

## JAKI DOM

### SOLIDNY, CIEPŁY, CZY CICHY...

Chyba żaden element domu nie budzi tylu kontrowersji, sporów i dylematów jak wybór rodzaju ścian zewnętrznych domu. Choć ich udział w kosztach budowy wynosi nie więcej niż 10-15%, a zróżnicowanie cen przy różnych technologiach nie przekracza 20%, to wielu inwestorów niekiedy przez długie miesiące nie może podjąć decyzji o wyborze odpowiadających im rozwiązań. Wyboru nie ułatwiają też pojawiające się co jakiś czas sensacyjne informacje o szkodliwości tej czy innej technologii, ale nie znajduje to potwierdzenia w przeprowadzanych badaniach.



**P**ierwsze pytanie, jakie powinien postawić sobie inwestor, to czy chce on mieszkać czy też eksperymentować. Jeśli odpowie, że chce mieszkać, to zaważy wybór do znanych i sprawdzonych technologii, co przy dobrej jakości materiałów i prawidłowym wykonaniu gwarantuje minimum problemów podczas użytkowania. Następny dylemat inwestora, to jak „ciepły” chce mieć dom. Pewnie każdy odpowie, że jak najcieplejszy, ale zawsze jest pewna granica opłacalności inwestowania w „ciepłe ściany”, wynikająca z rachunku ekonomicznego. Nie każdy zdaje sobie sprawę z tego, że w przeciętnym domu jednorodzinnym tylko ok. 30% ciepła „ucieka” przez ściany, a reszta strat to wentylacja, okna, dach, podłoga. Dlatego w **przypadku większości technologii można przyjąć ekonomicznie uzasadnioną ciepłochronność na poziomie współczynnika**

**przenikania ciepła 0,2-0,25 W/m<sup>2</sup>K.** Niestety zdarzają się racjonalizatorzy, którzy nie zważając na koszty „przecieplają” ściany. Pół biedy, jeśli kończy się to jedynie zwiększeniem kosztów, ale niekiedy może również spowodować to występowanie niekorzystnych zjawisk wewnątrz ściany. Jako przykład może posłużyć ocieplenie ściany jednowarstwowej z betonu komórkowego odmiany 400 o grubości 36cm styropianem grubości 5 cm. Jej koszt będzie przynajmniej o 50% wyższy niż przy innej technologii zapewniającej taką samą ciepłochronność (ok. 0,22 W/m<sup>2</sup>K), a jednocześnie wzrośnie niebezpieczeństwo wykroplenia się pary wodnej na styku ściana-ocieplenie, co doprowadzi do trwałego zawilgocenia muru.

Kolejny krok to koszty. Jednak ich rzeczywistą wysokość trudno z góry ustalić, dysponując nawet cenami materiałów, bowiem koszty robocizny mogą okazać się inne niż założyliśmy, a i ceny na materiały ulegają ciągłym zmianom nawet o kilkadziesiąt procent. Może się więc zdarzyć, że już w trakcie budowy zmieniamy materiał, bo akurat wprowadzono obniżkę o 20-30% na określony rodzaj materiałów ściennych. Ze zmianą nie będzie problemu, jeśli można ich użyć w wybranej technologii – gorzej, gdy pociągnie to za sobą konieczność zmiany np. fundamentowania, wymiarów budynku. Bazując tylko na cenach katalogowych, bez uwzględnienia rabatów czy promocji, koszty budowy ścian w różnych technologiach są bardzo podobne.

Ściany zewnętrzne w budynku dzielimy:

- ze względu na przenoszenie obciążenia na:
  - nośne
  - nienośne;
- ze względu na budowę na:
  - jednowarstwowe
  - dwuwarstwowe
  - trójwarstwowe.

Oczywiście, nie można porównywać ścian o różnym stopniu ich wykończenia – zawsze musimy sprawdzić, ile kosztować będzie ich ocieplenie, wykończenie elewacji, użycie specjalnych łączników czy nadproży.

## JAKĄ TECHNOLOGIA

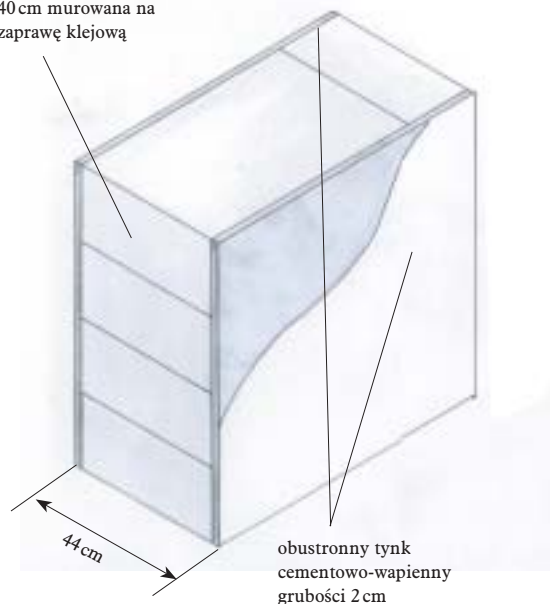
Niezależnie od rodzaju użytych materiałów ściennych domy stawiane są w jednej z wymienionych technologii. Każda z nich ma wady i zalety.

**Ściana jednowarstwowa** – można ją budować jedynie z materiałów konstrukcyjnych o dobrej ciepłochronności, gdyż jednocześnie musi spełniać wymagania wytrzymałościowe i cieplne. Dla takiej ściany przepisy dopuszczają wyższą przenikalność cieplną  $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , gdy dla innych rozwiązań wymagany jest współczynnik  $U$  nie większy niż  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Jednak w praktyce większość budowanych w tej technologii ścian uzyskuje przenikalność na poziomie  $0,3\text{-}0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Do budowy ścian jednowarstwowych używane są bloczki z lekkich odmian betonu komórkowego **1**, ceramiki poryzowanej **2** lub keramzytobetonu. Produkowane są również bloczki zespolone – głównie z betonu z umieszczoną wewnątrz wkładką ocieplającą – o parametrach zbliżonych do materiałów jednorodnych. Podstawowy problem, jaki występuje przy budowie tego typu ścian, to zapewnienie jednakowej ciepłochronności na całej powierzchni ściany. Dotyczy to zarówno spoin łączących poszczególne elementy, jak i wieńców oraz nadproży. Dlatego do murowania używa się cienkowarstwowych zapraw klejowych, gdy elementy ścienne wykonane są z dużą

Sprawdźmy, jakie będą koszty ogrzewania w domach, których ściany mają różne współczynniki przenikalności  $U$ :  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  i  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Powierzchnia użytkowa w domach jednorodzinnych mniej więcej odpowiada powierzchni ścian zewnętrznych, zatem wszystkie obliczenia możemy odnieść do powierzchni mieszkalnej domu. Średnia różnica temperatur w sezonie grzewczym wynosi  $15^\circ\text{C}$  (przyjmujemy  $+20^\circ\text{C}$  wewnątrz i  $+5^\circ\text{C}$  na zewnątrz), a sezon grzewczy trwa 5000 h (ok. 7 miesięcy). Straty ciepła wyniosą więc odpowiednio  $15 \text{ kWh/m}^2$  i  $22,5 \text{ kWh/m}^2$  ( $0,2 \times 15 \times 5000 : 1000 = 15 \text{ kWh}$  i  $0,3 \times 15 \times 5000 : 1000 = 22,5 \text{ kWh}$ ). Różnica strat ciepła równać się będzie  $7,5 \text{ kWh/m}^2$  rocznie, co przy średnim koszcie pozyskania 1 kWh energii cieplnej  $0,2 \text{ zł/kWh}$ , daje kwotę  $1,5 \text{ zł/m}^2$  rocznie. Przy opalaniu gazem różnica będzie jeszcze mniejsza (ok.  $1 \text{ zł/m}^2$  rocznie) a przy ogrzewaniu prądem wzrośnie do ok.  $2,3 \text{ zł/m}^2$  rocznie. Zatem w domu o powierzchni ogrzewanej np.  $150 \text{ m}^2$  oszczędności na ogrzewaniu związane z „cieplejszymi” ścianami wyniosą  $150\text{-}350 \text{ zł}$  rocznie, zależnie od sposobu ogrzewania. Jak wynika z wyliczeń potencjalne oszczędności nie są duże i łatwo będziemy mogli wyliczyć, po ilu latach zwrócą się wydatki poniesione na budowę cieplejszej ściany. Warto też zastanowić się, czy kryterium ciepłochronności powinno decydować o wyborze materiałów do budowy ściany.

dokładnością (np. z betonu komórkowego) lub zapraw ciepłochronnych. Wieńce i nadproża muszą być dodatkowo ocieplane, co komplikuje późniejsze wykończenie elewacji, lub budowane z systemowych prefabrykatów, co z reguły podwyższa koszty realizacji. Ściany jednowarstwowe buduje się dość szybko, ale przy niestarannym wykonaniu, używając niewłaściwych zapraw, uzupełniając ubytki przypadkowymi materiałami, łatwo pogorszyć ich ciepłochronność. Właściwości użytkowe takich ścian są raczej średnie, gdyż niska wytrzymałość utrudnia mocowanie ciężkich przedmiotów, jakiegokolwiek bruzdy zwiększają ucieczkę ciepła, a mała zdolność do akumulacji ciepła utrudnia utrzymanie stabilnej temperatury.

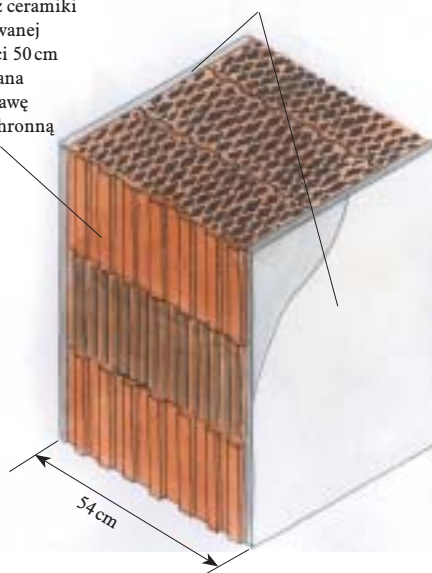
ściana z betonu komórkowego odmiany 400 grubości 40 cm murowana na zaprawę klejową



**1** Ściana jednowarstwowa z betonu komórkowego

obustronny tynk cementowo-wapienny grubości 2 cm

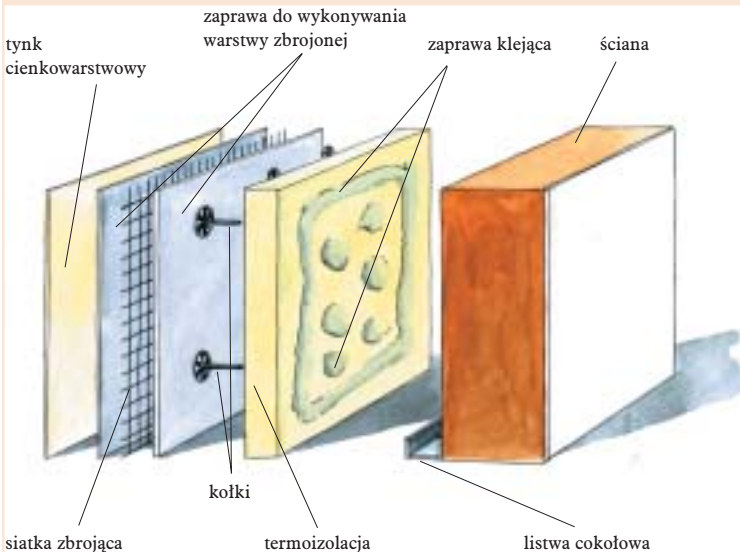
ściana z ceramiki poryzowanej grubości 50 cm murowana na zaprawę ciepłochronną



**2** Ściana jednowarstwowa z ceramiki poryzowanej

## LEKKA MOKRA CZY LEKKA SUCHA

Ocieplenie **metodą lekką mokrą** **A** polega na przyklejeniu do muru warstwy izolacji termicznej ze styropianu lub wełny mineralnej i pokryciu jej tynkiem cienkowarstwowym. Metoda nazywa się lekka, bo ciężar warstwy ocieplenia wraz z tynkiem wynosi zaledwie 10-30 kg/m<sup>2</sup>. Natomiast mokra, ponieważ do rozrobienia zaprawy klejowej i tynku potrzebna jest woda. Istniała również **metoda ciężka mokra**, w której stosowało się stalową siatkę wzmacniającą (zamiast włókna szklanego) i tradycyjny, a więc ciężki tynk cementowo-wapienny o grubości 1,5-2,5 cm. Jednak obecnie metody tej już się nie stosuje.



### A Metoda lekka mokra

### ZALETY

#### METODY LEKKIEJ MOKREJ:

- uzyskanie niewielkiej grubości przegrody, przy jednoczesnym zachowaniu doskonałych parametrów termicznych (tynk, mur, izolacja termiczna, tynk cienkowarstwowy tworzą ścianę o łącznej grubości zaledwie 2+18+12+1=33 cm i współczynniku przenikania ciepła  $U=0,25-0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ); należy tu nadmienić, że dla wielu projektantów idealna ściana powinna mieć grubość kartki papieru (jak w tradycyjnych domach japońskich), ponieważ wtedy nie zabiera cennej powierzchni użytkowej;
- wyeliminowanie mostków termicznych, dzięki rozdzieleniu funkcji w przegrodzie (warstwa nośna i izolacyjna); oczywiście pod warunkiem poprawnego wykonania i zastosowania materiałów odpowiedniej jakości;
- dostępność i powszechność technologii.

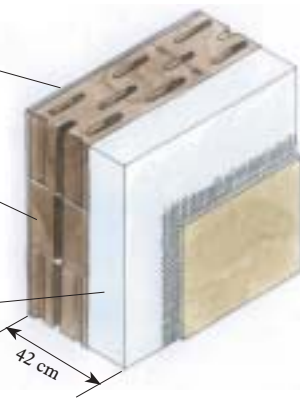
### WADY:

- duża wrażliwość na błędy wykonawcze. Niedokładne ułożenie izolacji, zbyt małe zakłady siatki zbrojącej, czy tynkowanie ścian fragmentami, na dodatek w długich odstępach czasu to tylko część z nich. Jednak jest ich znacznie więcej, a zazwyczaj o tym, że błędy zostały popełnione inwestor przekonuje się dopiero po kilku latach, gdy tynk pęka i odstaje od izolacji. Trzeba jeszcze zaznaczyć, że w tej metodzie wszelkie naprawy zwykle są skomplikowane i kosztowne;
- można ją stosować tylko w ściśle określonych warunkach atmosferycznych – nie może padać deszcz, ani wiać silny wiatr, zakres optymalnej temperatury to 5-25°C, a duże nasłonecznienie praktycznie uniemożliwia wykonywanie robót.

tynk cementowo-wapienny grubości 2 cm

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

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



### 3 Ściana dwuwarstwowa wykonana metodą lekką mokrą

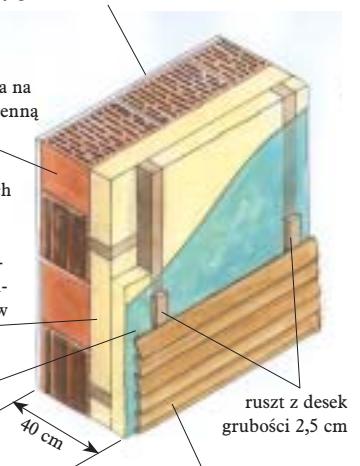
tynk cementowo-wapienny grubości 2 cm

ściana nośna 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.



### 4 Ściana dwuwarstwowa wykonana metodą lekką suchą

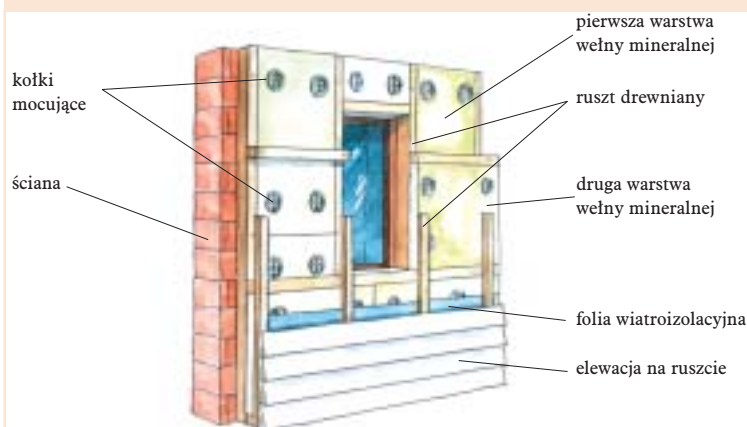
**Ściana dwuwarstwowa** – składa się z warstwy nośnej, którą można murować praktycznie z dowolnych materiałów ściennych, oraz ocieplenia mocowanego na zaprawę klejową lub za pomocą łączników plastikowych, następnie pokrytego tynkiem cienkowarstwowym **3**, **4**. Ta popularna technologia charakteryzuje się łatwością wykonania i równomierną ciepłochronnością całej ściany. Ewentualne błędy wykonawcze dotyczą głównie ocieplenia i mogą być spowodowane przez dobór niewłaściwych materiałów, niestaranne umocowanie ocieplenia i warstwy zbrojącej czy niekorzystne warunki atmosferyczne podczas prowadzenia robót. Typowy mur dwuwarstwowy składa się ze ściany nośnej grubości 24-25 cm i ocieplenia ze styropianu grubości 10-12 cm. Stosunkowo cienka ściana nośna pozwala na wykonanie węższych, a więc i tańszych fundamentów. Ściana taka uzyskuje ciepłochronność 0,25-0,3 W/m<sup>2</sup>K. Poprawa ciepłochronności przez zwiększenie grubości ocieplenia nie jest wskazana, ze względu na możliwość

powstawania uszkodzeń na elewacji. Ekonomicznie nieuzasadnione będzie również pogrubienie ściany nośnej – efektywność niewielka, a znacznie wzrosną koszty. Z punktu widzenia właściwości użytkowych do budowy ściany nośnej najlepiej nadają się pustaki ceramiczne, tradycyjne lub poryzowane, bloczki silikatowe lub z keramzytobetonu. Natomiast użycie betonu komórkowego nie jest dobrym rozwiązaniem, gdyż wysoka absorpcja wilgoci i utrudnione wysychanie mogą doprowadzić do długotrwałego zawilgocenia ściany. Problem ten w pewnym stopniu rozwiązuje zastąpienie styropianu wełną mineralną przy ocieplaniu muru. Walory użytkowe ścian dwuwarstwowych są dobre i jedynie podatność elewacji na uszkodzenia stanowi pewną ich wadę. Alternatywnym rozwiązaniem konstrukcji ściany dwuwarstwowej będzie zastąpienie ocieplenia klejonego do podłoża (**metoda lekka mokra**), izolacją układaną na ruszcie i pokrycie elewacji sidingiem, szalówką drewnianą lub innymi okładzinami mocowanymi do ruszta (**metoda lekka sucha**). Przy ociepleniu metodą lekką suchą można bezpiecznie zwiększyć grubość izolacji cieplnej.

## Ściana dwuwarstwowa wykonana metodą lekką suchą jest najlepsza dla osób budujących systemem gospodarczym

**Ściany trójwarstwowe** – budowane są z warstwy nośnej, ocieplenia oraz murowanej elewacji. Powszechnie uznawane są za najdroższe, ale przy odpowiednim doborze materiałów ich koszt może być zbliżony do innych rozwiązań, a czasem nawet mniejszy. Warstwa nośna nie musi być gruba – wystarczy mur o szerokości 18-19 cm, co obniża koszty materiałów ściennych. Niestety dość często inwestorzy forsują niepotrzebnie budowę grubszej ściany – 25, a nawet 29 cm, co nie ma żadnego racjonalnego uzasadnienia. Grubość warstwy ocieplającej ograniczona jest jedynie rachunkiem ekonomicznym i w praktyce wynosi 15-20 cm. Do izolacji cieplnej używa się najczęściej płyt styropianowych układanych dwuwarstwowo lub rzadziej wełny mineralnej. Elewację można wykonywać z różnych materiałów – budując ją na gotowo np. z łupanej cegły silikatowej, klinkieru, ozdobnych bloczków betonowych lub też pod tynk – z pustaków ceramicznych, bądź bloczków silikatowych. Warstwa elewacyjna również nie musi być gruba. Zależnie od rodzaju materiałów użytych do jej budowy wystarczy postawić ścianę o szerokości 6-10 cm. Warstwa elewacyjna musi być połączona z murem nośnym kotwami rozmieszczonymi w pionie i poziomie co ok. 0,5 m. Do kotwienia najlepiej użyć gotowych łączników ze stali nierdzewnej w postaci płaskowników lub odpowiednio ukształtowanych drutów. Przy ociepleniu wełną stosuje się specjalne łączniki

Ocieplenie **metodą lekką suchą** - sposób ocieplenia i wykończenia ścian budynku bez stosowania jakichkolwiek klejów, zapraw, czy innych materiałów zawierających wodę **B**. Tu wszystkie warstwy mocowane są mechanicznie przy użyciu gwoździ, śrub, plastikowych kołków lub zszywek. Metoda ta polega na ułożeniu izolacji termicznej na ścianach domu, pomiędzy listwami rusztu konstrukcyjnego, do którego następnie mocowana jest prawie dowolna warstwa elewacyjna. Metoda ta może być także „deską ratunkową” dla wszystkich wykonawców i inwestorów, którzy nie zdążyli ocieplić budynku przed nadejściem zimy, a nie chcą wstrzymać prac budowlanych. W metodzie lekkiej suchej warunki atmosferyczne nie są właściwie istotne. Roboty można bowiem prowadzić zarówno w lecie, jak i w zimie, a nawet etapami w dowolnie wybranym czasie (np. tylko w weekendy lub w czasie tzw. przerw technologicznych).



**B** Metoda lekka sucha

### ZALETY

#### METODY LEKKIEJ SUCHEJ:

- prostota – kilka podstawowych narzędzi (młotek, wiertarka), trochę chęci i właściwie każdy może podjąć się tej pracy. Ważne jedynie, żeby wykazał się dużą starannością i dokładnością przy wykonywaniu kolejnych czynności;
- uniwersalność – nadaje się do ocieplania wszystkich rodzajów ścian, zarówno nowo budowanych, jak i starych, już istniejących. Nieważne, czy będą z kamienia, cegły, betonu, czy drewna. Każda ściana po zamontowaniu kilkunastu centymetrów izolacji termicznej będzie spełniała obecnie obowiązujące wymagania;
- łatwość naprawy poszczególnych elementów w przypadku uszkodzenia elewacji, zamknięcia wełny, czy przzerwania wiatroizolacji. Każdą warstwę, a nawet element można zdjąć, wymienić lub naprawić i ponownie zamontować.

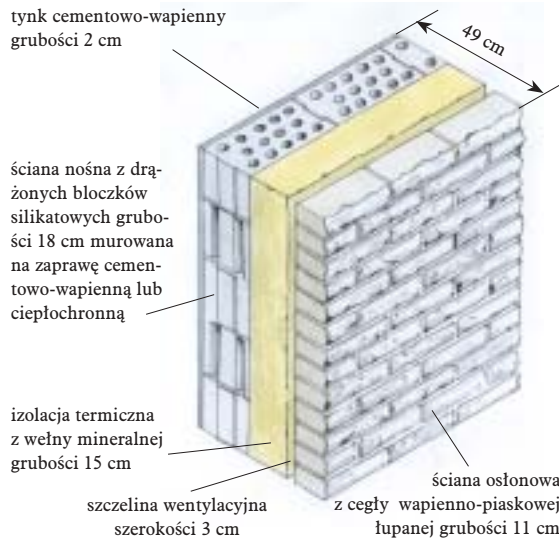
### WADY:

- elewacja najczęściej wykonywana z sidingu winylowego **C**. To dość tani i bardzo dobry materiał fasadowy, ale trochę obcy naszej kulturze i dlatego nie przez każdego akceptowany. Tym bardziej, że niemal zawsze stosowany jest tylko siding w kolorze białym (najtańszym). Niestety elewacja efektownie wygląda dopiero wtedy, gdy zostaną zastosowane elementy przynajmniej w dwóch lub trzech odpowiednio dobranych kolorach, a u nas to rzadkość.



**C** Dom pokryty sidingiem (fot. Rockwool)

Ściany trójwarstwowe należą do najbardziej pracochłonnych w wykonaniu i można je wypełnić przy ich budowie sporo błędów



## 5 Ściana trójwarstwowa z wyrobów wapienno-piaskowych

z talerzykami dociskowymi, co pozwala na uzyskanie niezbędnej pustki wentylacyjnej między elewacją a ociepleniem. Ściany trójwarstwowe należą do najbardziej pracochłonnych w wykonaniu i można je wypełnić przy ich budowie sporo błędów. Najczęściej popełniane to: niestaranne (z przerwami) ułożenie ocieplenia, zmniejszenie ilości lub brak kotew, wadliwie wykonane nadproża.

Ściany trójwarstwowe można budować jednoetapowo, murując jednocześnie warstwę nośną i elewacyjną **5** lub w dwóch etapach – najpierw mury konstrukcyjne, a później ocieplenie i warstwę elewacyjną. Drugi sposób stosuje się głównie w przypadku ocieplenia wełną i elewacji z cegły klinkierowej, ze względu na konieczność starannego wykończenia spoin między cegłami. Właściwości użytkowe ścian trójwarstwowych są bardzo dobre, zapewniają bowiem korzystny mikroklimat w pomieszczeniach, wysoką izolacyjność akustyczną, dużą odporność na działanie ognia, estetyczną i trwałą elewację.

**Ściany szkieletowe** – konstrukcyjnie dom budowany w tej technologii składa się ze szkieletu nośnego montowanego z elementów drewnianych lub stalowych, poszycia z płyt drewnopochodnych oraz umieszczonego między rusztem ocieplenia z wełny mineralnej. Standardowo grubość ścian ma 15 cm i tyle też wynosi grubość ocieplenia, co daje ciepłochronność na poziomie  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Często domy takie są dodatkowo ocieplane, głównie ze względu na zamiar wykończenia ścian zewnętrznych tynkiem zamiast mocowanego do poszycia sidingu lub szalówki drewnianej. Elewację można też wykonać jako murowaną, np. z cegły klinkierowej lub silikatowej – oczywiście odpowiednio poszerzając fundament. Budowa domu

szkieletowego jest bardzo szybka. Przy sprawnej organizacji, cykl budowy – od wbicia łopaty pod fundament do wprowadzenia się mieszkańców – można zamknąć w czasie 3-4 miesięcy. Jednak popularność tego typu technologii znacznie spadła po ujawnieniu się wielu problemów, jakie mogą wystąpić podczas eksploatacji. Domy te, o rodowodzie zapożyczonym z budownictwa amerykańskiego, w pierwotnym założeniu dostosowane są do przemysłowej produkcji elementów i montażu przez wyspecjalizowane ekipy. W warunkach polskich bywa z tym różnie i często „szkieletowce” budują przypadkowi ludzie z nie najlepszej jakości „patyków”. Niewspółmiernie wysokie do właściwości użytkowych są też koszty budowy, w praktyce nie odbiegające od technologii murowanych. Liczba błędów popełnianych przy budowie domów szkieletowych jest bardzo duża, poczynając od użycia niewłaściwie przygotowanego drewna, po niestarannie ułożone izolacje paroszczelne. W efekcie domy te sprawiają wielu mieszkańcom sporo kłopotów i nawet prawidłowo postawione nie zapewniają komfortowych warunków użytkowania. Niska wytrzymałość wewnętrznego pokrycia z płyt gipsowo-kartonowych uniemożliwia wieszanie ciężkich przedmiotów. Mała akumulacja ciepła i absorbowanie wilgoci przez ściany utrudnia utrzymanie stabilnego mikroklimatu wewnątrz pomieszczeń. Jednak te wady przy niektórych formach użytkowania mogą stać się zaletą. Szybkie nagrzewanie pomieszczeń jest szczególnie cenne w domach użytkowanych okresowo (tzw. weekendowych) lub gdy mieszkańców przez większą część dnia nie ma w domu.

## Z CZEGO ŚCIANY

Niezależnie od przyjętej technologii do budowy ścian murowanych używa się podobnych materiałów ściennych. Ich krótka charakterystyka powinna ułatwić wybór odpowiadającego nam rozwiązania.

**Materiały ceramiczne** – wykorzystywane głównie w postaci pustaków tradycyjnych i poryzowanych **6**, **7**. Charakteryzują się wytrzymałością 10-15 MPa, średnią i dobrą ciepłochronnością, korzystnymi właściwościami regulacji wilgotności i dużą ognioodpornością. Nie są natomiast mrozoodporne, a szczeliny powietrzne pogarszają ich właściwości akustyczne. Ceramikę tradycyjną wykorzystuje się do budowy ścian dwu- i trójwarstwowych, a materiały poryzowane również do budowy ścian jednowarstwowych. Materiały ceramiczne wykazują duże tolerancje wymiarowe, co wymaga układania ich na dość grube spoiny. Na elewacje używane są mrozoodporne cegły klinkierowe o dużej wytrzymałości.

**OPTYMALNE ŚCIANY**



6 Pustaki ceramiczne (fot. ZCB Hadykówka)

7 Ściana z pustaków poryzowanych (fot. Wienerberger)

**Beton komórkowy** – wykorzystywany w postaci dużych bloczków 8 o różnym ciężarze objętościowym, a więc i zróżnicowanych właściwościach. Bloczki cięższe odmiany 600 i 700 mają wyższą wytrzymałość (ok 4-5 MPa), ale gorszą ciepłochronność, natomiast marki 400-500 są ciepłe, ale o niskiej wytrzymałości (2-3 MPa). Beton komórkowy jest materiałem nasiąkliwym o warunkowej mrozoodporności i średnich właściwościach akustycznych. Ze względu na duże pory i związaną z tym małą podsiąkalność kapilarną, w razie zamoczenia bardzo długo wysycha. Z ciepłych odmian betonu komórkowego można stawiać ściany jednowarstwowe 9, a dzięki dokładnym wymiarom do murowania używa się cienkowarstwowej zaprawy klejowej. W przypadku budowy ścian z ociepleniem preferowane jest zastosowanie izolacji z wełny, a nie styropianu.



8 Bloczki z betonu komórkowego (fot. Ytong)



9 Budowa ściany jednowarstwowej z bloczków betonu komórkowego (fot. Prefbet)

W celu ułatwienia doboru przedstawiamy kilka typowych wariantów użytkowania domu i optymalne dla nich konstrukcje ścian zewnętrznych:

**Dom rodzinny** – użytkowany przez kilkusobową rodzinę, gdzie zawsze ktoś przebywa w domu. Masywne ściany akumulujące ciepło z innych źródeł niż ogrzewanie i jednocześnie regulujące wilgotność powietrza ułatwią utrzymanie dobrego klimatu przez całą dobę. Stawiamy je jako trójwarstwowe z bloczków silikatowych lub pustaków ceramicznych.

**Dom – sypialnia** – zamieszkały np. przez bezdzietne, pracujące małżeństwo, pobyt w domu sprowadza się w dużej mierze do spędzania tam wieczorów i okazjonalnego przyjmowania gości. Taki dom powinien mieć ściany o możliwie niskiej akumulacyjności cieplnej, postawione np. z bloczków z wkładką izolacyjną czy betonu komórkowego z ociepleniem.

**Dom „szybki”** – stawiany przez inwestora, któremu zależy na szybkim zamieszkanianiu. Tu ściany można postawić jako jednowarstwowe z betonu komórkowego, ceramiki porotyzowanej, keramzytobetonu. Oczywiście w tej kategorii mieszczą się również domy szkieletowe, wykonywane w technologii drewnianej lub metalowej.

**Dom samodzielny** – dobór materiałów ściennych powinien umożliwić własnoręczne postawienie ścian przez osoby bez specjalnego przygotowania i wprawy. Najłatwiej buduje się ściany jednowarstwowe, ale przy wykonywaniu nadproży warto skorzystać z nadzoru fachowca.

**Dom cichy** – stawiany w okolicy o dużym natężeniu hałasu, musi mieć ściany dobrze tłumiące dźwięki. Najlepiej postawić wtedy ścianę trójwarstwową z bloczków silikatowych.

**Dom ciepły** – możliwość taniego zwiększenia ciepłochronności zapewniają jedynie ściany trójwarstwowe, gdzie dodatkowa grubość izolacji wyraźnie obniża przenikalność cieplną.

**Dom na raty** – budowa ściany dwuwarstwowej umożliwi odłożenie na później jego ocieplenia i zajęcie się wykończeniem wnętrza. W takim domu można przez pewien czas mieszkać, oczywiście przy znacznie wyższych kosztach ogrzewania.

**Silikaty** – nazywane również wyrobami wapienno-piaskowymi 10, produkowane są jako materiał pełny oraz z dużymi drażnieniami zmniejszającymi ciężar elementów. Silikat ma dużą wytrzymałość na ściskanie (15-20 MPa), ale niską ciepłochronność, dlatego buduje się z niego wyłącznie ściany dwu- lub trójwarstwowe. Ma bardzo dobre właściwości dźwiękochłonne, dobrze akumuluje ciepło i pełni rolę regulatora wilgotności pomieszczeń. Całkowita mrozoodporność umożliwia budowanie z silikatów ścian elewacyjnych z fakturowaną powierzchnią, bez konieczności ich tynkowania 11. Duża dokładność wymiarowa umożliwia łączenie elementów na cienkie spoiny, a gładka powierzchnia starannie wykonanych ścian może być pokrywana tynkiem 10 Silikaty (fot. Xella Vdb-Silka)





**11** Ściany elewacyjne z silikatów z fakturowaną powierzchnią nie muszą być tynkowane (fot. Xella Vdb-Silka)

Silikaty są odporne na ogień, w razie pożaru ściany nie wydzielają żadnych szkodliwych substancji.

**Keramzytobeton** – wykorzystywany w formie bloczków pełnych lub ze szczelinami o różnej grubości do budowy ścian jednowarstwowych i z ociepleniem **12**, **13**. Jego właściwości zależą od granulacji kruszywa keramzytowego, stopnia zagęszczenia mieszanki betonowej. Wytrzymałość na ściskanie wynosi 2-3 MPa, a ciepłochronność odpowiada w przybliżeniu właściwościom izolacyjnym betonu komórkowego. Cechy użytkowe lokują wyroby keramzytowe między betonem komórkowym a ceramiką.

**Materiały hybrydowe** – produkowane głównie jako pustaki betonowe z wypełnieniem szczelin styropianem. Zależnie od konfiguracji wkładki styropianowej i jej grubości uzyskują różne właściwości ciepłochronne.

## NAJWAŻNIEJSZE WŁAŚCIWOŚCI ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

### Ciepłochronność

Przepisy wymagają, aby przenikalność cieplna ścian budowanych z użyciem materiałów izolacyjnych nie była większa niż  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a dla ścian jednorodnych  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Warto zwrócić uwagę na koszty, jakie ewentualnie trzeba będzie ponieść, jeśli zechcemy jednak uzyskać lepszą ciepłochronność. Tanie polepszenie właściwości cieplnych można uzyskać głównie w ścianach trójwarstwowych, zwiększając jedynie grubość termoizolacji, oczywiście po odpowiedniej modyfi-

kacji szerokości fundamentów. W technologii dwuwarstwowej z ociepleniem w systemie BSO grubość ocieplenia nie powinna przekraczać 12 cm, a pogrubianie muru nie ma większego sensu. Poprawę ciepłochronności można natomiast uzyskać decydując się na ocieplenie metodą lekką suchą z odpowiednio grubszą warstwą izolacji. Najbardziej kosztowne będzie poprawienie ciepłochronności ściany jednowarstwowej. Można bowiem zwiększyć grubość ściany lub zastosować jeden z systemów ocieplenia, co w praktyce mija się z celem budowy ściany jednowarstwowej.

### Wytrzymałość

Wszystkie używane do budowy ścian materiały mają wystarczającą wytrzymałość, aby stawiać z nich ściany nośne w domach jednorodzinnych. Jednak problemy z małą wytrzymałością mogą pojawić się w czasie urządzania i użytkowania domu. Problemem może być powieszenie ciężkich przedmiotów na ścianie z betonu komórkowego. W skrajnych sytuacjach mogą też pojawić się pęknięcia wywołane punktowym naciskiem elementów konstrukcyjnych domu.



**12** Budowa ścian nośnych z pustaków keramzytobetonowych (fot. Betard)



**13** Pustaki keramzytobetonowe typu Alfa (fot. Keramzyt Mszczonów)

### Akustyka

Dobrze wyciszająca hałas ściana zewnętrzna ma istotne znaczenie w domach budowanych w pobliżu ruchliwych dróg, linii kolejowych, lotnisk. O zdolności do tłumienia dźwięków decyduje głównie masa powierzchniowa ściany – im jest ona większa, tym ma lepsze właściwości akustyczne. Elementem wyciszającym jest również wełna mineralna wbudowana w ścianę trójwarstwową. Dlatego ściany, które muszą spełniać wysokie wymagania akustyczne powinny być budowane z ciężkich bloczków silikatowych z warstwą ociepleniową z wełny mineralnej.

### Łatwość wykonania

Taka cecha będzie istotna, gdy budujemy dom sposobem gospodarczym i zatrudniamy niezbyt fachowe ekipy budowlane. Oczywiście nadzór nad prawidłowością prowadzenia robót powinien sprawować kierownik budowy, ale nie jest on stale obecny na budowie i pracownicy mogą popełnić wiele niezauważalnych błędów. Najłatwiej skontrolować budowę ścian jednowarstwowych i dwuwarstwowych, a przy stawianiu ścian trójwarstwowych trzeba na bieżąco sprawdzać poczynania pracowników.

### Akumulacja ciepła i pary wodnej

To mało doceniane cechy ścian zewnętrznych, które w istotny sposób wpływają na klimat w pomieszczeniach. W zasadzie ściany powinny charakteryzować się dużą zdolnością do akumulowania ciepła, co zapewnia stabilizację temperatury wewnętrznej i przechowywanie ciepła pochodzącego z nasłonecznienia, oświetlenia i innych jego źródeł. Jedynie w domach użytkowanych okresowo, gdzie na dłuższy czas obniża się temperaturę, ściany powinny mieć małą bezwładność, co umożliwi szybkie ich nagrzanie.

Zdolność do akumulacji ciepła zależy przede wszystkim od tzw. **masy izolowanej**, czyli tej części grubości ściany, która ma temperaturę zbliżoną do panującej wewnątrz. Najwyższą akumulację mają ściany silikatowe i ceramiczne ocieplone od zewnątrz styropianem lub wełną mineralną.

Korzystną samoregulację mikroklimatu można uzyskać dzięki zdolności do akumulacji pary wodnej przez wewnętrzne warstwy ściany. Wytwarzanie wilgoci w ciągu dnia jest bowiem bardzo nierównomierne i w okresach, gdy wilgoć nadmiernie wzrasta, zostaje pochłonięta przez ścianę, z której później może wrócić do pomieszczenia. Jednak zdolność do akumulowania wilgoci zależy też w dużym stopniu od materiałów użytych do wykończenia ścian od wewnątrz, a zwłaszcza ich paroprzepuszczalności. Pod tym względem najlepsze własności ma ściana silikatowa pokryta tynkiem gipsowym.

### Paroprzepuszczalność

Nazywana popularnie „oddychaniem” ściany, nie ma praktycznie istotnego znaczenia dla komfortu pomieszczeń. Jednak trzeba brać ją pod uwagę przy doborze materiałów w ścianach warstwowych, aby nie wystąpiła kondensacja pary wodnej. Wszystkie materiały ściennie mają podobną paroprzepuszczalność, a dyfuzja pary wodnej przez ścianę zależy przede wszystkim od rodzaju ocieplenia, tynku, farb elewacyjnych i pokryć wewnętrznych. Paroprzepuszczalność w znikomym stopniu wpływa na odprowadzenie pary wodnej, gdyż tylko kilka procent zawartej w powietrzu wilgoci może zostać usunięte przez ściany zewnętrzne. A zupełnym absurdem jest twierdzenie, że „oddychające” ściany umożliwiają wymianę powietrza z otoczeniem. Nie zastępuje to więc sprawnie działającej wentylacji, która usuwa nie tylko wilgoć, ale i przykre zapachy, dwutlenek węgla, substancje toksyczne. Natomiast niezwykle istotny jest taki dobór materiałów, aby opór dyfuzyjny dla pary wodnej był największy od wewnątrz pomieszczeń, natomiast ocieplenie znajdowało się jak najbliżej strony zewnętrznej.

## ŚCIANY – KROK PO KROKU

### Etap I – Ściany nośne

- 1 Sprawdzenie i ewentualne uzupełnienie hydroizolacji poziomej ułożonej na ścianach fundamentowych.
- 2 Sprawdzenie poziomu ścian fundamentowych i wymurowanie narożników do wysokości ok. 1 m. Przy tych robotach można przeprowadzić ewentualną niewielką korektę prostopadłości ścian i wymiarów zewnętrznych.
- 3 Zamocowanie sznurów kierunkowych i ułożenie pustaków między narożnikami, z pozostawieniem wolnych miejsc tam, gdzie będą osadzone otwory okienne i drzwiowe. W miejscach skrzyżowania z wewnętrznymi ścianami nośnymi należy utworzyć tzw. **strzępia** lub murować jednocześnie ściany wewnętrzne i zewnętrzne.
- 4 Murowanie kominów. Zależnie od ich usytuowania i użytych materiałów mogą być budowane jako wolno stojące (z elementów prefabrykowanych lub z cegły, gdy nie przylegają do ściany) lub jako włączone w konstrukcję ściany wewnętrznej albo zewnętrznej (przy technologii tradycyjnej).
- 5 Wymurowanie narożników do wysokości nadproży i ułożenie pustaków do odpowiedniej wysokości.
- 6 Zaszalowanie, zbrojenie i zabetonowanie nadproży. W przypadku, gdy wysokość umieszczenia nadproży nie odpowiada wielokrotności wysokości pustaka, w miejscu ich oparcia należy wymurować, np. z cegły, gniazda o długości co najmniej 15 cm z każdej strony.



- 7 Dokończenie ścian do wysokości stropu. Zalecane jest wyrównanie wierzchu muru zaprawą cementową, co ułatwi wypoziomowanie belek stropowych.
- 8 Wymurowanie warstwy cegieł osłonowych na wysokości wieńca stropowego, np. z 2 warstw cegły kratówki o grubości 12 cm.
- 9 Wykonanie stropu i wieńca.
- 10 Wyrównanie zaprawą cementową poziomu na wierzchu wieńca i wymurowanie ścianek kolankowych.
- 11 Wykonanie wieńca na ścianie kolankowej z zabetonowaniem kotew do zamocowania murłaty. Wieniec może otaczać cały obrys ścian lub w wersji „oszczędnościowej” sięgać ok. 1,5 m z obu stron ścian szczytowych.
- 12 Wymurowanie ścian szczytowych z osadzeniem nadproży. Skosy ścian należy wyrównać, a na wierzchu przykleić płyty styropianowe gr. 10 cm.

## Etap II – ocieplenie

- 1 Oczyszczyć powierzchnię ścian silnym strumieniem wody i usunąć większe nierówności zaprawą klejową lub przez skucie wypukłości.
- 2 Zamocować listwy startowe u dołu ściany, dokładnie je wypoziomując.
- 3 Przykleić płyty styropianowe poziomymi rzędami (od dołu) z przesunięciem złączy pionowych o połowę długości płyty. W narożnikach płyty powinny zazębiać się mijankowo.
- 4 Przykleić ocieplenie gr. 3-4cm wokół otworów okiennych i drzwiowych.
- 5 Zamocować płyty kołkami do styropianu, umieszczając je w narożach płyt (4 szt./m<sup>2</sup>). Mocowanie kołkami nie jest konieczne, ale pożądane, gdyż eliminuje zagrożenie odspajania się płyt w przypadku złej przyczepności zaprawy klejowej.
- 6 Nałożyć warstwę zaprawy zbrojącej i wcisnąć w nią siatkę z włókna szklanego, a następnie wyrównać drugą warstwą zaprawy. W narożach okien i drzwi dodatkowo umieścić paski siatki (20 x 50 cm) przyklejone skośnie, a na wszystkich krawędziach umocować listwy krawędziowe z wtopioną siatką.

- 7 Zagruntować podłoże preparatem zwiększającym przyczepność tynku. W przypadku tynków strukturalnych preparat warto zabarwić na kolor elewacji, co zmniejszy ryzyko przebijania podłoża w miejscach wgłębień w strukturze tynku.
- 8 Naciągnąć tynk cienkowarstwowy, nadając mu pożądaną strukturę.

## KOSZTY

Ile naprawdę będą kosztowały nas ściany, dowiemy się z reguły po zakończeniu ich budowy. Nawet określenie kwoty przy kosztorysowaniu przez kompleksowego wykonawcę stanu surowego nie gwarantuje, że nie wzrosną. Warto też brać pod uwagę znaczne różnice w cenach jednostkowych, zależnie od tego, kto je będzie budował. Najczęściej mamy możliwość wyboru dwóch form prowadzenia budowy – tzw. systemem gospodarczym lub zlecenie wykonania całości prac określonej firmie. W pierwszym przypadku umawiamy się tylko co do zapłaty za robociznę, natomiast sami kupujemy materiały, zajmujemy się ich dostawą.

Ten sposób, choć zdecydowanie tańszy, wymaga poświęcenia budowie dużo czasu i oczywiście dobrej znajomości stosowanej technologii. Gdy nasza wiedza jest dość pobieżna, lepiej zlecić nadzór nad prowadzonymi pracami dobremu fachowcowi – niekoniecznie inspektorowi nadzoru inwestorskiego. Oszacowane przez nas koszty w praktyce najczęściej okazują się zbyt niskie w porównaniu z faktycznie poniesionymi wydatkami i dorzucenie 15-20% do przeprowadzonych wyliczeń z pewnością bardziej je urealni. Budowanie przez firmę zwalnia nas co prawda z ciągłego zajmowania się budową, ale kosztuje też dużo więcej, gdyż w przedstawionym kosztorysie ukryte są zawsze znaczne rezerwy na ewentualne poprawki czy nieprzewidziane okoliczności. Odrębny problem to sprawa podatku VAT, który zależnie od formy realizacji wynosi 7% lub 22%. Jednak w praktyce niższy podatek przy realizacji przez firmę „pochłaniają” narzuty kosztorysowe – „koszty zaopatrzenia”, które z reguły wynoszą 12-15%. ●

Cezary Jankowski

Wartości współczynnika U dla ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych nie mogą być większe niż 0,3 W/m<sup>2</sup>K, a najlepiej jak nie przekraczają 0,25 W/m<sup>2</sup>K

## Wszystkie produkty i firmy

liczące się na rynku znajdziesz w Informatorze Rynkowym Budownictwa Jednorodzinnego

tom 1 STAN SUROWY ZAMKNIĘTY 2005

PROMOCYJNE ZAMÓWIENIE IRBJ na str. 321

