

Problemy związane z zapewnieniem izolacyjności akustycznej przegród budowlanych w ekologicznym budownictwie drewnianym

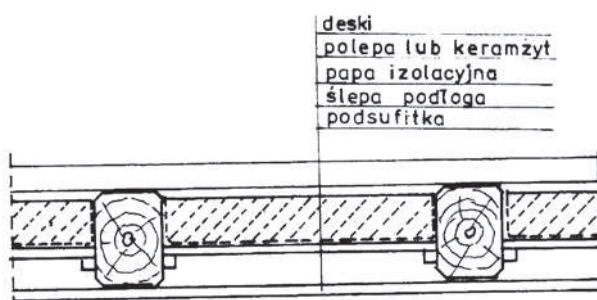
Dr hab. inż. prof. nadzw. Bohdan Stawiski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

1. Wprowadzenie

Niewątpliwie budownictwo drewniane ma cechy budownictwa ekologicznego. Sam materiał jest przyjazny człowiekowi. Jest odnawialny w naturalny sposób, a po wykorzystaniu może być utylizowany w sposób mało uciążliwy. Domy z drewna na świecie stanowią wysoki procent całego budownictwa. W Polsce te proporcje nie są tak korzystne. Szacuje się, że tylko 1% budynków nowo wznoszonych to konstrukcje drewniane. Możliwe, że jedną z przyczyn niezadowolającego zainteresowania budownictwem drewnianym jest niedotrzymywanie niektórych wymagań przez budynki o lekkiej konstrukcji drewnianej. W artykule ograniczono się tylko do jednego wymagania, a mianowicie do izolacyjności akustycznej stropów w lekkich budynkach drewnianych. Żyjemy w Europie i obowiązują nas wymagania ustalone przez Parlament Europejski [1]. Dla niektórych wykonawców takich domów, opierających się na literaturze nie europejskiej [2] wydaje się, że problem izolacyjności akustycznej nie istnieje, bo nie jest podnoszony w wymienionej wyżej pozycji literaturowej.

2. Przykłady stropów drewnianych w dawnych budynkach

Tradycyjne stropy drewniane modyfikowano z upływem lat. Początki – to stropy nagie składające się z belek nośnych i ułożonych na nich deskach, które mogły stanowić jednocześnie podłogę. Ten typ stropu utrzymał się do dzisiejszych czasów jedynie w budownictwie



Rys. 1 Przekrój poprzeczny przez tradycyjny strop drewniany „zwykły”

inwentarskim. Nie było w nim żadnych elementów tłumiących dźwięki.

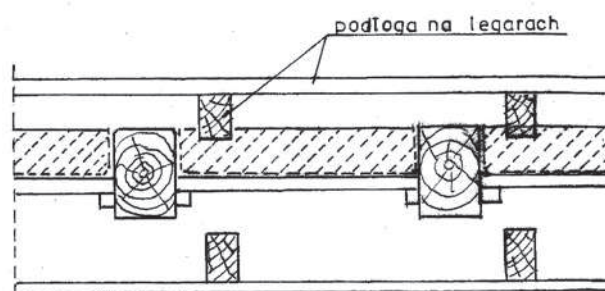
Szeroko stosowaną w budownictwie mieszkaniowym przez wiek XIX i XX były stropy drewniane „zwykłe” (rys. 1).

W stropach tego typu, w przestrzeni między drewnianymi belkami nośnymi umieszczano ślepa podłogę, na której znajdował się materiał zwiększający masę stropu (polepa, później kruszywo lekkie, np. keramzyt), co wpłynęło na poprawę tłumienia dźwięków powietrznych. Z dźwiękami uderzeniowymi, od chodzenia po stropie, był dalej problem, gdyż belki nośne i podłoga z desek tworzyły silne mostki akustyczne.

Poprawę uzyskano przez ułożenie podłogi z desek na legarach opartych na polepie lub kruszywie, przesuniętych względem belek nośnych. Jeszcze lepszy efekt akustyczny uzyskuje się, dodając do stropu zwykłego sufit, podwieszany do niezależnych belek nośnych, umieszczonych poniżej stropu zwykłego. Powstał w ten sposób strop podwójny o dobrej izolacyjności akustycznej (rys. 2).

Zastosowanie dość ciężkiej polepy lub żużla, keramzytu pozwoliło dość dobrze wytłumić dźwięki powietrzne, a przerwanie mostków akustycznych na grubości belek stropowych znacznie poprawiło izolacyjność stropu od dźwięków uderzeniowych.

Szkieletowe budownictwo drewniane w założeniach jest nakierowane na minimalizację ciężaru samej konstrukcji w tym i ciężaru stropów. Zmniejszając masę stropu, która jest istotą tłumienia dźwięków powietrznych,



Rys. 2 Przykład stropu drewnianego, podwójnego z podłogą na legarach opartych na polepie oraz z sufitem podwieszanym do niezależnych belek

naraża się strop na obniżenie izolacyjności akustycznej właściwej, a wykonując lekką podłogę z płyt ułożonych na belkach drewnianych obniża się izolacyjność akustyczną stropu od dźwięków uderzeniowych.

Firmy produkujące tak zwane nowoczesne elementy stawiają sobie cele zmierzające do tego, aby budować domy przyjazne dla środowiska, chroniąc jednocześnie zasoby naturalne. Deklarują chęć łączenia nowoczesnego budownictwa i ekologii. Cele te w oferowanych systemach w znacznej mierze są nieosiągalne. Problemy pojawiają się z chwilą, gdy wykonawcy na własny sposób modyfikują dość dobrze dopracowane rozwiązania systemowe, zamieniając materiały na tańsze, mniej nadające się do danych sytuacji.

3. Przykład stropu zmodyfikowanego

Dążąc do oszczędzania drewna, na belki stropowe stosuje się dwuteowniki złożone z pasa dolnego i górnego, połączone płytą pilśniową twardą. W zależności od wysokości i przekrojów pasów belki mają różną nośność. Są oczywiście dużo lżejsze od belek z drewna litego. To dążenie do minimalizacji ciężaru własnego stropu jest niekorzystne ze względu na izolacyjność akustyczną stropów. Na rysunku 3 pokazano taki strop zmodyfikowany bardzo niekorzystnie.

Modyfikacja, a właściwie popsucie stropu polegało na tym, że:

- nie obudowano dobrą izolacją akustyczną środkiem belek dwuteowych,
- zamieniono systemową sztywną izolację z włókna drzewnego, którą można dokładnie wypełnić przestrzeń między belkami na watę szklaną luźno ułożoną między belkami. W efekcie pojawiły się strefy nie zaizolowane przy belkach (mostki akustyczne),
- zmieniono podkład z płyty pilśniowej systemowej grubości 5,5 mm na podkład kartonowy 4,0 mm,
- zrezygnowano z płyty izolacyjnej systemowej z włókien drzewnych grubości 40 mm.

W efekcie takich zmian strop nie miał ani wystarczającej izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych, ani od dźwięków uderzeniowych. Zaprezentowane dążenie do obniżenia kosztów i „ekologii budownictwa”

nie przyczyniają się do zwiększenia liczby zwolenników takiego budownictwa.

4. Rozwiązania stropów spełniające wymagania akustyczne

Zgodnie z normą [3] dla stropów w budynkach jednorodzinnych wymaga się, aby izolacyjność od dźwięków powietrznych R'_{AI} była większa od 45 dB (standard podstawowy) lub 50 dB (standard podwyższony). Należy przy tym uwzględnić i przenoszenie boczne K i wskaźnik adaptacyjny C zależny od hałasu wewnętrznego

$$R'_{AI} = R_w - K - C \quad (1)$$

gdzie: R_w – wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej (izolacyjność akustyczna właściwa od dźwięków powietrznych określona w warunkach laboratoryjnych).

Dobierając układ warstw w stropie, należy przyjąć takie rozwiązanie, aby R_w było o 5–7 dB większe, czyli odpowiednio 52 dB i 57 dB.

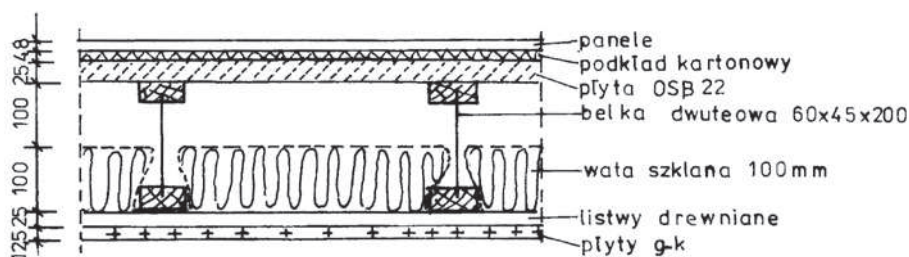
Z kolei izolacyjność od dźwięków uderzeniowych $L'_{n,w}$ powinna być mniejsza od 63 dB (standard podstawowy) i 53 dB (standard podwyższony) uwzględniając także przenoszenie boczne K

$$L'_{n,w} = L_{m,w} + K \quad (2)$$

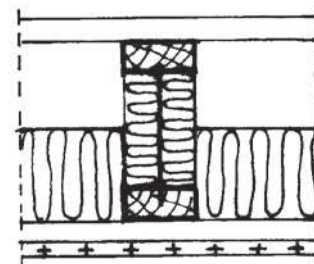
gdzie: $L_{m,w}$ – wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego pod stropem (izolacyjność akustyczna stropu od dźwięków uderzeniowych bez przenoszenia bocznego).

Przyjmując przenoszenie boczne na poziomie 2–4 dB, dobrany układ warstw w stropie powinien wynosić odpowiednio $L_{m,w} < 61$ lub 51 dB.

Badania wykonane w akredytowanym laboratorium akustycznym [6, 7], którymi posługuje się jedna z znanych firm [4, 5], dla stropu o następującym układzie warstw (podobny jak w przedstawionym wyżej „zmodernizowanym” stropie, lecz lepiej zaizolowanym) wykazały bardzo niską izolacyjność akustyczną.



Rys. 3. Przekrój „zmodyfikowanego” stropu na belkach dwuteowych o niższej nośności; ciężar 1 m² stropu wynosi około 0,6 kN



Rys. 4. Izolacja akustyczna teoretycznie jest poprawnie ułożona w stropie

Konstrukcja:

- Płyta OSB 22 mm
- Belki dwuteowe 60/220 mm (wyższe o 20 mm od zastosowanych w „zmodernizowanym” stropie)
- Izolacja akustyczna płytą z naturalnego włókna drzewnego 100 mm
- Listwy drewniane 30 × 50 mm
- Płyta gipsowo-kartonowa 12,5 mm

Przy takim układzie warstw otrzymuje się $R_w = 41$ dB, czyli dużo mniej niż 52 dB (standard podstawowy) i 57 dB (standard podwyższony).

Dodając do powyższego układu warstw płytę z włókien drzewnych grubości 20 mm i płyty wólno-gipsowe 2E22 o grubości 25 mm, otrzymano $R_w = 51$ dB \approx 52 dB dla standardu podstawowego, ale dużo mniej od 57 dB (standard podwyższony). Dopiero dodając warstwy: z włókna drzewnego 2 × 20 mm oraz podkład cementowy grubości 50 mm, otrzymano $R_w = 57$ dB.

Podobne wyniki badań podaje się w źródłach niemieckich [8]. Układ warstw w stropie wyjściowym podobny do opisanego wyżej

Otrzymano:

$$R_w = 43 \text{ dB} < < 52 \text{ dB lub } 57 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} = 74 \text{ dB} > > 61 \text{ dB lub } 51 \text{ dB}$$

Obydwa parametry są bardzo mocno przekroczone. Dopiero dodanie izolacji z płyty izolacyjnej 20 mm, folii polietylenowej i gładzi cementowej 50 mm zapewniło uzyskanie minimalnych wymagań.

Otrzymano:

$$R_w = 53 \text{ dB} > \text{od } 52 \text{ lub } 57 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} = 62 \text{ dB} \approx 61 \text{ dB, ale większe od } 51 \text{ dB dla standardu podwyższonego}$$

Zastępując płytę izolacyjną 20 mm na grubszą 60 mm otrzymano

$$R_w = 54 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} = 58 \leq 58 \text{ dB}$$

Z przytoczonych wyników badań widać, jak trudno jest uzyskać wymagane izolacyjności akustyczne dla lekkich ekologicznych stropów drewnianych. Nie jest to jednak

niemożliwe. Ewentualne korygowanie sprawdzonych rozwiązań systemowych można dokonywać z dużą ostrożnością. Szczególnie ważna jest szczelność izolacji, jej grubość i masa. Dodanie warstwy podkładowej z zaprawy cementowej o grubości około 5 cm zdecydowanie poprawia zdolność tłumienia dźwięków powietrznych przez lekki strop drewniany. Życzeniowe podchodzenie do problemu akustyki lekkich stropów zwykle kończy się niepowodzeniem.

5. Podsumowanie

Problem odpowiedniej izolacyjności akustycznej jest coraz częściej stawiany przed projektantami i wykonawcami jako priorytetowy lub na równi z innymi zagadnieniami sformułowanymi w Rozporządzeniu Rady UE nr 305/2011, a należą do nich: bezpieczeństwo konstrukcji, bezpieczeństwo pożarowe, właściwe warunki higieniczne, ochrona zdrowia i środowiska, bezpieczeństwo użytkowania, ochrona przed hałasem, oszczędność energii i zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych (recykling).

Ekologiczne budownictwo drewniane może spełnić wszystkie wymienione wymagania, ale nie może być traktowane jako przykład budownictwa minimalizującego tylko ciężar konstrukcji, kosztem innych ważnych cech użytkowych. Ta tendencja powstrzymuje szerszy rozwój tego budownictwa, a szkoda, bo ma ono szereg korzystnych cech. Jest najbardziej ekologiczną formą budownictwa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 305/2011
- [2] Thallon R., Od piwnicy aż po dach. Ilustrowany poradnik projektowania i budowy szkieletowego domu drewnianego, Wydawnictwo Murator, Warszawa, 1996
- [3] PN-B-02151-3 Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach
- [4] Katalog rozwiązań technicznych STEICOconstruction. Konstrukcyjne elementy budowlane
- [5] STEICO – płyty izolacyjne
- [6] Popis konstrukci a pouziti podlahových systemu STEICO floorsystem
- [7] Akusticke zkousy Steico
- [8] Variationsmöglichkeiten im Schallschutz. Schalldamm – masse und Trittschallpegel nach EN ISO 140 teil 6. Konstruktionsheft Geschossdecke /6/

Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział Wrocławski
Komisja Rewaloryzacji, Modernizacji i Remontów Budowlanych
zapraszają na

XV Jubileuszową Konferencję Naukowo-Techniczną REMO 2017

Problemy remontowe w budownictwie ogólnym i obiektach zabytkowych

6–9 grudnia 2017 r., Kudowa Zdrój

www.pzibtb.wroclaw.pl/remo