

# Muszą być solidne

Mogą być jedno- i trójwarstwowe – mowa o ścianach zewnętrznych. To one muszą udźwignąć przeniesione obciążenia z dachu czy stropów na fundamenty, one są też częściowo odpowiedzialne za „uciekające” ciepło z domu. Dlatego doborowi materiału, konstrukcji, sposobu wykończenia ścian oraz dokładnemu ułożeniu ocieplenia i wykonania nadproży – warto poświęcić więcej uwagi. Duże obciążenia przenosi również strop, stąd też i jego konstrukcja musi być solidna.

## Jakie są technologie budowy domów?

W domach jednorodzinnych mamy do wyboru kilka technologii wznoszenia ścian konstrukcyjnych, które można podzielić na grupy: murowane z elementów drobnowymiarowych, montowane z dużych prefabrykatów, wylewane w tzw. szalunkach traconych, o konstrukcji szkieletowej, z drewnianych bali.

Pamiętajmy, że rodzaj ściany wpływa na możliwość uzyskania pożądanej ciepłochronności, wykończenia elewacji, a także panujący wewnątrz domu mikroklimat. Najpopularniejsze są domy murowane, których ściany mogą być jedno-, dwu- lub trójwarstwowe. Natomiast do budowy domów stawianych w technologii prefabrykowanej wykorzystuje się elementy w formie płyt z betonu lub keramzytobetonu. Wielkowymiarowe elementy ścienne montowane są przy użyciu dźwigu w ciągu 2-3 dni. Tak postawione ściany mogą wymagać jeszcze ocieplenia od strony zewnętrznej oraz otynkowania.

Kolejna technologia – budowania w szalunkach traconych – polega na zestawieniu elementów szalunkowych, pełniących często również funkcję ocieplenia ściany i wypełnieniu takiego deskowania mieszanką betonową. Natomiast budynki szkieletowe stawiane są z elementów drewnianych lub metalowych tworzących szkielet nośny pokrywany następnie poszyciem usztywniającym, materiałem ociepleniowym i warstwami wykończeniowymi. Każda z powyższych technologii ma swoje wady i zalety, a przy wyborze sposobu budowania trzeba uwzględnić m.in. takie czynniki jak: właściwości ciepłochronne i wytrzymałość, możliwość dowolnego wykończenia powierzchni, stopień trudności wykonania i potencjalne skutki błędów, czas budowy oraz, oczywiście, koszty.

*WO technologiach innych niż z elementów drobnowymiarowych czytaj na str. XX.*

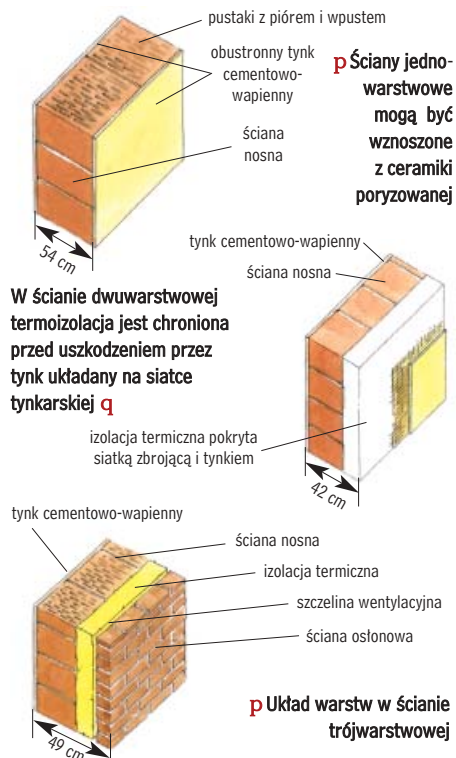
## Co powinniśmy wiedzieć o konstrukcji ścian?

**Ściany jednowarstwowe** stawia się z elementów o grubości 36-44 cm. Ponieważ nie są przeznaczone do ocieplania, buduje się je z ciepłych materiałów jak np. beton komórkowy, ceramika poryzowana i keramzytobeton. Dla ścian jednowarstwowych norma dopuszcza większą wartość współczynnika przenikania ciepła  $U$ , ale nie przekraczającą  $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Jednak producenci materiałów starają się, aby ich wyroby spełniały takie same kryteria, jak w ścianach wielowarstwowych, gdzie  $U$  nie może przekraczać wartości  $0,3$ . Podstawową zaletą ścian jednowarstwowych jest szybkość ich wznoszenia, a wadą konieczność znalezienia i zatrudnienia wykwalifikowanej ekipy. Ściany muruje się na spoiny poziome a wykończyć je można tynkiem tradycyjnym lub cienkowarstwowym. **Ściany dwuwarstwowe** są obecnie najpopularniejsze. Składają się z warstwy nośnej i ocieplenia. Można je murować z każdego

materiału, przy czym warstwa nośna ma najczęściej 15-30 cm. Przegrody te wznosi się szybko i potrafi je wykonać większość ekip. Najpierw muruje się warstwę nośną, a potem – od strony zewnętrznej – mocuje się system ocieplenia. Ściany wykańcza się tynkiem lub okładziną.

**Ściany trójwarstwowe** uważane są za najbardziej solidne. Mają bardzo dobre parametry – izolacyjność cieplną i akustyczną, a także akumulacyjność. Technologia jest szczególnie warta polecenia przy budowie domu w „głośnej” okolicy.

Ściana o grubości 40-50 cm budowana jest z trzech warstw: nośnej (konstrukcyjnej), ociepleniowej i elewacyjnej. Muruje się ją na dwa sposoby. W pierwszym wszystkie warstwy można stawiać jednocześnie, najpierw stawia się ścianę nośną, a dopiero po wykonaniu dachu dodaje ocieplenie i warstwę osłonową.



## Z jakich materiałów budujemy ściany zewnętrzne murowane?

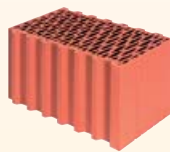
Ceramika tradycyjna i poryzowana, beton komórkowy, silikaty, keramzytobeton – to z nich możemy budować ściany. Nie każdy jednak z wymienionych materiałów nadaje się do budowy każdego rodzaju ściany. Zróbmy więc rozeznanie „co do czego”.



fol. Cerabud

Z **ceramiki tradycyjnej** zbudujemy tylko ściany dwu- i trójwarstwowe. W sprzedaży dostępna jest ceramika z oznaczeniami 3,5; 5; 7,5; 10; 15; 20 – które informują o klasie materiału. Im wyższa klasa tym materiał bardziej odporny na ściskanie. Ceramikę tradycyjną muruje się na grube spoiny (12 mm) – zawsze pionowe, na zaprawę tradycyjną cementowo-wapienną. Duża zdolność do akumulacji ciepła, odporność na ogień, niska izolacyjność termiczna, a więc konieczność ocieplenia – to podstawowe parametry tego materiału.

Z kolei **ceramika poryzowana**, którą muruje się również na grube spoiny (12 mm), nadaje się do budowy wszystkich rodzajów ścian. W praktyce buduje się z nich najczęściej ściany jednowarstwowe. Pamiętajmy, aby przy murowaniu ścian jednowarstwowych używać zaprawy ciepłochronnej, która lepiej zatrzyma ciepło. Ceramikę tę charakteryzuje 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 oraz wyraźna kruchość (w stosunku do ceramiki zwykłej).



fol. Wienerberger (Porotherm)

W budowie wszystkich rodzajów ścian sprawdzi się również **beton komórkowy**. W sprzedaży dostępny jest w postaci bloczków w odmianach 350, 400, 500, 600 i 700, które związane są z jego gęstością. Z betonu ściany jednowarstwowe muruje się na cienkie spoiny (1-3 mm) na zaprawę klejową lub na grube spoiny (10-15 mm) na zaprawę ciepłochronną. Natomiast ściany wielowarstwowe najczęściej murowane są na grube spoiny przy użyciu zwykłej zaprawy. Wysoka termoizolacyjność, łatwość obróbki (łatwo się go przycina), niska wytrzymałość na ściskanie, znaczna nasiąkliwość (ścian z betonu komórkowego nie należy długo pozostawiać bez wykończenia), wyraźna kruchość i niska izolacyjność akustyczna – to cechy betonu komórkowego.

W większości są trwalsze od tradycyjnej ceramiki – mowa o **silikatach**, które nadają się tylko do budowy ścian wielowarstwowych (najczęściej trójwarstwowych), można wykańczać je tynkiem cienkowarstwowym. Produkowane są one w klasach: 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 35; 40 oraz 60. Muruje się je na grube spoiny na zaprawę tradycyjną, ciepłochronną lub na zaprawę do cienkich spoin. Boki profilowanych bloczków łączy się na pióro-wpust (nie ma spoin pionowych). Minusy tego materiału to słaba izolacyjność termiczna i znaczny ciężar, co utrudnia transport i murowanie. Plusów jest jednak więcej: duża wytrzymałość na ściskanie (można wznosić wysokie budynki), bardzo wysoka izolacyjność akustyczna, bardzo wysoka zdolność do akumulacji ciepła i właściwości odkażające (na ścianach nie rozwijają się pleśnie i grzyby).



fol. Grupa Silikaty

Wszystkie rodzaje ścian możemy zbudować z **keramzytobetonu**, (zwykle pustaki oraz bloczki z wkładką ze styropianu). Muruje się go na grube spoiny, używając zaprawy zwykłej lub ciepłochronnej. Jednak przy bloczkach z wkładką styropianową używa się tylko spoiwa ciepłochronnego. Ten materiał cechuje bardzo wysoka izolacyjność termiczna (szczególnie bloczków z wkładką styropianową), łatwość obróbki (łatwo się go przycina) i niska nasiąkliwość.



fol. Leier

## Co to jest $\lambda$ i $U$ ?

Współczynnik przewodności cieplnej  $\lambda$  jest podstawowym parametrem określającym termoizolacyjność materiałów budowlanych i izolacyjnych. Parametr ten podawany jest w  $W/(mK)$ . Im mniejsza wartość tego współczynnika, tym lepszą możemy uzyskać izolacyjność cieplną. W przypadku materiałów termoizolacyjnych wartość tego współczynnika jest stała, niezależna od grubości warstwy izolacji. Współczynnik przenikania ciepła  $U$  określa izolacyjność termiczną przegrody o określonej grubości  $d$  (wyrażonej w metrach): ściany, dachu, podłogi i posadzki. Jego jednostką jest  $W/(m^2K)$ , ponieważ  $U \approx \lambda / d$ .

## Jak obliczyć izolacyjność ściany jednowarstwowej?

Zacznijmy od tego, że izolacyjność termiczna, albo inaczej ciepłochronność ściany jednowarstwowej zależy od grubości ściany oraz przewodności cieplnej użytych do jej budowy materiałów. Dlatego dokładne wyznaczenie przenikalności cieplnej ściany wymaga uzyskania od producenta informacji o deklarowanym współczynniku przewodności cieplnej  $\lambda$  dla konkretnego materiału. I wtedy dzieląc współczynnik  $\lambda$  przez grubość ściany uzyskujemy wartość współczynnika  $U$ . Przykład: izolacyjność cieplną materiału o grubości 44 cm (0,44 m) i współczynnika  $\lambda = 0,16 W/(mK)$  obliczamy następująco:  $0,16 W/(mK) : 0,44 m = 0,36 W/(m^2K)$ . Pamiętajmy, że w praktyce ciepłochronność ściany może być o 5-10% niższa z powodu mniejszej izolacyjności spoin oraz w wyniku zawilgocenia muru. A oto przeciętne wartości współczynników przewodności cieplnej  $\lambda$  dla materiałów z których murujemy ściany: 0,13  $W/(mK)$  (beton komórkowy); 0,16  $W/(mK)$  (ceramika poryzowana); 0,15  $W/(mK)$  (keramzyt). Dla ścian grubości 36-44 cm, które stawiane są z typowych materiałów jednorodnych, współczynnik  $U$  wynosi najczęściej 0,28-0,40  $W/(m^2K)$ , bez uwzględniania izolacyjności cieplnej tynku, która i tak ma znikomy wpływ na przenikalność cieplną ściany.

## Jak obliczyć izolacyjność ściany dwu- i trójwarstwowej?

Teoretycznie należałoby zacząć od poznania współczynników przewodności cieplnej  $\lambda$  wszystkich materiałów będących „częściami składowymi ściany”. Jednak w praktyce, największe znaczenie ma rodzaj i grubość materiału ocieplającego – najczęściej styropianu lub wełny mineralnej. Ich współczynnik  $\lambda$  wynosi 0,04 W/(mK), choć dla niektórych odmian może mieć niższą wartość o 10-15%. Natomiast współczynniki  $\lambda$  dla materiałów konstrukcyjnych wynoszą przeciętnie:

0,15 W/(mK) (beton komórkowy);

0,25 W/(mK) (ceramika poryzowana);

0,5 W/(mK) (pustaki ceramiczne);

0,8 W/(mK) (błoczki silikatowe). Skoro już

znamy wartości potrzebnych współczynników, przejdźmy zatem do obliczeń. Przy obliczeniach ciepłochronności ściany najłatwiej posłużyć się sumą oporów cieplnych poszczególnych warstw. Opór cieplny  $R$  to nic innego, jak odwrotność współczynnika przenikalności  $U$ . Oblicza się go dzieląc grubość warstwy materiału przez współczynnik  $\lambda$ .

Przykład: dla ściany z pustaków ceramicznych grubości 29 cm (0,29 m) ocieplonej styropianem grubości 12 cm (0,12 m) opór cieplny wyniesie  $0,29 \text{ m} : 0,5 \text{ W/(mK)} + 0,12 \text{ m} : 0,038 \text{ W/(mK)} = 3,74 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ , co odpowiada współczynnikowi  $U=1/R=1:3,74 \text{ (m}^2\text{K)/W} = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (w obliczeniach pominięte zostały opory przejmwania ciepła).

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

Czasami okazuje się, że przepisy potrafią być „ludzkie”. Tak jest w przypadku paragrafów dopuszczających zmianę materiałów do budowy ścian. Jeżeli więc chcemy zastąpić jakiś materiał innym – tańszym, albo o lepszych parametrach – możemy to zrobić, ale pod pewnymi warunkami. Otóż, zastosowane materiały muszą w zakresie izolacyjności cieplnej, wytrzymałości oraz trwałości zapewniać przynajmniej takie same właściwości ściany, jakie zostały zawarte w projekcie. O „podmianie” materiałów decyduje kierownik budowy, który musi również dokonać odpowiedniego wpisu w dzienniku budowy. Pocięszające jest to, że nie ma potrzeby występowania o urzędowe zatwierdzenie tych zmian.

## Czy zaprawa ciepłochronna jest lepsza?

Tak, ponieważ przy murowaniu ścian jednowarstwowych z bloczków betonu komórkowego, ceramiki poryzowanej lub bloczków keramzytowych, przyczynia się do mniejszych strat ciepła przez spoiny, niż w przypadku zastosowania zwykłej zaprawy murarskiej. Tym samym więc, wpływa na poprawę ogólnej izolacyjności cieplnej całej ściany. Grubość spoiny musi być dostosowana do rodzaju materiału, który ma połączyć. Ponadto, ze względów konstrukcyjnych muru, spoina nie może być zbyt cienka, bo nie połączy elementów murowych. Oszczędzanie na zaprawie poprzez ograniczenie grubości spoiny może odbić się niekorzystnie na wytrzymałości muru. Podczas prac należy mieć również na uwadze, że zaprawy ciepłochronne zawierają granulki styropianu, keramzytu lub perlitu, dlatego trzeba je bardzo dokładnie mieszać, by nie nastąpiło rozwarstwienie składników. Czas

mieszania zaprawy jest najczęściej określony przez producenta na opakowaniu lub w karcie technicznej, a zbyt długie mieszanie może spowodować rozsegregowanie się składników. Nakładana zaprawa powinna być gęsta, a rozkładać powinno się ją równomierną grubością warstw. Pamiętajmy, że konsystencja zaprawy jest wynikiem ilości wody użytej do przygotowania zaprawy, a której ilość określona jest w recepturze. Dlatego sami nie podejmujemy decyzji, jak gęsta powinna być zaprawa.

Zaprawa ciepłochronna przyczynia się do mniejszych strat ciepła przez spoiny (fot. maxit)



## Ocieplać wełną czy styropianem?

Każdy, nawet najlepszy, materiał budowlany ma pewne ograniczenia w możliwościach zastosowania, zwłaszcza gdy warunki odbiegają od typowych lub będą miały miejsce 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 natrafiają 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 właściwości 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 przerw w budowie nie zabezpieczymy jej przed intensywnymi opadami. Niekorzystna cecha wełny, jaką jest pylenie, może ujawnić się już podczas użytkowania domu. Zwłaszcza w ociepleniach tzw. ślepych podłóg jest ono szczególnie nasilone ze względu na ruchy podłoża i prądy powietrza wytwarzane pod posadzką. Problem ten rozwiązuje obustronne pokrycie wełny tekturą falistą i uszczelnienie szczelin przy ścianach pianką lub masą elastyczną. Jak widać, każdy z omawianych materiałów ma swoje wady i zalety. Dyskusja nad tym, który jest lepszy trwa i nieprędko zostanie rozstrzygnięta. Zamiast zastanawiać się, czy stosować wełnę czy styropian, lepiej użyć ich obu, umieszczając styropian i wełnę tam, gdzie ich parametry są najlepsze.



fot. Termo Organika

## Jak murować na zaprawie klejowej?

Specjalne dozowniki lub pace zębate – to one służą do nakładania zaprawy klejowej. Rozprowadzają one klej w formie wąskich pasków. Miejmy jednak na uwadze to, że zapraw tych nie stosuje się do wszystkich materiałów. Przeznaczone są one do murowania elementów ściennych z betonu komórkowego i silikatów, które muszą być wykonane z dużą dokładnością wymiarową. Przykładowo, gdy tolerancja wymiarów wynosi mniej niż 1 mm, to możemy nałożyć warstwę klejową grubości mniej

więcej 3 mm. Jeżeli murujemy drażone bloczki silikatowe, to powinniśmy użyć dozowników, które mają dodatkową wkładkę zapobiegającą wpadaniu zaprawy w otwory. Stosując do murowania na cienkie spoiny materiały ścienne, które mają po bokach ukształtowane pióro i wpust, nie nakłada się zaprawy w spoiny pionowe. A to, oczywiście, znacznie ułatwi i przyspieszy murowanie. Zaprawy klejowe najlepiej przygotowywać partiami, bezpośrednio w miejscu murowania, gdyż

mają one krótki czas wiązania. Pamiętajmy, że zaprawa jedynie spaja bloczki, tak więc nie może być sposobem na wyrównywanie poziomów poszczególnych warstw muru.



fol. Atlas

## 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. Jej 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

dotatkowo zbroi, następnie wypełnia mieszanką betonową. Nadproża wylewane w deskowaniu wymagają zbiccia i ustawienia szalunku z desek, ułożenia zbrojenia zgodnego z projektem oraz zalania betonem.



Nadproże betonowe  
(fol. A. Rembisz)

## Bez mostków cieplnych?

W ścianach wielowarstwowych, które zostały właściwie wykonane i ocieplone nie powinno być mostków cieplnych. Tak więc mostki w nadprożach i wieńcu, dotyczą jedynie ścian jednowarstwowych. Najwygodniej nadproże można wykonać w deskowaniu na pełnej szerokości ściany, wkładając do środka kolejno: płytki elewacyjne, styropian, kotwy mocujące oraz zbrojenie. W systemach ścian jednowarstwowych produkowane są też ciepłochronne, zbrojone nadproża systemowe o różnej rozpiętości i szerokości, które mają przenikalność cieplną zbliżoną do reszty ściany. Jednak tradycyjnie wykonuje się żelbetową belkę nadprożową szerokości mniej więcej 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.

## 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 fugach 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.



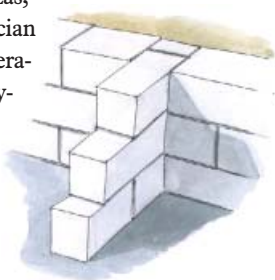
fol. CRH Klinkier

## Jak układać ocieplenie w ścianie trójwarstwowej?

Ściany trójwarstwowe można budować na dwa sposoby. Jednoetapowo – wraz ze wznoszeniem ściany konstrukcyjnej układane jest ocieplenie i murowana warstwa osłonowa. W dwóch etapach – najpierw stawiany jest mur nośny, a później mocuje się izolację cieplną i muruje ściankę elewacyjną. Pierwszym sposobem budowane są głównie ściany ocieplane styropianem i z warstwą osłonową przeznaczoną do otynkowania. W ten sposób można również postawić elewację na gotowo. Dwuetapowy system budowy ściany trójwarstwowej stosuje się głównie przy ociepleniu wełną mineralną i elewacją z klinkieru. W technologii jednoetapowej ocieplenie ze styropianu odmiany EPS 50 (FS 12) powinno być układane dwuwarstwowo z przesunięciem styków w pionie i poziomie. Przykładowo, przy planowanym ociepleniu grubości 16 cm, należy układać dwie płyty grubości 8 cm przesunięte w pionie i poziomie o 10-15 cm. Takie przesunięcie uzyskuje się po przycięciu jednego rzędu płyt wzdłuż ściany i jednej płyty przy każdym narożniku.

## Jak łączymy ściany wewnętrzne z zewnętrznymi?

Zacznijmy od tego, że oba rodzaje ścian należy stawiać równocześnie, dzięki czemu unika się konieczności pozostawiania w murze zewnętrznym przerw, które później trzeba wypełniać elementami ściany wewnętrznej. Ściany zewnętrzne z wewnętrznymi nośnymi powinny zostać połączone przez zazębienie się kolejnych warstw. Zdarza się jednak, że są one budowane z innych materiałów o różnej wysokości. Wówczas, do przewiązania ścian używa się cegieł ceramicznych lub przycina na wysokość materiał, z którego stawiana jest ściana wewnętrzna.



## Z czego budować ścianki działowe?

Wybierając materiał do postawienia ścianek działowych trzeba wziąć pod uwagę izolacyjność akustyczną gotowej ściany tak, aby w wydzielonym pomieszczeniu zapewnić komfort użytkowania oraz możliwość stworzenia korzystnego mikroklimatu, dzięki zdolności do wchłaniania i oddawania pary wodnej. Ścianki murowane wymagają tynkowania lub zamocowania okładzin ściennych, co trzeba uwzględnić przy porównywaniu kosztów różnych technologii. Uzyskanie na nich równej i gładkiej powierzchni tynku będzie bardziej pracochłonne niż przy wykańczaniu ścianek z płyt gipsowo-kartonowych czy bloczków gipsowych. Trzeba też wziąć pod uwagę to, czy na ścianie będą wieszane ciężkie przedmioty. W zależności od użytego materiału do budowy ścianki, będą potrzebne odpowiednie mocowania (kołki, śruby itp.)

## Jakie będą te z cegły?

Tradycyjnym materiałem do budowy ścianek działowych są cegły pełne, murowane na grubość 12 cm lub rzadziej na 6,5 cm. Ich wykonanie jest jednak dość pracochłonne. Ścianki te są ciężkie, dlatego stawia się je na zaprojektowanych wzmocnieniach stropów lub na dodatkowej belce żelbetowej opartej na ścianach nośnych. Dobrze tłumią hałas i charakteryzują się dużą wytrzymałością. Ze względu na nierówną powierzchnię wymagają tynkowania warstwą grubości co najmniej 1,5 cm. Ścianka z cegły dziurawki jest o ok. 30% lżejsza, ale będzie słabiej tłumi dźwięki. Trudniej będzie też zawiesić na niej ciężkie przedmioty – kanały w ceglach utrudniają osadzenie kołków. Ścianki murowane można wykończyć płytami gipsowo-kartonowymi, co znacznie przyspieszy prace wykończeniowe.



fol. Ceramika Lewkowo

## Może z pustaków ceramicznych?

W budynkach wznoszonych z pustaków ceramicznych również ścianki działowe przeważnie murowane są z tych materiałów, ale cieńszych – najczęściej grubości 8,8 lub 12 cm. Szybciej wykonuje się ścianki z dużych (50x24 cm) elementów z ceramiki poryzowanej łączonych na pióro i wpust. Zwykle wykańcza się je pocienionymi (grubości 10-12 mm) tynkami gipsowymi nakładanymi za pomocą agregatu lub ręcznie. Ściany z pustaków ceramicznych spełniają standardowe wymagania izolacji akustycznej dla ścianek działowych między pokojami, ale zaleca się dodatkowe ich wyciszenie, gdy oddzielają łazienki i WC. Do wieszania na ścianach wyposażenia trzeba stosować specjalne kołki rozprężne.



fol. Cerabud Krotoszyn

## Czy z betonu lekkiego?

Bloczki z betonu komórkowego (produkowane z dużą dokładnością wymiarów) muruje się łatwo i szybko, dlatego są chętnie wykorzystywane do stawiania ścianek działowych. Elementy są duże, ale niezbyt ciężkie (około 50 kg/m<sup>2</sup>), można je dowolnie przycinać. Muruje się je na cienkie spoiny. Ze względu na małą zdolność tłumienia dźwięków (wskaźnik R<sub>A1</sub> = 33 dB), ściany z tego materiału powinny być pokrywane tynkiem tradycyjnym, co zwiększa ich masę powierzchniową i oprawia izolacyjność akustyczną. Tynk można zastąpić płytami g-k z warstwą izolacji akustycznej, ale to znacznie podniesie koszty wykonania. Beton komórkowy ma stosunkowo niską wytrzymałość, dlatego trzeba uważać z wieszaniem na takich ściankach ciężkich przedmiotów. Ścianki z bloczków keramzytobetonowych lepiej tłumią dźwięki i mają większą wytrzymałość. Można je wykańczać tradycyjnym tynkiem cementowo-wapiennym lub gipsowym.



fol. Prevar



fol. maxit

## Jakie są ścianki z bloczków silikatowych?

Wymurowane z pełnych lub drążonych bloczków wapienno-piaskowych bardzo dobrze tłumią hałas: wskaźnik izolacyjności akustycznej ścianki grubości 8 cm wynosi 45 dB, co spełnia wymagania podwyższonego standardu dla ścianek oddzielających pomieszczenia sanitarne od mieszkalnych. Dla grubszej ścianki (12 cm) wskaźnik ten wynosi, aż 50 dB. Dodatkową zaletą bloczków silikatowych jest ich duża dokładność wymiarowa (odchyłki poniżej 1 mm) oraz możliwość łączenia na pióro i wpust. Starannie wymurowane na zaprawę klejową ścianki mają gładką powierzchnię, dlatego można je wykańczać cienką warstwą (grubości do 5 mm) tynku gipsowego. Roboty wykończeniowe można również ograniczyć do nałożenia gładzi gipsowej po uprzednim zaszpachlowaniu, oszlifowaniu i zagruntowaniu podłoża.

fol. Grupa Silikaty



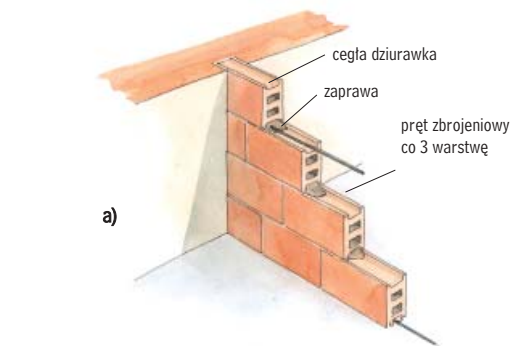
## Jak łączyć ściany działowe z nośnymi?

Murowane ściany działowe są dość cienkie (grubość 6-12 cm), dlatego trzeba je usztywnić i ochronić przed przewróceniem się. Ważne jest ich poprawne połączenie ze ścianami nośnymi. Można to zrobić na kilka sposobów, zależnie od rodzaju materiału użytego do wymurowania ścianki działowej i nośnej.

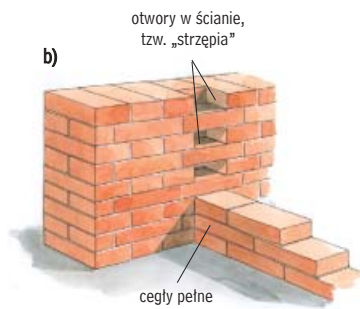
Jeśli ścianki będą z elementów o dużych wymiarach, np. z płytek gipsowych lub bloczków z betonu komórkowego, a ściana nośna wykonana jest z łatwych do przecinania elementów, w miejscu połączenia ścian wykonuje się bruzdę, czyli wycięcie fragmentu ściany nośnej. Bruzda powinna być zrobiona na całej wysokości pomieszczenia, mieć głębokość ok. 5 cm i szerokość o 2-3 cm większą niż grubość niewykończony ścianki działowej.

Łączenie ścianek z elementów drobnowymiarowych (głównie cegieł o standardowych wymiarach) polega na zazębieniu co drugiej warstwy w wykutych prostokątnych otworach w ścianie nośnej, tzw. strzępiach.

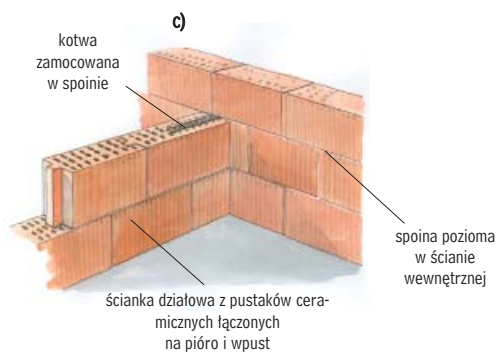
Wygodnym sposobem łączenia są kotwy metalowe, mocowane kołkami rozporowymi do ściany nośnej i wpuszczone w spoiny ścianki działowej na długości 10-15 cm. Jednak nie jest to połączenie zbyt sztywne, dlatego w narożniku często pojawiają się pęknięcia.



a)



b)

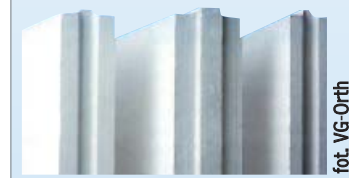


c)

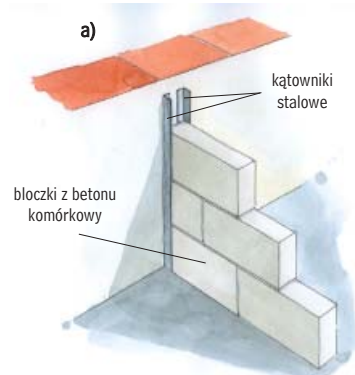
**Połączenie ceramicznych ścian działowych z nośnymi: a – w bruzdzie wykonanej w ścianie nośnej, b – za pośrednictwem tzw. strzępi, c – metalowymi kotwami, wkręcanymi lub wmurowanymi w ścianę nośną**

## A jakie z gipsowych?

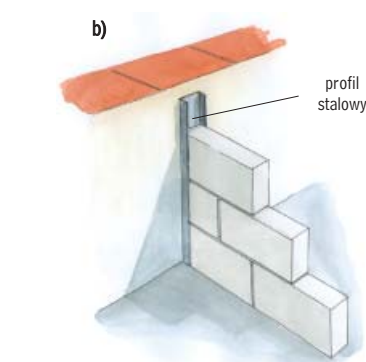
Ściany działowe z prefabrykowanych płyt gipsowych grubości 8 cm są stosunkowo mało popularne, głównie ze względu na dość wysoką cenę. Pojedyncze płyty ważące ok. 25 kg łączy się klejem gipsowym oraz na pióro i wpust. Dźwiękochronność przegrody wynosi 38 dB, a zdolność gipsu do wchłaniania i oddawania pary wodnej z powietrza wpływa korzystnie na stabilność mikroklimatu w pomieszczeniach. Ścianki wykańcza się szpachlując złącza i ewentualne uszkodzenia oraz szlifując powierzchnię. Przy wysokim standardzie wykończenia zalecane jest nałożenie dodatkowej warstwy gładzi gipsowej. Ścianki gipsowe ze zwykłych płyt ustawia się w pomieszczeniach o wilgotności do 70%, natomiast w pomieszczeniach przejściowo wilgotnych (np. łazienkach) montuje się płyty impregnowane.



fol. VG-Orth



a)



b)

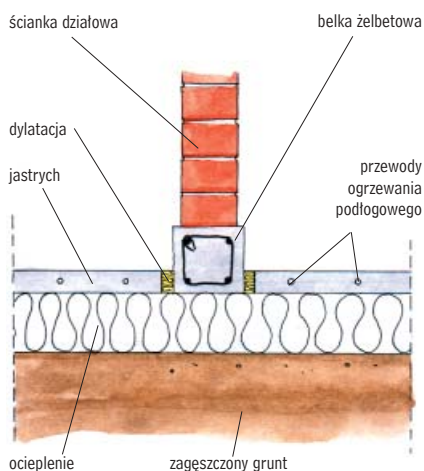
**Połączenie ścian działowych z betonu komórkowego z nośnymi: a – za pomocą kątowników metalowych, b – za pomocą profili o przekroju U**

## Jak połączyć ścianki ze stropem?

Murowane ścianki działowe nie mogą dochodzić do samego stropu. Między ich górną powierzchnią a stropem pozostawia się ok. 2-cm szczelinę. Dzięki niej „pracujący” strop będzie miał miejsce na ewentualne ugięcie i nie uszkodzi stojących pod nim ścianek działowych. Przed wykańczaniem ścian szczelinę wypełnia się pianką poliuretanową, a nadmiar stwardniałej pianki obcina się równo z powierzchnią ściany.

## Na czym stawiać ścianki działowe parteru?

Murowane ścianki działowe na parterze powinny spoczywać bezpośrednio na podkładzie podłogowym, dlatego trzeba ułożyć pod nimi izolację przeciwwilgociową. Rozwiązanie to, niestety, zmniejsza ciepłochronność podłogi, gdyż ścianka działowa staje się w pewnym stopniu mostkiem cieplnym, odprowadzającym ciepło do gruntu. Można tego uniknąć stawiając ją na ocieplonym od spodu żelbetowym żebrze, którego przekrój i zbrojenie powinien dobrać projektant. Ścianki działowe murowane na parterze nie mogą spoczywać na jastrychu podłogowym przykrywającym ocieplenie, zwłaszcza wtedy, gdy zamontowane będzie ogrzewanie podłogowe. Dlatego ścianki stawia się przed wykonaniem instalacji.



Ścianka działowa ustawiona na belce żelbetowej

## Czy wymagają zbrojenia?

W ściankach działowych długości do 5 m nie trzeba układać zbrojenia w spoinach poziomych. Jeśli jednak murowane są z elementów o grubości do 10 cm, warto umieścić 2-3 pręty zbrojeniowe o średnicy 8 mm w odstępach ok. 1 m. Dłuższe ścianki powinny być zbrojone prętami lub płaskownikiem z blachy tzw. bednarką, umieszczonymi w spoinach poziomych co 2-3 warstwę. Zbrojenie ścianek działowych musi być zakotwione w ścianach nośnych.

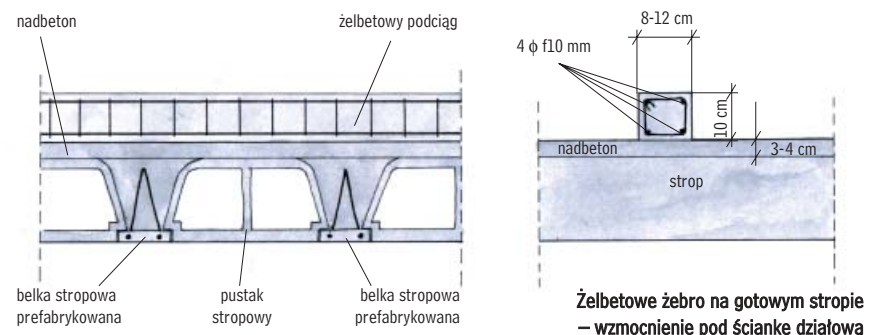


Przykład – zbrojenie ścianki działowej z drążonych bloczków silikatowych

## Czy ścianki działowe można dowolnie przestawiać?

Ścianki działowe stawiane są równocześnie ze ścianami nośnymi i stropami, ale częściej wykonuje się je, gdy budynek ma już dach. Nie przenoszą one obciążeń z konstrukcji budynku, dlatego nie mogą być np. dodatkowymi podporami dla stropu. Projektant musi uwzględnić odpowiednie wzmocnienie stropu w miejscu postawienia ciężkich ścianek działowych o masie powierzchniowej powyżej 100 kg/m<sup>2</sup>, dlatego nie można dowolnie zmieniać ich przebiegu.

Jeżeli w trakcie budowy zmieniamy podział pomieszczeń, trzeba wcześniej wzmocnić strop pod murowane ścianki działowe lub postawić lekkie przegrody (najczęściej są to ścianki szkieletowe). Sposób wzmocnienia stropu zależy od etapu budowy domu. Podczas układania konstrukcji stropu gęstożebrowego wstawia się dodatkową prefabrykowaną belkę żelbetową, lub na powierzchni gotowego stropu wykonuje żelbetowy podciąg. Żelbetowe żebro warto też wykonać, gdy ścianka stawiana będzie w poprzek belek stropowych – zmniejszy to ryzyko pojawienia się rys na stropie.



## Czy trzeba wzmocnić ścianę szczytową?

Ściana szczytowa, czyli trójkątny fragment bocznej ściany zewnętrznej, nad którą będzie dach dwuspadowy, przed wykonaniem więźby dachowej może być narażona na wywrócenie przez podmuchy silnego wiatru. Taka katastrofa budowlana może się zdarzyć, jeśli ten fragment muru wznosi się jako wolno stojący – wysoka, zazwyczaj cienka ściana, dodatkowo osłabiona dużymi otworami okiennymi jest stosunkowo wiotka. Chcąc zapobiec takim wydarzeniom, najlepiej od razu wykonać dach. Oczywiście, można również przewencyjnie zabezpieczyć ścianę – konstruktor musi przygotować i zawrzeć w projekcie propozycje odpowiednich usztywnień ścian. Dla ścian jednowarstwowych jest to przewiązanie ścian szczytowych z ewentualnymi wewnętrznymi ścianami nośnymi czy obudową kominów spalinowych. W przypadku ścian dwu- lub trójwarstwowych należy wykonać szkieletową konstrukcję żelbetową powiązaną z konstrukcją stropu nad parterem.

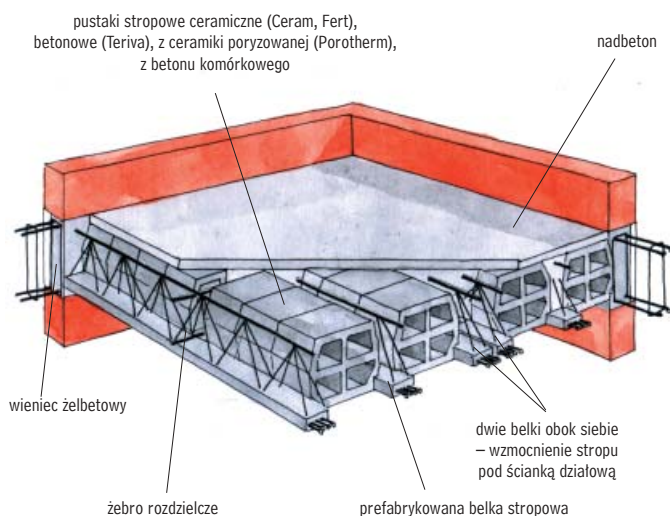
## Jak się wykonuje stropy żelbetowe?

Wymurowanie ścian nośnych do wymaganej wysokości oraz wypoziomowanie i wyrównanie ich powierzchni – to od tego zaczynamy układanie stropu. Na wierzchu muru należy ułożyć co najmniej 2-3 centymetrową warstwę mocnej zaprawy cementowej i wyrównać ją między dwoma wypoziomowanymi deskami. Strop to nie tylko wypełnienie przestrzeni między ścianami, trzeba go jeszcze połączyć ze ścianami i usztywnić wieńcem – belką żelbetową wykonaną na wszystkich ścianach nośnych i betonowaną równocześnie ze stropem. Wieniec łączy strop ze ścianami i usztywnia budynek. Do stropów żelbetowych zaliczamy m.in. stropy gęstożebrowe i monolityczne.

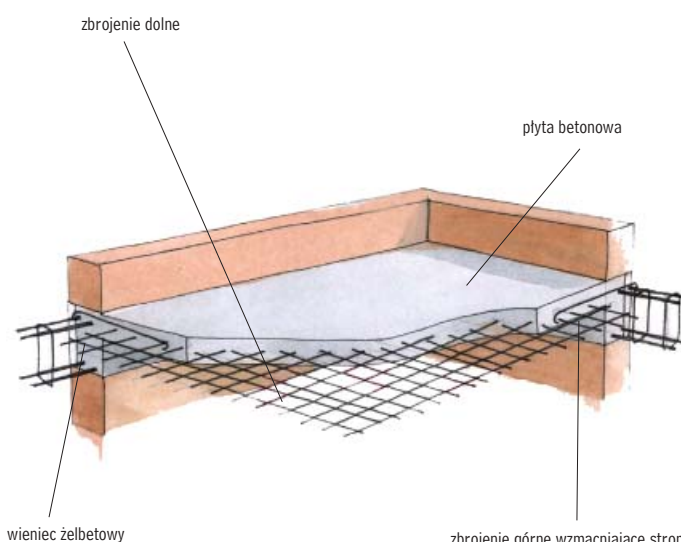
**Strop gęstożebrowy**, to taki w którym elementami nośnymi (przenoszącymi obciążenia) są belki (nazywane żebrami) o rozstawie osiowym nie przekraczającym 90 cm; zwykle rozstaw wynosi od 40 do 60 cm. Do wykonania tego stropu nie jest więc potrzebne pełne deskowanie, ale wystarczy tylko podparcie belek stropowych. Na podpory wykorzystuje się drewniane stemple i belki lub regulowane stojaki szalunkowe wielokrotnego użytku, które są znacznie wygodniejsze. Po ułożeniu belek poziomuje się podpory, a poprawność poziomowania sprawdza poziomnicą. Stojaki ustawia się na twardym podłożu, a stemple obustronnie podpira klinami. Jeśli strop ma rozpiętość większą niż 5 m, belki stropowe podpira się na środku, który znajduje się o 1 cm wyżej w stosunku do poziomu muru. Pozwala to uzyskać tzw. ujemną strzałkę ugięcia, dzięki czemu belka wygięta do góry, po obciążeniu nadmiernie się nie ugnie. Po ułożeniu belek stropowych (na ścianach rozkłada się pod nimi ciekłą warstwę rzadkiej zaprawy) umieszcza się między nimi pustaki stropowe. Skrajne pustaki powinny mieć jednostronnie zakryte otwory ciekłą warstwą betonu, by mieszanka betonowa nie wlewała się do wnętrza. Po ułożeniu wszystkich pustaków wykonuje się zbrojenie wieńca i żebra rozdzielcze – dodatkowe wzmocnienia stropu o dużej rozpiętości. Umieszczone prostopadłe do belek stropowych, zmniejsza ugięcie stropu i chroni przed

klawiszowaniem belek, które mogłoby doprowadzić do powstawania podłużnych rys na stropie. Jeśli to konieczne, odeskowuje się wieńiec, można do tego użyć cienkich pustaków wieńcowych. Jest to tzw. deskowanie tracone – po zabetonowaniu stropu pozostają w ścianie. Przygotowaną konstrukcję należy dokładnie polać wodą, pustaki powinny być mokre, by nie odciągały wody z mieszanki betonowej. Po ułożeniu na pustakach listew dystansowych (łat drewnianych) w odstępach ok. 1,5 m, można rozpocząć betonowanie. Mieszankę rozkłada się pasami prostopadłe do belek, a jej nadmiar ściąga łatami prowadzonymi po listwach dystansowych, co zapewni zachowanie ustalonej w projekcie wysokości nadbetonu (warstwy betonu nad pustakami). Mieszankę betonową można układać ręcznie, rozwijając ją taczkami, ale wygodniej i szybciej jest zamówić beton towarowy układany pompą. Po lekkim stwardnieniu betonu usuwa się listwy dystansowe, wypełnia powstałe szczeliny mieszanką betonową i zacierza jej powierzchnię.

**Strop monolityczny** wymaga zrobienia od spodu pełnego deskowania. Można je wykonać z desek, ale wygodniej jest użyć systemowych deskowań wielokrotnego użytku, co znacznie ułatwi i przyspieszy prace. W deskowaniu układa się pręty zbrojenia stropu i wieńca, których rodzaj i układ muszą być ściśle określone w projekcie. Zbrojenie stropu to zwykle pręty główne większej średnicy i cieńsze, ustawione do nich poprzecznie, pręty rozdzielcze. Część prętów głównych powinna być odgięta przy ścianach i zakotwiona w wieńcu stropowym. Można zamówić gotowe, przygotowane według projektu segmenty zbrojenia, co pozwoli uniknąć ewentualnych błędów podczas montażu. **Uwaga!** Zbrojenie musi być otoczone mieszanką betonową, dlatego trzeba je ułożyć na podkładkach dystansowych z tworzywa sztucznego lub podłożyć kawałki betonu grubości 2,5-3 cm. Po przygotowaniu zbrojenia, na całej powierzchni stropu wraz z wieńcem, układa się mieszankę betonową do wysokości określonej w projekcie.



Konstrukcja stropu gęstożebrowego – te najczęściej wykonywane są w domach jednorodzinnych



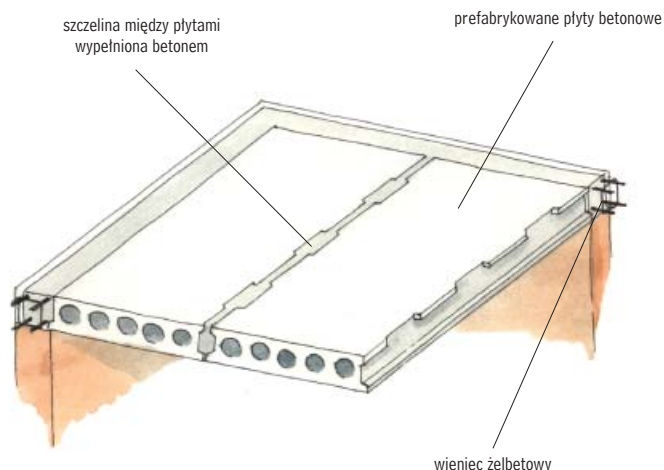
Konstrukcja stropu monolitycznego



## Jak się wykonuje stropy żelbetowe? cd.

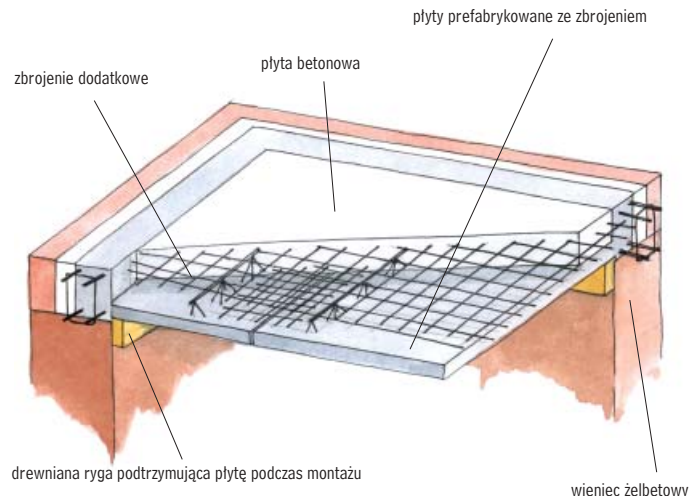
Do ułożenia stropu z płyt prefabrykowanych można zastosować płyty kanałowe (tzw. płyta żerańska) lub z betonu komórkowego. Płyty kanałowe układa się na wyrównanych mocną zaprawą ścianach nośnych, bez konieczności podpierania. Przed ułożeniem należy dokładnie ustalić miejsce i kolejność układania poszczególnych płyt, pamiętając, że na samochodzie na spodzie znajdują się płyty najdłuższe i najszersze, a na wierzchu najmniejsze. Płyty przenosi się na miejsce wbudowania bezpośrednio z ciężarówki. Przed ułożeniem każdej z płyt, w wyznaczonym miejscu na murze rozkłada się rzadką zaprawę cementową i szybko układa na niej płytę. Kanały wzdłuż płyt umożliwiają układanie instalacji, włącznie z instalacją wentylacji mechanicznej. Dłuższe krawędzie płyt mają wyprofilowane tzw. zamki, które ułatwiają połączenie płyt między sobą, gdy szczelinę zalejemy betonem. Dalsze prace polegają na wypełnieniu betonem złączy wzdłużnych płyt, zaślepieniu kanałów (na przykład kawałkami styropianu), a następnie ułożeniu zbrojenia wieńca i zalaniu go betonem. Po wykonaniu całego stropu można go natychmiast obciążyć, wykorzystując chociażby obecność dźwigu do ustawienia na stropie palet z cegłami lub pustakami.

Także konstrukcja stropu z płyt ze zbrojonego betonu komórkowego jest podobna, ich cechą szczególną jest sposób łączenia płyt – mają wyprofilowane boczne krawędzie na pióro i wpust, co gwarantuje dobrą współpracę płyt w stropie. Do ich ułożenia potrzebny jest dźwig ze specjalnym zawieszem szczękowym.



Konstrukcja stropu prefabrykowanego

Płyty stropu typu filigran są rodzajem deskowania traconego. Do ich utrzymania będą konieczne podpory, takie jak podczas montażu stropu gęstożebrowego. Płyty mogą mieć dowolny kształt, zależnie od potrzeb wynikających z projektu. Grubość płyt typu filigran to 5-7 cm. W płytach umieszczone jest zbrojenie kratownicowe podobne do tego, jakie jest w prefabrykowanych belkach stropu gęstożebrowego. Otwory i przejścia kominów muszą być dozbrojone na obrzeżach. Płyty przenoszone muszą być dźwigiem poziomo. Układa się je w kolejności zgodnej z opracowanym wcześniej harmonogramem na wyrównanych i wypoziomowanych ścianach z ułożoną na nich 2-centymetrową warstwą zaprawy cementowej. Następnie w miejscach połączenia płyt układa się dodatkowe zbrojenia poprzeczne, zbrojenie wieńca i podciągów oraz układa instalacje przewidziane do prowadzenia w stropie (na przykład rurki osłonowe przewodów elektrycznych). Powierzchnia płyt przed zabetonowaniem powinna być zmoczona wodą. Tak przygotowany strop zalewa się mieszanką betonową do wysokości przewidzianej w projekcie. Mieszankę rozkłada się równomiernie wzdłuż rozpiętości od podpory do podpory łącznie z wieńcami – od razu wyrównuje się i zagęszcza.



Konstrukcja stropu typu filigran

## Czy można zmienić rodzaj stropu?

Bez konsultacji z architektem lub konstruktorem nie wolno dokonywać jakichkolwiek zmian w projekcie. Poprawnie zaprojektowany i wykonany strop to gwarancja bezpieczeństwa, a jakiegokolwiek błędy mogą grozić nawet katastrofą budowlaną. Dotyczy to nie tylko zmiany rodzaju stropu, ale także jego wysokości, ułożenia zbrojenia, sposobu oparcia i zakotwienia oraz rozmieszczenia stałych elementów budynku obciążających strop (np. ścianek działowych). Pamiętajmy, że zmiana stropu niesie za sobą zmiany konstrukcji klatki schodowej, a nawet wysokości domu. I co ważne nie sugerujemy się radami wykonawców dotyczących modyfikacji sposobu wykonania stropu, bo konsekwencje mogą być różne: od nierównej powierzchni

stropu, przez jego nadmierne ugięcie, aż do przeciążenia, a nawet zawalenia z powodu ułożenia zbyt grubej warstwy betonu. Wykonawca może samodzielnie zmienić tylko klasę betonu na wyższą lub średnicę prętów zbrojeniowych na większą. Potrzeba zmiany konstrukcji stropu wynika zwykle ze zmiany układu pomieszczeń i wiąże się z przestawieniem ścianek działowych. W najczęściej wykonywanych stropach gęstożebrowych wymaga to przestawienia belek pod te ścianki chyba, że zdecydujemy się na lekkie ścianki szkieletowe, wtedy prawdopodobnie nie trzeba będzie zmieniać stropu. Zwykle dopuszczalne jest też zastąpienie takiego stropu prefabrykowanym stropem płytowym, lecz musi on być dostatecznie oparty na ścianach.

## Co musimy sprawdzić podczas wykonywania stropu przez ekipę budowlaną?

My właściwie nie, gdyż kontrolą prac przy układaniu stropu powinien zająć się kierownik budowy. To do jego obowiązków należy m.in. sprawdzenie zgodności wykonanego zbrojenia z projektem, stabilności podpór i ich wypoziomowania. W trakcie betonowania należy kontrolować równomierność rozkładania betonu oraz grubość układanej warstwy.

## Jak uniknąć mostków termicznych na poziomie stropu?

W poprawnie wykonanych ścianach trójwarstwowych nie powinno być mostków termicznych. Warstwa ocieplenia ściany jest jednocześnie wystarczającym ociepleniem wieńca stropowego. W ścianach jednowarstwowych z betonu komórkowego lub ceramiki poryzowanej konieczne będzie docieplenie wieńca. Ściany te mają szerokość 36 lub 44 cm, wieniec zajmuje zwykle ok. 20 cm – pozostaje dość miejsca na izolację termiczną grubości 10-12 cm. Na poziomie stropu od strony zewnętrznej wmurowuje się ściankę z cienkich elementów ściennych – płytek z betonu komórkowego grubości 5 cm lub osłonowych pustaków ceramicznych – 8-12 cm – połączoną z licem ścian zewnętrznych. Ścianka taka jest cienka i podczas betonowania mogłaby się przewrócić, dlatego trzeba ją podprzeć od zewnątrz deską przymocowaną do muru. Za ścianką umieszcza się styropian.

## Co to są świadki?

Są to wystające ze stropu kawałki prętów zbrojeniowych zabetonowane w nim, w miejscu ułożonego jego dodatkowego wzmocnienia. Ułatwiają one znalezienie tego miejsca na jednolitej powierzchni wykonanego stropu. Świadki umieszczane są zwłaszcza w miejscach wykonania słupów podpierających konstrukcję dachu, a także wzdłuż linii przebiegu ścian działowych.

## W jaki sposób wykonuje się wieniec stropowy?

Wieniec stropowy pełni funkcję opaski spinającej ściany domu, kotwi, usztywnia on również konstrukcję stropową. Jest to belka żelbetowa wykonywana wzdłuż ścian zewnętrznych. Zwykle wymiary przekroju wieńca wynoszą 20x20 cm – 25x25 cm; zbrojenie wykonuje się z 4 prętów średnicy 10-12 mm połączonych strzemionami średnicy 6 mm, rozmieszczonych w odstępach co 30-35 cm. W narożnikach pręty zbrojeniowe zagina się i łączy na zakład lub spina dodatkowymi wygiętymi prętami o długości ramion ok. 0,5 m. Przygotowane zbrojenie wieńca ustawia się na wszystkich ścianach nośnych po ułożeniu konstrukcji stropowej i wymurowaniu warstwy elewacyjnej lub umocowaniu deskowania wzdłuż ścian zewnętrznych. Betonowanie wieńca wykonuje się równocześnie z zalewaniem stropu, ale przy cienkich stropach monolitycznych trzeba to zrobić dwuetapowo. Najpierw mieszankę betonową układa się do wysokości jak na stropie, a po jego stwardnieniu ustawia się deskowanie i dolewa brakującą warstwę na wieńcu do założonej wysokości. Wysokość wieńca nie może być mniejsza niż wysokość stropu, a szerokość, zależnie od rodzaju stropu, nie mniejsza niż 10-18 cm.

## Jak zrobić otwór w stropie?

**Strop gęstożebrowy.** Jeśli otwór będzie niewielki, np. przejście rury wodno-kanalizacyjnej, wówczas wystarczy przewiercić otwór w stropie, ale tylko przez pustaki. Wykonanie otworu na przewód kominowy złożony z kilku kanałów będzie wymagać usunięcia kilku pustaków tak, by powstał otwór o wymaganych wymiarach. Tak powstałą przestrzeń trzeba odeskować przed betonowaniem. Jeśli otwór będzie większy, np. na przejście kilku ustawionych obok siebie przewodów kominowych lub schodów, trzeba zastosować wymiany (podciąg), czyli dodatkowe belki prostopadłe do belek stropowych, przygotowane na budowie. Przejmą one obciążenia od belek, które nie mają podparcia z obu stron. Wymian przekazuje obciążenia na najbliższej położone belki stropowe, oparte na ścianach nośnych.

**Strop monolityczny.** Przed betonowaniem można umieścić między zbrojeniem wkładkę ze styropianu, którą usuwa się po związaniu betonu. Większe otwory – na komin lub schody – powinny być wcześniej uwzględnione w projekcie, wówczas krawędzie otworu muszą być odpowiednio zazbrojone i odeskowane przed zabetonowaniem stropu. W **plycie filigran** można wywiercić małe otwory średnicy do 20 cm, oczywiście nie naruszając zbrojenia.

**Strop prefabrykowany.** W stropach z płyt kanałowych można wiercić samodzielnie drobne otwory do 12 cm, ale tylko przez kanały, nie naruszając przegród między nimi. Podobnie jak w płytach z betonu komórkowego – do 15 cm. Większe otwory wymagają wykonywania różnego rodzaju wzmocnień, dlatego ich projekt i wykonanie lepiej pozostawić fachowcom.



foto. archiwum BD

## Jak połączyć balkon ze stropem?

Najlepiej w ogóle zrezygnować z jego budowy – a jeśli już bardzo chcemy go mieć, to zbudować jako oddzielną postawioną konstrukcję. Unikniemy wtedy mostków termicznych, które zawsze powstają przy jego budowie. Balkony najczęściej wykonywane są jako zakotwiona w wieńcu płyta żelbetowa. Jest to płyta wspornikowa, co oznacza, że jej górna część jest rozciągana, dlatego pręty zbrojenia trzeba umieścić w jej górnej strefie i zakotwić w wieńcu stropowym. Na styku płyty balkonowej i ściany zewnętrznej powstaje mostek termiczny, dlatego płyta powinna być możliwie najcieńsza, jednak nie może mieć mniej niż 8 cm grubości. Płytę taką można wykonać bezpośrednio w miejscu osadzenia, ustawiając odpowiednio podparte deskowanie. Można też wstawić gotową, prefabrykowaną płytę z wyprowadzonym zbrojeniem do zakotwienia w wieńcu. Jednak, ze względu na jej ciężar, do montażu będzie potrzebny dźwig lub wciągarka o wystarczającym udźwigu.

Inny sposób wykonania płyty balkonowej to oparcie jej na kształtownikach stalowych osadzonych w wieńcu. Kształt i wysokość belek nośnych zależy od wysięgu i obciążenia balkonu i musi być określona przez konstruktora. Końce belek powinny być spięte przyspawanymi prętami, co zapobiegnie ich rozchyłaniu się, a wypełnienie betonem można zrobić w deskowaniu podwieszonym do belek nośnych.



foto: archiwum BD

## Jak długo trwa budowa 100 m<sup>2</sup> stropu?

Założmy, że nasza ekipa to czterech wprawnych robotników. Najdłużej będą wykonywać strop monolityczny lub gęstożebrowy – 2-3 dni. W monolitycznym trzeba zmontować deskowanie stropu, przygotować i ułożyć zbrojenie, a potem ułożyć i pielęgnować beton. Gęstożebrowy trzeba podstemplować, odeskować wieńiec, ułożyć belki stropowe i pustaki oraz zbrojenie wieńca i żeber rozdzielczych. Po przygotowaniu konstrukcji stropu zalewa się go betonem i pielęgnuje twardniejącą mieszankę. W ten sam sposób wykonują strop typu filigran, oczywiście układając zamiast pustaków prefabrykowane płyty. Zajmie to nie dłużej niż 1 dzień. Montaż samych płyt powinien trwać mniej więcej 2-3 godziny. Wykonanie stropu gotowego z prefabrykowanych płyt kanałowych lub z betonu komórkowego powinno zająć również jeden dzień. Należy ułożyć płyty, przygotować deskowanie i zbrojenie wieńca, a potem zabetonować go i pielęgnować beton. Podpory i deskowanie w stropach monolitycznych i gęstożebrowych można usunąć dopiero po 28 dniach; spod stropów typu filigran i płyt kanałowych – po dwóch tygodniach.



foto: Prefbet Śniadowo

## Co to jest „klawiszowanie”?

Na stropach gęstożebrowych mogą pojawić się rysy spowodowane nierównomiernym ugięciem belek przy ich zróżnicowanym obciążeniu, czyli „klawiszowaniem”. Sufit stropu gęstożebrowego o rozpiętości powyżej 4,5 m nie będzie pękał, jeśli wykona się jedno lub dwa żebra rozdzielcze. W pozostałych stropach mogą się pojawić pęknięcia na złączach płyt spowodowane ich osiadaniami lub drganiem stropu. W stropie

typu filigran w warstwie nadbetonu układa się siatkę lub pręty długości ok. 50 cm, zespajające elementy. Płyty prefabrykowane stropowe mają odpowiednio ukształtowane krawędzie boczne, by po ułożeniu tworzyły „zamek” lub połączenie na pióro i wpust. Po ułożeniu płyt szczeliny na połączeniach wzmacnia się wypełniając je mieszanką betonową. Wykańczając sufit można w miejscach styków płyt wzmocnić tynk siatką.

## Kiedy wzmocnić strop pod ścianki działowe?

Na stropach z płyt prefabrykowanych ścianki działowe można ustawiać dowolnie. Stropy monolityczny i filigran mogą być tak zaprojektowane, by przenosiły obciążenia od ścian działowych, ale nie jest to konieczne. Decyduje o tym konstruktor w czasie projektowania stropu. Na pozostałych stropach muszą być ustawiane w miejscach przewidzianych w projekcie. Wzmocnienia wymaga konstrukcja stropu gęstożebrowego, gdy ścianki będą ustawione na pustakach równoległe do belki stropowej. Wówczas zbyt duże obciążenie może spowodować przeciążenie belki stropowej i jej ugięcie. W miejscach ustawienia ścianek działowych trzeba umieścić dwie lub trzy belki obok siebie.

W przypadku gdy ścianka działowa ma stać w poprzek belek stropowych, stropu nie trzeba wzmocniać.

Jeśli chcemy zmienić położenie ścian działowych, skonsultujmy to z architektem lub konstruktorem. Zdecyduje on, czy strop wymaga wzmocnienia, czy nie.

## Jak odebrać strop?

Zanim ułożymy beton na stropie i w wieńcach, ułożoną konstrukcję stropu musi obejrzeć kierownik budowy. Sprawdza między innymi: zgodność stropu z projektem, ilość i poprawność ułożenia zbrojenia, wysokość stropu w stosunku do podłogi, poprawność wykonania deskowania i podparcia stropu oraz zakotwienia stropu w murze. Dopiero, gdy otrzymamy pozytywną opinię możemy rozpocząć betonowanie stropu i wieńców. Uzyskanie zgody musi być wpisane do dziennika budowy.

foto: Wienerberger



# Jakie technologie – alternatywne do tradycyjnych – oferuje rynek?

## Szkieletowe domy drewniane

poszycie – wodoodporne płyty OSB, deski lub płyty włóknowo-cementowe, które usztywniają szkielet i pełnią funkcję podłoża pod okładziny elewacyjne

folia wiatroizolacyjna

elewacja – oblicówka z desek drewnianych, siding lub inne okładziny elewacyjne mocowane do poszycia z desek

ruszt drewniany lub stalowy – mocowany od wewnątrz stanowi podłoże dla płyt g-k

folia paroizolacyjna

belka podwalinowa – element poziomy do którego mocuje się słupy

ocieplenie fundamentów – np. z polistyrenu ekstrudowanego XPS

pozioma izolacja przeciwwilgociowa fundamentów – podwójny pas papy lub folii hydroizolacyjnej, który oddzieli belkę podwalinową od betonu

pionowa izolacja przeciwwodna fundamentów (masy bitumiczne, papy itp. – w zależności od poziomu wód gruntowych

ściana – konstrukcja szkieletowa ze słupków drewnianych o przekroju 3,8x14 cm w rozstawie 40-60 cm

izolacja termiczna ścian – np. wełna mineralna, włókna celulozowe itp., które umieszcza się między słupkami

płyty OSB stosowane jako podkład podłogowy, przybijane do belek stropowych

folia paroizolacyjna

izolacja stropu – wełna mineralna ułożona między belkami

belki stropowe – z drewna litego lub prefabrykowanych belek dwuteowych. Belka dwuteowa idealnie nadaje się również do konstrukcji dachów i ścian, a jej nośność pozwala przenosić większe ciężary na dużych rozpiętościach. Dzięki małemu ciężarowi własnemu montaż belek wymaga mniej czasu niż w przypadku belek z pełnego drewna. Od spodu stropu robi się tzw. podsufitkę (najczęściej z płyt g-k)

suche tynki wewnętrzne – płyty gipsowo-kartonowe mocowane do wcześniej przygotowanego rusztu

belki podłogowe

druciana siatka – podtrzymująca warstwę izolacji, która jest ułożona między belkami podłogowymi (nad przestrzenią wentylacyjną)

poszycie podłogi – wykonane z płyt OSB

folia paroizolacyjna – ogranicza maksymalnie przepływ pary wodnej z pomieszczeń w kierunku izolacji termicznej

folia wiatroizolacyjna, która dodatkowo zabezpiecza podłogę przed wychłodzeniem

dotychczasowa izolacja termiczna umieszczana pod „suchym tynkiem” w polach rusztu. Ma za zadanie zwiększyć izolacyjność termiczną przegrody – aż do uzyskania wartości współczynnika przenikania ciepła  $U=0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

## Domy z bali

ocieplenie poddasza  
z wełny mineralnej gr. 20 cm

folia paroizolacyjna

ruszt drewniany do ułożenia boazerii sufitowej

boazeria drewniana – podsufitka np. gr. 20 mm

deski podłogowe gr. 28 mm

legary podłogowe np. 5x10 cm

izolacja termiczna z wełny mineralnej

ruszt drewniany do ułożenia boazerii sufitowej

boazeria drewniana – podsufitka np. gr. 20 mm

deski podłogowe

warstwa izolacji termicznej z wełny mineralnej

legary podłogowe np. 5x10 cm

pokrycie dachowe

łaty

pełne poszycie z desek

krokwie

folia wiatroizolacyjna

belki konstrukcyjne

warstwa izolacji termicznej  
(i akustycznej) 10-15 cm

folia paroizolacyjna

boazeria drewniana – podsufitka np. gr. 20 mm

izolacja przeciwwilgociowa pionowa

izolacja przeciwwilgociowa pozioma

belka podwalinowa

kotwy stalowe

fundament

izolacja przeciwwilgociowa pionowa

okładzina lub tynk

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.

Na płycie wiórowo-cementowej, która poszywa konstrukcję od zewnątrz, mocowane jest ocieplenie: styropian lub wełna mineralna elewacyjna. Grubość warstwy izolacji wynosi maksymalnie 10 mm.

Pełną sztywność konstrukcji uzyskuje się poprzez poszycie płytą wiórowo-cementową.

Pola między słupkami wypełniane są płytami z wełną szklaną gr. 10 cm (lub 14 cm) o gęstości ok. 12 kg/m<sup>3</sup>

Dach w stanie surowym jest poszycy płytą wiórową. Następną warstwą 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 łąt 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 ściany 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 wywietrzniki połaciowe usytuowane w rejonie kalenicy.

oczek

podwalina

Ściany wewnętrzne i sufit wykańcza się płytami gipsowo-kartonowymi. We wszystkich zewnętrznych przegrodach budynku pod warstwą tynku umieszcza się warstwę paroizolacji.

Szkielet stalowy zbudowany jest z ceowników C 90 i C 140 oraz bieżników U 90 i U 140

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 osłony okiennych i drzwiowych.  
Wymiary: długość 2000 mm, szerokość do 165, 165-248, 249-340 (zależnie od grubości rdzenia pomiędzy płytami deskowania) lub, grubość 50 mm

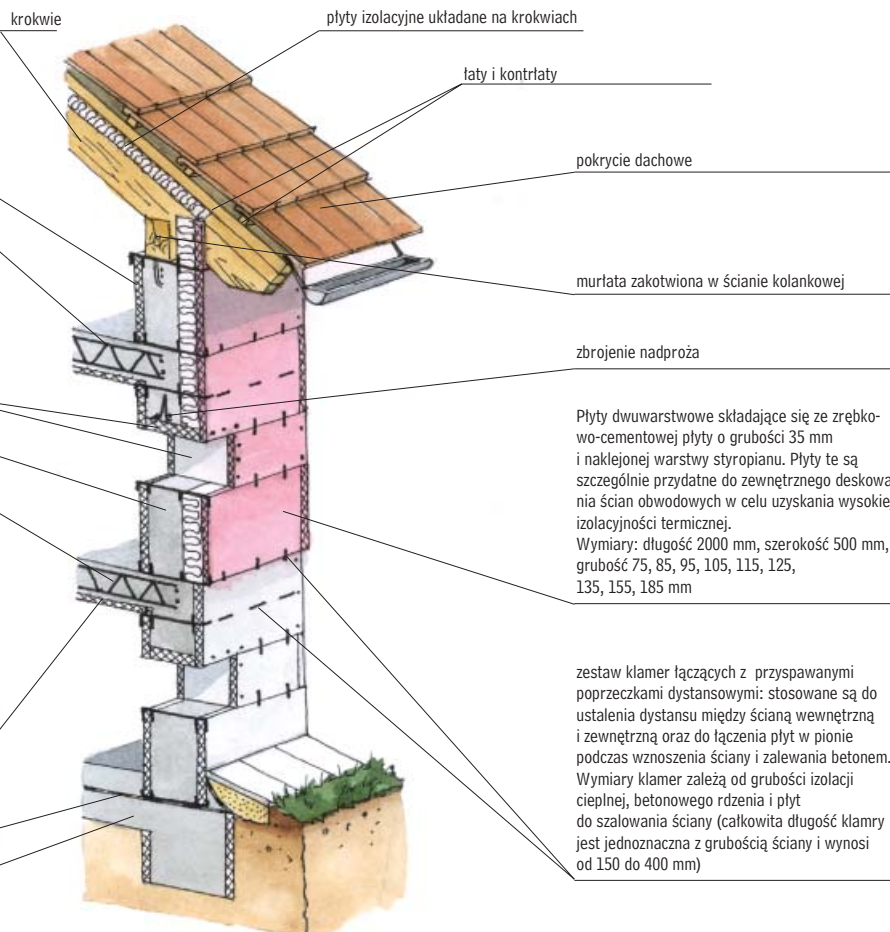
nośny rdzeń betonowy

zbrojenie wieńca i stropu

Konstrukcje stropów wykonuje się za pomocą szalunku traconego. Elementy stropowe osadza się na wewnętrzny płaszcz 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

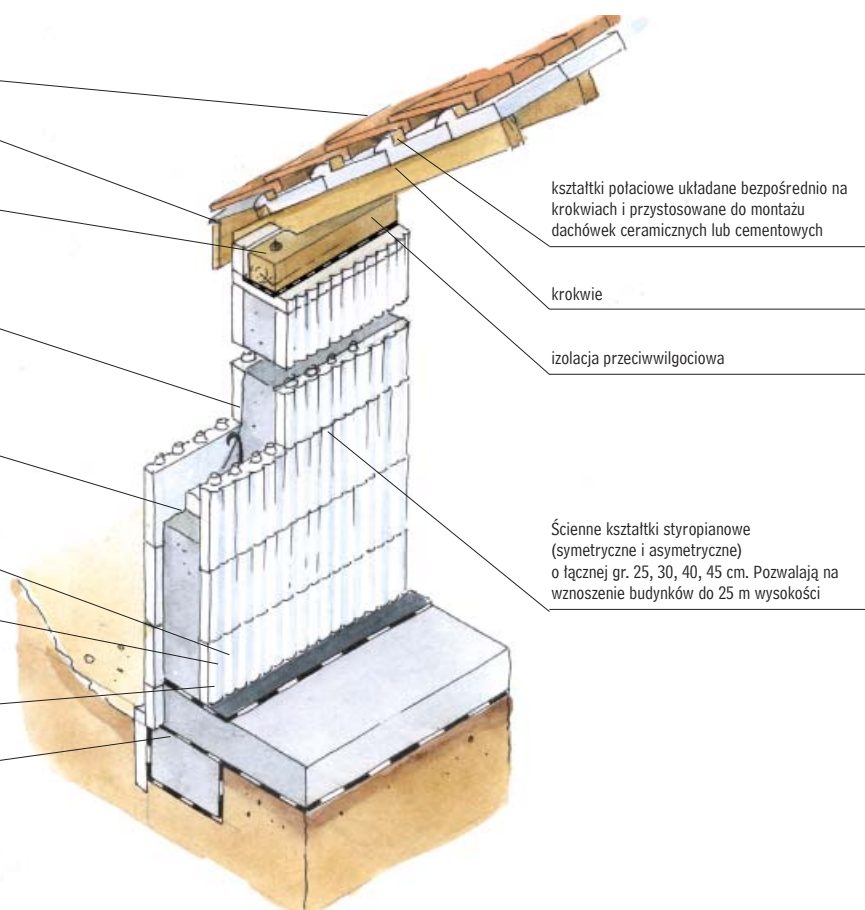
rdzeń betonowy gr. 15 cm

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 dylbe 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 klawiszowaniem (zarysowaniem 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 zwiężający ławę fundamentową). Umożliwia stawianie ścianek działalowych, 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 element 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  $\phi$  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 zębko-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.