarówno laboratoryjnych, jak i terenowych, charakteryzujących się dużą czasochłonnością. Opracowany program pozwala na zminimalizowanie czasu poświęconego na żmudne przetwarzanie danych pomiarowych.

2. Możliwości programu

Prezentowany program umożliwia uzyskanie szeregu ważnych parametrów akustycznych, których procedury obliczeniowe oparte zostały na obowiązujących w tym zakresie normach i zaimplementowane w pięciu niezależnych modułach:

MODUŁ 1) izolacyjność od dźwięków powietrznych elementów budowlanych na podstawie badań laboratoryjnych, wg [1].

MODUŁ 2) izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami na podstawie badań terenowych wg [2].

MODUŁ 3) izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropów na podstawie badań laboratoryjnych wg [3].

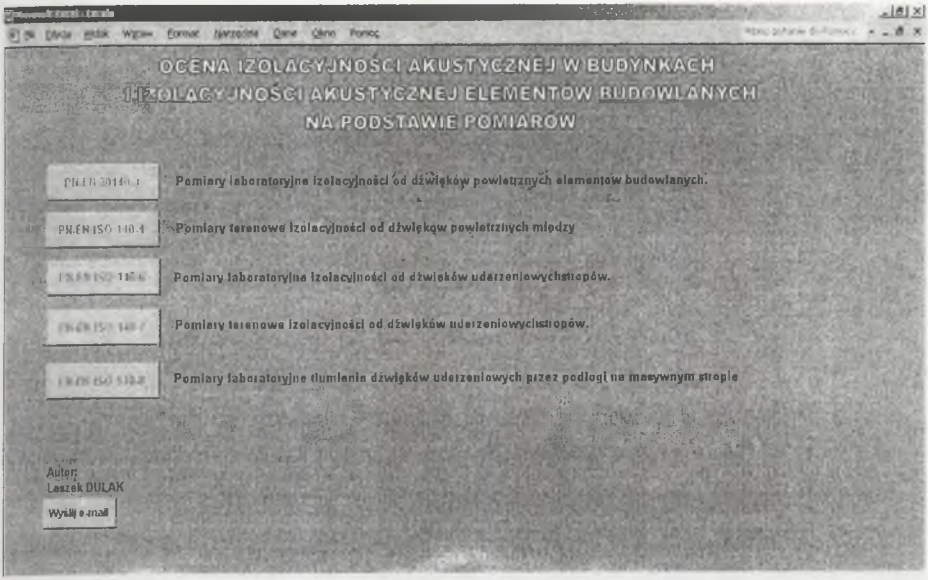
MODUŁ 4) izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropów na podstawie badań terenowych wg [4].

MODUŁ 5) tłumienie dźwięków uderzeniowych przez podłogi na masywnym stropie wzorcowym na podstawie badań laboratoryjnych wg [5].

Dodatkowo, celem oceny izolacyjności akustycznej program odwołuje się do norm [6] i[7] dotyczących wyznaczenia:

- jednoliczbowego wskaźnika izolacyjności od dźwięków powietrznych wg [6],
- jednoliczbowego wskaźnika izolacyjności od dźwięków uderzeniowych wg [7].

W zależności od wybranego zagadnienia użytkownik pracuje w jednym z pięciu modułów. Na rys. 1 pokazano menu główne programu.



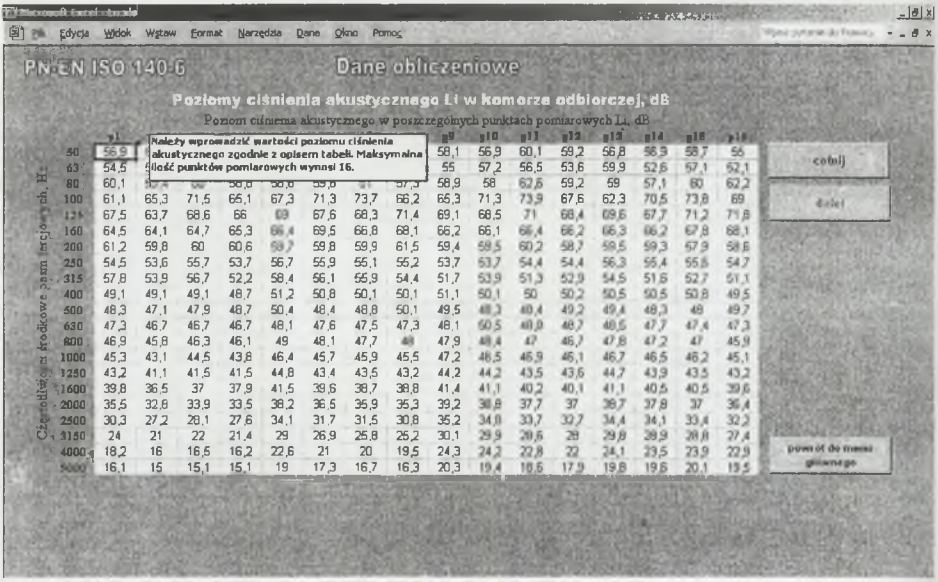
Rys. 1. Menu główne programu wspomagającego badania izolacyjności akustycznej
Fig. 1. Main menu of software to assist research of sound insulation

3. Wprowadzanie danych

Do programu należy wprowadzić następujące dane:

- poziomy ciśnienia akustycznego L_i w pomieszczeniu odbiorczym w dB w pasmach tercjowych w zakresie od 100 do 5000 Hz lub poszerzonym od 50 do 5000 Hz oraz w pomieszczeniu nadawczym (w przypadku izolacyjności od dźwięków powietrznych),
- poziomy ciśnienia akustycznego L_{bi} tła zakłóceń w pomieszczeniu odbiorczym w dB w pasmach tercjowych, zakres częstotliwości jak wyżej,
- czas pogłosu T_i w pomieszczeniu odbiorczym w sekundach, zakres częstotliwości jak wyżej,
- objętość pomieszczenia odbiorczego w m^3,
- powierzchnię przegrody lub badanego elementu w m^2,
- dane informacyjne.

W przypadku nowoczesnych analizatorów akustycznych istnieje możliwość zapisania wyników pomiarów w postaci pliku tekstowego i skopiowanie go do odpowiedniego modułu w programie. Rysunek 2 przedstawia jeden z modułów programu, służący do wprowadzania danych pomiarowych.



Rys. 2. Poziomy ciśnienia akustycznego wprowadzone do jednego z modułów programu
Fig. 2. Level of sound pressure introduced to one of module of software

4. Wyniki obliczeń

Finalnym rezultatem działania programu jest uzyskanie raportów końcowych z badań zawierających ściśle określone przez normę informacje ogólne oraz wyniki badań. Przykładowy raport z badania izolacyjności od dźwięków uderzeniowych stropów na podstawie badań laboratoryjnych przedstawia rys. 3.

Parametry akustyczne możliwe do uzyskania w poszczególnych modułach:

MODUŁ 1)

- wartość izolacyjności akustycznej właściwej od dźwięków powietrznych R podana dla wszystkich częstotliwości pomiarowych zarówno w formie wykresu, jak i postaci tabelarycznej,
- jednoliczbowy ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej R_w,
- widmowe wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr}.

MODUŁ 2)

- wartość izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej od dźwięków powietrznych R' podana dla wszystkich częstotliwości pomiarowych zarówno w formie wykresu, jak i postaci tabelarycznej,
- jednoliczbowy ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R'_w,
- widmowe wskaźniki adaptacyjne C i C_{tr}.

MODUŁ 3)

- wartość znormalizowanego poziomu uderzeniowego L_n podana dla wszystkich częstotliwości pomiarowych zarówno w formie wykresu, jak i postaci tabelarycznej,
- jednoliczbowy ważony wskaźnik znormalizowanego poziomu uderzeniowego $L_{n,w}$,
- widmowy wskaźnik adaptacyjny dla poziomu uderzeniowego C_I.

MODUŁ 4)

- wartość znormalizowanego poziomu uderzeniowego przybliżonego $L'_{n,w}$ podana dla wszystkich częstotliwości pomiarowych zarówno w formie wykresu, jak i postaci tabelarycznej,
- jednoliczbowy ważony wskaźnik znormalizowanego poziomu uderzeniowego przybliżonego $L'_{n,w}$,
- widmowy wskaźnik adaptacyjny dla poziomu uderzeniowego C_I.

MODUŁ 5)

- wartość zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL podana dla wszystkich częstotliwości pomiarowych zarówno w formie wykresu, jak i postaci tabelarycznej,
- ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_w,
- widmowy wskaźnik adaptacyjny zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogi $C_{I\Delta}$,
- widmowy wskaźnik adaptacyjny zmniejszenia poziomu uderzeniowego dla stropu wzorcowego z badaną podłogą $C_{I,r}$.

Znormalizowane poziomy uderzeniowe zgodnie z ISO 140-6

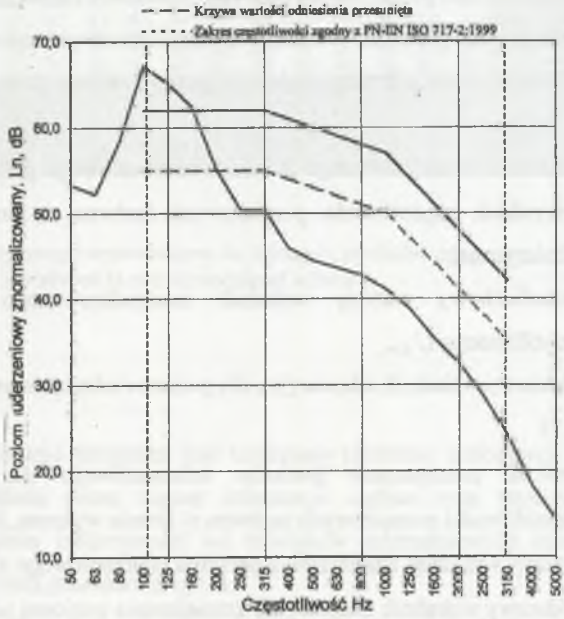
Laboratoryjne pomiary izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych stropów

Producent:	PROJEKT Sp. Z o.o.	Identyfikacja produktu:	--
Zleceniodawca:	PROJEKT Sp. Z o.o.	Identyfikacja komory pomiarowej:	--
Próbka montowana przez:	PROJEKT Sp. Z o.o.	Data pomiarów:	sierpień, 2002

Opis stanowiska badawczego, badanej próbki i warunków pomiaru:
Pomiary dla stropu laboratoryjnego z podłogą pływającą - nowy podkład, folia

Masa jednostkowa próbki:	80,0 kg/m^2
Czas schnięcia:	14 dni
Temperatura powietrza w komorze nadawczej:	13 °C
Wilgotność powietrza w komorze nadawczej:	45 %
Objętość komory odbiorczej:	32,4 m^3

Często-tliwość f, Hz	Ln tercje dB
50	53,3
63	52,2
80	58,4
100	67,2
125	65,2
160	62,4
200	55,2
250	50,5
315	50,4
400	45,9
500	44,4
630	43,5
800	42,7
1000	41,1
1250	38,8
1600	35,3
2000	32,5
2500	28,6
3150	24,1
4000	18,2
5000	14,2



Wskaźnik wg ISO 717-2

$L_{n,w}(C_I)$ = 53 (3) dB $C_{I,50\text{-}2500}$= 3 dB; $C_{I,100\text{-}2500}$= 2 dB;

Ocena na podstawie wyniku pomiaru laboratoryjnego za pomocą metody inżynierskiej

Nr protokołu pomiarowego: 2002/09/02 Nazwa instytucji przeprowadzającej pomiary:

Data: 2002.09.02

Podpis:

UWAGA! Pdany wynik należy przyjąć jako graniczny dla pomiaru, ze względu na tło akustyczne.

Rys. 3. Raport końcowy z badania izolacyjności od dźwięków uderzeniowych stropów
Fig. 3. Final report of measurement of impact sound insulation of floor

Oprócz powyższych możliwości program pozwala na szybki podgląd wartości poziomu ciśnienia akustycznego celem wychwycenia ewentualnych błędów pomiarowych (np. niezadowalającej powtarzalności wyników). Program automatycznie wprowadza poprawkę związaną z poziomem tła zakłóceń i informuje o tym odpowiednim komunikatem. Istnieje także dodatkowo możliwość wyboru zakresu częstotliwości, dla jakiego pragniemy otrzymać wartości wskaźników adaptacyjnych (od najwęższego, tj. od 100 do 3150 Hz po zakres od 50 do 5000 Hz).

5. Wnioski

Pełne wykorzystanie nowoczesnego sprzętu pomiarowego nierozerwalnie związane jest z umiejętnością przesyłu i obróbki, generowanych przez niego danych. Powyższy artykuł pokazuje, że stworzenie narzędzia realizującego te zadania możliwe jest przez osobę ze średnią umiejętnością obsługi programów takich jak Microsoft Excel czy Visual Basic. Program wykorzystuje algorytmy obliczeniowe zawarte w normach [1] ÷ [7]. Pozwala na wyznaczenie izolacyjności od dźwięków powietrznych i uderzeniowych. Możliwe jest przetwarzanie za jego pomocą danych uzyskanych na drodze pomiarów zarówno laboratoryjnych, jak i terenowych. Finalnym efektem działania programu jest uzyskanie raportów z badań, których forma ściśle odpowiada wytycznym normowym. Wykonane do tej pory prace pomiarowe w zakresie badania izolacyjności akustycznej potwierdziły przydatność i wysoką skuteczność, opisanego w artykule programu.

LITERATURA

1. PN-EN 20140-3:1999 Akustyka - Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków powietrznych elementów budowlanych.
2. 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.
3. PN-EN ISO 140-6:1999 Akustyka - Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Pomiary laboratoryjne izolacyjności od dźwięków uderzeniowych stropów.

4. PN-EN ISO 140-7:2000 Akustyka - Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków uderzeniowych stropów.
5. PN-EN ISO 140-8:1999 Akustyka - Pomiar izolacyjności akustycznej w budynkach izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Pomiary laboratoryjne tłumienia dźwięków uderzeniowych przez podłogi na masywnym stropie wzorcowym.
6. PN-EN ISO 717-1:1999 Akustyka - Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
7. PN-EN ISO 717-2:1999 Akustyka - Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych.
8. Szudrowicz B., Żuchowicz-Wodnikowska I., Tomczyk P.: Właściwości dźwiękoizolacyjne przegród budowlanych i ich elementów. Seria: instrukcje, wytyczne, poradniki nr 369/2002. ITB, Warszawa 2002.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Piotr Klemm

Abstract

In article introduced results of work over software, for appointment sound insulation of wall and building elements of transmitted impact and. airborne noise. Final effect of activity of software are reports from researches, which form completely correspond to norm requirement.