



fot. Dach-Reed

żeby było ciepło i sucho

■ Tadeusz Lipski

Prawie wszystkie przegrody budynku muszą spełniać odpowiednie wymagania pod względem izolacyjności cieplnej i akustycznej. Oczywiście, inne kryteria będą dotyczyły okien, a inne połaci dachowych lub ścian działowych.

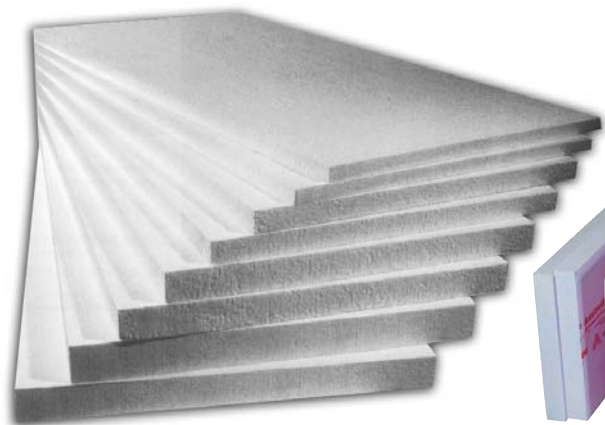
Właściwego wyboru typu izolacji dokonuje zazwyczaj architekt, ale w projektach katalogowych (tzw. typowych), często spotykamy kilka wariantów rozwiązań. Warto zatem dowiedzieć się, które są najlepsze, aby mieć przeświadczenie, że podjęliśmy najbardziej korzystną decyzję.

ŚCIANY FUNDAMENTOWE I PIWNICZNE

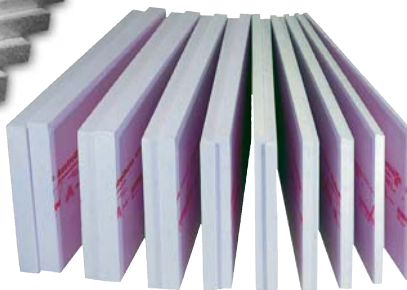
Wszystkie elementy budynku znajdujące się pod powierzchnią gruntu, muszą być bardzo odporne na wilgoć. W przypadku ścian fundamentowych i piwnicznych (zewnętrznych) wskazane jest również zadbanie o ich odpowiednią izolacyjność termiczną. Izolacyjnością akustyczną

można się tu nie przejmować, ponieważ otaczający przegrodę grunt jest wystarczająco dobrym izolatorem dźwięków, podobnie jak duża masa ścian nośnych budynku. Poza tym, w piwnicy rzadko znajdują się pomieszczenia mieszkalne. Wyjątkiem są piwnice wyniesione ponad poziom terenu (czasami nawet na pełną wysokość kondygnacji), ale wtedy są to już

1 Styropian – najbardziej popularny materiał do izolowania podziemnych części budynku (fot. Styrobud) ▼



2 Polistyren ekstrudowany – najlepszy materiał do izolowania ścian fundamentowych i podłóg na gruncie (fot. Austrotherm) ▼



3 Pianka poliuretanowa – to materiał izolacyjny o wielu zaletach ale wysokiej cenie (fot. Eco Therm) ▼



ściany zewnętrzne, a nie właściwe ściany piwniczne.

Materiałami godnymi polecenia do izolacji termicznej ścian podziemnych są polistyren ekstrudowany i ekspandowany (czyli styropian) oraz pianka poliuretanowa **1**, **2**, **3**. Są stosunkowo twarde, odporne na wilgoć i charakteryzują się dobrym współczynnikiem przewodzenia ciepła – $\lambda = 0,027-0,045 \text{ W/(mK)}$, co oznacza, że grubość warstwy potrzebnej do spełnienia wymagań normy cieplnej izolacji może wynosić zaledwie 8-12 cm. Jednak w budownictwie jednorodzinym wykorzystuje się najczęściej styropian, ponieważ jest materiałem najtańszym.

Płyty styropianu o gęstości co najmniej 20 kg/m^3 są wystarczająco odporne na ściskanie (przy dużych obciążeniach) i **odporne na uszkodzenia**, na które są narażone podczas zasypywania wykopów. Warto przy tym stosować wyroby o **frezowanych krawędziach** (na zakład lub pióro i wpust), ponieważ znacznie ułatwia to i przyspiesza pracę, a także wpływa na lepszą jakość izolacji – brak mostków termicznych. Powinno się także używać wyrobów o **małej nasiąkliwości** – na poziomie 0,2-0,4%. Dla porównania, chłonność standardowego styropianu zanurzonego w wodzie, po upływie 24 godzin wynosi około 1,5 % w stosunku objętościowemu. W wielu przypadkach, dużym ułatwieniem mogą być płyty z papą asfaltową. Przyklejona fabrycznie izolacja bitumiczna, wystająca z dwóch stron poza styropian, umożliwi wykonanie szczelnego zakładu. Dzięki temu, w łatwy sposób można układać kolejne warstwy izo-

lacji przeciwwilgociowej lub przeciwwodnej.

Podczas układania płyt styropianowych należy bardzo uważać, aby nie doszło do ich przypadkowego kontaktu ze smołą, wszystkimi lepikami smółowymi, benzyną, olejem silnikowym, parafinowym czy rozpuszczalnikami organicznymi, takimi jak aceton, terpentyna, benzen i ksylen. Nawet w obecności oparów tych związków chemicznych (nie dotyczy to pianki poliuretanowej) styropian po prostu zanika.

ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

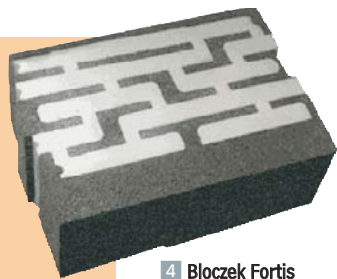
W domach jednorodzinnych ściany zewnętrzne pełnią wiele funkcji. Zwykle są to ściany nośne, zatem powinny być wykonane z odpowiednio wytrzymałych materiałów. Muszą być także ciepłe – czego z kolei nie zapewnia większość materiałów nośnych. Jeżeli budynek ma stanąć w „głośnym” otoczeniu, na pewno jego ściany zewnętrzne powinny mieć bardzo dobrą izolacyjność akustyczną, często większą, niż wynikałoby to z tzw. prawa masy, czyli ciężaru zastosowanych materiałów (ściany masywne o dobrej izolacyjności na dźwięki powietrzne powinny ważyć co najmniej 300 kg/m^2). Poza tym, powinny być estetyczne oraz trwałe, a wielu inwestorów chciałoby także, żeby były paroprzepuszczalne, tanie i jak najcieńsze, bo wtedy zwiększa się powierzchnia użytkowa domu. Tak złożone wymagania powodują, że właściwie nie ma jednego idealnego materiału, z którego można wybudować ściany zewnętrzne domu. Potrzebny jest zatem kompromis. Ściana drewnianego domu

szkieletowego może mieć na przykład grubość tylko 20-25 cm (w zależności od wykończenia) i będzie wykazywała dobrą izolacyjność termiczną i akustyczną dzięki warstwie wełny mineralnej lub włókien celulozy grubości co najmniej 10 cm.

Ściany jednowarstwowe – wykonuje się zwykle z materiałów bardzo lekkich ($250-400 \text{ kg/m}^3$), takich jak pustaki z keramzytobetonu ze szczelinami wypełnionymi styropianem czy bloczki z betonu komórkowego **4**, **5**. Przy ścianie grubości 36 cm, nawet z obustronnym otynkowaniem, masa powierzchniowa przegrody wyniesie zaledwie $150-210 \text{ kg/m}^2$. Pod względem akustycznym taki rodzaj ścian to dobry wybór, ale dla domów budowanych w stosunkowo cichej okolicy (wskaźnik izolacyjności akustycznej $R_{A2R} < 40 \text{ dB}$). Natomiast, pod względem izolacyjności termicznej, ściany z pustaków wypełnionych styropianem chyba długo jeszcze pozostaną liderem (można uzyskać współczynnik przenikania ciepła $U=0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a z betonu komórkowego $U=0,25-0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$).

Należy jednak pamiętać, że dobre parametry cieplne ścian bardzo łatwo zniweczyć przez złe wykonawstwo. Technologicznie te są bowiem bardzo wrażliwe na błędy, zwłaszcza te popełniane przy elementach wzmacniających, jak nadproża i wieńce.

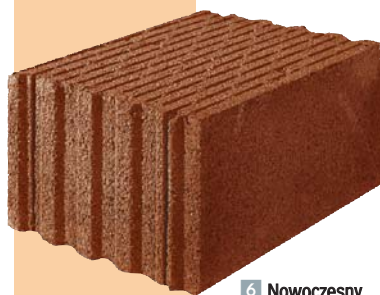
Ściany jednowarstwowe z cięższych odmian betonu komórkowego, pustaków ceramicznych lub keramzytobetonowych mają lepsze właściwości akustyczne, ale gorsze termiczne ($U=0,30-0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$). Dla niektórych inwestorów bywa to jednak kryterium decydującym pomimo, iż



4 Bloczek Fortis – najcieplejszy materiał do budowy ścian jednowarstwowych (fot. Firma Sukiennik) ▲



5 Beton komórkowy – ulubiony materiał architektów i inwestorów (fot. Xella Polska) ▲



6 Nowoczesny pustak keramzytobetonowy (fot. maxit – dawniej Optiroc) ▲

grubość przegród może dochodzić nawet do 50 cm **6**.

Ściany dwuwarstwowe – to rozwiązanie, w którym, dzięki oddzieleniu funkcji nośnej od izolacyjnej, uzyskuje się bardzo dobre parametry cieplne przegrody – niezależnie od metody wykonania. Zastosowanie warstwy styropianu lub wełny mineralnej grubości 12-18 cm powoduje, że niezależnie od rodzaju ściany nośnej, współczynnik $U = 0,15-0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Jednak ze względu na izolacyjność akustyczną, sposób realizacji ściany i rodzaj zastosowanych materiałów mają bardzo duże znaczenie.

Należy pamiętać, że **metoda lekka-mokra** (z użyciem styropianu) **7** zwykle powoduje pogorszenie właściwości akustycznych przegrody nawet o kilka decybeli. W takim przypadku ścianę nośną grubości przynajmniej 25 cm warto wykonywać z materiałów o dużej masie (beton, cegła pełna lub wapienno-piaskowa, czyli silikatowa). Wtedy, nawet po obłożeniu jej styropianem, wskaźnik izolacyjności akustycznej pozostanie na dość wysokim poziomie ($R_{A2R} > 45 \text{ dB}$). Ze względów akustycznych zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest **metoda lekka-sucha**, w której materiałem izolacyjnym jest półtwarda wełna mineralna lub szklana (o gęstości 80-120 kg/m^3), układana pomiędzy listwami rusztu nośnego **8**. Można stosować ewentualnie włókna celulozy, choć prace musimy zlecić firmie specjalistycznej. Włóknista struktura materiału powoduje **znaczną poprawę izolacyjności przegrody**, niezależnie od tego, z jak

lekkih materiałów będzie wykonana warstwa nośna.

Ściany trójwarstwowe – to najlepsze rozwiązanie zarówno pod względem termicznym jak i akustycznym. Zastosowanie warstwy wełny mineralnej grubości 12-15 cm, szczeliny wentylacyjnej o szerokości 3 cm oraz dwóch dość masywnych ścian powoduje, że w każdym przypadku przegrody te mają wskaźnik izolacyjności akustycznej $R_{A2R} > 48 \text{ dB}$, zaś współczynnik przenikania ciepła $U = 0,20-0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ **9**. Szczeliny wentylacyjnej nie trzeba wykonywać, gdy zastosujemy izolację z włókien celulozy.

Grubość ściany trójwarstwowej wynosi 40-55 cm. Koszt wykonania takich ścian rzeczywiście będzie wyższy, ale tylko przy zastosowaniu elewacji klinkierowych lub kamiennych. Użycie cegieł wapienno-piaskowych, licowych lub zwykłego tynku (np. kolorowego) sprawi, że ich koszt będzie porównywalny z wieloma ścianami jedno- i dwuwarstwowymi.

ŚCIANY ŚWENĘTRZNE

W większości domów jednorodzinnych ściany działowe nie muszą być w żaden sposób ocieplane, ponieważ temperatura powietrza po obu ich stronach zwykle jest taka sama. Natomiast, żeby zapewnić mieszkańcom komfort, powinny charakteryzować się bardzo dobrą izolacyjnością akustyczną. Można to uzyskać na trzy sposoby.

Po pierwsze, wskazane jest murowanie ścian działowych z **materiałów ciężkich**, takich jak cegła pełna **10** lub

>> Przykłady natężenia otaczających nas dźwięków

- 20 dB – szelest liści, szept;
- 30 dB – czytelnia, biblioteka publiczna;
- 40 dB – cicha muzyka, droga w odludnej okolicy w pobliżu lasu;
- 50 dB – cicha rozmowa, ulica w spokojnej dzielnicy mieszkaniowej bez komunikacji miejskiej;
- 60 dB – normalna rozmowa, ulica w większych osiedlach mieszkaniowych;
- 70 dB – dzwonek telefonu, szczekanie psa, centra miast średniej wielkości;
- 80 dB – krzyk, ruchliwa ulica z komunikacją miejską, centra dużych miast;
- 90 dB – warsztat mechaniczny, głośna orkiestra;
- 100 dB – blisko i szybko przejeżdżający pociąg;
- 110 dB – młot pneumatyczny, startujący samolot odrzutowy;
- 120 dB – hałas powodujący ból.



Dźwięki powietrzne to nie tylko odgłos pneumatycznego młota, ale też grającego telewizora, wirującej pralki, szelest liści czy śpiew słowika



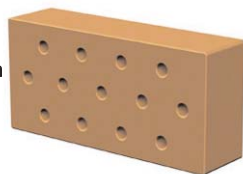
Dźwięki uderzeniowe to np. dźwięk odbijanej piłki lub wbijanego gwoźdźcia, a nawet odgłos kroków

wapienno-piaskowa. Wtedy, przy grubości 12 cm, ciężar ściany bez tynku będzie przekraczał 200 kg/m². Po obustronnym otynkowaniu zwykłym tynkiem cementowo-wapiennym przegrody takie uzyskują wskaźnik izolacyjności akustycznej $R_{AIR}=46-47$ dB.

Po drugie, można je wykonywać z pustaków o prostokątnym układzie szczelin ustawionych prostopadłe do płaszczyzny ściany. Najlepszym przykładem są pustaki ceramiczne na pióro i wpust 11. Wykonana z nich i otynkowana ściana działowa charakteryzuje się współczynnikiem $R_{AIR}=45$ dB. Należy zaznaczyć, że wszelkie drażnienia okrągłe, eliptyczne czy romboidalne wpływają na znaczne pogorszenie właściwości akustycznych przegrody.

Po trzecie, można stosować lekkie ścianki szkieletowe z warstwą wełny mineralnej lub innych materiałów izolacyjnych. Zastosowanie półtwardej wełny skalnej, szklanej grubości min. 5 cm, lub włókna celulozowego i jednocześnie obustronne obicie szkieletu podwójną płytą gipsowo-kartonową lub celulozowo-gipsową zapewnia wskaźnik izolacyjności akustycznej $R_{AIR}=46$ dB. Rozwiązanie to warto stosować na piętrach i poddaszach, ponieważ masa takich ścianek wynosi za ledwie 55-62 kg/m² 12.

10 Nawet cegła pełna może mieć niewielkie otwory (fot. CB Lewkovo) ▶



11 Porotherm 11 PTW – najlepszy pustak do budowy ścian działowych (fot. Wienerberger) ▶



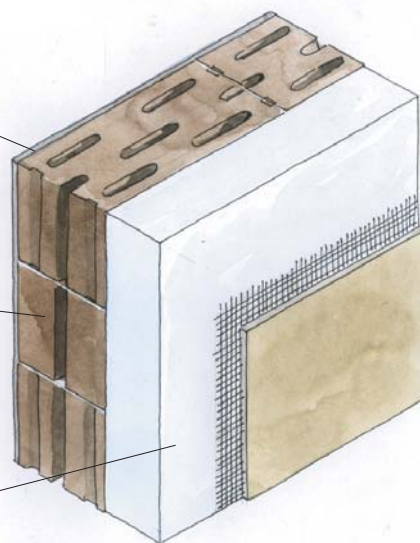
12 Ścianki gipsowo-kartonowe świetnie sprawdzają się na każdym stropie (fot. Rigips) ▼



tynk cementowo-wapienny grubości 2 cm

ściana nośna np. z pustaków typu Alfa grubości 24 cm murowana na zaprawę cementowo-wapienną lub ciepłochronną

izolacja termiczna np. ze styropianu grubości 15 cm pokryta siatką z włókna szklanego i akrylowym tynkiem cienkowarstwowym



7 Przykład dość taniej i poprawnie zaprojektowanej ściany dwuwarstwowej ocieplonej metodą lekką-mokrą ▲

8 Ściana ocieplona metodą lekką-suchą to idealny sposób ocieplania starych budynków ▼

tynk cementowo-wapienny grubości 2 cm

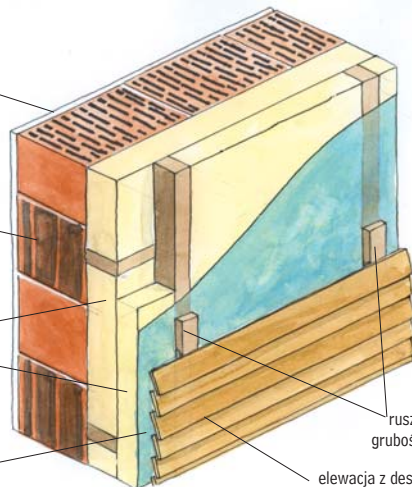
ściana nośna np. z pustaków ceramicznych typu MAX grubości 19 cm murowana na zaprawę cementowo-wapienną lub ciepłochronną

izolacja termiczna z dwóch warstw wełny mineralnej o łącznej grubości 14 cm układana pomiędzy drewnianymi listwami wzajemnie prostopadłych rusztów dystansowych

folia wiatroizolacyjna

ruszt z desek grubości 2,5 cm

elewacja z desek, sidingu winylowego itp.



9 Przykład taniej, efektywnej i skutecznej ściany trójwarstwowej ▼

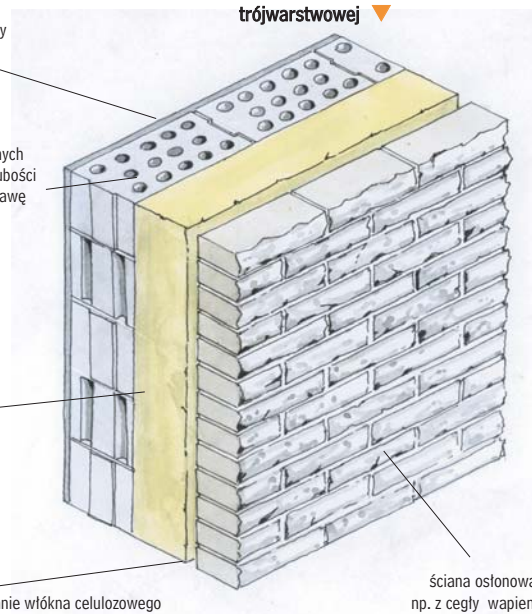
tynk cementowo-wapienny grubości 2 cm

ściana nośna np. z drażnionych bloczków silikatowych grubości 18 cm murowana na zaprawę cementowo-wapienną lub ciepłochronną

izolacja termiczna z wełny mineralnej grubości 15 cm

szczelina wentylacyjna szerokości 3 cm, stosowanie włókna celulozowego nie wymaga szczeliny wentylacyjnej

ściana osłonowa np. z cegły wapienno-piaskowej łupanej





13 Polistyren ekstrudowany jest niemal niezastąpiony przy izolowaniu podłóg (fot. DOW) ▲

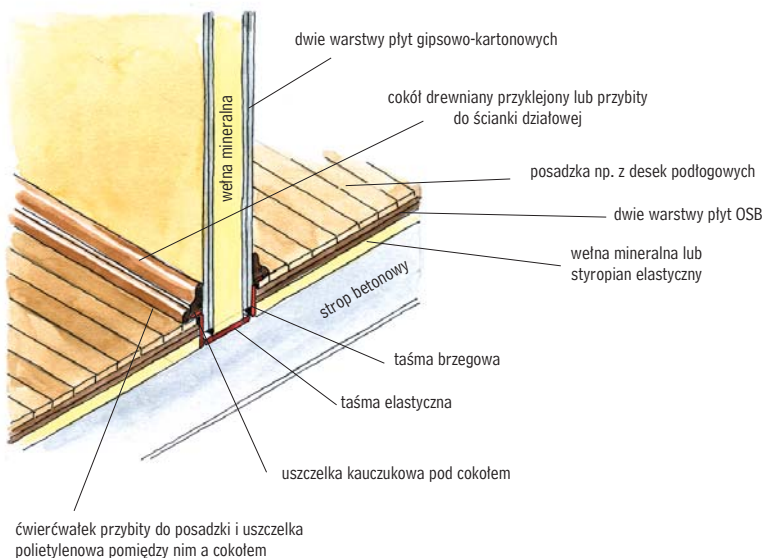
15 Suchy jastrych gipsowy doskonale się sprawdza w modernizowanych domach (fot. Rigips) ▼



PODŁOGI NA GRUNCIE

Podłogi na gruncie są przegrodami budowlanymi, wobec których nie stawia się zbyt wysokich wymagań pod względem izolacyjności termicznej, a tym bardziej akustycznej. Temperatura gruntu pod budynkiem ma wartość prawie stałą i zwykle wyższą niż $+5^{\circ}\text{C}$. W związku z tym, różnica temperatury po obu stronach przegrody najczęściej nie przekracza $12-15^{\circ}\text{C}$ (dla porównania w obliczeniach ścian zewnętrznych przyjmuje się różnicę 40°C). Oznacza to, że podłogowa warstwa izolacji termicznej może być znacznie cieńsza, a w pomieszczeniach nieogrzewanych lub słabo ogrzewanych – jak np. garaże – może nie być jej wcale.

Materiałami uznawanymi za najlepsze do tego celu są polistyren ekstrudowany **13**, styropian o gęstości 20 kg/m^3 oraz materiały zasypowe, takie jak np. keramzyt. Projektanci najczęściej stosują warstwę styropianu grubości $5-10\text{ cm}$, a w przypadku ogrzewania podłogowego nawet $15-20\text{ cm}$. Wtedy, podobnie jak przy izolacji ścian fundamentowych, warto używać płyt z fabrycznie przyklejoną papą asfaltową.



czwierćwałek przybity do posadzki i uszczelka polietylenowa pomiędzy nim a cokolem

Gdy poziom posadzki znajduje się wyżej niż 30 cm ponad poziomem terenu opłacalne może być użycie materiałów zasypowych. Wtedy bowiem warstwa keramzytu grubości $30-50\text{ cm}$ (ewentualnie lekkiego keramzytobetonu) może zastąpić nie tylko izolację termiczną, ale i wszelkie warstwy podkładowe (żwir, piasek, chudy beton itp.).

STROPY

O izolacyjności cieplnej i akustycznej stropów zwykle decydują dodatkowe warstwy materiałów włóknistych lub sprężystych. Trzeba przy tym pamiętać, że w domu jednorodzinnym, właściwie na każdej kondygnacji, strop musi spełniać inne kryteria.

Strop nad piwnicą – ogrzewaną, bez pomieszczeń mieszkalnych, może nie mieć żadnych dodatkowych warstw izolacyjnych. Jednak nad piwnicą nieogrzewaną powinien być ocieplony warstwą izolacji termicznej i to od zimniejszej strony. W tym celu najwygodniej jest przymocować do spodu stropu płyty styropianowe grubości $5-10\text{ cm}$ i otynkować je tynkiem cienkowarstwowym (jak w metodzie lekkiej-mokrej). Można też wykonać rodzaj sufitu podwieszonego, a wolną przestrzeń wypełnić miękką wełną mineralną lub włóknem celulozowym.

W stropach nad piwnicą można nie stosować żadnej izolacji akustycznej, ale żeby ograniczyć wpływ przenoszenia dźwięków uderzeniowych na inne elementy konstrukcyjne **warto ułożyć tzw. podłogę pływającą**. Najczęściej tworzy ją warstwa półtwardej wełny mineralnej grubości 4 cm lub styropianu elastycz-

14 Zasada poprawnego wykonania podłogi pływającej ▲

nego grubości 3 cm , folia budowlana, warstwa dociążająca (szlichta grubości $4-7\text{ cm}$ lub suchy jastrych) oraz posadzka **14**. Integralną częścią jest taśma brzegowa dylatująca (oddzielająca) warstwy podłogowe od ścian, słupów, czy pionów instalacyjnych.

Strop nad parterem – lub międzykondygnacyjny nie wymaga dodatkowego ocieplenia, ale musi być izolowany pod względem akustycznym. Do tego celu bardzo dobrze nadaje się podłoga pływająca np. z suchego jastrychu **15**. W zależności od użytych materiałów przyczynia się ona do zmniejszenia hałasu od dźwięków uderzeniowych (o $24-37\text{ dB}$). To oznacza, że typowe konstrukcje stropów betonowych stosowanych w domach jednorodzinnych (monolityczny grubości $10-12\text{ cm}$, z płyt kanałowych i gęstożebrowy Fert 45), spełniają wymagania normowe, a czasami uzyskują nawet znacznie lepsze wartości od wymaganych dla standardu podwyższonego (osiągają projektowany wskaźnik poziomu uderzeniowego $38-57\text{ dB}$).

Trzeba zaznaczyć, że stropy te, dzięki dość dużej masie (powyżej 300 kg/m^2), dobrze tłumią dźwięki powietrzne i tylko w przypadku gry na instrumentach muzycznych lub bardzo głośnego słuchania muzyki, całe pomieszczenia (stropy, ściany, okna, drzwi wewnętrzne) powinny być dodatkowo izolowane akustycznie. Można również ocieplić strop żelbetowy włóknem celulozowym w przypadku wykonania podłogi na legarach.

Strop nad ostatnią kondygnacją – nie potrzebuje żadnej izolacji akustycz-



16 Ocieplanie stropu drewnianego włóknami celulozy to metoda bardzo efektywna i szybka (fot. Nordiska Ekofiber Polska) ◀

17 Maty z wełny szklanej świetnie się nadają do ocieplania połaci dachowych (fot. Saint-Gobain Isover Polska) ▶

18 Strzecha z trzciny – materiał pokrywowy, który wraca do task (fot. LML Ekodach) ▼



nej, natomiast wymaga ułożenia solidnego ocieplenia, często o grubości przekraczającej 20 cm. Nawet, jeśli będzie to bardzo lekki strop o konstrukcji drewnianej, to i tak warstwa izolacji termicznej zapewni odpowiednie tłumienie wszelkich hałasów zewnętrznych.

W takich przypadkach najczęściej używa się mat z miękkiej wełny mineralnej lub szklanej, ale również materiałów zasypowych w postaci granulatów, włókien celulozy czy keramzytu **16**. Można także wykorzystać materiały bardziej ekologiczne i naturalne, takie jak słoma, trzcina lub wióry drzewne.

W przypadku stropodachów wentylowanych o konstrukcji żelbetowej lub gęstożebrowej (np. Kleina, Teriva itp.) oraz w tzw. dachach odwróconych, najczęściej, z uwagi na dużą wodoodporność i sztywność tych materiałów, stosuje się styropian lub polistyren ekstrudowany. Dopuszczalnym rozwiązaniem jest ułożenie sypkich materiałów termoizolacyjnych, np. włókna celulozowego na stropie nad ostatnią kondygnacją.

POŁACIE DACHÓW

Od dachów przede wszystkim wymaga się, żeby były szczelne. Jednak w domach z użytkowym poddaszem, połacie dachów mają również dodatkowe zadanie. Są miejscem, w którym układa się wszelkie materiały izolacyjne i wykończeniowe.

Materiałem najczęściej stosowanym jest wełna skalna lub szklana. Jest ona dobrą izolacją termiczną, jak również akustyczną **17**.

Nie jest to jedyny materiał stosowany do tego celu. Dawniej, i coraz częściej obecnie, **do pokrywania dachów wykorzystuje się trzcinę**. O ile, w przypadku wełny mineralnej można uzyskać „dwa w jednym” to przy trzcinie jest to

„trzy w jednym” – pokrycie dachu, izolacja termiczna oraz izolacja akustyczna **18**. Trzeba jednak pamiętać o tym, że tego rodzaju pokrycie nie do każdego domu i nie w każdym miejscu pasuje, a ponadto jest dość kosztowne.

Tabela 1. Porównanie niektórych materiałów termoizolacyjnych

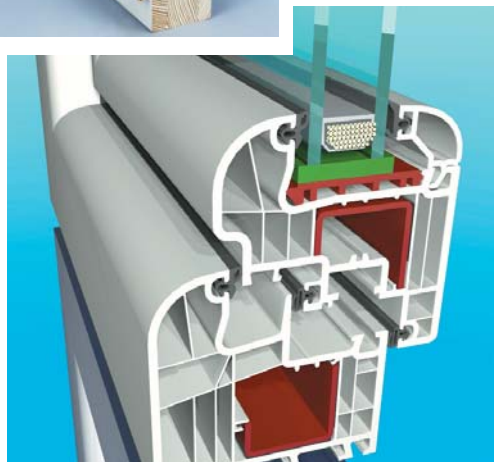
Materiał	Gęstość (kg/m ³)	Wsp. przewodzenia ciepła λ (W/mK)	Grubość dla U=0,30 W/m ² K (cm)
słoma	300	0,08	25
trzcina	250	0,07	22
plyty wiórowe-cementowe	450	0,14	44
szkło piankowe	180	0,07	22
plyty korkowe	150	0,045	14
filc izolacyjny	300	0,06	19
pianka poliuretanowa	30-50 / 50-150	0,035 / 0,045	11 / 14
włókna celulozy	30-65	0,042	13
styropian	10 / 12 / 15-40	0,045 / 0,043 / 0,040	14 / 13,5 / 12,5
wełna mineralna	40-80 / 100-160	0,045 / 0,042	14 / 13
wata szklana	60-100	0,045	14
keramzyt	500	0,16	51
żużel wielkopiecowy	700 / 500	0,20 / 0,16	63 / 51
trociny drzewne	250	0,09	29
wióry drzewne	150	0,07	22
mączka torfowa	200	0,09	29

Uwaga: w tabeli podano wartości zgodne z normą PN-EN ISO 6946; grubość warstwy termoizolacyjnej obliczono przy założeniu, że ma innych warstw (np. uwzględnienie muru spowoduje polepszenie izolacyjności przegrody)



19 Klejone ramy drewniane, czyli tradycyjny materiał w nowoczesnym wydaniu (fot. Pol-Skone) ◀

20 Wielokomorowe profile z PVC pod względem technicznym są coraz lepsze, a przy tym cena pozostaje na rozsądnym poziomie (fot. Sokółka Okna i Drzwi) ▼



OKNA I DRZWI

Wszelkie otwory w ścianach powodują powstanie mostków termicznych i akustycznych. W zależności od stosunku powierzchni otworu do powierzchni ściany mogą nawet decydować o izolacyjności całej przegrody. Z tego względu bardzo ważne jest, żeby zarówno okna jak i drzwi, charakteryzowały się jak najlepszymi parametrami termicznymi i akustycznymi. Budowanie ścian o bardzo dobrych właściwościach i jednocześnie montowanie kiepskich okien lub drzwi, to bezsensowne wydawanie pieniędzy. Można przyjąć, że współczynnik przenikania ciepła okien lub drzwi, nie powinien być gorszy o więcej niż 4-5 razy od współczynnika dla ścian zewnętrznych ($U=1,0-1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla całego ele-

mentu). Natomiast, wskaźnik izolacyjności akustycznej okien i drzwi, może być gorszy najwyżej o 10 dB od wskaźnika dla ścian (im mniej, tym lepiej). Tylko wtedy bowiem można mówić o racjonalnym doborze poszczególnych elementów budowlanych i rozsądnym wydawaniu własnych pieniędzy.

W przypadku okien oznacza to zwykle stosowanie ram drewnianych 19 lub z PVC (przynajmniej 5-komorowe profile), szyb zespolonych z powłoką niskoemisyjną oraz minimum jednej szyby o grubości zwiększonej do 6-8 mm. W takich zestawach, w zasadzie standardem jest wypełnienie przestrzeni międzyszybowych gazem szlachetnym – dodatkowo poprawiającym charakterystykę cieplną i akustyczną wyrobu 20. **Uwaga.** Wszelkie nawiewniki i mikrorozszczelnienia powodują obniżenie izolacyjności akustycznej okien.

Natomiast drzwi zewnętrzne, bądź garażowe, powinny być wypełnione pianką poliuretanową lub wełną mineralną. n

Materiały do izolacji termicznej i akustycznej

włókna celulozowe
wełna mineralna
pianka poliuretanowa
perlit ekspandowany
keramzyt



wełna mineralna
włókna celulozowe
styropian
pianka poliuretanowa

wełna mineralna
włókna celulozowe
spieniony polietylen
pianka poliuretanowa
keramzyt
styropian

wełna mineralna
styropian
włókna celulozowe
pianka poliuretanowa

styropian
wełna mineralna
włókna celulozowe
polistyren ekstrudowany
pianka poliuretanowa
keramzyt

styropian
polistyren
ekstrudowany

styropian
keramzyt
polistyren
ekstrudowany