

## **Czynniki wpływające na izolacyjność akustyczną w budynkach wielkopłytowych**

**Barbara Szudrowicz<sup>1</sup>, Elżbieta Nowicka<sup>2</sup>**

*<sup>1,2</sup> Zakład Akustyki, Instytut Techniki Budowlanej, e-mail: <sup>1</sup>b.szudrowicz@itb.pl, <sup>2</sup>e.nowicka@itb.pl*

**Streszczenie** Na izolacyjność akustyczną w budynkach wpływa wiele czynników związanych z drogami przenikania dźwięku między pomieszczeniami. Należą do nich tzw. droga bezpośrednia zależna od izolacyjności akustycznej przegród rozdzielających dane pomieszczenia, materiałowe drogi przenoszenia bocznego oraz powietrzne drogi pośrednie wynikające z transmisji dźwięku przez wszelkiego rodzaju nieszczelności oraz dodatkowe kanały (np. instalacyjne) łączące pomieszczenia. W referacie przeanalizowano wpływ tych czynników na izolacyjność akustyczną w budynkach mieszkalnych wielkopłytowych. Uwzględniono przy tym szczególnie te czynniki, które są charakterystyczne dla budownictwa prefabrykowanego. W referacie wykorzystano wyniki badań laboratoryjnych i terenowych przeprowadzonych przez Zakład Akustyki w latach 1975-85.

**Słowa kluczowe:** budynki wielkopłytowe, izolacyjność od dźwięków powietrznych, izolacyjność od dźwięków uderzeniowych, ściany międzymieszkaniowe, stropy, kanały instalacyjne

### **1. Wprowadzenie**

Każdy budynek mieszkalny, bez względu na konstrukcję powinien zapewniać ochronę mieszkańców przed hałasem, który „nie będzie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwił im pracę, odpoczynek i sen w zadawalających warunkach”<sup>1</sup>.

Ochrona przed hałasem budynku polega na rozwiązaniach zabezpieczających przed:

- przenikaniem do budynku hałasów środowiskowych (np. komunikacyjnych),
- przenikaniem i rozprzestrzenianiem się w budynku hałasów instalacyjnych pochodzących od wyposażenia technicznego budynku (w tej grupie hałasów uwzględniane są także hałasy, których źródłem są pomieszczenia usługowe zlokalizowane w budynku),
- rozprzestrzenianiem się w budynku hałasów bytowych związanych z użytkowaniem budynku zgodnie z jego przeznaczeniem (dotyczy to wzajemnego odizolowania pod względem akustycznym jednostek funkcjonalnych, jakimi w budynku mieszkalnym są poszczególne mieszkania oraz pomieszczenia komunikacji ogólnej np. klatki schodowe, korytarze ogólne, a także określone pomieszczenia w obrębie jednego mieszkania),
- drganiami pochodzącymi od źródeł zewnętrznych (np. od tras komunikacyjnych), jak i wewnętrznych (np. od wyposażenia technicznego budynku) stwarzających dyskomfort dla użytkowników budynku.

---

<sup>1</sup> Cytat z Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie; treść jest zgodna z odpowiednimi dokumentami UE.

Wymagania akustyczne, jakie powinien spełniać budynek nie są uzależnione od jego konstrukcji, wynikają, bowiem z potrzeb użytkowników budynku. Stopień uzyskanej ochrony akustycznej zależy natomiast od bardzo wielu czynników, związanych zarówno z rozwiązaniami architektonicznymi, konstrukcyjnymi i jakością zastosowanych wyrobów budowlanych i jakością wykonania budynku.

W niniejszy referacie skoncentrowano się na czynnikach ściśle związanych ze specyfiką rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych budynków mieszkalnych wielkopłytowych i wpływem tej specyfiki na izolacyjność akustyczną w budynkach. Przy omawianiu poszczególnych zagadnień wykorzystano badania prowadzone przez Zakład Akustyki Instytutu Techniki Budowlanej w latach 1975-85, analizując te wyniki na tle aktualnego stanu wiedzy. Przytoczone w referacie wyniki badań podano w odniesieniu do wskaźników, które były stosowane w okresie, w którym przeprowadzono badania.

## 2. Drogi transmisji dźwięku między pomieszczeniami w budynku

Przenoszenie dźwięku między pomieszczeniami, decydujące o izolacyjności akustycznej między tymi pomieszczeniami, odbywa się różnymi drogami transmisji, zarówno powietrznej<sup>2</sup> jak i materiałowej<sup>3</sup>, które można podzielić na trzy podstawowe grupy, przenoszenie przez:

- przegrodę rozdzielającą te pomieszczenia,
- przegrody boczne przylegające do przegrody działowej,
- drogami tzw. pośrednimi.

Przenoszenie dźwięku przez przegrodę rozdzielającą pomieszczenia ma charakter transmisji materiałowej. Jeżeli w przegrodzie tej, lub na jej obwodzie, występują nieszczelności, to transmisji materiałowej towarzyszy także transmisja powietrzna.

Przenoszenie dźwięku przez przegrody boczne przylegające do przegrody działowej jest transmisją materiałową. Ten rodzaj transmisji występuje w każdym budynku i nosi nazwę tzw. przenoszenia bocznego.

Pośrednie przenoszenie dźwięku odnosi się do transmisji powietrznej i obejmuje przypadki, gdy dźwięk może przenikać dodatkowymi drogami występującymi w obrębie rozpatrywanej pary pomieszczeń (np. kanałami instalacyjnymi) lub poza tymi pomieszczeniami.

Zgodnie ze stosowanymi wspólnie modelami transmisji dźwięku, izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami można przedstawić następującymi wzorami:

$$R' = -10 \lg \tau' \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

przy czym

$$\tau' = \tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s \quad (2)$$

gdzie:

$R'$  - izolacyjność akustyczna właściwa, dB

$\tau'$  - stosunek całkowitej mocy akustycznej wypromieniowanej w pomieszczeniu odbiorczym, do mocy akustycznej padającej na wspólna część przegrody działowej

<sup>2</sup> Przenoszenie dźwięku przez ośrodek powietrzny

<sup>3</sup> Przenoszenie dźwięku przez ośrodek stały (przez tworzywo, z którego wykonana jest przegroda uczestniczącą w transmisji materiałowej)

$\tau_d$  - stosunek mocy akustycznej wypromieniowanej przez wspólną, w obu pomieszczeniach część przegrody, do mocy padającej na tę część przegrody

$\tau_f$  - stosunek mocy akustycznej wypromieniowanej przez przegrody boczne w pomieszczeniu odbiorczym do mocy padającej na wspólną w obu pomieszczeniach część przegrody działowej

$\tau_e$  - stosunek mocy akustycznej wypromieniowanej przez element występujący w przegrodzie działowej do mocy padającej na wspólną w obu pomieszczeniach część przegrody działowej

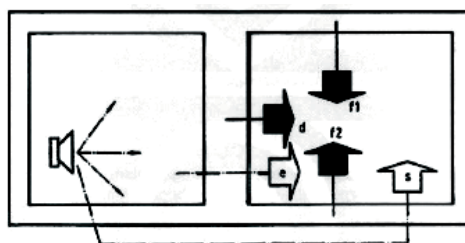
$\tau_s$  - stosunek mocy akustycznej wypromieniowanej przez system  $s$  spowodowany transmisją pośrednią dźwięków powietrznych przez ten system do mocy padającej na wspólną w obu pomieszczeniach część przegrody działowej

$n$  - liczba elementów bocznych

$m$  - liczba elementów biorących udział w bezpośrednim przenoszeniu dźwięków powietrznych

$k$  - liczba systemów biorących udział w pośrednim przenoszeniu dźwięków powietrznych

Ilustrację dróg transmisji dźwięków między pomieszczeniami wg wzorów (1) – (2) przedstawiono na rys. 1



Rys. 1 Schemat dróg transmisji dźwięku między pomieszczeniami (rysunek wg PN-EN 12354-1:2002 Oznaczenia - energia akustyczna wypromieniowana:  $d$  - bezpośrednio przez przegrodę działową,  $f_1, f_2$  - przez przegrody boczne,  $e$  - przez elementy występujące w przegrodzie działowej lub na jej obwodzie (np. nieszczelności),  $s$  - drogami pośrednimi (mogą występować poza pomieszczeniami jak na rysunku a także mogą występować w obrębie pomieszczeń

Przedstawione ogólne schematy dróg transmisji dźwięku między pomieszczeniami można odnieść do specyfiki budynków o konstrukcji wielkopłytywowej, co może być podstawą analizy czynników wpływających na izolacyjność akustyczną w tego rodzaju budynkach.

Stopień bezpośredniego przenikania dźwięku przez przegrodę działową (ścianę międzymieszkaniową, strop) zależy od konstrukcji przegrody oraz występujących w przegrodzie miejsc o osłabionej izolacyjności akustycznej. W budynkach wielkopłytowych przegrody międzymieszkaniowe są masywnymi płytami żelbetowymi pełnymi, lub, w niektórych przypadkach kanałowymi. Pośrednie przenoszenie dźwięku związane jest z występowaniem ewentualnych nieszczelności w obrębie przegrody działowej lub na jej obwodzie (problem szczelności złączy między elementami). Boczne przenoszenie dźwięku zależy natomiast od izolacyjności akustycznej i masy powierzchniowej przegród rozdzielających mieszkania i powiązanych z nimi przegród bocznych oraz rodzaju złączy między nimi. Pośrednie przenoszenie dźwięku między pomieszczeniami związane jest przede wszystkim z występowaniem w obrębie mieszkań kanałów, w których prowadzone są przewody instalacyjne. Bezpośrednie przenoszenie dźwięku przez przegrodę działową determinuje maksymalną izolacyjność akustyczną między pomieszczeniami. Jest to wielkość wyjściowa. Wszystkie pozostałe drogi powodują obniżenie tej izolacyjności.

### 3. Czynniki wpływające na izolacyjność akustyczną ścian międzymieszkaniowych

Ściany międzymieszkaniowe w budynkach wielkopłytowych są płytami z betonu żwirowego grubości 14 cm (np. system OWT-67) lub 15 cm (np. system W-70, Wk-70, S).

Wskaźniki ważone izolacyjności akustycznej właściwej  $R_w$  wynoszą: płyty grubości 14 cm:  $R_w = 53$  dB, płyty grubości 15 cm:  $R_w = 54$  dB [1],[2] (w przybliżeniu odpowiada to obecnie stosowanym wskaźnikom odpowiednio  $R_{d1} = 52$  dB i 53 dB). Uznano, że przy ograniczonym stopniu bocznego przenoszenia dźwięku do 2 dB (takie założenia przyjmowano ówczesnie przy projektowaniu izolacyjności akustycznej w budynku, bez względu na jego konstrukcję) i pominięciu innych czynników obniżających izolacyjność akustyczną płyty żelbetowej, można przyjąć, że ściany grubości 15 cm spełniały ówczesnie obowiązujące wymagania akustyczne. Grubość płyty 14 cm została oceniona, jako niewystarczająca. Było to jednym z powodów zwiększenia grubości elementów ściennych w systemie OWT-75 do 15 cm.

Faktyczna izolacyjność elementów ściennych jest jednak mniejsza w wyniku miejscowego obniżenia izolacyjności przez kanały do prowadzenia przewodów instalacji elektrycznych, otwory występujące w płaszczyźnie płyty (tuleje transportowe i montażowe, otwory po formach bateryjnych) oraz ewentualne nieszczelności w złączach.

Fakt ten całkowicie potwierdzają badania przeprowadzone w budynkach wielkopłytowych i to nie tylko w odniesieniu do średniej wartości uzyskanych wyników badań, ale przede wszystkim do wartości rozrzutów wyników badań.

Tabela 1. Przykładowe wyniki badań izolacyjności akustycznej ścian międzymieszkaniowych w budynkach wielkopłytowych [2],[3],[4]

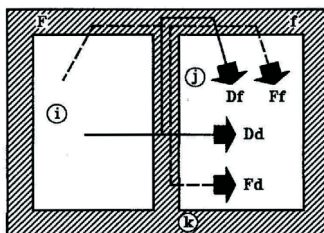
Lp.	System budownictwa	Ściana międzymieszkaniowa	Wyniki badań, $R'_w$ , dB
1	W-70, Wk-70	Płyta żelbetowa 15 cm, w płycie tuleje transportowe i montażowe	52 – 55
2	S	Płyta żelbetowa 15 cm, w płycie liczne otwory po formach bateryjnych	47 – 54
3	OWT-67	Płyta żelbetowa 14 cm, w płycie tuleje transportowe i montażowe	51 – 53

Przedstawione w tablicy 1 wyniki badań obejmują nie tylko czynniki wpływające na izolacyjność samej płyty ściennej (z uwzględnieniem szczelności węzłów na obwodzie, szczelności przejść instalacyjnych), ale także wpływ bocznego przenoszenia dźwięku w budynku. Tym niemniej skala obniżenia izolacyjności akustycznej w zależności od liczby otworów świadczy o przewadze ich negatywnego wpływu na izolacyjność akustyczną ścian międzymieszkaniowych

Stosowane ówczesnie techniki pomiarowe nie pozwoliły na wydzielenie z wyniku pomiaru części energii akustycznej przenikającej między pomieszczeniami materiałowymi drogami bocznymi. Nie było także metod, które umożliwiłyby oszacowanie tego zjawiska występującego w konkretnym budynku na podstawie obliczeń.

Obecny stan wiedzy pozwala na prognozowanie izolacyjności akustycznej przegrody w budynku na podstawie parametrów akustycznych i masy powierzchniowej przegród uczestniczących w bocznej transmisji dźwięku w budynku. Schemat tej transmisji przedstawiono na rys. 2 na podstawie modelu określonego w normie PN-EN 12354-1:2002, który uwzględnia bezpośrednią transmisję przez przegrodę  $D_d$  rozdzielającą pomieszczenia

oraz przy każdej krawędzi drogi  $D_f$ ,  $F_f$  i  $F_d$ , w których uczestniczą przegroda działowa oraz przegrody boczne.



Rys. 2. Schemat dróg transmisji dźwięków powietrznych między pomieszczeniami w przypadku konstrukcji masywnych [wg PN-EN 12354-1:2002]. Dd – droga bezpośrednia, Ff, Fd, Df – drogi boczne

W każdej z dróg istotne znaczenie ma wskaźnik redukcji drgań w węzle  $K_{ij}$ . Można oszacować, że w budynkach wielkopłytowych, ze względu na rodzaj węzłów i dużą masę powierzchniową przegród międzymieszkaniowych (a także ścian zewnętrznych) wskaźnik redukcji drgań wynosi przeciętnie 8-10 dB [5]. Powoduje to, że izolacyjność poszczególnych dróg bocznych jest stosunkowo duża, co prowadzi do ograniczenia bocznego przenoszenia bocznego nawet w sytuacji, gdy powierzchnia pomieszczeń jest stosunkowo mała<sup>4</sup>.

Przeprowadzone przez Zakład Akustyki ITB badania izolacyjności akustycznej ścian międzymieszkaniowych w budynku wielkopłyтовым nowej generacji potwierdziły przedstawione wcześniej analizy, że przy odpowiednich rozwiązaniach elementów prefabrykowanych (szczelne złącza, eliminacja otworów w płytach) i odpowiednim wykonawstwie budynku transmisja dźwięku wszystkimi omówionymi drogami bocznymi i pośrednimi może być ograniczona (przenoszenie boczne) lub wręcz wyeliminowana (przenoszenie pośrednie).

#### 4. Czynniki wpływające na izolacyjność akustyczną stropów

W budynkach wielkopłytowych omawianych systemów stosowane były stropy płytowe grubości 14cm (system OWT-67, S), 16 cm (system Wk-70) oraz kanałowe grubości 22 cm (system W-70). Ocena akustyczna stropów dotyczy izolacyjności zarówno od dźwięków powietrznych jak i uderzeniowych. Parametry akustyczne samych płyt stropowych, wynikające z ich konstrukcji, podano w tabeli 2.

Płyty kanałowe charakteryzują się lepszą izolacyjnością od dźwięków powietrznych niż płyty pełne o takiej samej masie powierzchniowej. Stąd wynika, że izolacyjność płyty kanałowej 22 cm przy mniejszej masie powierzchniowej jest równoważna izolacyjności płyty pełnej grubości 16 cm. Zamieniając, w systemie Wk-70, stropy kanałowe na płytowe uwzględniono tę zależność.

Na izolacyjność stropów od dźwięków powietrznych mają wpływ czynniki analogiczne, jak w przypadku ścian międzymieszkaniowych. Natomiast sama płyta stropowa, bez względu na konstrukcję, nigdy nie będzie charakteryzowała się odpowiednim tłumieniem dźwięków uderzeniowych (patrz tablica 2). Zawsze niezbędne jest stosowanie na płytach stropowych odpowiednich podłóg izolacyjnych

<sup>4</sup> Izolacyjność akustyczna każdej z dróg bocznych jest tym większa, im większy jest stosunek powierzchni przegrody rozdzielającej pomieszczenia do długości złącza, tym samym, wpływ bocznego przenoszenia dźwięku jest tym większy, im mniejsza jest powierzchnia przegrody rozdzielającej te pomieszczenia.

Tabela 2. Parametry akustyczne płyt stropowych stosowanych w budynkach wielkopłytowych [1]

Lp.	Płyta stropowa	Parametry akustyczne, dB	
		$R_w$	$L_{n,w,eq}$ <sup>5</sup>
1	płyta pełna grubości 14 cm	53	75
2	płyta pełna grubości 16 cm	55	73
3	płyta kanałowa grubości 22 cm	55	74

Głównym czynnikiem wpływającym na izolacyjność stropu od dźwięków powietrznych jest rodzaj i jakość podłogi. W budynkach wielkopłytowych stosowano dwa rodzaje podłóg:

- pływające podłogi z warstwą izolacyjną z płyty pilśniowej porowatej (w okresie wznoszenia budynków wielkopłytowych, była to podstawowa płyta izolacyjna),
- dodatkowa warstwa jastrychu cementowego oraz wykładzina podłogowa z warstwą izolacyjną (w okresie wznoszenia budynków wielkopłytowych stosowana była wykładzina Lentex z warstwą izolacyjną produkowaną z odpadów lnianych).

Wyniki badań laboratoryjnych tego rodzaju rozwiązań były stosunkowo korzystne [1],[2] Wyniki badań w budynku nie w pełni potwierdziły wyniki badań laboratoryjnych [2],[3],[4].

Wskaźnik izolacyjności od dźwięków powietrznych stropów z pływającymi podłogami w budynkach wahał się w przedziale 50-55dB, głównie w zależności od grubości stropu (jest to wartość niewiele odbiegająca od obecnych wymagań). Znacznie gorszą izolacyjnością akustyczną charakteryzują się stropy z jastrychem cementowym i wykładziną podłogową. Wyniki badań tłumienia przez strop dźwięków uderzeniowych w większości przypadków wskazały na duże niedobory izolacyjności akustycznej (nawet ponad 5 dB, co jest wartością bardzo wyraźnie odczuwalną). Stosowane w budynkach wielkopłytowych warstwy izolacyjne nie odpowiadają obecnym standardom. Warto także podkreślić, że rozwiązanie izolacji podłogi w postaci dodatkowej warstwy jastrychu i wykładziny podłogowej, zgodnie z obecnymi przepisami, nie jest dopuszczone do stosowania w budynkach mieszkalnych.

Wyeliminowanie niedostatecznej izolacyjności akustycznej stropów w ramach modernizacji budynku wymagać będzie wymiany podłóg na podłogi pływające ze współcześnie stosowanymi warstwami izolacyjnymi np. ze styropianu elastycznego lub wełny mineralnej. Istotne jest także uszczelnienie przejść przez stropy pionów instalacji centralnego ogrzewania.

## 5. Czynniki wpływające na pośrednie przenoszenie dźwięku między mieszkaniami

Pojęcie pośredniego przenoszenia dźwięku, zgodnie z p. 2 odnosi się do przypadku, gdy energia akustyczna przenika między pomieszczeniami dodatkowymi drogami powietrznymi, które występują poza lub w obrębie pomieszczeń. Analizując sytuację w tym zakresie w budynkach mieszkalnych wielkopłytowych należy stwierdzić, że dotyczy to transmisji dźwięku kanałami instalacji wod.-kan, usytuowanymi w kuchniach, pomieszczeniach sanitarnych oraz kanałami w postaci specjalnych elementów prefabrykowanych (blokach otworowych, korytkach) przeznaczonych do prowadzenia pionów przewodów

<sup>5</sup>  $L_{n,w,eq}$  – tzw. równoważny wskaźnik poziomu uderzeniowego normalizowanego, obliczany wg PN-EN ISO 717-2:1999, służący do określania, na podstawie obliczeń, poziomu uderzeniowego odnoszącego się do płyty stropowej z podłogą



elektrycznych zlokalizowanych w przedpokojach. Niezaizolowane na poziomie stropów kanały instalacyjne charakteryzują się bardzo małą izolacyjnością akustyczną, co zgodnie z zależnością (1) prowadzi do znacznego obniżenia izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami. Wyniki badań przeprowadzonych w budynku przedstawiono w tabeli 4. Izolacyjność ta nie zależy od systemu, w jakim został wzniesiony budynek, ponieważ sposób rozwiązania i wykonania kanałów instalacyjnych zależy tylko od przyjętej koncepcji rozwiązania prefabrykacji instalacji sanitarnych.

Tabela 4. Izolacyjność akustyczna w budynkach wielkopłytowych między pomieszczeniami, w których (lub przy których) znajdują się kanały instalacyjne [2],[3],[4]

Lp.	Pomieszczenia, kanał instalacyjny	Izolacyjność między pomieszczeniami odniesiona do wypadkowej izolacyjności akustycznej stropu, $R'_{w,s}$ , dB
1	Przylegające do siebie w pionie kuchnie i łazienki, przez które przechodzą kanały do prowadzenia pionów instalacji wod.-kan.	38 – 48
2	Przylegające do siebie w pionie pokoje, które przylegają do kuchni i łazienek z kanałami do prowadzenia pionów instalacji wod.-kan.	46 – 50
3	Przylegające do siebie w pionie przedpokoje, przez które przechodzą kanały do prowadzenia pionów instalacji elektrycznej	40 – 45

Wynik badania przedstawiony w tabeli 4, poz. 2 świadczy nie tylko o znacznym przenoszeniu dźwięków między pomieszczeniami, w których zlokalizowane są kanały z pionami instalacyjnymi, ale także wskazuje na zbyt małą izolacyjność akustyczną obudowy kanału oraz ściany oddzielającej kuchnie i łazienki od pokoju.

W ramach modernizacji budynku jest możliwe wyeliminowanie tego istotnego mankamentu akustycznego, najkorzystniej, poprzez przeniesienie pionów instalacji elektrycznych na klatkę schodową, lub wprowadzenie zabezpieczeń akustycznych kanałów występujących w przedpokojach. Ten ostatni sposób jest trudny do realizacji i może okazać się znacznie mniej skuteczny.

## 6. Podsumowanie

1. Spośród czynników wpływających na izolacyjność akustyczną między mieszkaniami w budynkach o konstrukcji wielkopłytovej należy wyróżnić te, które wynikają z konstrukcji samych elementów przegród międzymieszkanowych jak i te, które są związane ze specyfiką budownictwa prefabrykowanego.
2. Stosowane w budynkach wielkopłytowych płyty ściennie pełne grubości 15 cm oraz stropowe pełne grubości 16 cm i kanałowe grubości 22 cm można byłoby uznać za wystarczające pod względem akustycznym, gdyby w budynkach nie występowało dodatkowo przenoszenie dźwięku między pomieszczeniami wynikające z rozwiązań i jakości wykonawstwa budynków prefabrykowanych (patrz p. 3).
3. Do specyficznych dla budownictwa wielkopłytowego czynników, które mają niekorzystny wpływ na izolacyjność akustyczną między mieszkaniami, zaliczyć należy:
  - występujące w elementach otwory (szczególnie otwory po formach bateryjnych), których wypełnienie na budowie wymagałoby znacznych nakładów pracy i ścisłego nadzoru w trakcie wznoszenia budynku,
  - niedokładne zabetonowanie złączy między elementami,
  - prowadzenie pionów instalacji wewnętrznych w kanałach zlokalizowanych w mieszkaniach, bez zastosowania jakichkolwiek zabezpieczeń akustycznych,

Wylimowanie negatywnego wpływu tych czynników na jakość akustyczną prefabrykowanego budynku mieszkalnego wymaga przeprowadzenia szeregu prac modernizacyjnych o różnym zakresie, wynikającym z oceny izolacyjności akustycznej danego budynku przeprowadzonej w ramach akustycznych badań diagnostycznych.

Przeznaczenie, w ramach modernizacji budynku prefabrykowanego, parterów na usługi lub zaprojektowanie nadbudowy oznacza konieczność znacznego zwiększenia izolacyjności akustycznej przegród oddzielających istniejące mieszkania od pomieszczeń nowych lub o zmienionym przeznaczeniu. Na wprowadzenie zabezpieczeń akustycznych musi być zagwarantowane odpowiednie miejsce już w fazie projektu modernizacji budynku.

## Literatura

- 1 Instrukcja ITB nr 369/2002 Właściwości dźwiękoizolacyjne przegród budowlanych i ich elementów. Wyd. ITB Warszawa, 2002 r
- 2 Szudrowicz B. Sadowski J. ochrona przed hałasem i drganiami w budynkach wielkopłytowych. Materiały Konferencji naukowo-technicznej ITB „Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytowych na tle ich stanu technicznego” Mrągowo, 3-5 listopada 1999, s. 209-229.
- 3 Szudrowicz B., Iżewska A.: Ocena akustyczna podstawowych systemów budowlanych na podstawie badań ankietowych i pomiarów - Raport końcowy. Praca badawcza ITB nr FA-35, Warszawa 1979 (maszynopis).
- 4 Iżewska A, Sadowski J.: Badanie warunków akustycznych w pomieszczeniach wznoszonych metodami uprzemysłowionymi w różnych aglomeracjach w Polsce. Praca n-b NA-70 ITB, Warszawa 1985 (maszynopis).
- 5 Szudrowicz.B Redukcja drgań w węzłach jako czynnik wpływający na wartość bocznego przenoszenia dźwięku w budynku . XLIV Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB, Krynica . Tom Fizyka Budowli str.181-187

## Factors affecting the sound insulation in the prefabricated buildings

Barbara Szudrowicz<sup>1</sup>, Elżbieta Nowicka<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Zakład Akustyki, Instytut Techniki Budowlanej, e-mail: <sup>1</sup>b.szudrowicz@itb.pl,

<sup>2</sup>e.nowicka@itb.pl

**Abstract** The sound insulation in buildings is affected by many factors related to various sound transmission paths between rooms. Among them the following paths can be distinguished: the so called direct path dependent on the sound insulation of the partition between rooms, the structural flanking transmission paths and additional airborne paths due to sound transmission through leaks and ducts linking the rooms (e.g. ventilation ducts). The paper analyzes the influence of these factors on sound insulation in multifamily, prefabricated buildings. Laboratory and field measurement results made by ITB's Acoustic Department in the period of 1975-85 are presented.

**Keywords:** prefabricated buildings, airborne sound insulation, impact sound insulation, partition wall, ceiling, installation channels