

Paweł Tomczyk*

WPLYW PARAMETRÓW MATERIAŁOWO- -KONSTRUKCYJNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE PODŁÓG

W artykule omówiono wpływ grubości na właściwości materiałowo-konstrukcyjne materiału elastycznego oraz na właściwości akustyczne układów podłogowych. Przeanalizowano podane w PN-EN 12534-2:2002 zasady szacowania zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogę na podstawie sztywności dynamicznej. Omówiono wpływ warstwy wierzchniej oraz wpływ zastosowania izolacji przyciennej na właściwości akustyczne pływających podłóg.

1. Wprowadzenie

Przedmiotem artykułu są zagadnienia związane z kształtowaniem właściwości tłumienia dźwięków uderzeniowych przez pływające podłogi poprzez dobór parametrów materiałowo-konstrukcyjnych warstwy elastycznej. Temat ten został zapoczątkowany w artykule „Pomiar sztywności dynamicznej warstwy przeciwdrganiowej jako element oceny akustycznej podłóg pływających” opublikowanym w kwartalniku ITB [1]. W artykule tym omówiono metody pomiaru zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogę na masywnym stopie wzorcowym i sztywności dynamicznej na jednostkę powierzchni materiałów zastosowanych jako warstwa sprężysta, a także podane w PN-EN 12534-2:2002 zasady szacowania zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogę na podstawie sztywności dynamicznej. Zaprezentowano także przykładowe wyniki pomiarów zmniejszenia poziomu uderzeniowego przeprowadzonych w Laboratorium Akustycznym ITB oraz porównano je z wartościami teoretycznymi oszacowanymi na podstawie sztywności dynamicznej warstwy sprężystej. Wskazano, że zależności pomiędzy sztywnością dynamiczną na jednostkę powierzchni a wartością zmniejszenia poziomu uderzeniowego podane w PN-EN 12354-2:2002 nie są ścisłe i istnieją różnice pomiędzy wartościami rzeczywistymi a teoretycznymi, zwłaszcza w zakresie niskich częstotliwości (bliskich częstotliwości rezonansowej), a w przypadku podłóg o dużej grubości także w zakresie średnich i wysokich częstotliwości.

* mgr inż. – asystent w Zakładzie Akustyki ITB

W pracy tej wykazano, że im większa jest grubość zastosowanej warstwy elastycznej, tym bardziej są widoczne różnice pomiędzy rzeczywistą wartością zmniejszenia poziomu uderzeniowego a wartością wyznaczoną na podstawie sztywności dynamicznej (wg PN-EN 12354-2:2002) [2].

Postawiono także hipotezę, że istnieje graniczna grubość warstwy izolacyjnej. Zwiększenie grubości warstwy ponad tę wartość może prowadzić do skutku odwrotnego od zamierzonego [3].

Omówiono również zastosowanie wstępnego dociążenia płyty podłogowej, powodującego zmianę właściwości akustycznych podłogi po zdjęciu dociążenia.

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację podjętej wcześniej tematyki. Podano w nim wyniki badań i wynikające z nich wnioski dotyczące wpływu na właściwości akustyczne podłóg:

- grubości warstwy materiału elastycznego, na podstawie styropianu elastycznego, przy uwzględnieniu oceny (opartej na badaniach) rozrzutów sztywności dynamicznej danego materiału,
- rodzaju warstwy wierzchniej zastosowanej na pływającej podłodze (wpływ na właściwości akustyczne całego układu),
- nieprawidłowego wykonania izolacji przyściennej pływającej podłogi.

2. Ocena jednorodności bloku styropianowego ze względu na wpływ na właściwości akustyczne podłóg pływających

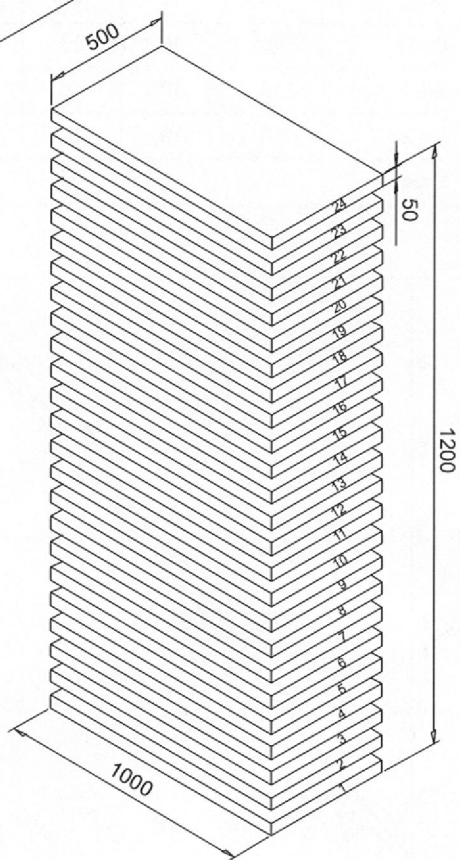
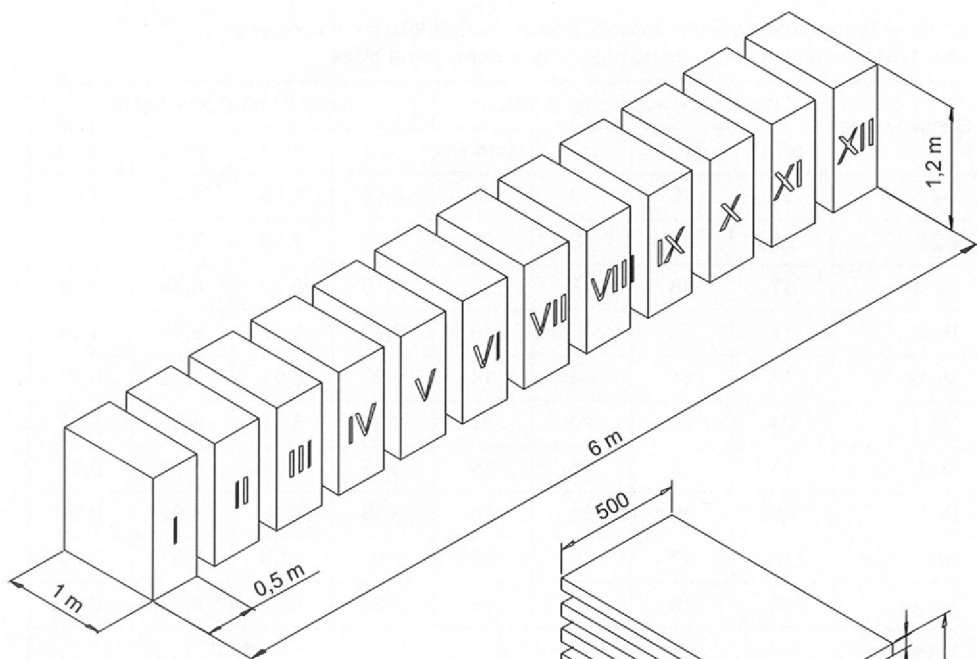
Jakość spienienia, a następnie sprasowania bloku styropianowego ma wpływ na jednorodność jego struktury.

W celu określenia jednorodności struktury przeprowadzono badania gęstości właściwej i sztywności dynamicznej na jednostkę powierzchni płyt styropianowych wyciętych z jednego bloku styropianowego [4].

Blok o wymiarach $1\text{ m} \times 1,2\text{ m} \times 6\text{ m}$ został podzielony na 288 płyt o wymiarach $1\text{ m} \times 0,5\text{ m} \times 0,05\text{ m}$ – według rysunku 1. Z tak podzielonego bloku wyznaczono po 10 płyt styropianowych pochodzących z różnych (z punktu widzenia procesu wytwarzania) miejsc bloku styropianowego. Z każdej z płyt wycięto po trzy próbki o wymiarach $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 33\text{ mm}$.

Oznakowanie próbek zawiera cyfrę rzymską od I do XII, stanowiącą numer słupka oraz – po kresce – cyfrę arabską od 1 do 24, stanowiącą numer płyty wyciętej z danego słupka (np. I-2 oznacza próbkę wyciętą z płyty 2 słupka I).

W tabeli 1 podano wyniki rozkładu jednorodności bloku styropianowego. Jak widać, obrazują one znaczne różnice pomiędzy wartością sztywności dynamicznej i gęstości objętościowej w poszczególnych miejscach w bloku. Próbki pochodzące ze skrajnych części bloku charakteryzują się niższą gęstością i wyższą wartością sztywności dynamicznej niż te pochodzące ze środkowych partii tego bloku. Różnice w sztywności dynamicznej pomiędzy wartością średnią a poszczególnymi pomiarami dochodzą nawet do 5 MN/m^3 , a gęstości do 13%.

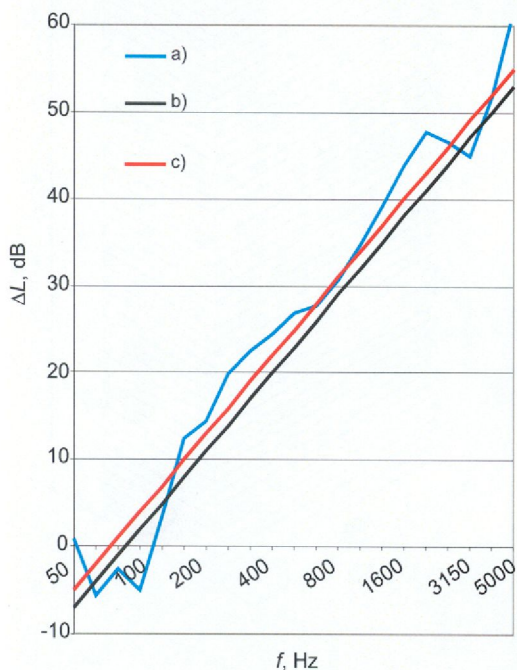


Rys 1. Schemat podziału i oznakowania bloku styropianowego poddanego badaniu jednorodności struktury:
 a – podział bloku na 12 słupków,
 b – podział słupka na 24 płyty

Fig. 1. Diagram of division and marking of polystyrene block being a subject of structure homogeneity measurement:
 a – division of block into 12 posts,
 b – division of post into 24 plates

Tablica 1. Zestawienie wyników pomiaru jednorodności bloku styropianowego
 Table 1. Measurement of results homogeneity of polystyrene block

Oznakowanie	Szywność dynamiczna s' , MN/m ³				Gęstość właściwa, kg/m ³			
	pr. 1	pr. 2	pr. 3	średnia	pr. 1	pr. 2	pr. 3	średnia
I-2	14	15	16	15	8,66	8,56	8,77	8,66
I-24	23	22	23	23	7,85	7,59	7,67	7,70
III-19	17	16	16	16	9,10	8,90	8,49	8,83
IV-8	17	16	16	16	9,19	9,17	8,77	9,04
VI-12	14	14	14	14	8,99	8,51	8,38	8,63
VII-1	21	21	20	21	8,51	8,31	8,31	8,38
IX-8	15	16	15	15	9,23	9,14	8,79	9,05
IX-17	16	16	15	16	8,86	8,78	8,91	8,85
XII-1	19	17	18	18	7,87	7,98	7,81	7,89
XII-23	18	19	20	19	7,98	8,05	8,33	8,12
Średnia	17				8,52			



Rys. 2. Charakterystyka zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez zastosowanie pływającej podłogi (zmierzona i wyznaczona na podstawie sztywności dynamicznej): a – zmierzona $\Delta L_W = 26$ dB, b – wyznaczona dla $s'_{\max} = 23$ MN/m³ – $\Delta L_W = 26$ dB, c – wyznaczona dla $s'_{\text{śred}} = 17$ MN/m³ – $\Delta L_W = 28$ dB
 Fig. 2. Characteristics of impact sound pressure level reduction by application of a floating floor (measured and determined on the basis of dynamic stiffness): a – measured $\Delta L_W = 26$ dB, b – determined for $s'_{\max} = 23$ MN/m³ – $\Delta L_W = 26$ dB, c – determined for $s'_{\text{śred}} = 17$ MN/m³ – $\Delta L_W = 28$ dB

Na rysunku 2 przedstawiono charakterystykę zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez zastosowanie pływającej podłogi wykonanej z płyt styropianowych wyciętych z tego samego bloku styropianowego, co próbki do badania jednorodności bloku. Na rysunku zamieszczono również charakterystyki zmniejszenia poziomu uderzeniowego wyznaczone na podstawie wartości sztywności dynamicznej.

Różnice pomiędzy wartością średnią sztywności dynamicznej a wynikami poszczególnych pomiarów, które miejscami dochodziły nawet do 5 MN/m^3 , w przełożeniu na wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego dają różnicę wynoszącą 2 dB. Zasadnym jest zatem zapis podany w PN-B-02151-03, zalecający przyjmowanie wartości projektowej ΔL_{WR} jako ΔL_W pomniejszonej o 2 dB.

3. Wpływ grubości warstwy przeciwdrganiowej na sztywność dynamiczną i właściwości akustyczne podłóg

Warstwa elastyczna (przeciwdrganiowa) jest podstawowym elementem układu podłogowego. Od rodzaju zastosowanej warstwy elastycznej zależą właściwości akustyczne podłogi. Na jakość akustyczną podłogi ma także wpływ grubość warstwy przeciwdrganiowej.

W celu zobrazowania wpływu grubości tej warstwy przeprowadzono pomiary sztywności dynamicznej płyt styropianowych o różnych grubościach oraz zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez zastosowanie podłogi pływającej z użyciem tych płyt jako warstwy elastycznej [5].

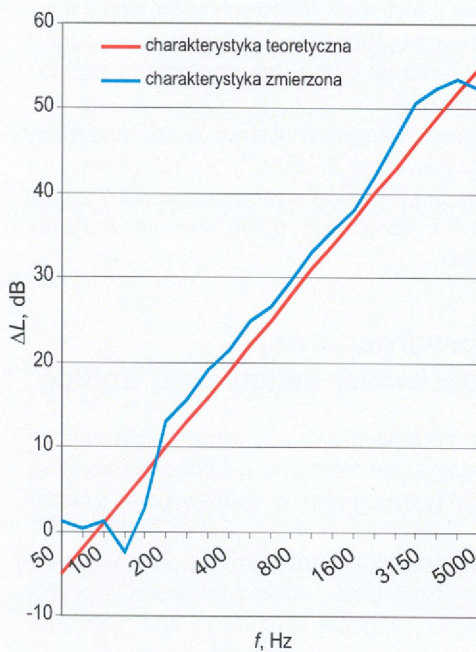
Do badań użyto płyty styropianu elastycznego. Biorąc pod uwagę możliwe rozrzuty sztywności dynamicznej tego materiału (patrz p. 2), które mogłyby zafałszować wnioski z badań, przyjęto, że w badanych podłogach pływających zastosowane zostaną płyty styropianowe o możliwie dużej jednorodności. Aby to zrealizować, jeden z producentów styropianu elastycznego uczestniczący w eksperymencie podjął się wprowadzenia zmian w technologii wytwarzania i dostarczenia do ITB materiału o poprawionej jednorodności. Powtórne badania jednego z dostarczonych bloków styropianowych – analogiczne do opisanych w p. 2 – wykazały, że maksymalne różnice między sztywnościami dynamicznymi płyt wyciętych z różnych fragmentów bloku zmniejszyły się z 5 MN/m^3 do 1 MN/m^3 .

Uznano zatem, że materiał o takiej jednorodności nadaje się do badania zależności między grubością warstwy izolacyjnej ze styropianu elastycznego a tłumieniem dźwięków uderzeniowych przez pływającą podłogę.

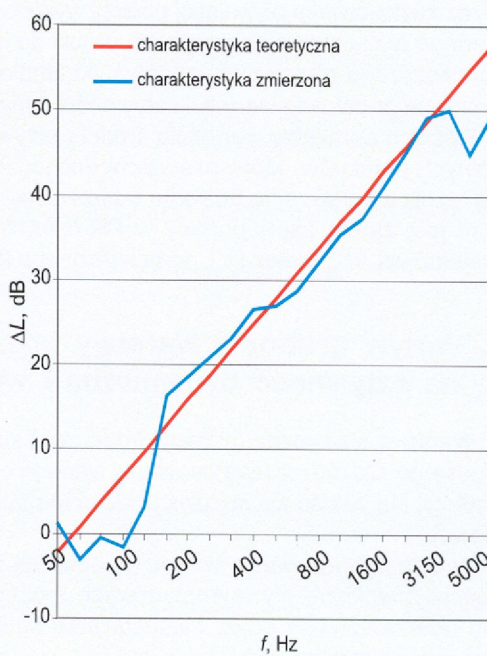
Do wykonania pływających podłóg wykorzystano płyty styropianowe różnej grubości wycięte z drugiego bloku wyprodukowanego w tym samym cyklu produkcyjnym, jak pierwszy z bloków poddany badaniom pod kątem jednorodności.

Zmniejszenie poziomu uderzeniowego przez pływającą podłogę określano zgodnie z PN-EN ISO 140-8:1999 [6] na stropie wzorcowym (żelbetowym gr. 140 mm). Warstwę dociażającą stanowiła warstwa jastrychu cementowego grubości 40 mm, wykonanego na warstwie izolacji przeciwwilgociowej (folia polietylenowa grubości 0,2 mm). Na obwodzie podłogi została zastosowana izolacja przyścienna w postaci pasków styropianowych gr. 15 mm.

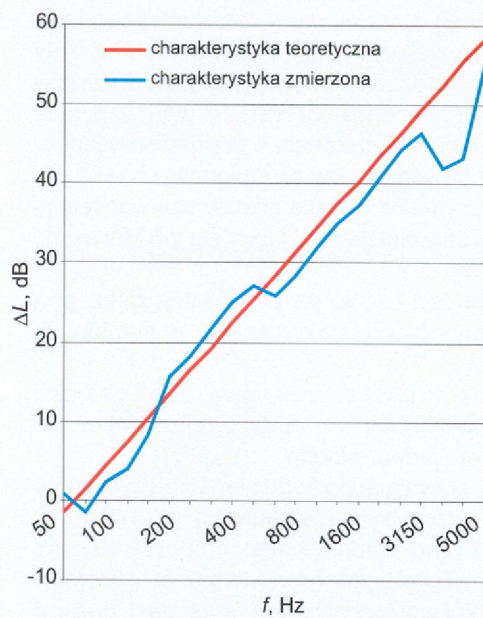
a)



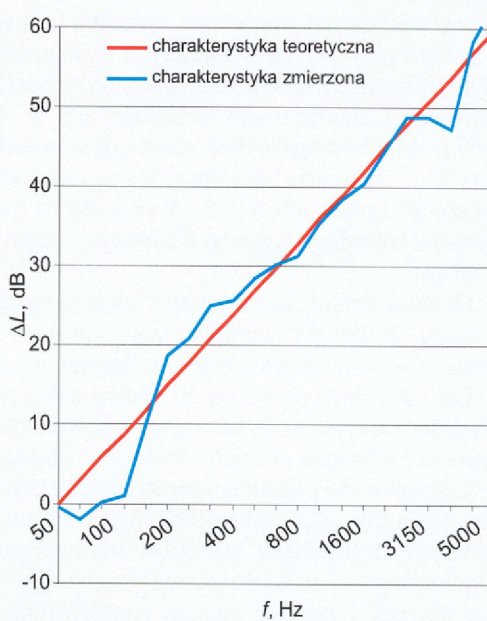
b)

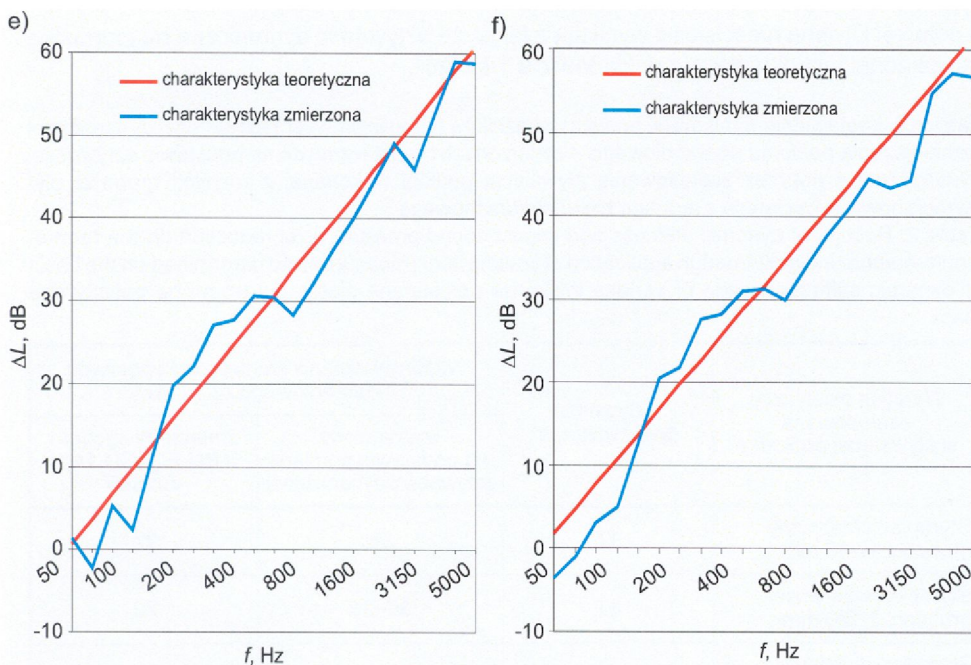


c)



d)





Rys. 3. Zmniejszenie poziomu uderzeniowego poprzez zastosowanie pływającej podłogi (zmierzone i wyznaczone na podstawie sztywności dynamicznej) wykonanej z różnych grubości płyt styropianowych wyciętych z jednego bloku styropianowego: a – 17/15 mm ($s' = 17 \text{ MN/m}^3$), b – 22/20 mm ($s' = 11 \text{ MN/m}^3$), c – 27/25 mm ($s' = 10 \text{ MN/m}^3$), d – 28/25 mm ($s' = 8 \text{ MN/m}^3$), e – 33/30 mm ($s' = 7 \text{ MN/m}^3$), f – 43/40 mm ($s' = 6 \text{ MN/m}^3$)

Fig. 3. Reduction of impact sound pressure level through application of floating floor (measured and determined on the basis of dynamic stiffness) made of various thickness polystyrene plates cut from one polystyrene block: a – 17/15 mm ($s' = 17 \text{ MN/m}^3$), b – 22/20 mm ($s' = 11 \text{ MN/m}^3$), c – 27/25 mm ($s' = 10 \text{ MN/m}^3$), d – 28/25 mm ($s' = 8 \text{ MN/m}^3$), e – 33/30 mm ($s' = 7 \text{ MN/m}^3$), f – 43/40 mm ($s' = 6 \text{ MN/m}^3$)

Na rysunku 3 przedstawiono charakterystyki (zarówno zmierzone, jak i wyznaczone na podstawie sztywności dynamicznej warstwy przeciwdrganiowej) zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez zastosowanie pływającej podłogi dotyczące sześciu grubości płyt styropianowych wyciętych z jednego bloku styropianowego.

W tabelicy 2 natomiast zestawiono wartości sztywności dynamicznej płyt styropianowych zastosowanych w podłogach pływających oraz wartości jednolicebnych wskaźników oceny zmniejszenia poziomu uderzeniowego (zmierzonych i wyznaczonych na podstawie sztywności dynamicznej). Zastosowanie płyt styropianowych z jednego bloku styropianowego (o poprawionej przez producenta jednorodności materiału) pozwala przyjąć, że ewentualny wpływ jakości styropianu na otrzymane wyniki jest pomijalny.

Jak wynika z obu zestawień, wartość sztywności dynamicznej jest odwrotnie proporcjonalna do grubości styropianu i wraz z dwukrotnym wzrostem grubości zmniejsza się

o połowę. Drobne nieścisłości wynikają z faktu, że sztywność dynamiczna na jednostkę powierzchni jest określana z dokładnością 1 MN/m^3 .

Tablica 2. Zestawienie wyników (w postaci wskaźników jednoliczbowych) sztywności dynamicznej i zmniejszenia poziomu uderzeniowego – zmierzonych i wyznaczonych na podstawie sztywności dynamicznej – poprzez zastosowanie pływającej podłogi wykonanej z różnych grubości płyt styropianowych wyciętych z jednego bloku styropianowego

Table 2. Results of dynamic stiffness and impact sound pressure level reduction (in the form of single-number indices) through application of floating floor (measured and determined on the basis of dynamic stiffness) made of various thickness polystyrene plates cut from one polystyrene block

Warstwa elastyczna zastosowana w pływającej podłodze	Sztywność dynamiczna, s'	Ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_W , dB	
		wyznaczony na podstawie pomiaru sztywności dynamicznej	zmierzony zgodnie z PN-EN ISO 140-8:1999
Styropian elastyczny grubości 17/15 mm	17	28	27
Styropian elastyczny grubości 22/20 mm	11	30–31	29
Styropian elastyczny grubości 27/25 mm	10	31–32	31
Styropian elastyczny grubości 33/30 mm	8	32–33	32
Styropian elastyczny grubości 38/35 mm	7	33–34	34
Styropian elastyczny grubości 43/40 mm	6	34–35	35

Istnieją pewne rozbieżności pomiędzy rzeczywistą wartością zmniejszenia poziomu uderzeniowego a wartością wyznaczoną na podstawie sztywności dynamicznej. Różnice te są bardziej widoczne w zakresie niskich częstotliwości (bliskich częstotliwości rezonansowej). Zaobserwować można również wyraźne obniżenie wartości ΔL w zakresie wysokich częstotliwości (a więc nie w otoczeniu częstotliwości rezonansowej) w stosunku do wartości oszacowanej na podstawie pomiaru sztywności dynamicznej. Różnice te są bardziej widoczne w przypadku pływającej podłogi wykonanej z zastosowaniem grubszych płyt styropianowych. Spowodowane jest to tym, że przy dużych grubościach model rzeczywisty odbiega od modelu matematycznego masa-sprężyna-masa (omówionego w artykule [1]), dla którego wyznaczono tę zależność.

Należy jednak zauważyć, że istnieje dość duża zbieżność pomiędzy jednoliczbowymi wskaźnikami oceny ΔL_W wyznaczonymi na podstawie pomiaru sztywności dynamicznej a otrzymanymi w wyniku pomiaru zmniejszenia poziomu uderzeniowego (dla pływającej podłogi).

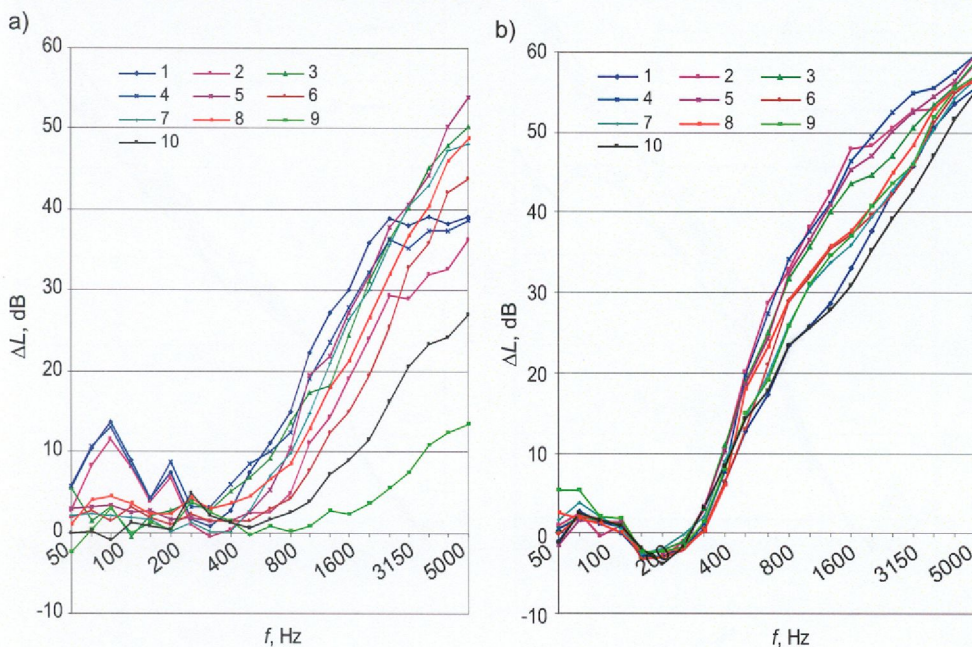
O ile w zakresie niskich częstotliwości (okołorezonansowych), a także i w zakresie częstotliwości wysokich (zwłaszcza w przypadku większych grubości) rzeczywista charakterystyka ulega znacznemu obniżeniu, o tyle w zakresie częstotliwości średnich jest ona nieznacznie podniesiona w stosunku do charakterystyki teoretycznej, wyznaczonej na podstawie sztywności dynamicznej.

Należy zatem przypuszczać, że w przypadku podłóg pływających ze styropianem jako warstwą elastyczną zależność podana w PN-EN 12354-2:2002, zwłaszcza przy wskaźnikach jednoliczbowych, jest słuszna.

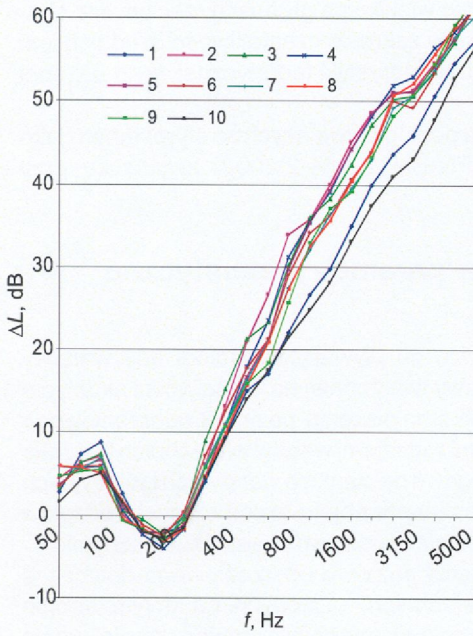
4. Wpływ warstwy wierzchniej na parametry akustyczne podłogi

Wyniki badań omówione w p. 3 odnoszą się do pływającej podłogi bez warstwy wierzchniej. W celu zilustrowania wpływu warstwy wierzchniej na właściwości akustyczne podłóg wykonano serię badań dotyczących zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez zastosowanie pływającej podłogi z różnymi rodzajami warstw wierzchnich [5]. Jako warstwy wierzchnie zastosowano panele podłogowe na cienkich warstwach izolacyjnych oraz płytki ceramiczne klejone do podłoża. Pomiarami objęto sześć różnych rodzajów pływających podłóg, charakteryzujących się różnymi właściwościami akustycznymi.

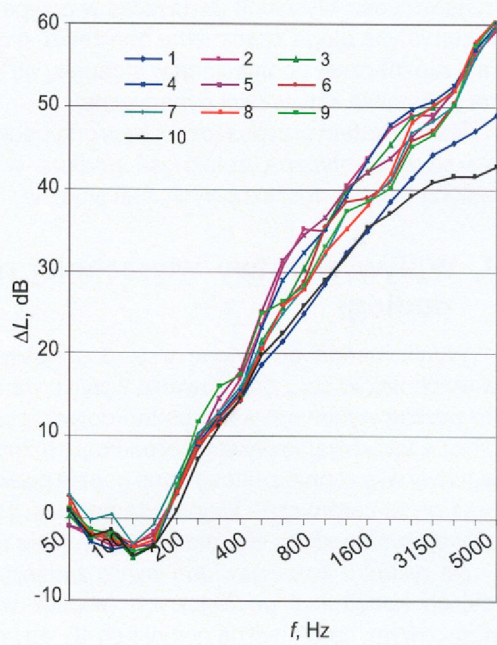
Na rysunku 4a zestawiono wyniki zmniejszenia poziomu uderzeniowego dotyczące lekkich konstrukcji podłogowych (warstw wierzchnich) ułożonych na gołym stopniu wzorcowym, natomiast na rysunkach 4b–4g przedstawiono wyniki pomiaru zmniejszenia poziomu uderzeniowego stropu wzorcowego w wyniku zastosowania na nim różnych pływających podłóg z każdą z nawierzchni.



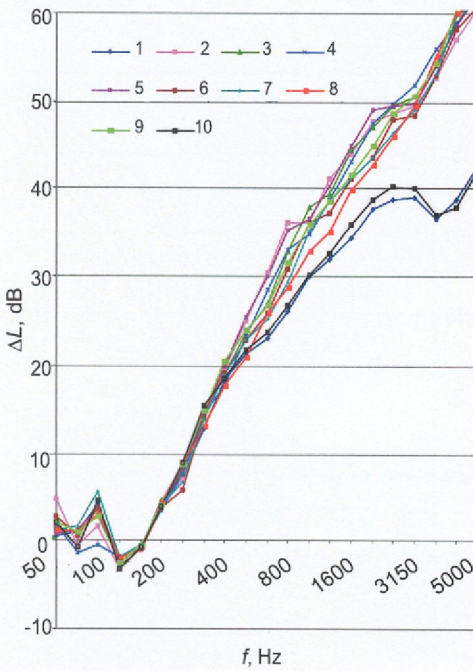
c)



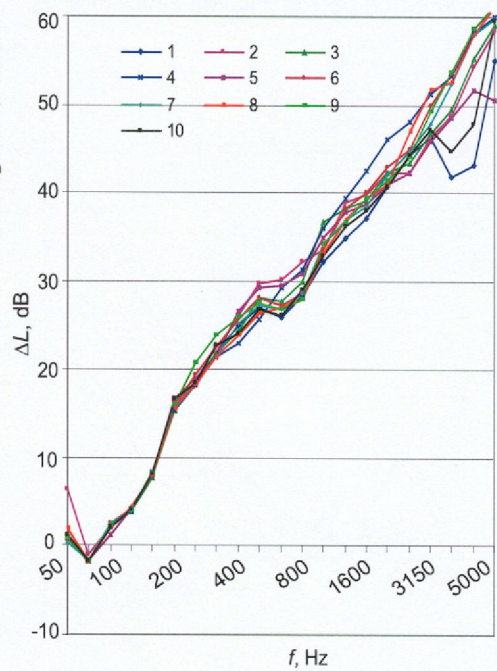
d)

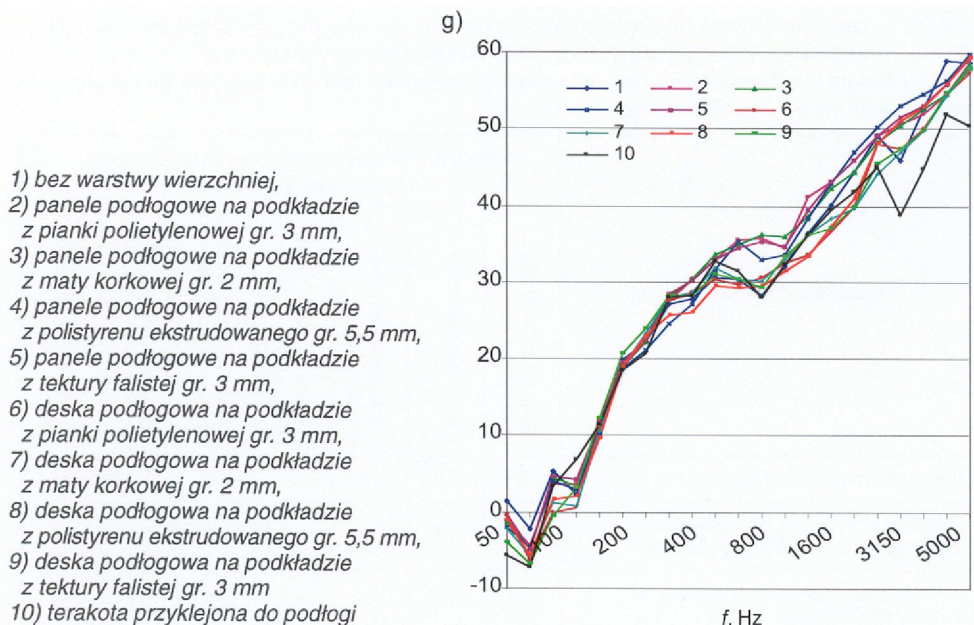


e)



f)





Rys. 4. Zestawienie wyników pomiaru zmniejszenia poziomu uderzeniowego poprzez zastosowanie pływającej podłogi z różnymi wariantami warstw wierzchnich: a – goły strop wzorcowy z warstwami wierzchnimi, b – podłoga wykonana z pianki polietylenowej gr. 5 mm, c – podłoga wykonana z pianki polietylenowej gr. 10 mm, d – podłoga wykonana z pianek polietylenowych gr. 5 + 5 mm, e – podłoga wykonana z pianek polietylenowych gr. 10 + 5 mm, f – podłoga wykonana ze styropianu elastycznego gr. 27/25 mm, g – podłoga wykonana ze styropianu elastycznego gr. 38/35 mm

Fig. 4. Measurement results of impact sound pressure level reduction through application of made of floating floor various types of surface layers: a – bare standard floor with surface layers, b – floor made of 5 mm thick polyethylene foam, c – floor made of 10 mm thick polyethylene foam, d – floor made of 5 + 5 mm thick polyethylene foams, e – floor made of 10 + 5 mm thick polyethylene foams, f – floor made of 27/25 thick elastic polystyrene, g – floor made of 38/35 mm thick elastic polystyrene

Zestawienie wyników zmniejszenia poziomu uderzeniowego w postaci wskaźników jednoliczbowych dla układów podłogowych z różnymi rodzajami warstwy wierzchniej przedstawiono w tabelicy 3.

W przypadku zastosowania jako warstwy wierzchniej płytek ceramicznych charakterystyka jest niemal identyczna, jak dla układu bez warstwy wierzchniej. Natomiast dla układów z nawierzchnią w postaci lekkiej konstrukcji podłogowej istnieje nieznaczna poprawa charakterystyki w zakresie wysokich częstotliwości. Różnice te jednakże nie mają wpływu na jednoliczbowy wskaźnik oceny ΔL_{WV} . Różnice pomiędzy wskaźnikami jednoliczbowymi w poszczególnych wynikach dotyczących danej podłogi pływającej są w zakresie błędu pomiaru. Potwierdza się zatem fakt, że w przypadku warstw wierzchnich o porównywalnych bądź gorszych parametrach akustycznych niż sama pływająca podłoga zastosowanie dodatkowej warstwy nie powoduje poprawy właściwości akustycznych układu strop-podłoga.

Tablica 3. Zestawienie wskaźników jednoliczbowych zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_W , dB, wybranych układów podłogowych z różnymi rodzajami warstwy wierzchniej
 Table 3. Single-number indexes of impact sound pressure level reduction ΔL_W , dB, for chosen floor systems with various types of surface layers

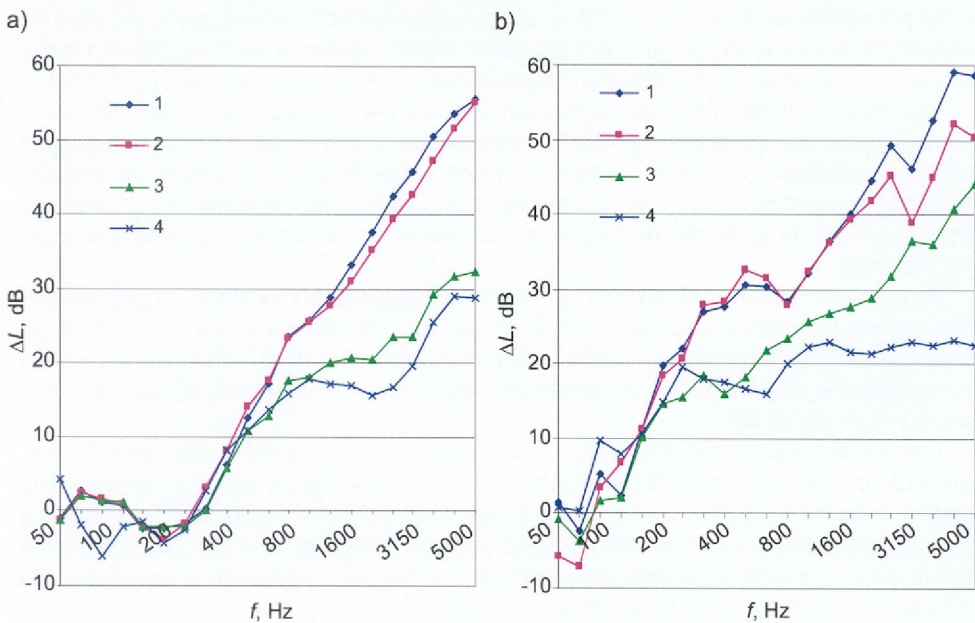
Rodzaj warstwy wierzchniej	Rodzaj warstwy elastycznej zastosowanej w pływającej podłodze						
	strop wzorcowy bez podłogi	mata polietylenowa gr. 5 mm	mata polietylenowa gr. 10 mm	2 warstwy maty polietylenowej (2 + 5 mm)	2 warstwy maty polietylenowej (10+ 5 mm)	styropian elastyczny 27/25	styropian elastyczny 38/35
Bez warstwy wierzchniej	0	17	18	21	22	31	34
Panele podłogowe na podkładzie z pianki polietylenowej gr. 3 mm	20	17	18	22	21	31	34
Panele podłogowe na podkładzie z maty korkowej gr. 2 mm	16	18	19	21	22	31	34
Panele podłogowe na podkładzie z polistyrenu ekstrudowanego gr. 5,5 mm	18	17	17	21	22	31	33
Panele podłogowe na podkładzie z tektury falistej gr. 3 mm	21	18	18	21	22	32	34
Deska podłogowa trójwarstwowa na podkładzie z pianki polietylenowej gr. 3 mm	17	16	19	21	21	32	33
Deska podłogowa trójwarstwowa na podkładzie z maty korkowej gr. 2 mm	15	17	18	22	22	31	33
Deska podłogowa trójwarstwowa na podkładzie z polistyrenu ekstrudowanego gr. 5,5 mm	16	17	17	21	22	31	33
Deska podłogowa trójwarstwowa na podkładzie z tektury falistej gr. 3 mm	18	17	18	22	22	32	35
Płytki ceramiczne przyklejone do podłogi	6	17	18	20	22	32	33

Wszystkie wyniki badań przedstawione na rysunku 4 oraz w tablicy 3 dotyczą przypadku, gdy warstwa izolacji przyściennej pływającej podłogi jest zachowana również na poziomie wierzchniej warstwy podłogowej. Fakt ten ma znaczenie przy dobieraniu odpowiedniej podłogi do konkretnego rozwiązania stropu. Należy pamiętać o tym, że przekazany do użytkownika lokal powinien mieć stropy z odpowiednio dobraną podłogą pływającą, tak aby były spełnione wymagania normowe.

5. Wpływ zastosowania izolacji przyściennej na parametry akustyczne podłogi

Jak podano w poprzednim punkcie, warstwa wierzchnia nie powinna pogarszać parametrów akustycznych podłogi. Doświadczenie realizacyjne w budynkach wykazuje, że w wielu przypadkach izolacja przyścienna pływającej podłogi nie jest wykonywana prawidłowo. Aby określić, jaki to ma wpływ na parametry akustyczne stropu, przeprowadzono cykl badań w warunkach laboratoryjnych, obejmujący dwa rodzaje pływających podłóg (o możliwie różnych wartościach ΔL_W) bez nawierzchni i z nawierzchnią w postaci płytek ceramicznych. Pomiary wykonano dla podłóg z właściwie wykonaną izolacją przyścienną oraz w sytuacji, gdy warstwa przyścienna została przerwana na długości około 0,5 m.

Zestawienie wpływu izolacji przyściennej na zmniejszenie poziomu uderzeniowego (pełne charakterystyki) przedstawiono na rysunku 5. Natomiast zestawienie w postaci wskaźników jednoliczbowych podano w tablicy 4.



1) pływająca podłoga z warstwą izolacji przyściennej bez warstwy wierzchniej, 2) pływająca podłoga z warstwą izolacji przyściennej z zastosowaniem warstwy wierzchniej w postaci terakoty, 3) pływająca podłoga z przerwaną izolacją przyścienną (połączenie na długości około 0,5 m) bez warstwy wierzchniej, 4) pływająca podłoga z przerwaną izolacją przyścienną z zastosowaniem warstwy wierzchniej w postaci terakoty

Rys. 5. Wpływ zastosowania izolacji przyściennej. Zestawienie wyników pomiaru zmniejszenia poziomu uderzeniowego poprzez zastosowanie podłogi pływającej z warstwą elastyczną w postaci: a – pianki polietylenowej gr. 5 mm, b – styropianu elastycznego 38/35 mm

Fig. 5. Influence of application of wall insulation. Measurement results of impact sound pressure level reduction through application of floating floor with elastic layer in the form of: a – 5 mm thick polyethylene foam, b – 38/35 mm thick elastic polystyrene

Tablica 4. Zestawienie wskaźników jednoliczbowych zmniejszenia poziomu uderzeniowego dla wybranych układów podłogowych z różnymi rodzajami warstwy wierzchniej

Tablica 4. Single-number indexes of impact sound pressure level reduction for chosen floor systems with various types of surface layers

Rodzaj podłogi		mata polietylenowa gr. 5 mm	styropian elastyczny 38/35 mm
Pływająca podłoga bez warstwy wierzchniej	z pełną izolacją przyścienną	17	34
	z przerwana izolacją przyścienną	16	27
Pływająca podłoga z warstwą wierzchnią w postaci terakoty	z pełną izolacją przyścienną	17	33
	z przerwana izolacją przyścienną	14	22

W przypadku podłogi o stosunkowo niskich parametrach akustycznych przerwanie izolacji przyściennej i połączenie ze ścianami bocznymi spowodowało spadek charakterystyki w zakresie średnich i wysokich częstotliwości, a tym samym spadek ΔL_W o 1 dB.

Przy zastosowaniu płytek ceramicznych jako warstwy wierzchniej następuje dalszy spadek w zakresie średnich i wysokich częstotliwości, jednakże spadek zauważalny jest także w zakresie częstotliwości niskich, które mają decydujący wpływ na wartość ważonego wskaźnika ΔL_W . W przypadku takiej konstrukcji wartość ΔL_W obniżona została o 3 dB w stosunku do identycznej konstrukcji z właściwie wykonaną izolacją przyścienną.

Pogorszenie właściwości akustycznych jest znacznie większe w przypadku podłogi o bardzo dobrych parametrach akustycznych. Podłoga, która charakteryzuje się $\Delta L_W = 34$ dB, po przerwaniu izolacji przyściennej obniża swoje właściwości do 27 dB, a w przypadku nawierzchni w postaci płytek ceramicznych klejonych do podłoża użytej jako warstwa wierzchnia – do 22 dB.

Ten wynik badania laboratoryjnego potwierdzają także wyniki badań terenowych. Stwierdzono szereg przypadków, w których strop z pływającą podłogą (o stosunkowo małym wskaźniku ΔL_W) i nawierzchni z płytek ceramicznych wykazywał przebieg $L(f)$ charakterystyczny dla płyt stropowych bez podłogi. Świadczy to o tym, że połączenie płytek ceramicznych ze ścianą spowodowało praktycznie całkowite wyeliminowanie tłumienia dźwięków uderzeniowych przez pływającą podłogę.

6. Uwagi końcowe

- Wraz ze wzrostem grubości materiału elastycznego zmniejsza się wartość sztywności dynamicznej. Zależność ta jest odwrotnie proporcjonalna, co oznacza, że dwukrotnemu zwiększeniu grubości odpowiada zmniejszenie o połowę wartości sztywności dynamicznej.

- Zależności pomiędzy sztywnością dynamiczną na jednostkę powierzchni a wartością zmniejszenia poziomu uderzeniowego podane w PN-EN 12354-2:2002 są prawdziwe dla układów z warstwą elastyczną wykonaną z jednorodnego styropianu elastycznego.

- Zastosowanie niejednorodnego materiału jako elementu przeciwdrganiowego w pływających podłogach powoduje, że właściwości akustyczne podłogi są znacznie gorsze i odpowiadają wartościom szacowanym na podstawie właściwości materiałowo-konstrukcyjnych najbliższego elementu.

- W przypadku układów stropu z podłogą zastosowanie dodatkowego układu lekkiej konstrukcji podłogowej lub wykładziny jako warstwy wierzchniej (o podobnych lub niższych parametrach), wykonanej zgodnie ze sztuką budowlaną, nie powoduje zmiany właściwości akustycznej.

- Niewłaściwe wykonanie warstwy wierzchniej (przerwanie ciągłości izolacji przyciennej) powoduje znaczne obniżenie właściwości akustycznych pływającej podłogi, a co za tym idzie, obniżenie właściwości całego układu strop-podłoga.

Bibliografia

- [1] Tomczyk P.: Pomiar sztywności dynamicznej warstwy przeciwdrganiowej jako element oceny akustycznej podłóg pływających. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 4(136), 2005
- [2] PN EN 12354-2 Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynku na podstawie właściwości elementów. Część 1: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami
- [3] Tomczyk P.: Badanie zależności pomiędzy parametrami materiałowo-konstrukcyjnymi a właściwościami akustycznymi podłóg. Temat badawczy ITB nr NA-52, sprawozdanie z prac realizowanych w 2004 r., maszynopis, biblioteka ITB
- [4] Tomczyk P.: Wpływ parametrów materiałowo-konstrukcyjnych podłóg na ich właściwości akustyczne. Temat badawczy ITB nr NA-52, sprawozdanie z prac realizowanych w 2005 r., maszynopis, biblioteka ITB
- [5] Tomczyk P.: Wpływ parametrów materiałowo-konstrukcyjnych podłóg na ich właściwości akustyczne. Temat badawczy ITB nr NA-52, sprawozdanie z prac realizowanych w 2006 r., maszynopis, biblioteka ITB
- [6] PN-EN ISO 140-8: 1998 Akustyka. Pomiary izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Pomiary laboratoryjne tłumienia dźwięków uderzeniowych przez podłogi na masywnym stropie wzorcowym

INFLUENCE OF MATERIAL AND STRUCTURAL PARAMETERS ON ACOUSTIC PROPERTIES

Summary

In this paper the influence of thickness on material and structural properties of elastic material as well as on the acoustic properties of floor systems are discussed. Principles, given in PN-EN 12534-2:2002 standard for estimation of reduction of impact sound pressure level by floor based on dynamic stiffness are discussed. Influence of surface layer and influence of application of wall insulation on acoustic properties of floating floors are presented.

Praca wpłynęła do Redakcji 24 IX 2007