

# Wznoszenie i ocieplanie

Decyzja, z czego i jak zbudować ściany zewnętrzne nowego domu, wydaje się budującym bardzo ważna. Tak naprawdę najważniejsze jest jednak to, czy zostaną starannie ocieplone.

## Czy można zastosować inne materiały ściennie niż przewidziane w projekcie?

Przepisy dopuszczają taką zmianę dla poprawienia parametrów ścian lub zmniejszenia ich kosztów – pod warunkiem, że w zakresie izolacyjności cieplnej, wytrzymałości oraz trwałości, zmienione rozwiązanie zapewni przynajmniej takie same właściwości ściany, jakie podano w projekcie. O zastosowaniu innych materiałów decyduje kierownik budowy, który musi taką zmianę udokumentować odpowiednim wpisem w dzienniku budowy. Nie ma potrzeby występowania o urzędowe zatwierdzenie tych zmian.

## Jakie rodzaje ścian zewnętrznych stosuje się w domach jednorodzinnych?

**Ściany jednowarstwowe** – najłatwiejsze do wznoszenia – wykonuje się z materiałów o takiej izolacyjności termicznej, aby nie trzeba było ich ocieplać. Są tylko trzy takie materiały, które łączą taką ciepłochronność z wystarczającą wytrzymałością: beton komórkowy, ceramika poryzowana i keramzytobeton. Elementy ściennie z tych materiałów mają grubość od 36 do 44 cm.

Zgodnie z przepisami ściany jednowarstwowe mogą mieć większą niż pozostałe ściany wartość współczynnika przenikania ciepła  $U$  – nie większą jednak niż  $0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Zaletą ścian jednowarstwowych jest stosunkowo szybkie murowanie, natomiast wadą – trudności z ociepleniem elementów konstrukcyjnych i ograniczona ciepłochronność.

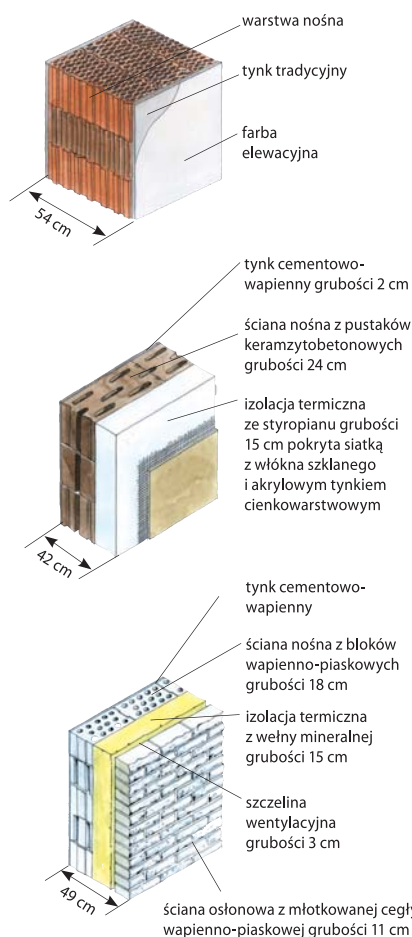
Można je wykończyć tynkiem tradycyjnym lub cienkowarstwowym.

**Ściany dwuwarstwowe.** Te najpopularniejsze obecnie ściany składają się z warstwy nośnej i ocieplenia. Wznosi się je szybko i może je wykonać każda ekipa. Najpierw muruje się warstwę nośną, a potem – od strony zewnętrznej – mocuje się ocieplenie: na klej, rzadziej na kołki lub na ruszcie metalowym bądź drewnianym. Ściany wykańcza się tynkiem lub okładziną. Na warstwę nośną, której grubość powinna wynosić 15–30 cm, można użyć każdego materiału ściennego.

**Ściany trójwarstwowe.** Uważane są za najbardziej solidne ze względu na bardzo dobre parametry – izolacyjność cieplną i akustyczną, a także akumulacyjność, to znaczy zdolność do gromadzenia ciepła. Taką ścianę, która ma zwykle grubość 40–50 cm i składa się z warstw: nośnej (konstrukcyjnej), ociepleniowej i elewacyjnej, można murować na dwa sposoby:

- 1) wszystkie warstwy jednocześnie,
- 2) najpierw stawia się ścianę nośną, a dopiero po pokryciu domu dachem dodaje się ocieplenie i warstwę osłonową (sposób droższy).

Ścianę wykańcza się tynkiem, a jeśli warstwa zewnętrzna jest wykonana z materiału elewacyjnego, takiego jak klinkier czy cegły wapienno-piaskowe – tylko spoinuje.



## Co oznaczają parametry $\lambda$ i $U$ ?

$\lambda$  – współczynnik przewodności cieplnej – określa termoizolacyjność materiałów budowlanych w  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Im mniejszą wartość tego współczynnika ma materiał, tym lepszą izolacyjność cieplną może mieć wykonana z niego przegroda zewnętrzna. O ciepłochronności ściany w dużej mierze decydują materiały termoizolacyjne i mają one wartość tego współczynnika w granicach  $0,03\text{--}0,05 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .

$U$  – współczynnik przenikania ciepła – określa izolacyjność termiczną czyli ciepłochronność przegrody o określonej konstrukcji i grubości: ściany, dachu, stropu albo podłogi na gruncie. Jego jednostką jest  $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . W uproszczeniu, wartość  $U$  jest sumą oporu cieplnego poszczególnych warstw. Opór każdej warstwy zaś to jej grubość dzielona przez współczynnik przewodności cieplnej  $\lambda$  materiału.

Odwrotność zsumowanych oporów określa przewodność cieplną ściany.

## Jakie materiały stosuje się na ściany zewnętrzne?

**Ceramika tradycyjna** – tylko na ściany dwu- i trójwarstwowe. Zależnie od podanej w projekcie wytrzymałości na ściskanie można kupić ceramikę z oznaczeniem 10; 15 lub 20 – im wyższa klasa, tym bardziej wytrzymały materiał. Muruje się ją na grube spoiny (12 mm), na zaprawę tradycyjną cementowo-wapienną. W takich ścianach zawsze wypełnia się spoiny pionowe.

- + duża zdolność do akumulacji ciepła;
- + materiał jest odporny na ogień;
- niska izolacyjność termiczna



foto: Lawkovo Ceramika Budowlana

**Ceramika poryzowana** – wszystkie rodzaje ścian. Ściany dwu- i trójwarstwowe muruje się na grube spoiny (12 mm), do jednowarstwowych konieczne jest użycie zaprawy ciepłochronnej grubości 12–15 mm.

- + dobra termoizolacyjność;
- + duża zdolność do akumulacji ciepła;
- + odporność na ogień;
- + łatwość murowania (zamiast spoin pionowych, łączenie na pióro i wpust lub na kieszeń wypełnianą zaprawą);
- znaczna nasiąkliwość;
- wyraźna kruchość w porównaniu z ceramiką zwykłą.



foto: Wienerberger

**Beton komórkowy** – wszystkie rodzaje ścian. Produkuje się bloczki o różnej gęstości, o której informuje odmiana określana liczbami: 350, 400, 500, 600 i 700. Ściany jednowarstwowe muruje się na cienkie spoiny (1–3 mm) na zaprawę klejową albo na grube spoiny (10–15 mm) na zaprawę ciepłochronną. Ściany wielowarstwowe najczęściej muruje się na grube spoiny ze zwykłej zaprawy.

- + wysoka termoizolacyjność;
- + łatwość obróbki (bloczki łatwo się przycina);
- niewielka wytrzymałość na ściskanie;
- znaczna nasiąkliwość (z tego powodu ściany z betonu komórkowego nie należy długo pozostawiać bez wykończenia);
- wyraźna kruchość;
- niewielka izolacyjność akustyczna.

**Silikaty** – tylko ściany dwu- i trójwarstwowe. W większości są trwalsze od tradycyjnej ceramiki – produkowane w klasach: 15; 20; 25. Bloczki silikatowe muruje się na grube spoiny na zaprawę tradycyjną lub na zaprawę do cienkich spoin. Można wykańczać je tynkiem cienkowarstwowym. Boki bloczków profilowanych łączy się na pióro-wpust (nie trzeba wypełniać zaprawą spoin pionowych).

- + duża wytrzymałość na ściskanie (można wznosić wysokie budynki);
- + bardzo wysoka izolacyjność akustyczna;
- + bardzo wysoka zdolność do akumulacji ciepła;
- + zawartość wapna, dzięki czemu na ścianach nie rozwijają się pleśnie ani porosty;
- słaba izolacyjność termiczna;
- znaczny ciężar (utrudniony transport i murowanie).



foto: Xella (Silka)

**Keramzytobeton** – wszystkie rodzaje ścian. Oprócz pustaków można kupić bloczki z wkładką ze styropianu. Wszystkie muruje się na grube spoiny, z tym, że do pustaków można używać zaprawy zwykłej lub ciepłochronnej, a do bloczków z wkładką styropianową trzeba używać spoiwa ciepłochronnego.

- + bardzo wysoka izolacyjność termiczna (szczególnie bloczków z wkładką styropianową);
- + łatwość obróbki (elementy łatwo się przycina);
- + niska nasiąkliwość.



foto: Maxit

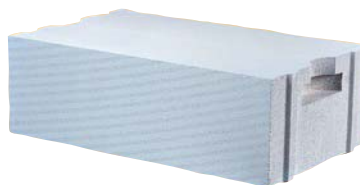


foto: Xella (Silka)

### EKSPERT radzi...

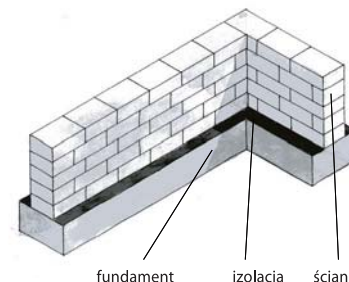
#### CZY Z SILIKATÓW WZNOŚ SIĘ NOWOCZESNE BUDYNKI ENERGOOSZCZĘDNE?

Ściany zewnętrzne wznoszone z silikatów są zawsze ścianami warstwowymi, w których odpowiedniej grubości warstwa wełny mineralnej lub styropianu zapewnia izolację termiczną, a mur spełnia wszystkie pozostałe wymagania. Jednym z najważniejszych jest oszczędność energii – a tu obok izolacji termicznej równie ważne są akumulacja i bezwładność ciepła. Właśnie te właściwości są podstawową zaletą masywnych ścian z silikatów. W prawidłowo zbudowanym budynku stanowią doskonałą barierę dla gorącego powietrza w lecie, a w zimie dla mrozu. Mury z silikatów odznaczają się najwyższą wytrzymałością i izolacyjnością akustyczną. Są bardzo dobrym i trwałym podłożem do prostego mocowania np.: ciężkich szafek kuchennych. Na doskonały mikroklimat wpływa bardzo dobra paroprzepuszczalność.

Lech Misiewicz  
GRUPA SILIKATY

#### Czy trudno muruje się pierwszą warstwę?

Pierwszą warstwę muru stawiamy na izolacji przeciwwilgociowej, ułożonej na wyrównanym fundamencie lub cokole. Pracę rozpoczyna się od wymurowania wszystkich narożników do wysokości 3–4 warstw cegieł lub bloczków, cały czas sprawdzając wymiary budynku oraz pionowe ustawienie narożników. Pierwsza warstwa zawsze jest kładzona na zaprawie murarskiej, rozłożonej dość grubo (2–2,5 cm) – to ułatwia korektę prostoliniowego ustawienia elementów ściennych. Następną warstwę muruje się „pod sznur” napięty między narożnikami na wysokości spoin. Sznur nie może w żadnym miejscu dotykać do już wymurowanej ściany, dlatego w narożniku umieszcza się cienką podkładkę dystansową, która utrzymuje go w odległości 3–4 mm od właściwego lica ściany. Górne krawędzie ustawianych pustaków lub bloczków powinny w poziomie pokrywać się z linią sznura.



Pierwszą warstwę ściany stawia się na wyrównanym fundamencie

## Jak obliczyć izolacyjność ściany jednowarstwowej?

Izolacyjność termiczna, czyli ciepłochronność ściany jednowarstwowej, a więc jednorodnej, zależy od grubości ściany oraz przewodności cieplnej materiału użytego do jej zbudowania. Cechę tę określa współczynnik  $U$ , który oblicza się dzieląc współczynnik  $\lambda$  materiału ściany przez jej grubość  $d$ :

$$U = \lambda / d$$

A oto przeciętne wartości współczynnika przewodności cieplnej  $\lambda$  materiałów na ściany jednorodne:

- beton komórkowy - 0,13 W/(m·K),
- ceramika poryzowana - 0,16 W/(m·K),
- keramzyt - 0,15 W/(m·K).

Ściany jednowarstwowe o ekonomicznie uzasadnionej grubości 36-44 cm mają współczynnik  $U$  w granicach 0,35-0,40 W/(m<sup>2</sup>·K); w tym szacunkowym obliczeniu nie jest uwzględniona izolacyjność cieplna tynku, który ma zresztą znikomy wpływ na przenikalność cieplną ściany. Dokładne wyznaczenie przenikalności cieplnej ściany wymaga znajomości deklarowanego przez producenta współczynnika przewodności cieplnej  $\lambda$  konkretnego materiału.

**Przykład:** Obliczamy jaką izolacyjność  $U$  ma ściana jednorodna grubości  $d = 36$  cm (0,36 m) wykonana z keramzytobetonu o współczynniku  $\lambda = 0,15$  W/(m·K).

$$0,15 \text{ W/(m·K)} / 0,36 \text{ m} = 0,41 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$$

Rzeczywista ciepłochronność ściany może być o 5-10% niższa niż to wynika z obliczenia - z powodu mniejszej izolacyjności spoin oraz w wyniku zawilgocenia muru.

### Jak obliczyć izolacyjność ściany dwu- i trójwarstwowej?

Należy zsumować opory cieplne poszczególnych warstw. Opór cieplny  $R$  to odwrotność współczynnika przenikalności  $U$ . Oblicza się go dzieląc grubości warstw materiałów przez współczynnik  $\lambda$ .

$$R = 1/U = (d/\lambda)$$

Obliczenie izolacyjności cieplnej ściany warstwowej z ociepleniem wymaga zatem znajomości współczynników przewodności wszystkich użytych w niej materiałów. Do celów obliczeniowych przyjmuje się najczęściej następujące wartości  $\lambda$ :

- ocieplenie ze styropianu lub wełny mineralnej - 0,04 W/(m·K), choć niektóre odmiany mogą mieć wartość  $\lambda$  o 10-15% niższą,
- materiały konstrukcyjne:
  - beton komórkowy - 0,15 W/(m·K),
  - ceramika poryzowana - 0,25 W/(m·K),
  - pustaki ceramiczne - 0,5 W/(m·K),
  - bloczki silikatowe 0,8 W/(m·K).

Największe znaczenie ma oczywiście rodzaj i grubość materiału ocieplającego.

**Przykład:** Obliczamy jaką izolacyjność  $U$  ma ściana dwuwarstwowa grubości  $d = 25$  cm (0,25 m) wykonana z ceramiki poryzowanej, ocieplonej styropianem o grubości 10 cm (0,1 m).

Opór cieplny wyniesie:

$$R = d / \lambda \text{ (ściany)} + d / \lambda \text{ (ocieplenia)}$$

$$R = 0,25 \text{ m} / 0,25 \text{ W/(m·K)} +$$

$$0,1 \text{ m} / 0,04 \text{ W/(m·K)} = 3,5 \text{ (m}^2\text{·K)/W}$$

Współczynnik przenikania ciepła  $U$  wyniesie więc:

$$U = 1/R$$

$U = 1 / 3,5 \text{ (m}^2\text{·K)/W} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$  (pominęliśmy opory przejścia ciepła).

Obliczenia dla ściany trójwarstwowej wykonuje się analogicznie.



O izolacyjności termicznej ściany dwu- lub trójwarstwowej decyduje izolacyjność wszystkich warstw

foto: Rockwool

## Jaką izolacyjność cieplną powinny mieć ściany zewnętrzne?

Izolacyjność tę określa się współczynnikiem przenikalności cieplnej  $U$  wyrażonym w W/(m<sup>2</sup>·K). W przepisach określa się dwie różne wartości tego współczynnika - zależnie od konstrukcji ściany:

- jeśli ma być ocieplona materiałami izolacyjnymi o współczynniku mniejszym niż 0,05 W/(m·K), jej współczynnik  $U$  nie powinien być większy niż 0,3 W/(m<sup>2</sup>·K),
- jeśli ma mieć konstrukcję jednowarstwową z jednorodnego materiału, wartość jej współczynnika  $U$  nie powinna przekraczać 0,5 W/(m<sup>2</sup>·K).

W praktyce dąży się do uzyskania jak najniższego współczynnika  $U$ , gdyż jest to skuteczny sposób zmniejszenia zużycia energii cieplnej do ogrzewania domu. Szacunkowo można przyjąć, że obniżenie współczynnika  $U$  o 0,01 W/(m<sup>2</sup>·K) pozwala zmniejszyć zużycie energii około 0,75 kWh rocznie na każdy m<sup>2</sup> powierzchni ściany. Zależnie od źródła ogrzewania daje to zatem oszczędności w granicach od 0,10 do 0,20 zł/m<sup>2</sup> rocznie. W przypadku domu o powierzchni 200 m<sup>2</sup> oznacza to wydatki na ogrzewanie ok. 400 zł rocznie mniej. Jednak ze względów technicznych i ekonomicznych zazwyczaj nie warto „schodzić” poniżej  $U=0,2-0,25$  W/(m<sup>2</sup>·K). Nie opłaca się pogrubiać ocieplenia bez końca,

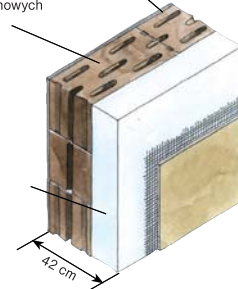
bo porównując przyszłe oszczędności na ogrzewaniu z kosztami dodatkowego ocieplenia może się okazać, że oszczędności w wydatkach na ogrzewanie nie zrekompensują kosztów dodatkowego ocieplenia. Jak zatem widać, izolacyjność cieplna ścian zewnętrznych może być co najmniej równie ważna jak ich wytrzymałość czy zdolność do tłumienia dźwięków.

Przykład taniej i cieplej ściany dwuwarstwowej ocieplonej metodą lekką moką

tynk cementowo-wapienny grubości 2 cm

ściana nośna z pustaków keramzytobetonowych

grubości 24 cm



## W jaki sposób kontrolować poziom i pion ścian?

Najlepiej za pomocą poziomnicy wodnej. Krótkie odcinki muru można też sprawdzać poziomnicą laserową. Pion ścian na większych długościach kontroluje się przy użyciu pionu murarskiego. Poziomnica wodna, nazywana niekiedy szlauchwągą (zapożyczenie z niemieckiego), umożliwia dokładny pomiar poziomu nawet znacznie oddalonych punktów. Warunki przeprowadzenia prawidłowego pomiaru: z wody wypełniającej elastyczny przewód należy wyeliminować pęcherzyki powietrza, trzeba też zabezpieczyć wąż przed zagięciami uniemożliwiającymi przepływ wody. Następnie do mierzonych punktów trzeba przyłożyć zbiorniczki z podziałką i otworzyć zaworki - obserwujemy poziom wody w zbiorniczkach. Jeśli mierzone punkty są na jednakowym poziomie, to lustro wody będzie sięgać do tej samej wysokości podziałki. Gdy woda w zbiorniczku sięga wyżej, to znaczy, że przyłożony jest on do punktu poniżej wymaganego poziomu. Różnica poziomów wynosi wtedy połowę różnicy wartości odczytanej na podziałce. Mniej dokładny, za to znacznie wygodniejszy, jest pomiar poziomnicą laserową. Wysyłany przez nią promień łapie się np. na miarce ustawionej w drugim punkcie. Przy jednakowych poziomach powinien on trafić na taką samą wysokość, jak odległość wylotu promienia z poziomnicy od punktu bazowego. Pomiar poziomu wszystkich narożników przeprowadza się przed ułożeniem pierwszej warstwy muru oraz, przynajmniej dwukrotnie, na wysokości kondygnacji (w połowie wysokości i pod poziomem stropu). Normy dopuszczają tolerancję wymiarów do 5 cm na długości całego budynku i odchylenie od pionu - do 3 cm na pełnej wysokości domu.

## Czy zaprawa ciepłochronna jest lepsza?

Takie zaprawy, przy murowaniu ścian jednowarstwowych pustaków ceramiki poryzowanej lub bloczków keramzytowych, przyczyniają się do mniejszych strat ciepła przez spoiny – w porównaniu ze zwykłą zaprawą murarską. Zatem poprawia się ogólna izolacyjność cieplna całej ściany. Należy dążyć do uzyskania możliwie cienkich spoin, bo zaprawa ma jednak nieco gorsze własności termoizolacyjne niż elementy ścienne. Ponadto jest to dosyć drogi materiał i nie opłaca się rozrzutność w jego stosowaniu. Podczas prac należy pamiętać, że zaprawy ciepłochronne zawierają granulki styropianu lub perlitu, dlatego trzeba je bardzo dokładnie mieszać, by nie nastąpiło rozwarstwienie składników. Nakładana zaprawa powinna być gęsta, a rozkłada się ją równomierną warstwą.



fol. Maxit

## Ocieplić wełną czy styropianem?

Każdy, nawet najlepszy, materiał budowlany ma pewne ograniczenia w możliwościach zastosowania, zwłaszcza gdy warunki odbiegają od typowych lub zdarzą się trudne do przewidzenia sytuacje. Niektórych niespodzianek można uniknąć, gdy wcześniej przeanalizujemy możliwość pojawienia się poniższych zagrożeń.

Styropian, ze względu na ograniczoną odporność na niektóre związki chemiczne, może przy styczności z nimi po prostu zniknąć. Dlatego trzeba unikać styczności tego materiału z wszelkimi rozpuszczalnikami do farb i lakierów, benzyną oraz wyrobami zawierającymi te składniki. Inne zagrożenie stwarzają gryzonie i ptaki, które chętnie zakładają w tym materiale nory lub gniazda, gdy natrafią na odkrytą warstwę izolacyjną.

Przy izolacjach z wełny mineralnej kłopotów może przysparzać jej zamoczenie. Choć jest to materiał hydrofobizowany, to jednak przy dłuższym kontakcie z wodą traci swoje własności izolacyjne, a osuszenie jest najczęściej bardzo trudne. Dlatego wełnę mineralną trzeba starannie chronić przed zamoczeniem zarówno podczas magazynowania, jak i układania oraz eksploatacji. Szczególnie podatna na zamoczenie jest wełna układana w ścianie warstwowej lub szkieletowej, jeśli na czas przerwy w budowie nie zabezpieczymy jej przed intensywnymi opadami. W ścianach ocieplonych wełną mineralną, gdy ma ona styczność z powietrzem zewnętrznym np. przy elewacjach z sidingu stosuje się dodatkową ochronę przed zawilgoceniem w postaci folii wiatrochronnej. Jak widać, każdy z omawianych materiałów ma swoje wady i zalety. Dyskusja nad tym, który jest lepszy trwa i nieprędko zostanie rozstrzygnięta.



fol. Termo Organika

## Czy trudno wykonuje się nadproża?

Nadproża pełnią funkcję konstrukcyjną nad otworem drzwiowym lub oknem. Na nadprożu opiera się wyższa część ściany, dlatego musi być ono odpowiednio wytrzymałe. W projekcie podawane są informacje o sposobie wykonania nadproża. Zmiana jego konstrukcji wymaga konsultacji z projektantem. Nadproża wykonywane są najczęściej jako belki żelbetowe z gotowych prefabrykatów o określonej długości, można je też wykonać w deskowaniu przygotowanym na budowie. Belka nadprożowa powinna znajdować się na zaplanowanej wysokości, co nie zawsze odpowiada poziomowi warstw ściany. W takim przypadku oparcie nadproża można wykonać na warstwie wymurowanej z drobnowymiarowych materiałów ściennych, np. cegieł ceramicznych lub silikatowych. Jego szerokość nie powinna być mniejsza niż 15 cm, ale w praktyce wykonuje się je na pełną długość cegły, czyli 25 cm. Zastąpienie cegłą fragmentu ściany ciepłochronnej w ścianie jednowarstwowej powodowałoby powstanie w tym miejscu mostka cieplnego. Dlatego wymagany poziom oparcia nadproża uzyskuje się przez docinanie elementów ściennych. Nadproża prefabrykowane w kształcie litery „L” lub „U” ustawia się na zaprawie i podpira w środku rozpiętości, ewentualnie dodatkowo zbroi, następnie wypełnia mieszanką betonową. Nadproża wylewane w deskowaniu wymagają zbrojenia i ustawienia szalunku z desek, ułożenia zbrojenia zgodnego z projektem oraz zalania betonem.



fol. Xella (Ytong)

### EKSPERT radzi...

#### JAKIE SĄ ZALETY STOSOWANIA NADPROŻY SYSTEMOWYCH PRZY BUDOWIE DOMU W SYSTEMIE YTONG?

Jednym z najsłabszych punktów w budynku są nadproża, i nie chodzi tu o wytrzymałość, lecz o coś znacznie ważniejsze – funkcjonalność. Przyczyną tej słabości jest różnica pomiędzy materiałami ściany i nadproża.

Dzięki elementom wykonanym ze zbrojonego betonu komórkowego system YTONG pozwala wykonać i ściany i nadproża z jednego materiału. Elementy te to: gotowe belki nadprożowe YN oraz prefabrykaty nadproża zespolonego YF.

Jednorodność materiałowa pozwala uniknąć występowania mostków cieplnych w nadprożach oraz sprawia, że materiał konstrukcyjny ścian i nadproży doskonale współpracuje, co zmniejsza do minimum możliwość pojawienia się rys i zarysowań w narożach otworów. Dodatkową zaletą zastosowania nadproży systemowych YTONG jest znaczne ułatwienie procesu wykonania przekryć otworów – zmniejszenie ryzyka popełnienia błędów podczas wykonania nadproża oraz skrócenie czasu aplikacji.

Piotr Harasek  
Junior Product Manager  
XELLA POLSKA

## W jaki sposób eliminować mostki cieplne?

Mostki cieplne w nadprożach i wieńcu dotyczą jedynie ścian jednowarstwowych. W innych technologiach ten problem eliminuje zewnętrzne ocieplenie ściany. Tradycyjnie wykonuje się żelbetową belkę nadprożową szerokości ok. 12 cm, od strony zewnętrznej przykleja styropian, osadza kotwy mocujące i od zewnątrz umieszcza się płytki grubości 5–6 cm z tego samego materiału co ściana. Nadproże wygodniej wykonać w deskowaniu na pełnej szerokości ściany, do środka wkładając kolejno płytki elewacyjne, styropian, kotwy mocujące oraz zbrojenie. W systemach ścian jednowarstwowych produkowane są też ciepłochronne, zbrojone nadproża systemowe o różnej rozpiętości i szerokości. Mają one przenikalność cieplną zbliżoną do reszty ściany.

## Jak wykonać nadproże z klinkieru?

Nadproża klinkierowe, a także z dekoracyjnych cegieł silikatowych, budowane są głównie w ścianach trójwarstwowych, w całości wykańczanych tymi materiałami, lub tylko jako element dekoracyjny na ścianie tynkowanej. W takim nadprożu, ze względów estetycznych, nie mogą być widoczne żadne elementy mocowania do warstwy nośnej. Dlatego przy jego budowie układa się zbrojenie spoinowe, schowane w spoinach między cegłami. Technologia budowy takiego nadproża przebiega następująco. Na wypoziomowanej podporze z deski muruje się warstwę cegieł na płask. W co drugiej spoinie umieszcza się poprzeczne zbrojenie (tzw. strzemiona) z drutu o średnicy 3–5 mm, wygiętego do góry w literę U. Końce zbrojenia powinny wystawać 2–3 cm ponad cegły. Następnie wzdłuż nadproża układa się pręty zbrojeniowe o średnicy 6–8 mm, a na ich końcach zagina się końce strzemion. Na zbrojeniu rozkłada się zaprawę i muruje kolejne warstwy ściany. Przy dłuższych nadprożach zbrojenie poziome kładzie się jeszcze w 2–3 następnych warstwach cegieł elewacyjnych.



foto: CRH-Klinkier

### EKSPERT radzi...



Wojciech Szczepański  
Z-ca Dyrektora technicznego  
Sto-Isop

## JAKIE SĄ TRUDNE MIEJSCA PODCZAS WYKONYWANIA OCIEPLENIA W METODZIE BSO?

Tzw. „trudne miejsca” w BSO to obszary gdzie najczęściej, po wykonaniu robót pojawiają się usterki. Jedną z często występujących przyczyn jest nieprawidłowe kołkowanie płyt termoizolacyjnych. Nagminnie popełnianym błędem jest zbyt głębokie osadzanie kołków, a następnie szpachlowanie talerzyków przed wykonaniem warstwy zbrojonej. W efekcie, w wilgotne dni widoczne jest odwzorowanie łączników na powierzchni tynku.

Łatwo można temu zapobiec stosując tzw. termodyble: łączniki osadza się w ok. 2 centymetrowych zagłębieniach a następnie zakrywa deklek ze styropianu lub wełny mineralnej. Dostępne są narzędzia, które umożliwiają wykonanie takiego kołkowania bardzo szybko, bez dodatkowych nakładów pracy. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie systemu z klejem o dobrej przyczepności, który przy nośnych podłożach, do 8 m wysokości nie wymaga kołkowania. O opisane wyżej rozwiązania należy pytać systemodawców lub profesjonalne firmy wykonawcze.

## Po co stosuje się „przemurowanie” ścian pod stropem?

W ostatniej warstwie pod stropem wykonawcy często układają 2–3 warstwy cegieł ceramicznych, zwłaszcza na ścianach z bloczków betonu komórkowego. Jest to niczym nieuzasadniony szkodliwy nawyk, który powoduje zmniejszanie się izolacyjności cieplnej ścian w takim ceglany pasie, a więc – powstanie tam długiego, obwodowego mostka termicznego.

Zwyczaj ten pozostał z czasów, gdy stosowano stropy na belkach stalowych, których oparcie punktowo na mało wytrzymałych bloczkach wywierałoby na nie za duży nacisk. Pod współcześnie układane stropy w zupełności wystarczy wyrównanie wierzchu ściany mocną zaprawą cementową.

## Jak układać ocieplenie w ścianie trójwarstwowej?

Ściany trójwarstwowe można budować jedno- lub dwuetapowo. Wykonanie jednoetapowe polega na tym, że równocześnie ze wznoszeniem ściany konstrukcyjnej układane jest ocieplenie i murowana warstwa ostonowa.

**W dwóch etapach** – najpierw stawia się mur nośny, a później mocuje się izolację cieplną i muruje ściankę elewacyjną.

**Jednoetapowo** – buduje się głównie ściany ocieplane styropianem i z warstwą ostonową przeznaczoną do otynkowania. W ten sposób można wykonywać ściany z gotową elewacją. Dwuetapowo muruje się głównie ściany ocieplane wełną mineralną i wykańczane elewacją z klinkieru.



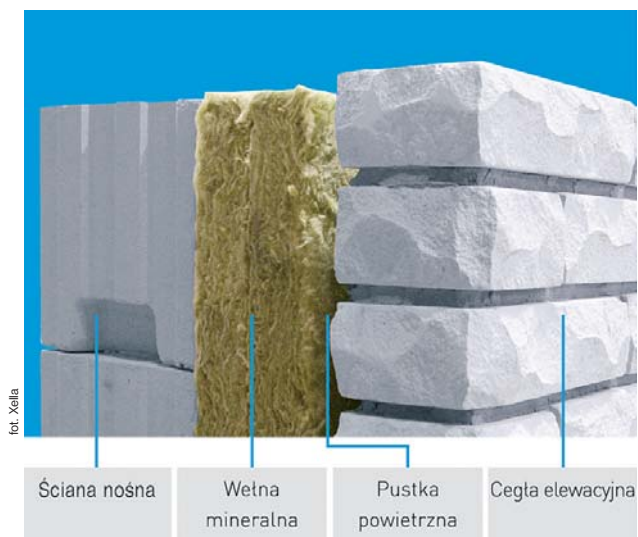
foto: SCU Klinkier-Holenderski

Dom budowany w technologii trójwarstwowej ze ścianą ostonową z cegły klinkierowej

## Ściana trójwarstwowa z pustką wentylacyjną?

Pustkę pozostawia się jedynie w ścianie trójwarstwowej ocieplonej wełną mineralną. Umożliwia ona odparowanie wilgoci, która może wnikać w ocieplenie w wyniku kondensacji pary wodnej przenikającej z wnętrza domu lub na skutek przenikania wody przez ścianę elewacyjną. Szerokość pustki powinna wynosić 3–4 cm, a na całej wysokości ściany nie mogą znajdować się jakiegokolwiek przegrody. Przepływ powietrza pod elewacją umożliwiają otwory wentylacyjne, które umieszczone są u dołu ściany w postaci wmurowanych specjalnych puszek lub jako puste spoiny pionowe pozostawione w odstępach co ok. 1 m. Na górze ściany pozostawia się takie same otwory wentylacyjne.

Ściana trójwarstwowa z pustką wentylacyjną

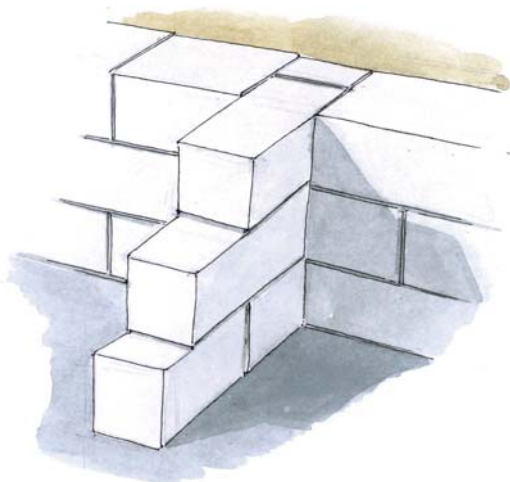


fol. Xella

## W jaki sposób należy łączyć wewnętrzne ściany nośne z zewnętrznymi?

W takich miejscach murowanie powinno zapewniać zazębienie się kolejnych warstw. Oba rodzaje ścian należy stawiać równocześnie, dzięki czemu unika się konieczności pozostawiania w murze zewnętrznym przerw do późniejszego wypełnienia elementami ściany wewnętrznej.

Na ściany zewnętrzne i wewnętrzne stosuje się niekiedy materiały różnej wysokości. W takiej sytuacji, do przewiązania ścian trzeba używać cegieł ceramicznych lub przycinać na odpowiednią wysokość elementy, z których stawia się nośne ściany wewnętrzne.



EKSPERT radzi...

Barbara Kluz  
ZCB MARKOWICZE

## DLACZEGO CERAMIKA TO TAK POPULARNY MATERIAŁ NA ŚCIANY?

Cegła, to jeden z najstarszych i najtrwalszych materiałów budowlanych. Wielowiekowa tradycja budowania z cegieł daje możliwość obiektywnej i pewnej oceny wytrzymałości materiału. Postęp techniczny i technologiczny pozwolił na rozszerzenie gamy produktów ceramicznych i naukowe wykorzystanie ich najlepszych cech. Produkowane obecnie wielkogabarytowe pustaki ceramiczne, pionowo drążone, zachowują nośność, wytrzymałość i paroprzepuszczalność cegły pełnej. Jednocześnie są dostosowane do nowoczesnego budownictwa poprzez rozmiary zewnętrzne (różne dla różnych produktów, ale uzupełniające się na budowie i pozwalające szybko i bez ciężkich maszyn prowadzić budowę), a także pionowe drążenia, które powodują wydłużenie drogi przenikania ciepła, a tym samym poprawiają izolacyjność. Mikropory w czerepie ceramicznym (naturalne bądź wywołane przez dodatki w masie ceramicznej) także powodują poprawę izolacyjności.

## Czy ściany szczytowe wymagają usztywniania?

Ściana szczytowa, czyli trójkątny fragment bocznej ściany zewnętrznej, nad którą będzie dach dwuspadowy, przed wykonaniem więźby dachowej może być narażony na wywrócenie przez podmuchy silnego wiatru. Taka katastrofa budowlana może się zdarzyć, jeśli ten fragment muru wznosi się jako wolno stojący, bo wysoka, zazwyczaj cienka ściana, często dodatkowo osłabiona dużymi otworami okiennymi, jest stosunkowo wiotka. Aby zapobiec wywróceniu się ścian, najlepiej jak najszybciej wykonać dach, a jeśli to niemożliwe, odpowiednio je zabezpieczyć.

Sposób zabezpieczenia powinien podać konstruktor w projekcie. W ścianach jednowarstwowych będzie to zwykle przewiązanie ścian szczytowych z wewnętrznymi ścianami nośnymi czy obudową kominów spalinowych. Ściany dwu- lub trójwarstwowe usztywnia się zwykle przez wykonanie szkieletowej konstrukcji żelbetonowej powiązanej z konstrukcją stropu nad parterem.



fol. archiwum BD

## Jakie jeszcze technologie wznoszenia budynków jednorodzinnych stosuje się w Polsce?

### Domy z bali

Warstwą konstrukcyjną i elewacyjną są bale drewniane o gr. 7–10 cm. Ponieważ w świetle obowiązujących wymagań takie ściany byłyby zbyt zimne, ale ze względu na urodę elewacji nikt nie chce jej osłaniać ociepleniem, pozostałe warstwy układa się od wewnątrz. Są to: wełna mineralna, folia paroizolacyjna (od strony wnętrza) i płyty gipsowo-kartonowe lub gipsowo-włóknowe (ewentualnie boazeria drewniana) na ruszcie drewnianym – jako wykończenie wewnętrzne.

### Domy z elementów prefabrykowanych

Gotowe elementy wielkowymiarowe (prefabrykaty) mogą być żelbetowe, keramzytobetonowe lub drewniane. Firmy budujące w takich technologiach mają zazwyczaj od kilku do kilkunastu projektów domów, czasem adaptują też inne projekty. Niewątpliwą zaletą domów prefabrykowanych jest szybki montaż stanu surowego – trwający zwykle kilka dni.

### Dom budowany w technologii szkieletowej

**Domy w technologii szalunków traconych.** Ich wspólną cechą jest zastosowanie elementów montażowych, które pełnią funkcję deskowania, które po ustawieniu wypełnia się mieszanką betonową. Deskoń tych się nie rozbiera, lecz traktuje jako podłoże do wykończenia wnętrza i elewacji.

- **Z paneli PVC.** Elementy deskoń układa się pionowo i w tworzonych przez nie pionowych kanałach umieszcza ewentualne zbrojenie, po czym kanały te wypełnia mieszanką betonową. Ocieplenie można ułożyć od wewnątrz lub na zewnątrz w zależności od pożądanego wykoń-

czenia elewacji. Takie ściany można od wewnątrz wykończyć jedynie okładziną mocowaną mechanicznie (np. suchy tynk z płyt gipsowo-kartonowych przykręcanych do rusztu);

- **Z płyt zrębkowo-cementowych.** Dwa rzędy płyt o wymiarach 50x200x3,5 cm ustawia się w w odległości 25–30 cm i spina się klamrami stalowymi. W utworzonym w ten sposób szalunku umieszcza się płyty styropianowe potrzebnej grubości, a resztę przekroju wypełnia mieszanką betonową. Powierzchnia płyt zrębkowo-cementowych jest dobrym podłożem pod zaprawy tynkarskie;
- **Z kształtek styropianowych.** Z tych przypominających klocki LEGO elementów ustawia się ściany, po czym pustki w nich wypełnia się mieszanką betonową. Ścian tak wykonanych nie trzeba potem ocieplać – szalunek jest jednocześnie termoizolacją. Wykończenie ścian zbudowanych w tej technologii (np. tynkiem cienkowarstwowym na siatce zbrojącej) jest dość trudne i kosztowne.



**EKSPERT radzi...**



**Dominika Kasprzak**  
Kierownik Działu Sprzedaży  
DOMEK

**DLACZEGO WARTO BUDOWAĆ DOMEK PEFABRYKOWANY W TECHNOLOGII SZKIELETU DREWNIANEGO?**

Głównym plusem jest krótki czas budowy bo zaledwie 3 miesiące oraz energooszczędność. Stosowanie 25 cm izolacji cieplnej w domach prefabrykowanych znacznie ogranicza późniejsze koszty związane z eksploatacją domu. Kolejną zaletą takich domów jest określana jako „sucha” technologia, która oznacza, że w procesie produkcji nie używa się wody a sam montaż na budowie trwa 3-4 dni. Co jest ciekawe i bardzo praktyczne to możliwość budowy tego typu domów nawet zimą (dzięki wykonaniu wielu procesów produkcyjnych w hali produkcyjnej). Domy prefabrykowane w technologii szkieletu drewnianego charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami cieplnymi oraz niskim zapotrzebowaniem na energię do celów grzewczych i użytkowych.

**EKSPERT radzi...**



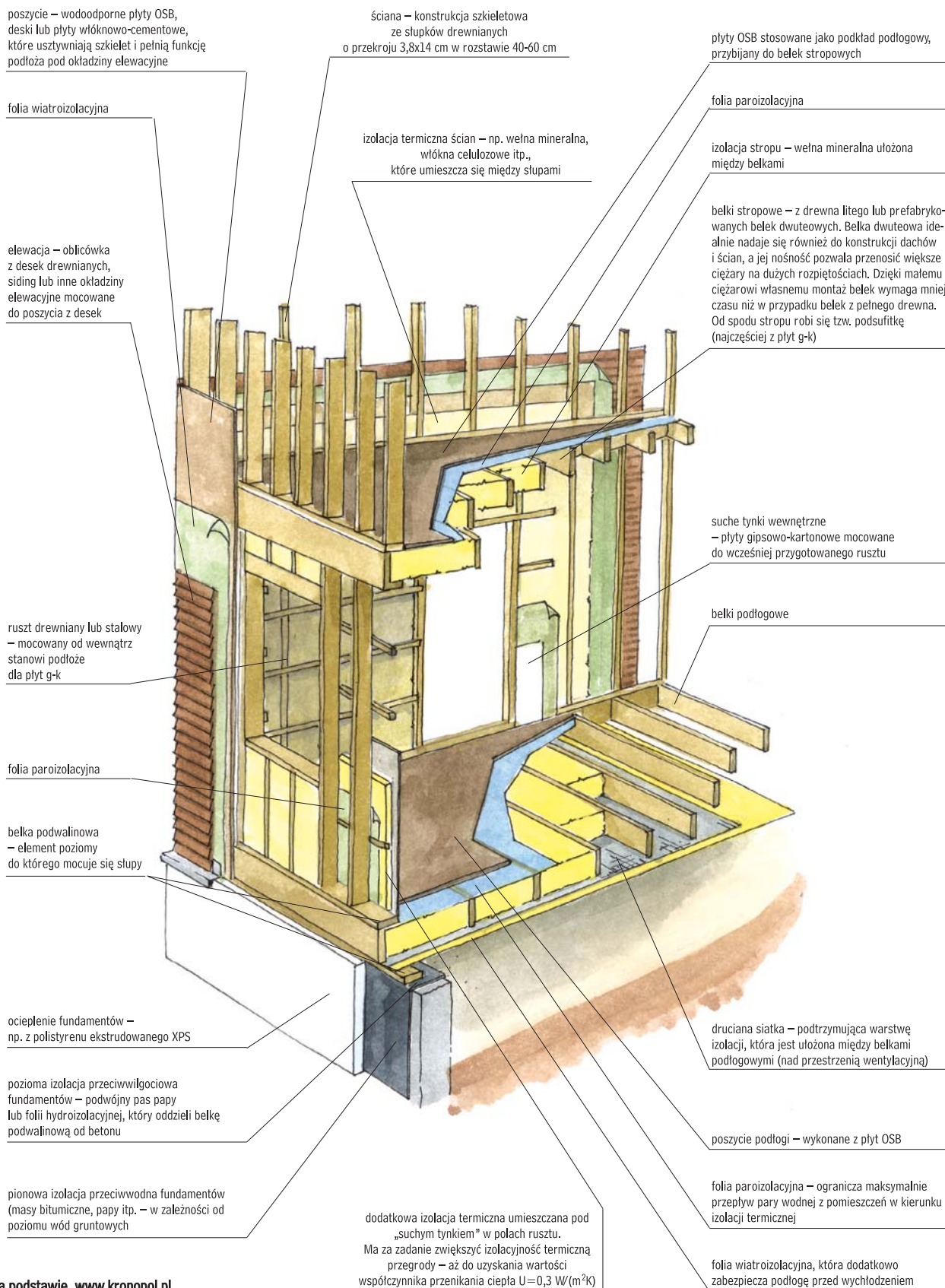
**Janusz Lipok**  
mgr inż. technologii drewna  
MISONI TRADE HOUSE

**JAKIE SĄ ZALETY DOMÓW Z BALI?**

Efektywność termiczna domów drewnianych jest wyższa, a dla domów z drewna pełnego parametry energetyczne są jeszcze lepsze. Drewno ma zdolność do samoregulacji wilgotności, stwarza niepowtarzalny, trudny do uzyskania w innych technologiach mikroklimat. Budowa domu do stanu surowego trwa miesiąc, a „sucha technologia” (montaż drewnianych elementów łączonych w narożach specjalnymi zacięciami i tyblami) umożliwia postawienie ścian konstrukcyjnych w niecały tydzień. Dom drewniany nie wymaga prac mokrych, dzięki czemu budowa domu drewnianego może odbywać się w okresie zimowym. Lekka konstrukcja domu drewnianego do minimum ogranicza wielkość fundamentów. Poza tym ich konstrukcja zezwala na łatwe przebudowy, rozbudowy czy modernizacje. Mała grubość ścian zewnętrznych zapewnia, że domy drewniane przy takich samych wymiarach zewnętrznych mają powierzchnię użytkową większą o około 2% niż domy murowane. Mała bezwładność cieplna ścian z drewna pozwala na szybkie ogrzanie budynku po wychłodzeniu.

# Jakie technologie – alternatywne do tradycyjnych – oferuje rynek?

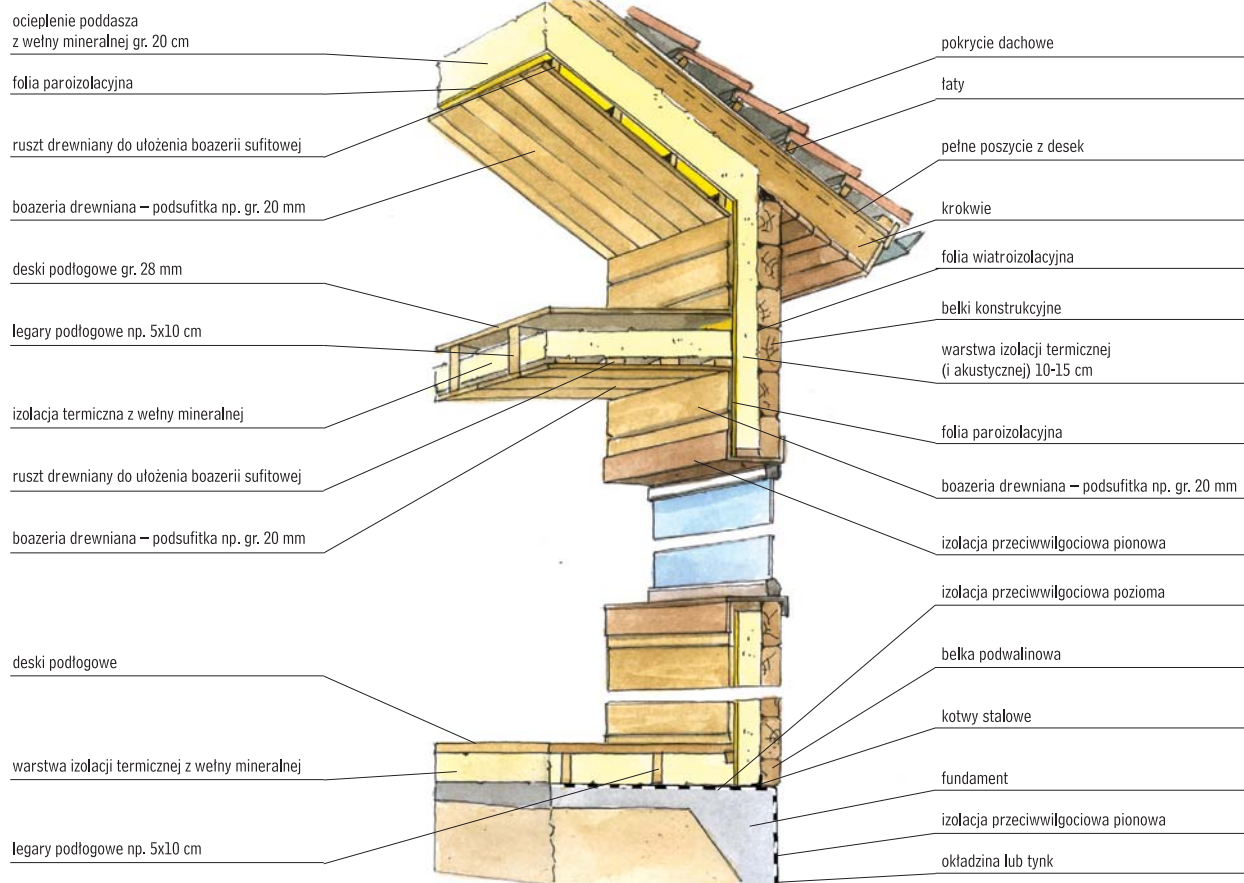
## Szkieletowe domy drewniane



rys. na podstawie [www.kronopol.pl](http://www.kronopol.pl)



**Domy z bali**



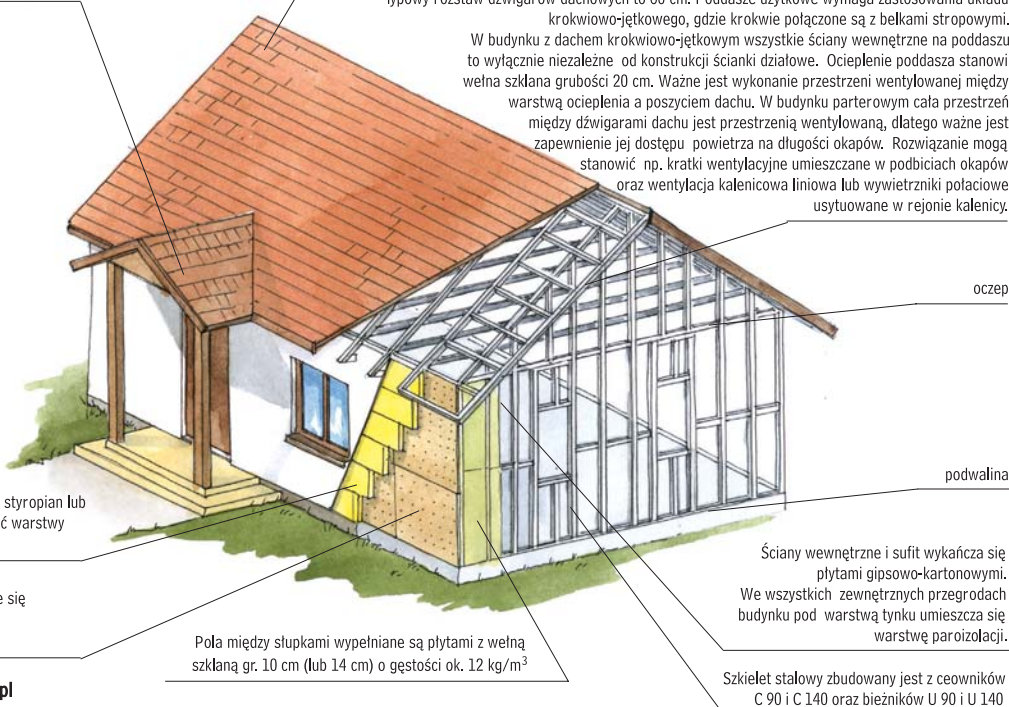
rys. na podstawie [www.tatrahouse.com.pl](http://www.tatrahouse.com.pl)

**Domy o stalowej konstrukcji szkieletowej**

Elewacja to najczęściej tynk cienkowarstwowy mineralny. Na ściany może być użyty w zasadzie dowolny materiał elewacyjny – cegła klinkierowa i płytki elewacyjne, siding PVC, deski lub listwy drewniane itp.

Dach w stanie surowym jest posyty płytą wiórową. Następna warstwa to papa, na której układa się pokrycie – dachówki bitumiczne. Można również zastosować pokrycie blachą lub blachodachówką – w takim przypadku dźwigary pokrywa się folią wiatroizolacyjną, a pokrycie dachu mocowane jest do lat drewnianych

Konstrukcję nośną dachów oraz stężenia wykonuje się z ceowników stalowych C 90 i C 140. Typowy rozstaw dźwigarów dachowych to 60 cm. Poddasze użytkowe wymaga zastosowania układu krokwiowo-jętkowego, gdzie krokwie połączone są z belkami stropowymi. W budynku z dachem krokwiowo-jętkowym wszystkie ściany wewnętrzne na poddaszu to wyłącznie niezależne od konstrukcji ścianki działowe. Ocieplenie poddasza stanowi wełna szklana grubości 20 cm. Ważne jest wykonanie przestrzeni wentylowanej między warstwą ocieplenia a poszyciem dachu. W budynku parterowym cała przestrzeń między dźwigarami dachu jest przestrzenią wentylowaną, dlatego ważne jest zapewnienie jej dostępu powietrza na długości okapów. Rozwiązanie mogą stanowić np. kratki wentylacyjne umieszczone w podbiciach okapów oraz wentylacja kalenicowa liniowa lub wentryzniki połączone usytuowane w rejonie kalenicy.



rys. na podstawie [www.amtech.com.pl](http://www.amtech.com.pl)

**Domy z płyt zrębkowo-cementowych**

Jednowarstwowe płyty zrębkowo-cementowe o podwyższonej masie objętościowej i sztywności, szczególnie przydatne do wznoszenia ścian wewnętrznych i zewnętrznych o zwiększonej izolacji dźwiękowej. Wymiary: długość 2000 mm, szerokość 500 mm, grubość 25, 35 i 50 mm

zbrojenie wieńca i stropu

Pasy krawędziowe – odcinki pasów z płyt zrębkowo-cementowych o grubości 50 mm do wykonania ościeży okiennych i drzwiowych. Wymiary: długość 2000 mm, szerokość do 165, 165-248, 249-340 (zależnie od grubości rdzenia pomiędzy płytami deskowania) grubość 50 mm

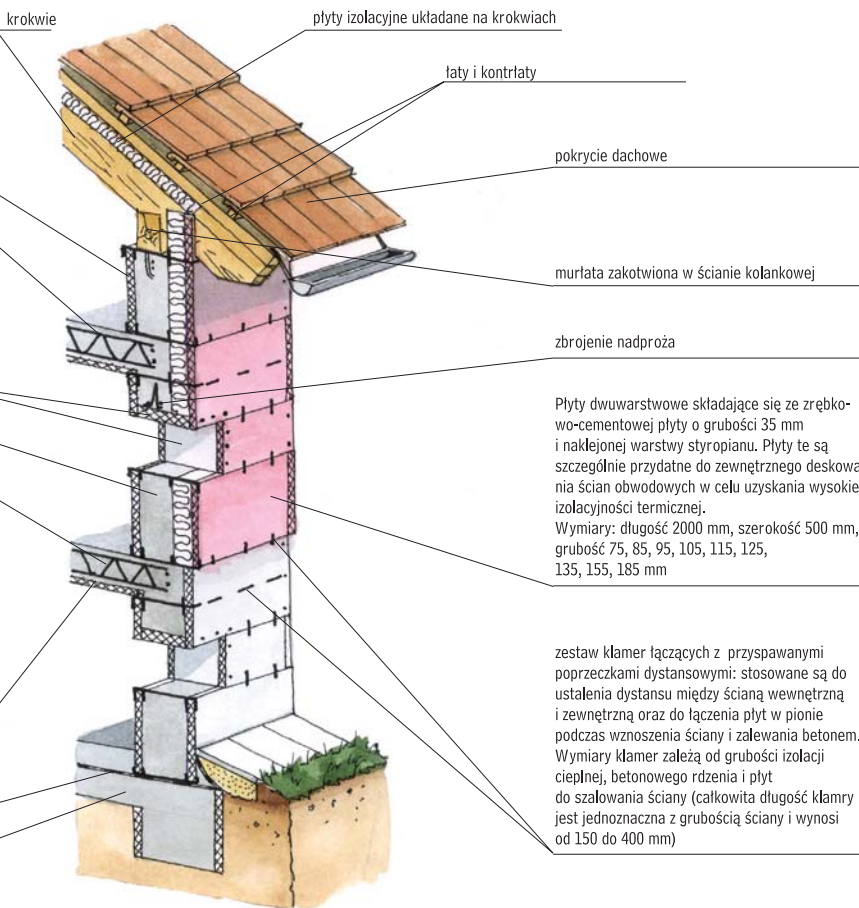
nośny rdzeń betonowy

zbrojenie wieńca i stropu

Konstrukcje stropów wykonuje się za pomocą szalunku traconego. Elementy stropowe osadza się na wewnętrzny płaszczy ściany i podporę montażową w miejscu połączenia tych elementów. W taki sposób tworzy się deskowanie żeber i płyty stropowej – od dołu powstaje jednolita płaszczyzna. W przestrzeni między belkami wkłada się belki kratowe lub zbrojenie wiązane, co powoduje, że po wylaniu mieszanki betonowej tworzy się strop gęstożebrowy. W miejscu złączy ścian i stropów na całym obwodzie konstrukcji układa się zbrojenie wieńców. Cała kondygnacja jest przygotowana do betonowania za pomocą pompy do betonu

izolacja pozioma fundamentu

fundament



rys. na podstawie [www.velox.com.pl](http://www.velox.com.pl)

**Domy z kształtek styropianowych**

dachówki ceramiczne lub cementowe

deska okapowa

murlata

fragment zbrojenia pionowego

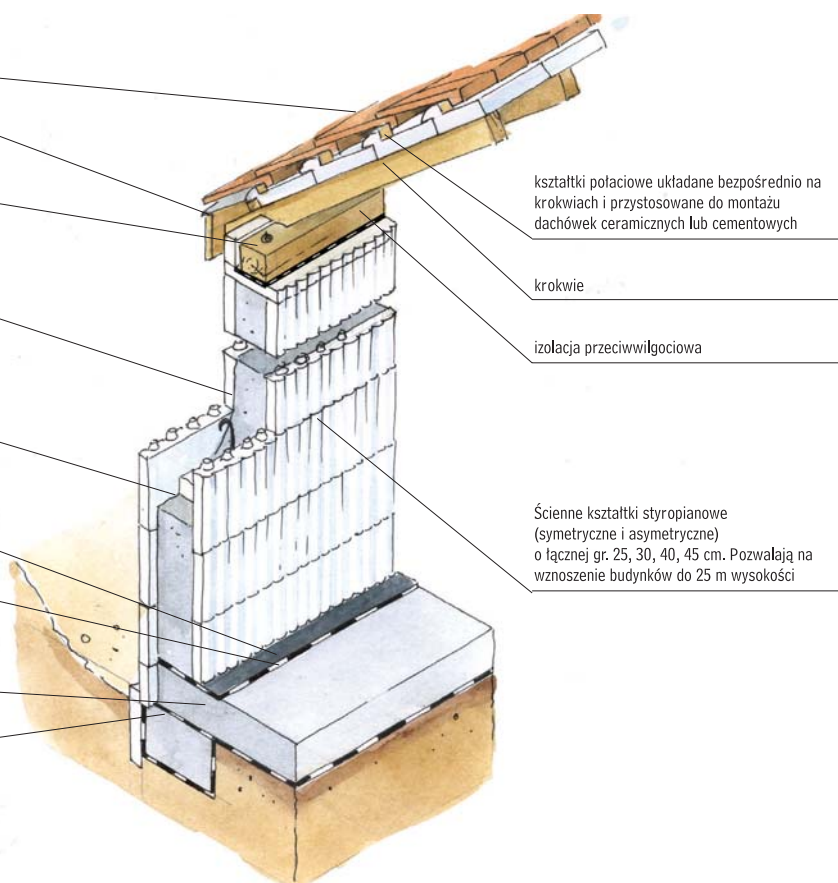
rdzeń betonowy gr. 15 cm

posadzka

izolacja przeciwwilgociowa

plyta fundamentowa

izolacja przeciwwodna



rys. na podstawie [www.izodom2000polska.com](http://www.izodom2000polska.com)

### Domy z elementów keramzytobetonowych

Wykonanie połączenia pomiędzy elementem a krokwią realizowane jest poprzez dyble montażowe osadzone w specjalnie zaprojektowanych rurkach. Na szczycie prefabrykatu znajduje się 5 cm wełny mineralnej, co stanowi zabezpieczenie przed przemarzaniem

Murlata

Elementy ściennie poddasza wykonywane są ze skosami dostosowanymi do indywidualnego projektu i do zaprojektowanej więźby dachowej. W miejscach oparcia płatwi wykonywane są słupy z markami stalowymi. Ściany kolankowe produkowane są z wieńcem, z zamocowanymi mufami gwintowanymi i połączone są ze sobą specjalnymi zamkami. Dla zmniejszenia rozpiętości wieńca zamek taki znajduje się również w ścianie prostopadłej. Ścianka kolankowa jest każdorazowo projektowana pod określoną więźbę dachową

Pręty zbrojenia podłużnego wieńca

Gwintowana kotwa w wieńcu ściany kolankowej umożliwia precyzyjne zamocowanie murlaty

Stropy wykonywane są z betonów konstrukcyjnych B25 i B35 (w zależności od wynikających obciążeń) jako stropy pełne. Stosowane są w różnych grubościach, zależnych od długości stropu oraz jego ugięcia (dł. 500-5700 mm, gr. 160-240 mm). Specjalnie wyprofilowana krawędź stropu zabezpiecza przed kławiszowaniem (zarzysowaniem stropu na styku ze ścianą)

Izolacja termiczna zabudowana ścianką z cegły

Kotwy montażowe umożliwiające zespolenie elementów ściennych

Oczep (poza obrysem ściany) – przygotowany przed montażem (element zwiększający ławę fundamentową). Umożliwia stawianie ścianek działowych, zapewnia wysoką sztywność fundamentu

Płyta fundamentowa

Paski papy izolują elementy ściennie od ławy fundamentowej i zapobiegają podciąganiu kapilarnemu wody

Ściany zewnętrzne wykonywane są w gr. 150, 175, 200 i 240 mm, i wysokości zależne są od indywidualnego projektu (maks. 500-3600 mm). Długość ścian wynika z podziału na prefabrykaty i może wynosić od 500-8500 mm. W ścianach mogą być zaprojektowane otwory w każdej formie geometrycznej. Zbrojenie konstrukcyjne ścian zewnętrznych i wewnętrznych wykonywane jest z siatki stalowej. Elementy ściennie przygotowane do wykończenia elewacyjną cegłą klinkierową mają zamocowane pręty ze stali nierdzewnej. Ściany przygotowane do montażu stolarki mają zespolone ościeża konstrukcyjne

Nadproże zintegrowane z elementem ściennym jest projektowane każdorazowo na potrzeby danej inwestycji

Ściany nie wymagają tynkowania. Elementy są gotowe do tapetowania, układania glazury lub do malowania po ułożeniu przecierki gipsowej

Lizena (pionowy wystający przed lico elementu muru) zwiększa grubość ściany wokół okna, umożliwiając osadzenie okna bliżej ściany zewnętrznej

Bruzda instalacyjna (wod.-kan., c.o.) pozwala na podłączenie mediów prowadzonych w posadzce do żądanej wysokości w ścianie. Grubość bruzdy nie może przekraczać połowy grubości ściany. Bruzdy nie można stosować tylko w przypadku prowadzenia głównych pionów komunikacyjnych

Puszki do instalacji elektrycznej. Dojście może być osadzone na górze lub na dole ściany. Połączenie rurką PVC  $\varnothing 25$  mm daje możliwość poprowadzenia przewodów do określonej puszki

rys. na podstawie [www.praefa.com.pl](http://www.praefa.com.pl)

### Czas i koszty

Poprosiliśmy kilka firm budujących domy w zaprezentowanych technologiach o wycenę budowy domu o powierzchni ok. 150 m<sup>2</sup> oraz podanie przybliżonego czasu budowy.

#### Szkieletowe domy drewniane

Stan surowy zamknięty – ok. 5 tygodni (ok. 1400-1800 zł/m<sup>2</sup> + 7 % VAT); cena zawiera: elewację wykonaną w systemie BSO na wełnie mineralnej, dach pokryty dachówką cementową.

#### Domy z bali

Dom pod klucz z bala 200 mm (+ wełna 200 mm) – 1-3 miesiące (ok. 290 000 zł + 7% VAT).

#### Domy o stalowej konstrukcji szkieletowej

Dom pod klucz – do 3 miesięcy (ok. 1050-1500 zł/m<sup>2</sup> zł + 7% VAT).

#### Domy z płyt zrębkowo-cementowych

Stan surowy otwarty – ok. 2 miesiące (700-750 zł/m<sup>2</sup> + 7% VAT)  
 stan developerski – ok. 6 miesięcy (1650-1750 zł/m<sup>2</sup> + 7% VAT)  
 ceny zawierają materiał, sprzęt i robociznę.

#### Domy z kształtek styropianowych

Stan surowy zamknięty – od 3 do 5 miesięcy (ok. 172 000 zł + 7% VAT),  
 stan pod klucz – od 6 do 10 miesięcy (ok. 280 000-330 000 zł + 7% VAT).

#### Domy z elementów keramzytobetonowych

Stan surowy otwarty – do 7 dni (ok. 120 000 zł + 7% VAT); cena zawiera: montaż domu na gotowym fundamencie – obejmuje ściany, strop, rurki i puszki elektryczne, bruzdy na rury, nie obejmuje ocieplenia ścian zewnętrznych i dachu.