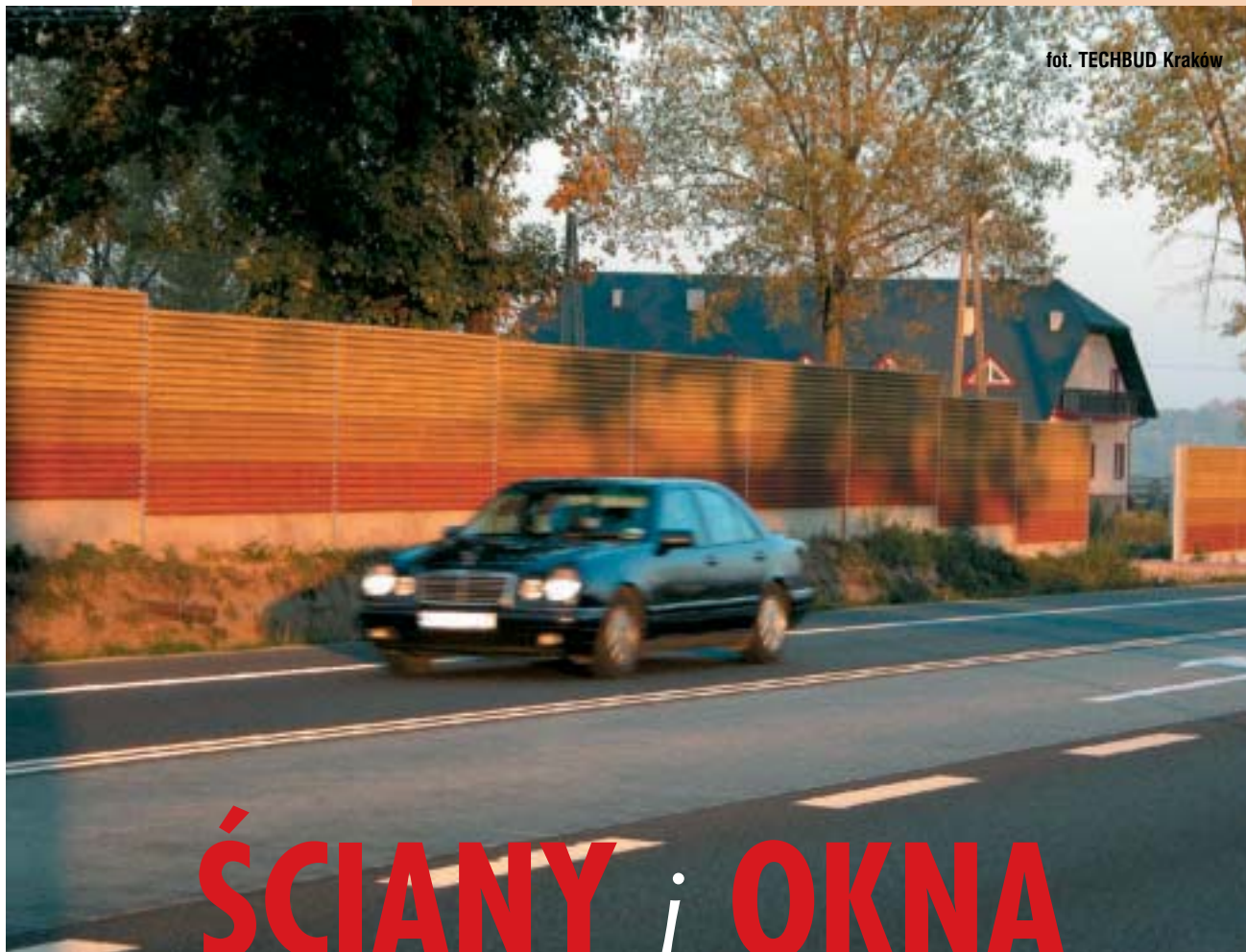


fot. TECHBUD Kraków



# ŚCIANY i OKNA

## tłumiące hałas

Kupując projekt domu jednorodzinnego inwestor bardzo rzadko zastanawia się nad tym, jaka będzie izolacyjność akustyczna budynku. Dużo uwagi poświęca izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, bo wie, że może to przynieść wymierne korzyści podczas użytkowania domu. Ale z powodu lepszych parametrów akustycznych nie zaoszczędzi ani złotówki. Wręcz przeciwnie, musi wydać sporo pieniędzy, żeby uzyskać wysoki poziom komfortu akustycznego. Poza tym uważa, że otrzymuje produkt zgodny z obowiązującymi normami. Nie wie jednak, że spełnienie zaledwie podstawowych wymagań akustycznych dotyczących domów jednorodzinnych zazwyczaj nie gwarantuje odpowiednio wysokiego komfortu. Fala akustyczna, przed którą mamy się schronić w naszym domu jednorodzinnym, przybywa z kierunków poziomych (o ile nad naszym domem nie przelatują odrzutowce), dlatego w tym artykule skupiamy się na zagadnieniach izolacyjności akustycznej przegród pionowych.

Marcin Grębiszewski

## Ciężki materiał lepiej tłumi dźwięki, ale gorzej izoluje termicznie

### Z życia wzięte

Stare domy zazwyczaj są ciche, czyli dobrze tłumią wszelkie hałasy wewnętrzne i zewnętrzne. Natomiast w obecnie budowanych tak nie jest. Dlaczego? Przyczyn jest wiele, ale najważniejsza to gwałtowny wzrost kosztów wytworzenia energii cieplnej. To z kolei spowodowało dążenie do maksymalnego ograniczenia jej zużycia zarówno przez państwo (wprowadzanie coraz ostrzejszych norm), jak i przez samych inwestorów (stosowanie nowoczesnych materiałów o coraz lepszych właściwościach termicznych). Ale co to ma wspólnego z akustyką? Całkiem dużo, ponieważ o dobrej izolacyjności termicznej lub akustycznej każdego materiału decydują właściwie tylko dwie cechy: jego ciężar i porowatość (włóknistość). Ogólnie można powiedzieć, że im materiał więcej waży, tym lepsze są jego możliwości tłumienia dźwięków, ale jednocześnie gorsze właściwości cieplne. Przykładem może być porównanie dwóch ścian zewnętrznych powszechnie stosowanych dawniej i obecnie:

- z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, grubości 38 cm;
- z betonu komórkowego odmiany 400 na zaprawie klejowej, grubości 36,5 cm.

Należy zwrócić uwagę, że przy niemal identycznej grubości obu ścian, ich ciężar zasadniczo się różni, bowiem jeden metr kwadratowy ściany z cegły waży około 685 kg (razem z obustronnym tynkiem cementowo-wapiennym grubości 2 cm – 755 kg), a ściany z betonu komórkowego tylko około 145 kg (razem z zewnętrznym tynkiem cementowo-wapiennym i wewnętrznym 1-cm tynkiem gipsowym – 195 kg). Oznacza to, że ściana współczesna jest około 4-5 razy lżejsza od stosowanej dawniej. Równie wielkie są różnice w izolacyjności cieplnej obu przegród. W pierwszym przypadku współczynnik przenikania ciepła  $U=1,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , a w drugim  $U=0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  – za każdym razem uwzględniono obustronny tynk. Wynika z tego, że straty energii cieplnej przy zastosowaniu ścian z betonu komórkowego są 3,5-krotnie mniejsze niż przy ścianach z cegły. Porównując właściwości akustyczne tych ścian okazuje się, że dla ściany z cegły wartość projektowa wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej  $R_{A2R}=51 \text{ dB}$ , a dla ściany z betonu komórkowego zaledwie 42 dB. Różnica w tłumieniu dźwięków wynosi aż 9 dB,

a trzeba wiedzieć, że już wzrost o 3 dB odbierany jest jako podwojenie natężenia hałasu. To wyjaśnia, dlaczego przy stosowaniu tradycyjnych (ciężkich) materiałów projektanci mogli nie zastanawiać się nad izolacyjnością akustyczną przegród budowlanych. Ich podstawowym problemem było nadanie konstrukcji odpowiedniej wytrzymałości i izolacyjności termicznej, a niejako przy okazji zapewnione było dobre tłumienie dźwięków. Niestety, w dobie stosowania lekkich materiałów konstrukcyjnych, jak beton komórkowy czy ceramika poryzowana, powinno się zdecydowanie więcej czasu poświęcić akustyce domu.

### Co wybrać na izolację akustyczną

Domy jednorodzinne w przeważającej większości przypadków budowane są metodami tradycyjnymi, a to oznacza, że ściany najczęściej są murowane. Mogą być jedno- lub wielowarstwowe, ale o izolacyjności akustycznej takiej przegrody i tak zwykle decyduje warstwa nośna (i, oczywiście, wielkość oraz rodzaj okna). Z tego powodu dobór zastosowanego materiału powinien być starannie przemyślany.

**Ściany masywne** – mogą być wylewane z betonu, ale w małych domach jednorodzinnych najczęściej są murowane z elementów pełnych **1**. Izolacyjność akustyczną takich przegród zazwyczaj określa się na podstawie tzw. prawa masy. Zatem, im będzie większy ciężar  $1 \text{ m}^2$  ściany o określonej grubości (zwany masą powierzchniową), tym izolacyjność akustyczna przegrody będzie wyższa, czyli lepsza. W obliczeniach nie uwzględnia się tynku. Jednak trzeba pamiętać, że obustronny tynk cementowo-wapienny grubości min. 1 cm jest bardzo potrzebny,

szczególnie w ścianach, których elementy łączone są na pióro i wpust. Niedokładne wykonawstwo lub kiepska jakość bloczków mogą bowiem spowodować pogorszenie właściwości akustycznych nieotynkowanej ściany nawet o 20 dB. Prawo masy powoduje zatem, że przy projektowaniu ścian nośnych preferowane powinny być materiały, takie jak beton ( $2200\text{--}2400 \text{ kg}/\text{m}^3$ ), cegły wapienno-piaskowe ( $1900 \text{ kg}/\text{m}^3$ ), cegły ceramiczne pełne ( $1800 \text{ kg}/\text{m}^3$ ), ponieważ zapewniają wystarczającą wytrzymałość i wysoką izolacyjność akustyczną przy stosunkowo niewielkich grubościach przegrody – 18-25 cm. Natomiast trzeba zdawać sobie sprawę, że zastosowanie lekkich odmian betonu komórkowego ( $400\text{--}500 \text{ kg}/\text{m}^3$ ) w ścianie o grubości nawet 40 cm nie zapewni tak dobrych parametrów akustycznych. Porównywalny efekt można osiągnąć dopiero w ścianie z betonu komórkowego odmiany 600, o grubości 36 cm (murowanej na cienkie spoiny).

**Ściany z elementów drążonych** – to bardzo skomplikowane układy pod względem akustycznym, ponieważ na ich izolacyjność wpływa wiele czynników:

- masa powierzchniowa przegrody;
- wymiary elementów;
- kształt i ilość drążen;
- jakość materiałów oraz robót murowych;
- sposób wykończenia powierzchni ściany.

Dość oczywiste jest, że im większy ciężar i wymiary zastosowanych elementów, tym lepsze będzie tłumienie dźwięków. Równie logiczne wydaje się znaczenie precyzji murowania i jakości stosowanych materiałów (równe powierzchnie, elementy bez ubytków, pęknięć itp.).

**1** Ciężkie elementy ceramiczne to jeden z najlepiej izolujących akustycznie materiałów (fot. Cegielnia Trojanowscy)





### Rodzaje hałasu

Przede wszystkim należałoby zdefiniować pojęcie hałasu. Z naukowego punktu widzenia to wszelkie niepożądane (nieprzyjemne, dokuczliwe i szkodliwe) drgania przenoszone za pośrednictwem powietrza, działające głównie na narząd słuchu, ale również na inne organy wewnętrzne człowieka. Ujmując to w bardziej dosłowny sposób, hałasem nazwiemy dźwięk startującego samolotu odrzutowego, blisko przejeżdżającego autobusu, ciężarówka czy motorówki, ale również odgłos pracy młota pneumatycznego, wiertarki udarowej, czy piły tarczowej. Odrębnym zagadnieniem jest słuchanie głośnej muzyki. Dla młodzieży to zwykle przyjemność, ale dla ludzi starszych – hałas, bez względu na to, czy jest to hip-hop, rock, blues czy muzyka klasyczna. Należy przy tym zaznaczyć, że natężenie dźwięku powyżej 75 dB, działające w dostatecznie długim czasie, może spowodować ubytki słuchu, a w skrajnych przypadkach nawet jego utratę. Hałasem są również stosunkowo ciche dźwięki, ale przeszkadzające w koncentracji, odpoczynku czy zaśnięciu, jak odgłos wody kapiącej z kranu, klimatyzatora, telewizora (np. u sąsiada za ścianą), bawiących się dzieci. Z tego powodu wymaga się, by wszystkie budynki mieszkalne były tak zaprojektowane i wybudowane, aby chroniły mieszkańców przed wszelkimi hałasami.

**Hałas zewnętrzny** – czyli przenikający do pomieszczeń spoza budynku. Głównymi jego źródłami są wtedy drogi, ulice, autostrady, trasy kolejowe, zakłady przemysłowe i usługowe. Odrębną grupę stanowią hałasy pochodzące od linii wysokiego napięcia oraz ruchu lotniczego.

**Hałas bytowy** – lub wewnętrzny, czyli wytwarzany przez samych mieszkańców w pomieszczeniach o różnych wymaganiach użytkowych. Oznacza to, że zarówno ściany, jak i stropy powinny zapewniać użytkownikom należytą intymność oraz prywatność.

**Hałas instalacyjny** – pochodzący od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku (np. hydrofornie, kotłownie).

Przegrody budynku muszą zatem spełniać odpowiednie wymagania w odniesieniu do dźwięków powietrznych – **a** (np. odgłos ruchu ulicznego, radia, pralki – dotyczy ścian i stropów), jak i uderzeniowych – **b** (np. odgłos kroków, odbijanej piłki – tylko stropy). Oczywiście, trudne i właściwie niecelowe byłoby tłumienie dźwięków z całego pasma słyszalnego przez człowieka – o częstotliwości od 16 do 20 000 Hz – dlatego przyjmuje się, że poszczególne elementy domu powinny chronić nas w zakresie uważanym za najbardziej uciążliwy – 100-3200 Hz.



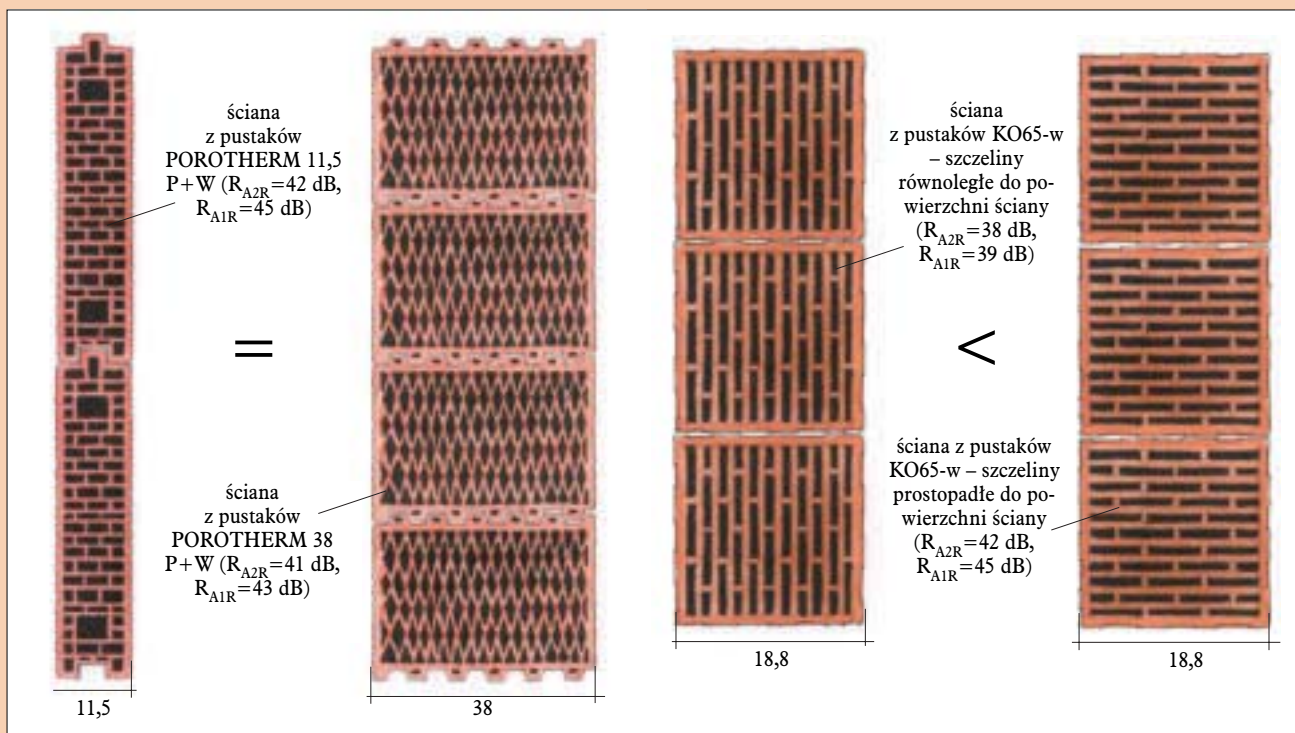
**b** – Dźwięki uderzeniowe są zimą głównie dla mieszkańców budynków wielorodzinnych (w tym szeregowych i bliźniaczych)

**a** – Dźwięki powietrzne nawet w cichej okolicy mogą być bardzo uciążliwe



### Przykłady otaczających nas dźwięków i ich natężenie

- 20 dB – szelest liści, szepc;
- 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.



## 2 Porównanie izolacyjności akustycznej wybranych ścian murowanych

Natomiast wpływ rodzaju oraz układu drążeń nie jest już taki oczywisty. Warto jednak zapamiętać, że pod względem akustycznym najlepsze są szczeliny o kształcie prostokątnym ustawione prostopadłe do powierzchni ściany, natomiast najgorsze są drążenia o przekroju rombowym [2].

Dla przykładu można podać, że ściana działowa grubości 8 cm wykonana z pustaków ceramicznych o szczelinach prostokątnych ułożonych prostopadłe do powierzchni ściany ma taką samą izolacyjność akustyczną jak ściana zewnętrzna grubości 38 cm, lecz o drążeniach rombowych. Porównanie ścian ceramicznych jednakowej grubości o prostokątnych szczelinach, ale różnym ich ułożeniu wykazuje zysk aż 4-6 dB na korzyść pustaków z drążeniami ustawionymi prostopadłe do powierzchni ściany.

Niewiele osób zdaje sobie sprawę, że ze względów akustycznych ściany murowane najlepiej byłoby pokryć zwykłym tynkiem cementowo-wapiennym. Zastosowanie tynku cienkowarstwowego, szczególnie na przegrodach, w których występują nieszczelności (np. bez spoin pionowych lub niedokładnie wykonanych) może spowodować, że ściana nie

## Obrona na przedpolu

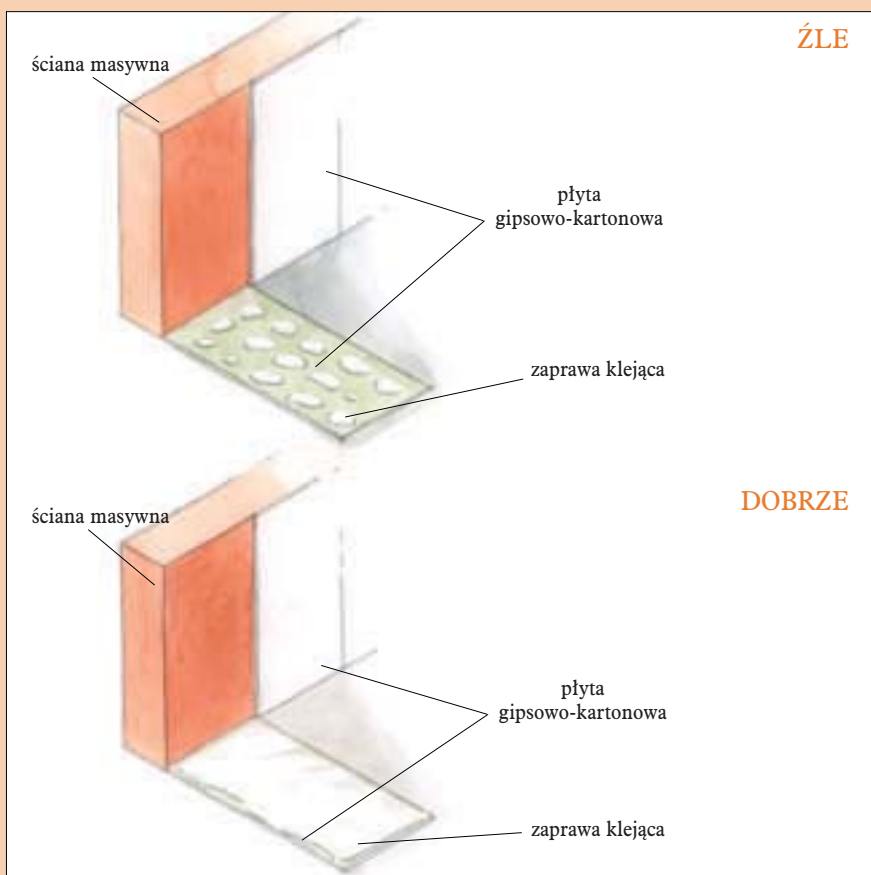
Budując dom w głośnej okolicy musimy szczególny nacisk położyć na izolacyjność akustyczną ścian zewnętrznych i okien. To jednak nie wystarczy. Nawet najlepiej wytłumione pomieszczenia trzeba przecież wietrzyć. Szczególnie w nocy dostający się z ulicy hałas jest bardzo dokuczliwy. Warto więc pomyśleć o odizolowaniu się od jego źródła. Możemy postawić na granicy posesji mur dźwiękoszczelny. Są w handlu elementy z keramzytobetonu, mające kształt donic. Zestawia się je w mur – nie ma konieczności łączenia ich zaprawą – wypełnia ziemią i sadzi w niej niewielkie rośliny przeznaczone do skalniaków, a także wiszące lub miniaturowe krzewy. Natomiast od dawna znanym i chyba najprostszym rozwiązaniem jest posadzenie odpowiedniego żywopłotu – a. Trzeba wybrać rośliny możliwie szybko rosnące lub kupić egzemplarze kilkuletnie. Są, niestety, znacznie droższe od młodych, ale możemy do razu mieć żywopłot nawet półtorametrowej wysokości. Do ochrony przed hałasem szczególnie nadają się tuje i jałowce kolumnowe. Należy je sadzić w dwóch rzędach naprzemiennie i w niewielkim rozstawie (60-100 cm). O taki zielony mur trzeba starannie dbać, bo każda uschnięta roślina oznacza dziurę, którą trzeba uzupełnić.



a – Wysoki żywopłot skutecznie chroni przed hałasem dobiegającym z ulicy

uzyska zakładanej izolacyjności. Trzeba też pamiętać, że zastąpienie tynku wykonywanego na mokro, płytami gipso-

wo-kartonowymi klejonymi na placki, zwykle powoduje pogorszenie właściwości izolacyjnych przegrody. Żeby tego



**3** Sposób klejenia płyt gipsowo-kartonowych nie pogarszający właściwości akustycznych przegrody

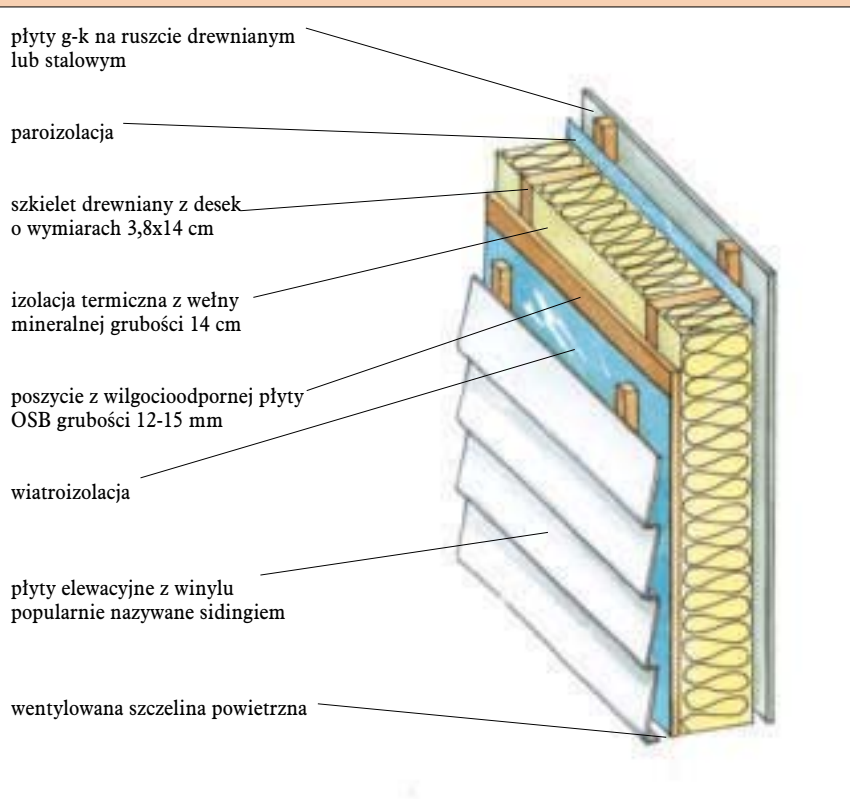
uniknąć, płyty powinny być klejone do ściany na całej powierzchni **3**.

Jednak ciężkie przegrody ceramiczne czy betonowe to nie jedyne, które skutecznie tłumią hałas. Jest jeszcze wiele materiałów, zarówno sztucznych, jak i naturalnych, które są dobrymi izolatorami akustycznymi.

Materiały oraz wyroby dźwiękochłonne – to głównie wełna mineralna i szklana, elastyczne pianki poliuretanowe oraz polietylenowe, materiały tekstylne, a nawet szkło piankowe białe. Spośród materiałów naturalnych należy wymienić drewno i wykonywane z niego płyty pilśniowe miękkie oraz wiórowe, a także materiały bardziej egzotyczne, jak płyty z korka, czy włókna kokosowego. Wszystkie charakteryzują się strukturą porowatą lub włóknistą o otwartym (przelotowym) układzie. Jednak ich skuteczność w tłumieniu dźwięków zależy od wielu czynników, jak ciężar, grubość, budowa, sposób montażu, a także rodzaj zewnętrznej warstwy osłonowej, dlatego poziom izolacyjności akustycznej należy zawsze odnieść do konkretnego wyrobu. W budownictwie mieszkaniowym najbardziej popularne (bo dostępne, skuteczne i tanie) są wyroby z wełny mineralnej oraz

drewna służące nie tylko do izolacji ścian, ale też drzwi, podłóg, czy sufitów podwieszonych. Dobrym przykładem wysokiej izolacyjności akustycznej może być ściana szkieletowa w tzw. kanadyjczyku, która jest

**4** Przykład ściany szkieletowej o bardzo dobrej izolacyjności zarówno akustycznej jak i termicznej



wykonana prawie z samych materiałów dźwiękochłonnych (drewna konstrukcyjnego, wełny mineralnej, płyt wiórowych) **4**.

### Izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych

Zalecana izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych:

- spokojna, cicha okolica  $R_{A2} = \text{min} 30 \text{ dB}$
- okolice ruchliwych dróg, tras kolejowych  $R_{A2} = \text{min} 50 \text{ dB}$ .

Przy doborze ścian zewnętrznych zarówno inwestor, jak i architekt główną uwagę zwracają na jej izolacyjność termiczną, koszt wykonania oraz grubość. Izolacyjność akustyczna jest sprawą drugorzędą. Jednak nawet wtedy można znaleźć takie rozwiązanie, które zapewni bardzo dobre tłumienie dźwięków.

**Ściana trójwarstwowa** – to zdecydowanie najlepszy wybór zarówno pod względem akustycznym, jak i termicznym. Właściwie każda taka przegroda zapewnia izolacyjność akustyczną na poziomie znacznie wyższym od wymagań normowych (zwykle  $R_{A2R} > 48 \text{ dB}$ ). Ogromny wpływ ma na to rozdzielanie poszczególnych funkcji:

- warstwa wewnętrzna najczęściej wykonana z ciężkich materiałów już przy grubości 18 cm zwykle zapewnia odpowiednią nośność, izolacyjność akustyczną oraz bezwładność cieplną;
- warstwa izolacyjna, która powinna być wykonana z wełny mineralnej lub szklanej (grubości 12-15 cm) to nie tylko głów-



## Najlepiej izolują akustycznie i ciepłnie ściany trójwarstwowe

### Z WYROBÓW WAPIENNO-PIASKOWYCH

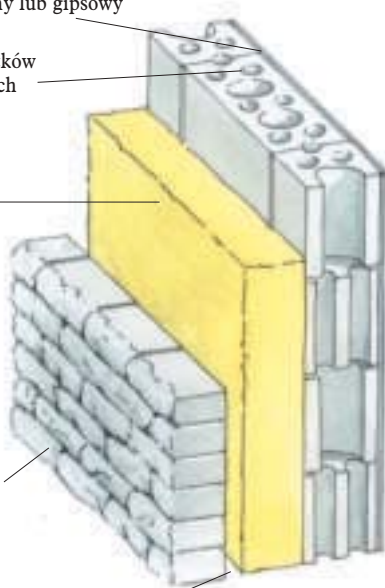
tynk wewnętrzny  
cementowo-wapienny lub gipsowy

ściana nośna z bloczków  
wapienno-piaskowych  
grubości 18 cm

izolacja termiczna  
z wełny mineralnej  
grubości 12-15 cm

ściana elewacyjna  
z łupanej cegły  
wapienno-piaskowej  
grubości 11 cm

wentylowana szczelina  
powietrzna szerokości 2,5-3,5 cm



### Z PUSTAKÓW KERAMZYTObETONOWYCH

tynk wewnętrzny  
cementowo-wapienny lub gipsowy

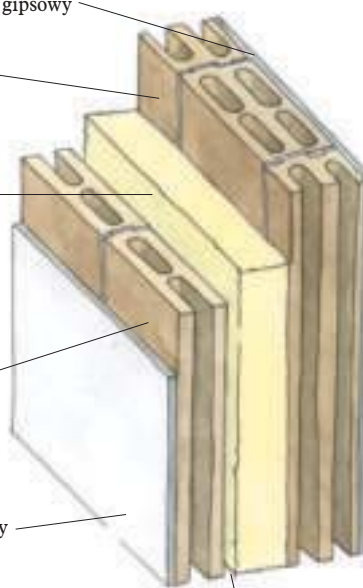
ściana nośna z pustaków  
keramzytobetonowych  
grubości 17,5 lub 19 cm

izolacja termiczna  
z wełny  
mineralnej  
grubości 12 cm

ściana osłonowa  
z bloczków  
keramzytobetonowych  
grubości 11,5 cm

tynk cementowo-wapienny

wentylowana szczelina  
powietrzna szerokości 2,5-3,5 cm



### 5 Przykłady ścian trójwarstwowych o bardzo dobrej izolacyjności zarówno akustycznej jak i termicznej

na bariera termiczna, ale też dodatkowa i to skuteczna izolacja akustyczna;

■ wentylowana pustka powietrzna grubości 3 cm przede wszystkim ma za zadanie utrzymanie wełny mineralnej w stanie suchym, ale pod względem akustycznym jej znaczenie jest bardzo duże, ponieważ rozdziela dwie masywne ściany;

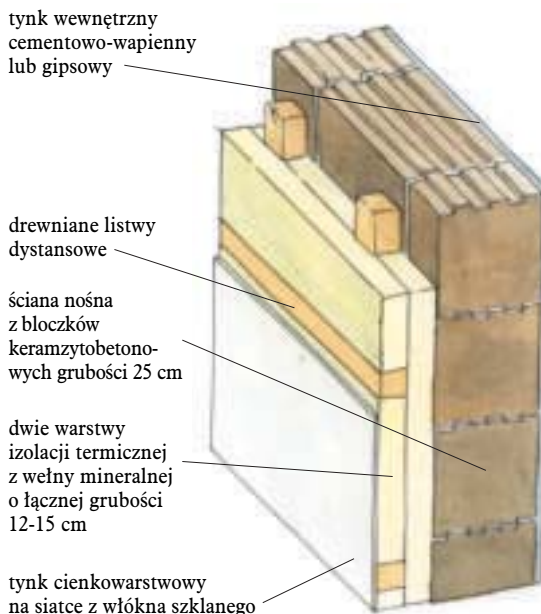
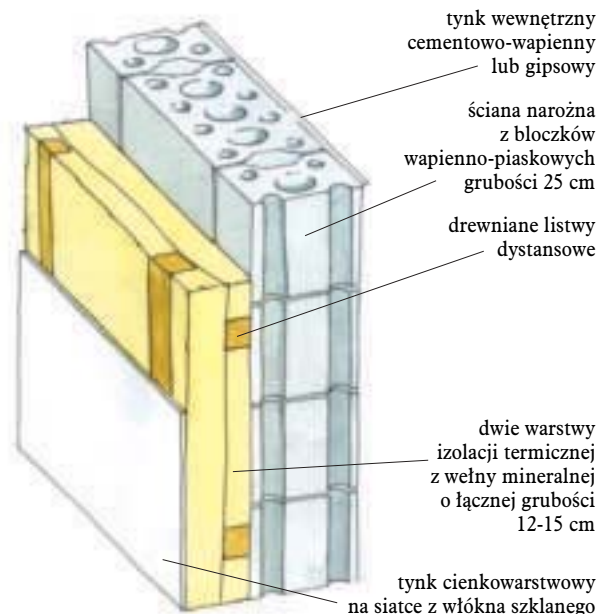
■ warstwa elewacyjna to zwykle ściana z materiałów masywnych (ciężkich i pełnych) grubości 6-12 cm, której głównym zadaniem jest zapewnienie wysokiej trwałości oraz estetyki całej przegrody, ale jednocześnie wpływa na znaczne polepszenie izolacyjności akustycznej całej przegrody.

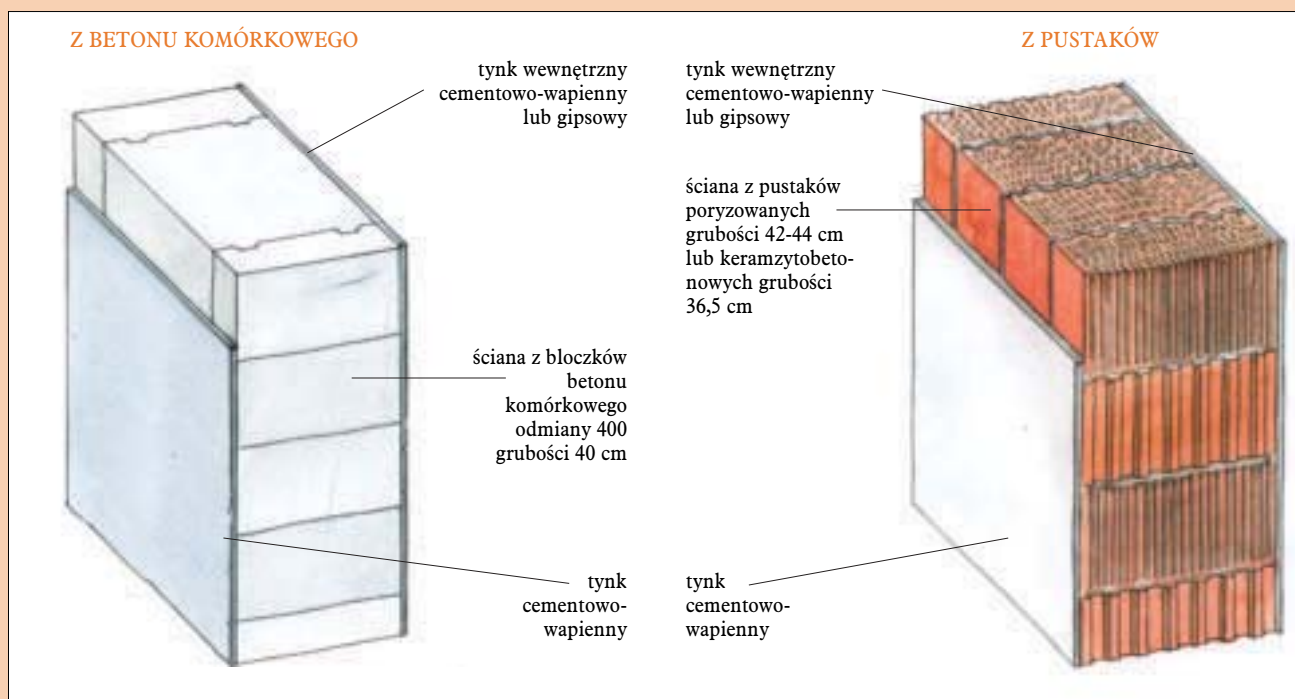
Jak z powyższego wynika, ściana trójwarstwowa 5 już przy grubości 39 cm za-

pewnia bardzo dobre właściwości termiczne i znakomite akustyczne – nieosiągalne dla ścian jedno- lub dwuwarstwowych. Również koszt takiej ściany pozostanie na rozsądnym (porównywalnym) poziomie, pod warunkiem, że warstwa elewacyjna nie będzie wykonana z cegły klinkierowej, a np. z cegły wapienno-piaskowej lub ceramicznej (otynkowanej).

Ściana dwuwarstwowa 6 – to dobry wybór pod względem termicznym, ale nie

### 6 Przykład ściany dwuwarstwowej o dobrej izolacyjności zarówno akustycznej jak i termicznej





### 7 Przykłady ścian jednowarstwowych o dobrej izolacyjności zarówno akustycznej jak i termicznej

akustycznym, szczególnie gdy izolację cieplną stanowi styropian. Ocieplenie ścian masywnych lub z pustaków metodą lekką mokłą zwykle powoduje pogorszenie jej wyjściowej izolacyjności akustycznej nawet o kilka decybeli. I to zarówno przy zastosowaniu styropianu jak i lamelowej wełny mineralnej (o uporządkowanym układzie włókien, prostopadłym do płaszczyzny ściany). Co prawda, gdy ściana nośna jest wykonana z cegły pełnej lub wapienno-piaskowej i ma przynajmniej 25 cm grubości, to pomimo obłożenia styropianem i tak jej wskaźnik izolacyjności będzie wysoki (zwykle  $R_{A2R} > 45$  dB). Natomiast przy zastosowaniu metody lekkiej suchej, gdy zwykła wełna mineralna lub szklana (ale nie styropian) układana jest pomiędzy listwami rusztu nośnego uzyskuje się znaczną poprawę izolacyjności akustycznej. Wystarczy zatem zmienić nieco technologię wykonania ściany, aby uzyskać bardzo dobrą izolacyjność akustyczną, praktycznie przy nie zmienionych pozostałych parametrach przegrody (w tym grubości i cenie).

**Ściana jednowarstwowa 7** – wykonywana zwykle z betonu komórkowego odmiany 400 lub 500, bądź z pustaków poryzowanych, to udany kompromis pomiędzy dobrymi właściwościami – nośnością, trwałością, izolacyjnością termiczną i akustyczną – a prostotą wykonania

i ceną (przynajmniej teoretycznie). Ściany grubości 36-44 cm charakteryzują się bowiem całkiem dobrym wskaźnikiem oceny izolacyjności akustycznej na poziomie  $R_{A2R} = 40-43$  dB. Może to jednak okazać się za mało w przypadku lokalizacji budynku w miejscu o bardzo dużym natężeniu hałasu.

### Izolacyjność akustyczna okien

W większości pomieszczeń budynku, w ścianach zewnętrznych umieszczone są okna, których izolacyjność akustyczna zwykle jest znacznie niższa od ścian pełnej. W zależności od powierzchni obu elementów może się okazać, że to okno ma decydujący wpływ na wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej  $R'_{A2}$  zwłaszcza, gdy jest wyposażone w nawiewnik. Jednak na izolacyjność akustyczną okien ma wpływ znacznie więcej czynników.

**Oszklenie 8** – we współczesnych oknach stanowi je zwykle szyba zespolona, czyli dwie lub trzy połączone ze sobą tafle. Ważne są zarówno wymiary jak i budowa szyby zespolonej. Trzeba bowiem wiedzieć, że badania akustyczne najczęściej prowadzone są na standardowych próbkach o wymiarach 123x148 cm. A izolacyjność szyb jest tym lepsza im mniejszą mają powierzchnię. Równie

istotny jest kształt: zbliżony do kwadratu daje gorsze wyniki od wydłużonego prostokąta. Dlatego dobierając okna warto nieco korygować podane wskaźniki, zdając sobie sprawę, że rzeczywistość zazwyczaj nieco odbiega od teorii. Bardzo ważna jest również grubość zastoso-

### 8 Budowa szyby zespolonej o dobrej izolacyjności akustycznej

jedna z szyb o grubości 6 lub 8 mm np. tzw. bezpieczna (3.1.3; 4.1.4)


przestrzeń pomiędzy szybami wypełniona gazem ciężkim np. kryptonem lub SF<sub>6</sub>

druga szyba jednolita o grubości 4 lub 6 mm

ramka dystansowa o jak największej szerokości



wanych szyb – im większa tym lepiej (prawo masy). Standardowo stosowane są dwie tafle o grubości 4 mm, ale ze względów akustycznych zawsze warto zamówić okno z jedną szybą grubszą przynajmniej o 50% (np. 6+4 mm). Ten prosty zabieg zwykle przyniesie efekt w postaci wzrostu klasy akustycznej okna. Kolejnym istotnym czynnikiem jest odległość pomiędzy taflami – im większa tym lepiej; nawet kilka lub kilkanaście centymetrów. Niestety standardowe okna najczęściej skonstruowane są tak, że szyba zespolona niezależnie od swojej budowy może mieć tylko 24 mm grubości. Oznacza to, że stosując tafle grubości 4 mm, szerokość pustki wyniesie 16 mm, a zamawiając szyby grubości 10 i 6 mm, odległość ta zmniejszy się do 8 mm. Inne rozwiązania są czasami możliwe, ale w trybie indywidualnego zamówienia, a to sporo kosztuje. O wiele lepiej zdecydować się na wypełnienie pustki pomiędzy taflami nie powietrzem, a gazem ciężkim, np. kryptonem lub SF<sub>6</sub> (sześćciofluorkiem siarki). Efekt będzie co najmniej równie dobry, a obejdzie się bez zbędnych komplikacji – izolacyjność okna i tak wzrośnie.

**Ramy**  – to element okna mający duży wpływ na jego izolacyjność akustyczną. Stanowią bowiem około 40% powierzchni okna (standardowego, dwudzielnego, o wymiarach 147x145 cm). W przypadku okien o mniejszych wymiarach lub ze stałymi szprosami ramy mogą zajmować ponad 50% powierzchni okna. Świadczy to o tym, jak duży wpływ na właściwości akustyczne okna ma konstrukcja ramy oraz materiał, z którego jest wykonana. W budownictwie jednorodzinnych do tego celu dość powszechnie stosuje się drewno oraz PVC, a znacznie rzadziej aluminium i włókno szklane. Ramy drewniane, dzięki swojej masywnej budowie (bez pustek powietrznych) oraz porowatej strukturze, właściwie są najlepszym rozwiązaniem – przynajmniej pod względem akustycznym. Natomiast izolacyjność ram z PVC zależy głównie od kształtu i liczby komór wewnętrznych. Oczywiście, im ich więcej tym lepiej, dlatego warto wybierać okna z ramami pięcio- a nawet siedmiokomorowymi. Niestety, kształt największej komory zwykle przypomina kwadrat, a pozostałe, choć prostokątne, najczęściej ułożo-

ne są równoległe do płaszczyzny okna. Jak wiadomo, rozwiązania takie nie są zbyt korzystne pod względem akustycznym. Poza tym badania wykazują duże rozbieżności wyników w oknach tego samego systemu, ale wykonywanych przez różnych producentów. W związku z tym, przy wyborze nie wystarczy zadowolnić się informacjami podanymi w ulotce reklamowej, należy żądać od producenta okazania dokumentów potwierdzających parametry akustyczne oferowanego wyrobu.

**Uszczelki i nawiewniki** – to czynniki, które zazwyczaj wpływają na obniżenie klasy akustycznej okna. Szczególnie daje się to odczuć w oknie bez nawiewnika, ale z tzw. mikrowentylacją. Gdy jest szczelnie zamknięte, to rodzaj przylgi pomiędzy ościeżnicą a ramą właściwie nie ma wpływu na izolacyjność okna. Ale gdy okno zostanie rozszczelnione, to zwykle następuje znaczne pogorszenie właściwości akustycznych w najbardziej istotnym zakresie częstotliwości 500-2000 Hz. W celu ograniczenia tego zjawiska należałoby zastosować uszczelki o nietypowym kształcie lub płaskie i perforowane. Niestety, to zadanie leży w gestii producentów.

Zastosowanie nawiewników powietrza w ramach okiennych lub bezpośrednio w ścianie zewnętrznej zwykle powoduje obniżenie wypadkowej izolacyjności akustycznej całej przegrody. W związku z tym, w domach zlokalizowanych na terenach o dużym natężeniu hałasu powinno się rozważyć zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewnowywiewnej zaopatrzonej w odpowiednie tłumiki akustyczne.

Dostępne na rynku typowe okna z ramami drewnianymi lub z PVC charakteryzują się wskaźnikiem izolacyjności akustycznej  $R_{A2R}=22-32$  dB, gdy są rozszczelnione i  $R_{A2R}=25-32$  dB, gdy są nierozszczelnione. Jeszcze wyższe parametry można uzyskać, ale przy zastosowaniu szyb klejonych.


Wybierając stolarkę na pewno warto więcej zapłacić za jedną szybę grubszą, w drugiej kolejności za ramę drewnianą lub z wielokomorowego profilu PVC i dopiero na końcu za wypełnienie przestrzemi międzyszybowej gazem ciężkim. Warto również pamiętać, że świetliki dachowe nawet dwupowłokowe dość znacznie obniżają izolacyjność aku-

styczną przegrody, ponieważ ich wskaźniki oceny wynoszą zaledwie  $R_{A2R}=10-14$  dB (im większa rozpiętość tym niższa wartość).

Dodatkową ochronę przed hałasem zapewniają też rolety zewnętrzne – najlepiej, gdy wykonywane są ze sztywnych profili wypełnionych pianką.

### Izolacyjność akustyczna drzwi zewnętrznych

Od drzwi zewnętrznych przede wszystkim wymaga się skuteczności w ochronie domu nie tylko przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi, ale głównie przed „nieproszonymi gośćmi”. Z tego powodu ważniejsza jest ich solidna budowa, odporność na akty wandalizmu i wysoka izolacyjność termiczna, niż skuteczne tłumienie hałasów zewnętrznych. Tym bardziej, że w domach jednorodzinnych najczęściej budowany jest wiatrołap, przedsionek lub hol, czyli zamykane pomieszczenia stanowiące rodzaj śluzy akustycznej. Jednak ciężkie drzwi antywłamaniowe, najczęściej obite blachą i wypełnione wełną mineralną lub pianką poliuretanową na ogół są wystarczająco dobre również pod wpływem izolacyjności akustycznej.

 Rama okienna o dobrej izolacyjności akustycznej wykonana z wielokomorowych profili PVC (fot. Sokółka Okna i Drzwi)

