

LABORATORYJNE BADANIA TŁUMIENIA DŹWIĘKÓW UDERZENIOWYCH PRZEZ PODŁOGI PŁYWAJĄCE Z POJEDYNCZĄ ORAZ PODWÓJNĄ WARSTWĄ SPRĘŻYSTĄ

Leszek DULAK^{*}, Michał MARCHACZ^{**}, Rafał ŻUCHOWSKI^{***}

^{*} Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice,

e-mails: leszek.dulak@polsl.pl; michal.marchacz@polsl.pl; rafal.zuchowski@polsl.pl

Streszczenie: W pracy podjęto próbę określenia możliwości poprawy właściwości dźwiękoizolacyjnych podłóg pływających z warstwą sprężystą w postaci polistyrenu ekspandowanego elastyfikowanego pochodzącego z recyklingu.

Słowa kluczowe: wskaźnik ΔL_w , izolacyjność od dźwięków uderzeniowych, znormalizowany poziom uderzeniowy, materiały z recyklingu.

1. WPROWADZENIE

Układ warstw w podłodze pływającej zmodyfikowany został poprzez dodatek materiału pochodzącego z recyklingu. Badania z przyczyn ekonomicznych przeprowadzone zostały na masowym stropie wzorcowym, jednak dla próbek badawczych o mniejszej powierzchni niż zalecane przez obowiązujące procedury normowe, zawarte między innymi w PN-EN ISO 10140-3:2011 [1]. W pracy uwzględniono wnioski płynące z realizacji tematu badawczego przeprowadzonego w roku 2013 [3], które wskazują, że nie jest możliwa ilościowa ocena parametrów dźwiękoizolacyjnych podłóg pływających na podstawie badań przeprowadzonych na próbkach o zdecydowanie mniejszej powierzchni od wymaganych normą jako minimum 10 m². Uzyskane wyniki porównane zostały z wynikami uzyskanymi dla podłóg bez dodatku materiału pochodzącego z recyklingu. Potrzebę poszukiwania rozwiązań o wyższej skuteczności wymusza rynek budowlany. Doświadczenia ostatnich lat wskazują na Nieradujące parametry stropów z podłogami pływającymi wykonanymi z wykorzystaniem polistyrenu elastyfikowanego. Dodatkowo poszukiwanie nowych zastosowań dla

materiałów pochodzących z recyklingu wpisuje się w szeroko rozumianą politykę rozwoju zrównoważonego.

2. METODYKA POMIARÓW

W celu realizacji zadania badawczego polegającego na porównaniu wyników zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez podłogi pływające bez modyfikacji (nazwane bazowymi) z wynikami uzyskanymi na próbkach o zmodyfikowanej budowie, zastosowano poniżej przedstawioną procedurę badawczą. Badania izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych przeprowadzono w sprzężonych komorach pogłosowych Laboratorium Akustycznego Katedry Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej. Komory rozdzielone są stropem znormalizowanym żelbetowym o gr. 14 cm. Celem wyznaczenia parametrów akustycznych charakteryzujących izolacyjność od dźwięków uderzeniowych podłogi pływającej, próbka ułożona została na stropie wzorcowym w komorze nadawczej. Próbkę miały wymiary 100 × 100 cm, za wyjątkiem próbki nr 3, która miała wymiary 134 × 103,5 cm. Powierzchnia badanych podłóg wynosiła odpowiednio 1,00 m² i 1,39 m². Pomiaru poziomu uderzeniowego wykonano dla 4 różnych pozycji stukacza. Każdej pozycji stukacza odpowiadały 4 pozycje ustawienia mikrofonu w komorze odbiorczej. Na rys. 1 pokazano fotografię próbki podłogi pływającej ułożoną w komorze nadawczej. W oparciu o przeprowadzone pomiary laboratoryjne wyznaczono następujące parametry podłóg pływających:

- charakterystykę znormalizowanego poziomu uderzeniowego w funkcji częstotliwości L_{n0} - pomiary

wykonane w pasmach tercjowych w poszerzonym zakresie częstotliwości 50÷5000 Hz,

- jednoczłonowy ważony wskaźnik znormalizowanego poziomu uderzeniowego $L_{n0,w}$,
- widmowy wskaźnik adaptacyjny dla poziomu uderzeniowego $C_{1,0}$.

Dla znormalizowanego masywnego stropu z podłogą pływającą wyznaczono:

- charakterystykę znormalizowanego poziomu uderzeniowego w funkcji częstotliwości L_n - pomiary wykonane w pasmach tercjowych, w poszerzonym zakresie częstotliwości 50÷5000 Hz,
- jednoczłonowy ważony wskaźnik znormalizowanego poziomu uderzeniowego $L_{n,w}$,
- widmowy wskaźnik adaptacyjny dla poziomu uderzeniowego C_1 ,
- charakterystykę zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL - pomiary wykonane w pasmach tercjowych, w poszerzonym zakresie częstotliwości 50÷5000 Hz,
- jednoczłonowy wskaźnik ważony zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_w ,
- widmowy wskaźnik adaptacyjny dla poziomu uderzeniowego $C_{1\Delta}$.

Znormalizowany poziom uderzeniowy L_{n0} wyznaczono dla stropu znormalizowanego bez podłogi a następnie dla każdej z próbek wyznaczono kolejno znormalizowany poziom uderzeniowy L_n .

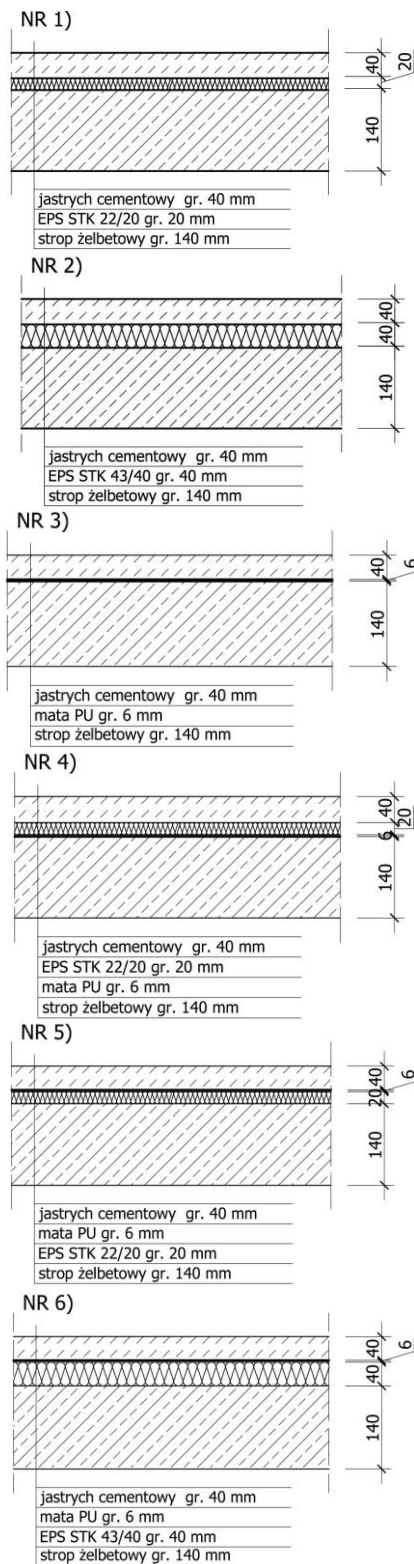


Rys.1. Fotografia przykładowej zmodyfikowanej podłogi pływającej (próbka nr 4). Na fotografii widoczny stukacz młotkowy.

Fig. 1. Image of exemplary modified floor covering (sample No. 4). The image shows the tapping machine.

3. CHARAKTERYSTYKA BADANYCH PRÓBEK

Na rys. 2 przedstawiono widok próbek podłóg poddanych badaniom zmniejszenia poziomu uderzeniowego.



Rys.2. Próbkę 1÷6 poddane badaniom zmniejszenia poziomu uderzeniowego.

Fig. 2. Samples 1÷6 of the floor subjected to the tests on of the impact sound reduction.

Badania tłumienia dźwięków uderzeniowych przez podłogi pływające zrealizowano dla 3 próbek podłóg pływających bazowych wykonanych w oparciu o elastyfikowane płyty styropianowe STK EPS T o grubości 43/40 mm i 22/20mm oraz polistyren pochodzący z recyklingu. Następnie wykonano badania dla podłóg stanowiących modyfikację podłóg bazowych polegającą na uzupełnieniu układu podłogowego na bazie styropianu o dodatkową warstwę materiału wibroizolacyjnego gr. 6 mm w postaci maty poliuretanowej wyprodukowanej z materiałów pochodzących z recyklingu (mata PU). Numery próbek oraz rodzaj materiału sprężystego zestawiono w tabelcy 1.

Tabela 1. Zestawienie próbek poddanych badaniom izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych.

Table 1. Summary of samples subjected to tests on reduction of transmitted impact noise.

Nr próbki	Rodzaj jastrychu	Rodzaj styropianu	wymiary próbki, cm
1	cementowy	STK EPS T 22/20	100 × 100
2	cementowy	STK EPS T 43/40	100 × 100
3	cementowy	mata PU gr. 6 mm	134 × 104
4	cementowy	mata PU + STK EPS T 22/20	100 × 100
5	cementowy	STK EPS T 22/20 + MATA PU	100 × 100
6	cementowy	STK EPS T 43/40 + MATA PU	100 × 100

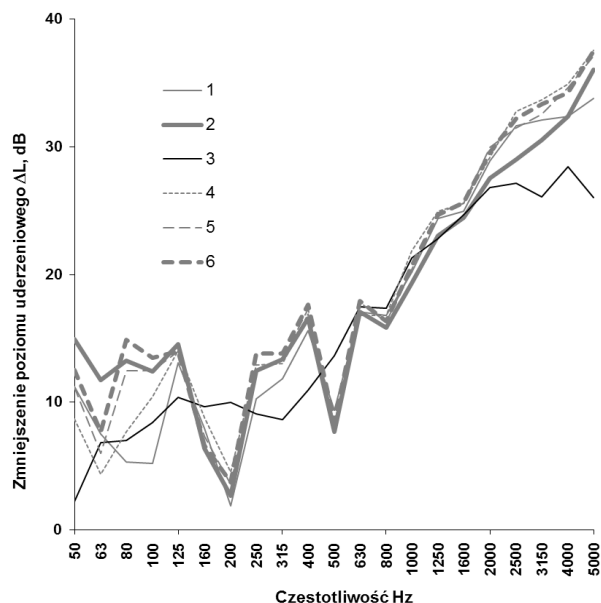
4. WYNIKI

W wyniku przeprowadzonych badań wyznaczono parametry akustyczne charakteryzujące tłumienie dźwięków uderzeniowych przez podłogi na masywnym stopie wzorcowym.

Tabela 2. Wyniki badań zmniejszenia poziomu uderzeniowego.
Table 2. The results of reduction of transmitted impact noise.

Rodzaj ekranu	Wskaźniki oceny właściwości akustycznych przebadanych podłóg pływających oraz stopu znormalizowanego				
	ΔL_w , dB	$C_{I\Delta}$, dB	$C_{I,r}$, dB	$L_{n0,w}$, dB	$C_{I,0}$, dB
stop wzorcowy				77	-12
1	23	-11	0	-	-
2	22	-10	0	-	-
3	22	-8	-3		
4	24	-11	0	-	-
5	23	-10	0	-	-
6	24	-11	0		

Pomiary wykonano dla pasm 1/3 oktawowych w zakresie 50÷5000 Hz. Wskaźniki oceny właściwości akustycznych przebadanych podłóg pływających oraz stopu znormalizowanego wyznaczono dla zakresu 100÷3150 Hz. Wyniki w postaci obliczonych wskaźników przedstawiono w tabelcy 2. Na rys. 3 pokazano zmniejszenie poziomu uderzeniowego w funkcji częstotliwości, uzyskane poprzez zastosowanie kolejnych próbek podłóg pływających na stopie wzorcowym.



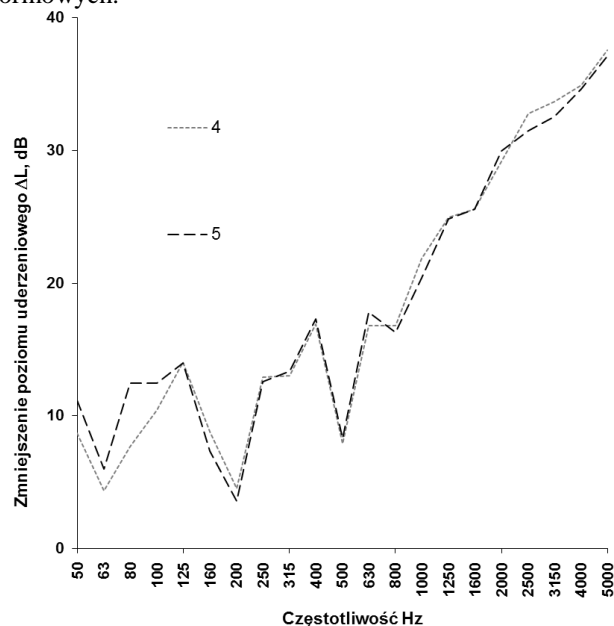
Rys.3. Charakterystyka zmniejszenia poziomu uderzeniowego dla kolejnych próbek podłóg pływających na stopie wzorcowym wykonane w oparciu o materiał: 1) STK EPS T o grubości 22/20 mm, 2) STK EPS T o grubości 22/20 mm, 3) MATA PU gr. 6 mm, 4) mata PU + STK EPS T 22/20, 5) STK EPS T 22/20 + mata PU, 6) STK EPS T 43/40 + mata PU.

Fig. 3. Characteristics of the reduction of transmitted impact noise for subsequent samples of floor coverings made with the use of elastic material: 1) STK EPS T 22/20 mm, 2) STK EPS T 22/20 mm, 3) mat PU 6 mm, 4) mat PU + STK EPS T 22/20, 5) STK EPS T 22/20 + mat PU, 6) STK EPS T 43/40 + mat PU.

5. PODSUMOWANIE

Wartości jednolitego ważonego wskaźnika zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_w uzyskane dla wszystkich podłóg bazowych nr 1 ÷ nr 3 wyniosły 22 i 23 dB. Poprzez modyfikację matą poliuretanową podłóg bazowych nr 1 i nr 2 opartych na styropianie elastyfikowanym uzyskano nieznaczny wzrost jednolitego ważonego wskaźnika zmniejszenia poziomu uderzeniowego ΔL_w do wartości odpowiednio 23 i 24 dB. W świetle wyników badań przeprowadzonych w ramach BK2013 [3] otrzymana zmiana wartości wskaźnika ΔL_w nie może być traktowana jako rzeczywisty wynik mówiący

o zmniejszeniu poziomu uderzeniowego znormalizowanego. Analizując charakterystykę zmniejszenia poziomu uderzeniowego w funkcji częstotliwości dla przebadanych próbek wpływ modyfikacji należy uznać za niesatysfakcjonujący z punktu widzenia oczekiwanych rezultatów. W celu uogólnienia wniosków na szerszą grupę podłóg pływających na bazie styropianów elastyfikowanych modyfikowanych poprzez wprowadzenie dodatkowych warstw wibroizolacyjnych należałoby przeprowadzić podobne badania w szerszym zakresie na próbkach normowych.



Rys.4. Charakterystyka zmniejszenia poziomu uderzeniowego dla kolejnych próbek podłóg pływających na stopie wzorcowym wykonane w oparciu o materiał: 4) MATA PU + STK EPS T 22/20, 5) STK EPS T 22/20 + MATA PU.

Fig. 4. Characteristics of the reduction of transmitted impact noise for subsequent samples of floor coverings made with the use of elastic material: 4) MATA PU + STK EPS T 22/20, 5) STK EPS T 22/20 + MATA PU.

Na rys. 4 dodatkowo przedstawiono porównanie wyników badań dla próbki nr 4 i 5, czyli dla podłogi na bazie styropianu STK EPS T o grubości 22/20 mm i polistyrenu MATA PU pochodzącego z recyklingu. Próbki różniły się jedynie kolejnością ułożenia warstw. Należy stwierdzić, że jedynie dla niskich częstotliwości (50÷100 Hz) odnotowano niewielkie różnice pomiędzy tymi rozwiązaniami. Potwierdza to wnioski płynące z metod teoretycznych dotyczących szacowania wypadkowej sztywności dynamicznej dla dwóch lub więcej warstw sprężystych [2], które nie uwzględniają kolejności ułożenia warstw wibroizolacji w podłodze, co wskazuje na brak wpływu między kolejnością ułożenia warstw a skutecznością rozwiązania. Na podstawie analizy charakterystyki

zmniejszenia poziomu uderzeniowego w funkcji częstości dla przebadanych próbek o zredukowanej powierzchni stwierdzono, że występujące dla częstotliwości 200 i 500 Hz bardzo wyraźne obniżenie skuteczności podłogi związane jest właśnie z ograniczeniem wymiarów próbek badawczych [3]. Jedynie dla próbki nr 3, której wymiary wynosiły 134 x 104 cm nie zaobserwowano zmniejszenia skuteczności dla wspomnianych wyżej częstotliwości. Wskazuje to na możliwość poszukiwania takich wymiarów próbki, dla których pomimo redukcji powierzchni wyniki badań byłyby zbliżone do wyników dla próbek normowych. Artykuł opracowano na podstawie wyników badań zrealizowanych w ramach pracy badawczej zrealizowanej na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej BK-239/RB-3/2014 Analiza wpływu wybranych parametrów fizycznych tradycyjnych i nowoczesnych przegród budowlanych na eksploatację wybranych rodzajów budynków.

LABORATORY MEASUREMENTS OF THE REDUCTION OF TRANSMITTED IMPACT NOISE BY MODIFIED FLOOR COVERING WITH SINGLE OR DOUBLE RESILIENT LAYER

Summary: The paper attempts to identify the possibilities to improve the sound insulation properties by floor coverings with an elastic layer in the form of elasticised expanded polystyrene from recycling.

Literatura

- [1] PN-EN ISO 10140-3:2011 Akustyka -- Pomiar laboratoryjny izolacyjności akustycznej elementów budowlanych -- Część 3: Pomiar izolacyjności od dźwięków uderzeniowych.
- [2] PN-EN ISO 12354-2:2002 Akustyka budowlana -- Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów -- Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami.
- [3] Dulak L., Laboratoryjne badania porównawcze tłumienia dźwięków uderzeniowych przez podłogi pływające na masywnym stopie wzorcowym. BK - 282 /RB-3/2013 Badania wybranych elementów klimatu wewnętrznego w budynkach.
- [4] Dulak L., Laboratoryjne badania tłumienia dźwięków uderzeniowych przez podłogi pływające o zmodyfikowanej budowie. BK-239/RB-3/2014 Analiza wpływu wybranych parametrów fizycznych tradycyjnych i nowoczesnych przegród budowlanych na eksploatację wybranych rodzajów budynków.