

O TYM NIKT CI TAK NIE OPOWIE

Konsultacje budowlano-remontowe z Majstrem Guru



4

Fundamenty, ? ściany, stropy

ależ to bardzo proste!



BIBLIOTEKA
budujemy
Dom

ISSN 1429-8783

Kolejny
Zeszyt
za miesiąc

5

Odnawialne Źródła Energii (OZE)

STROPY PROSTO Z FABRYKI



STROP SMART

NAJSZYBSZY MONTAŻ

*Polecam
Bartosz Smechtala*

ZŁOTY MEDAL
ETP
2013

Bartosz Smechtala - zawodnik Unii Leszno, złoty medalista Młodzieżowych Drużynowych Mistrzostw Polski oraz złoty medalista Młodzieżowych Indywidualnych Mistrzostw Wielkopolski



Najszybszy montaż

ze wszystkich systemów stropowych



Niższe koszty budowy

SMART jest tańszy od TERIVY

Dźwiękoizolacyjność SMARTA

= dźwiękoizolacyjność TERIVY + podłoga pływająca

W ofercie również m.in. stropy Teriva, Master, Filigran,
sprężone płyty kanałowe SPK, nadproża, bloczki, systemy kominowe



Wcześniejsze odcinki rozmów z Majstrem Guru dostępne są w witrynie internetowej „Budujemy Dom” pod adresem: www.budujemydom.pl/majster-guru

4

Dociekliwy Inwestor: – *Dzień dobry, panie inżynierze!*

Majster Guru: – Dzień dobry, w czym mogę pomóc?

– *Wiosną zamierzam rozpocząć budowę domu, więc chciałbym się dowiedzieć, jaki będzie najlepszy i przy tym tani sposób fundamentowania, z czego postawić energooszczędne ściany i wytrzymały strop?*

– Proponuję zacząć od fundamentów, ponieważ stabilne oparcie budynku na gruncie to warunek konieczny dla zapewnienia bezpieczeństwa całej budowli.

Dlatego zaprojektowanie i wykonanie tego elementu, dostosowanego do warunków gruntowych, wymaga szczególnej staranności. Ewentualne błędy będzie bardzo trudno naprawić, a koszty z tym związane mogą być niezwykle wysokie.

– *No właśnie, wspominał pan o projekcie. Podobnie jak większość inwestorów, chciałbym wybrać gotowy projekt, ale nie wiem, czy potrzebne będą jakieś zmiany w sposobie fundamentowania, w stosunku do tego, co będzie opisane w dokumentacji?*

– W każdym projekcie określa się sposób posadowienia budynku dopasowany do

obciążenia, jakie będzie on przekazywać na fundament oraz do nośności gruntu. W projektach powtarzalnych, parametry te projektowane są dla przeciętnej nośności gruntu i dla strefy klimatycznej centralnej Polski. Rzeczywiste warunki gruntowe na działce mogą oczywiście odbiegać od przyjętych w projekcie i jeśli są od nich znacznie gorsze, konieczne jest przystosowanie do nich fundamentowania budynku.

– Gorsze, czyli jakie? W jakich konkretnie sytuacjach konieczna będzie zmiana sposobu fundamentowania?

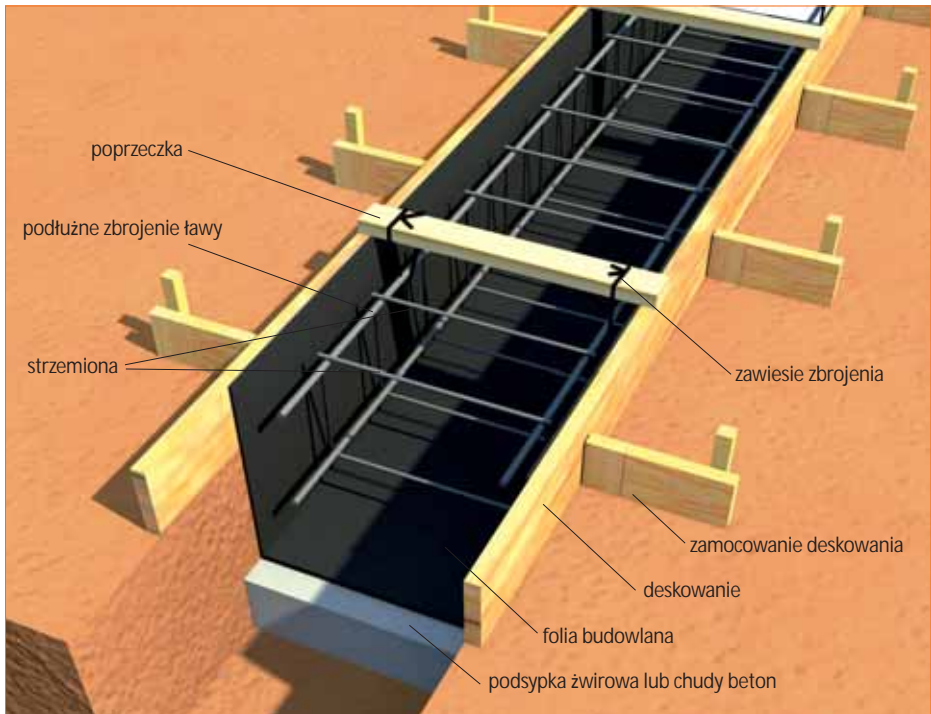
– Przeprojektowania fundamentów wymagają budynki stawiane na gruntach nasypowych, torfowiskach, na obszarach szkód górniczych, a także na gruntach niepewnych, których nie przebadano geotechnicznie. Problemów mogą przysporzyć też grunty niejednorodne, przewarstwione, gdy w obszarze fundamentów występuje znaczne zróżnicowanie ich własności. Do poprawnego zaprojektowania fundamentów potrzebna jest więc dobra znajomość warunków gruntowo-wodnych. Dlatego zawsze warto wykonać badania



geotechniczne – najlepiej zanim zostanie kupiona działka, by można było lepiej ocenić rzeczywisty koszt wybudowania na niej domu. Z badań takich można zrezygnować jedynie wtedy, gdy wokół stoją już domy podobne wielkością do naszego i wiadomo, że nie było problemów z ich budową.

– Wspomniał pan też coś o strefie klimatycznej...

– Tak, oprócz warunków gruntowych, przy planowaniu fundamentów trzeba też brać pod uwagę strefę klimatyczną, w której zlokalizowana jest budowa. Zależnie od regionu, fundamenty powinny sięgać przynajmniej na 0,8–1,4 m w głąb ziemi, bo taka jest głębokość przemarzania gruntu w naszym kraju. Nie oznacza to jednak, że tak głęboko musimy kopać w stosunku do poziomu działki. Często praktykowane jest tworzenie wokół domu łagodnej skarpy, a wtedy głębokość ustalamy od jej szczytu. Rozwiązanie takie jest szczególnie korzystne, bo pozwala uniknąć kosztownego wywożenia ziemi z wykopu, a także chroni przed ewentualnymi podtopieniami, gdy w otoczeniu działki zmieni się ukształtowanie terenu. Głębokość posadowienia może być zmniejszona, gdy budujemy na gruncie niewysadzinowym, czyli nie zwiększającym objętości pod wpływem mrozu. Za taki uważa się grunt, który zawiera poniżej 10% tzw. cząstek spławialnych, czyli o wielkości mniejszej niż 0,02 mm. Grunty niewysadzinowe to przede wszystkim grube piaski i żwiry. Do gruntów wysadzinowych należą gliny, ropy i piaski gliniaste, a także żwiry gliniaste i pospółki gliniaste. Analizę próbek gruntu można zlecić laboratorium geotechnicznemu.



▲ Przygotowanie wylania ławy fundamentowej

– Przejdźmy może do sposobów fundamentowania. Jaki są możliwości?

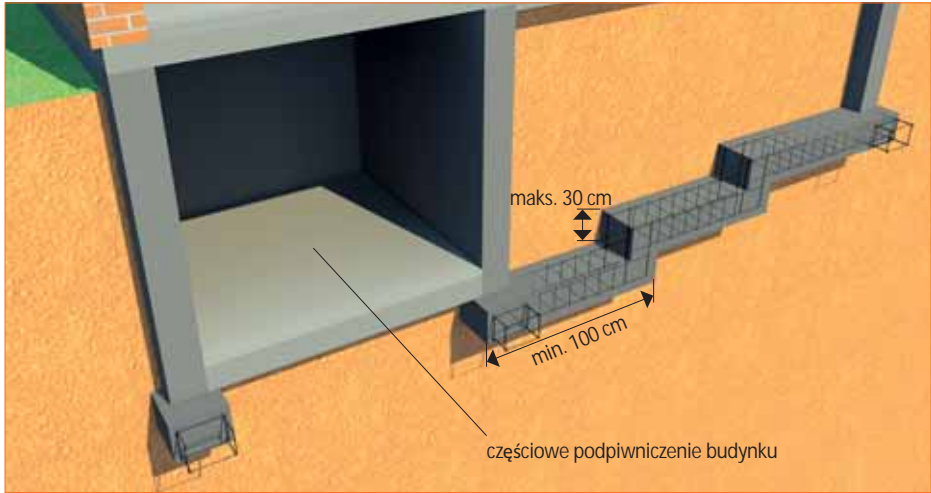
– W budownictwie jednorodzinym, gdzie występują stosunkowo niewielkie obciążenia na grunt, najczęściej wykonuje się ławy fundamentowe – betonowe poszerzenie ścian nośnych, dzięki którym obciążenie rozkłada się na większej powierzchni, a zbrojenie wzdłużne zapewnia stabilizację w warunkach niejednorodności gruntu. Jeśli nośność gruntu wymaga, aby ława była bardzo szeroka (a zatem i proporcjonalnie wyższa), to wykonywana jest jako żelbetowa, ze zbrojeniem poprzecznym. W sprzyjających warunkach – gdy kon-

strukcja domu jest lekka (np. szkieletowa) lub grunt charakteryzuje się wysoką nośnością, wykonywanie ław może okazać się zbędne.

– Naprawdę? Nie trzeba ich niczym zastępować?

– Nie do końca. Oparciem będzie fundament, ale znacznie mniej masywny. Wylewa się go bezpośrednio w gruncie, a jego szerokość odpowiada grubości ścian nadziemna – z reguły jest to ok. 25 cm.

– Słyszałem też o ławach schodkowych. Co to takiego?



▲ Fundament schodkowy

– Ławy schodkowe wykonuje się w przypadku domów częściowo podpiwniczonych, budowanych na skarpach lub przylegających do istniejącego budynku.

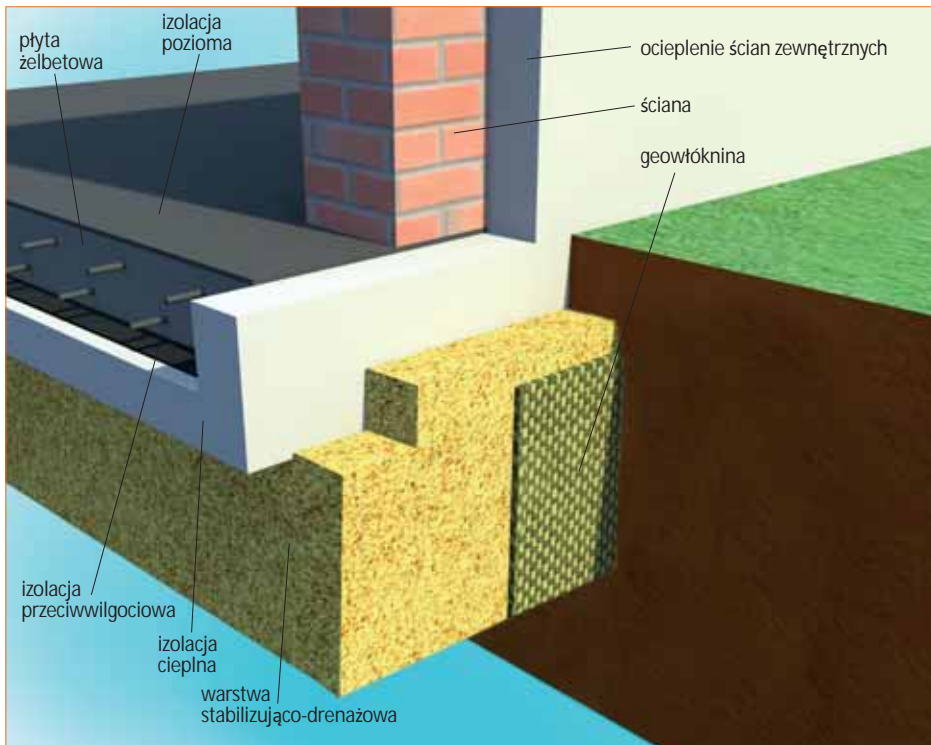
– Zaraz, zaraz, dobrze zrozumiałem? O piwnicę będę jeszcze szczegółowo pytał, ale zaintrygował mnie pan. Czy można wykonać podpiwniczenie tylko pod częścią domu?

– Tak, jest to możliwe, ale ze względów wykonawczych, takiego rozwiązania należy raczej unikać. Komplikuje ono bowiem fundamentowanie i praktycznie uniemożliwia zapewnienie niezawodnej ochrony przed zawiłgoceniem piwnicy. Koszt pełnego podpiwniczenia nie będzie znacząco wyższy, a zyskamy nie tylko dodatkową powierzchnię, ale i pewne zabezpieczenie przed wnikaniami wody. W przypadku konieczności budowy ław

schodkowych, wykonujemy je jako zbrojone wzdłużnie na całej długości, przy czym wysokość stopni nie powinna być większa niż 30 cm, a ich długość ma wynosić co najmniej 1 m.

– Problem jest taki, że jeszcze nie wiem, jakie warunki gruntowe panują na mojej działce. Co zrobić, gdy okaże się, że grunt ma słabą nośność?

– Spokojnie, z takiej sytuacji też jest wyjście. Na gruntach o słabej nośności, wykonuje się fundamenty płytowe. Indywidualnie zaprojektowana płyta żelbetowa rozkłada obciążenia na dużą powierzchnię. To lepsze rozwiązanie, niż budowa szerokich ław żelbetowych. Szczególnie przy małej powierzchni posadowienia budynku i niewielkim odstępie między ścianami nośnymi, łatwiej wykonać jedną żelbetową płytę pod



▲ Fundament płytowy

całym domem, niż żelbetowe ławy pod każdą ze ścian. Rozwiązanie takie jest szczególnie korzystne w domu podpiwniczonym, gdyż płyta staje się jednocześnie podłogą piwnicy.

Jeśli płyta będzie ocieplona i wykonana zostanie warstwa stabilizująco-drenażowa, nie trzeba będzie jej zagłębiać poniżej poziomu przemarzania. W ten sposób wyeliminujemy też drogę ucieczki ciepła do gruntu przez ściany nośne. Podobnie budowane są także fundamenty grzewcze z umieszczonymi w płycie kanałami, przez które przepływa ciepłe powietrze z kotła nadmuchowego.

– *Czy omówiliśmy już wszystkie najczęściej stosowane typy fundamentów?*

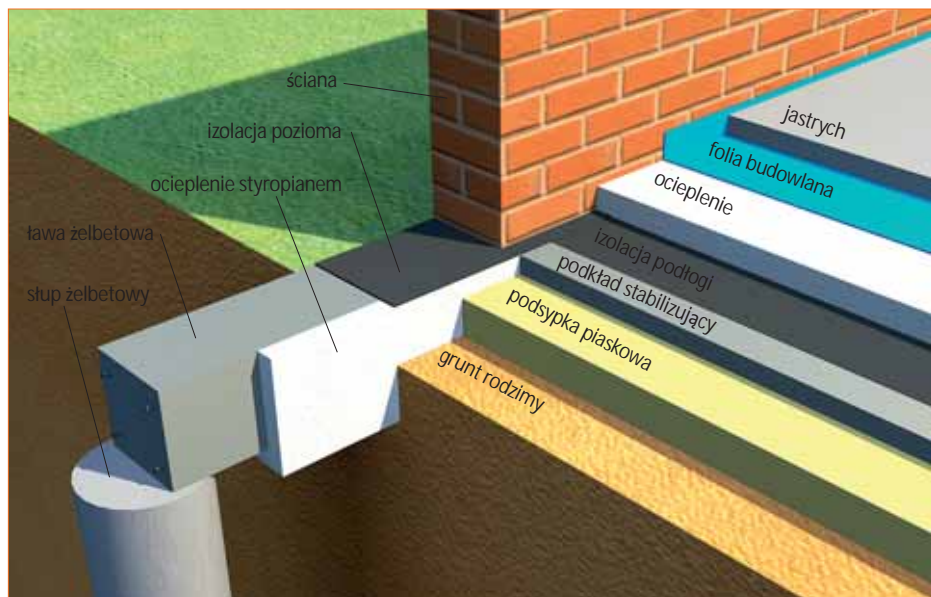
– Wspomnę jeszcze o jednym wariantcie. Gdy warstwa nośna gruntu znajduje się na dużej głębokości, konieczne może się okazać wykonanie fundamentu palowego. Składa się on ze słupów żelbetowych wylanych w gruncie, na wierzchu których umieszcza się żelbetową belkę, będącą oparciem dla ścian nośnych budynku. Rozstaw słupów wynosi najczęściej 2–3 m, a ich przekrój, zbrojenie i głębokość posadowienia dobiera się, w zależności od przenoszonych obciążeń i nośności



▲ Fundamenty płytowe wykonuje się na gruntach o słabej nośności. DOMIKON

gruntu. Zaletą takiego sposobu fundamentowania jest zapewnienie skutecznej izolacji termicznej od gruntu. Punktowe oparcie na słupach umożliwia ułożenie ocieplenia wokół belki, zapewniając termoizolację ścian od gruntu.

▼ Fundament na słupach



– *Domyślałem się, że na fundamentie stawiamy ściany podziemne.*

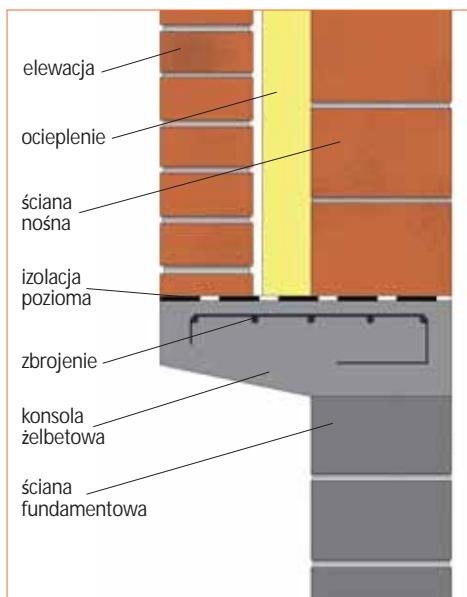
– Oczywiście, przy czym mogą to być tzw. ściany fundamentowe – w domach niepodpiwniczonych, wyprowadzone ponad powierzchnię terenu, lub ściany piwnic. Koniecznie trzeba zwrócić uwagę na symetryczne obciążenie ław fundamentowych przez ściany nośne – ich środek powinien pokrywać się z wzdłużną osią ław. Jeśli ściana stawiana jest jako warstwowa, to osiowe ustawienie dotyczy warstwy nośnej muru. Grubość konstrukcyjną uzależniamy od grubości ścian nadziemnych. Największe są przeważnie ściany dwuwarstwowe z ociepleniem i tynkiem. W takim przypadku wystarczy, aby ściana fundamentowa miała 25 cm. Przy ścianach jednowarstwowych,

które mają zazwyczaj grubość 40–50 cm, konieczne będzie poszerzenie ścian fundamentowych do ok. 38 cm. Najbardziej kłopotliwe i kosztowne będzie zapewnienie oparcia dla ściany trójwarstwowej. Najprostszy sposób to odpowiednie dostosowane grubości ściany fundamentowej. Ze względu na koszty, będzie to opłacalne przy niewielkiej głębokości posadowienia ław. Przy większym zagłębieniu, warto rozważyć utworzenie na poziomie gruntu żelbetowej konsoli wsporczej, na której oprze się warstwa elewacyjna.

– Z czego najlepiej wznosić ściany podziemia?

– Wykonujemy je jako monolityczne wylewane w deskowaniu – najwygodniej z użyciem szalunków wielokrotnego

▼ Konsola wsporcza dla warstwy elewacyjnej



użycia (systemowych), które można wypożyczyć – lub murowane. W domach podpiwniczonych, konieczne może być ich wzmocnienie żelbetowymi słupami lub zbrojeniem, układanym w spoinach poziomych. Zabezpieczają one przed odkształceniem ściany w wyniku bocznego naporu gruntu od zewnątrz. Do murowania wykorzystuje się betonowe bloczki fundamentowe, ich standardowe wymiary to 38 x 24 x 12 cm. Są one popularnym i łatwo dostępnym w lokalnych wytwórniach materiałem. Do budowy ścian podziemia – głównie piwnicznych – można użyć również bloczków keramzytobetonowych lub betonowych pustaków zasypowych. Te pierwsze zwiększą ciepłochronność, a gdy użyjemy pustaków zasypowych, możemy wygodnie wzmocnić ściany pionowym zbrojeniem. Choć producenci innych materiałów ściennych – pustaków ceramicznych, betonu komórkowego – dopuszczają ich zastosowanie w częściach podziemnych budynku, to jednak ich użycie wymaga zapewnienia szczelnej ochrony przed stycznością z gruntem i zawilgoceniem, co nie tylko podnosi koszty, ale również stwarza zagrożenie dla stabilności domu,

▼ Użycie pustaków zasypowych to sposób na ścianę podziemia bez konieczności wykonania deskowania. TECHBUD



w przypadku uszkodzenia izolacji i destrukcji ściany fundamentowej.

– Ale ochrony przed wilgocią wymagają chyba wszystkie fundamenty? Surowych ścian podziemia nie możemy przecież tak po prostu obsypać ziemią...

– Oczywiście, fundamenty muszą być zabezpieczone przed wilgocią i wodą gruntową. Rodzaj izolacji przeciwwilgociowej i przeciwwodnej zależy od tego, czy dom jest podpiwniczony czy nie i jaki jest poziom wód gruntowych. W domach bez piwnic, poziom podłóg pomieszczeń użytkowych znajduje się zawsze ponad powierzchnią terenu, zatem woda może zagrażać jedynie w przypadku powodzi czy lokalnych podtopień. W takich domach, wystarczającą ochronę zapewni izolacja przeciwwilgociowa, ułożona jako ciągła i szczelna przepona na zwieńczeniu ścian fundamentowych i pod podkładem podłogi na gruncie. Chroni ściany przed wilgocią kapilarną.

– Hmm, coś mi się obito o uszy, ale czym dokładnie jest wilgoć ka..

– Kapilarna. To efekt zjawiska przemieszczania się do góry cząstek wody w porowatych materiałach (gruncie, materiałach budowlanych), zwanego podsiąkaniem kapilarnym. Powoduje ono wnikanie wilgoci do wnętrza domu, jeśli nie zostanie utworzona wodoszczelna przegroda na styku podziemnej i nadziemnej części domu (tzw. izolacja pozioma).

– Brzmi groźnie. Zatem jak i z czego należy wykonać izolację przeciwwilgo-

ciową w domu niepodpiwniczonym?

– W takim domu, hydroizolacja układana jest jedynie poziomo na ścianach fundamentowych zewnętrznych i wewnętrznych, powyżej poziomu gruntu. Taką rolę pełnią np. dwie warstwy papy podkładowej na osnowie z włókna szklanego lub poliestru, sklejone lepikiem na zimno. Warstwy te powinny być wysunięte ok. 20 cm poza obrys ścian, aby można było połączyć je z izolacją przeciwwilgociową pod podłogą parteru. Natomiast nie ma potrzeby izolowania elementów otoczonych gruntem (np. ław, ścian fundamentowych), gdyż ich zawilgocenie nie wpływa w żaden sposób na trwałość konstrukcji wykonanej z odpowiednich materiałów. Ponadto zapewnienie absolutnej szczelności jest praktycznie niemożliwe. Nie ma więc sensu układanie izolacji przeciwwodnej w podziemnych częściach budynku niepodpiwniczonego. Natomiast w celu zmniejszenia nasiąkliwości i ochrony przed korozyjnym oddziaływaniem związków chemicznych zawartych w wilgotnym gruncie, ściany fundamentowe obustronnie impregnuje się emulsją asfaltowo-kauczukową. Przed jej nałożeniem, powierzchnie ściany trzeba wyrównać, wypełniając spoiny i wykru-



szenia, bądź nałożyć cementową obrzutkę, tzw. rapówkę.

– A co z izolacją fundamentów w domach podpiwniczonych?

– W takim przypadku, konstrukcję zabezpieczamy nie tylko przed wilgocią kapilarną, ale również przed wodą gruntową, której poziom może zmieniać się w ciągu roku w szerokim zakresie. Podstawową regułą, zapewniającą skuteczność ochrony przed wnikaniem wody, będzie utworzenie szczelnej „wanny” hydroizolacyjnej, sięgającej od powierzchni gruntu, poprzez ściany zewnętrzne, do podłogi piwnicy. Dobór użytych materiałów zależeć będzie od konkretnych warunków wodno-gruntowych, a przede wszystkim od wahań poziomu wód podziemnych.

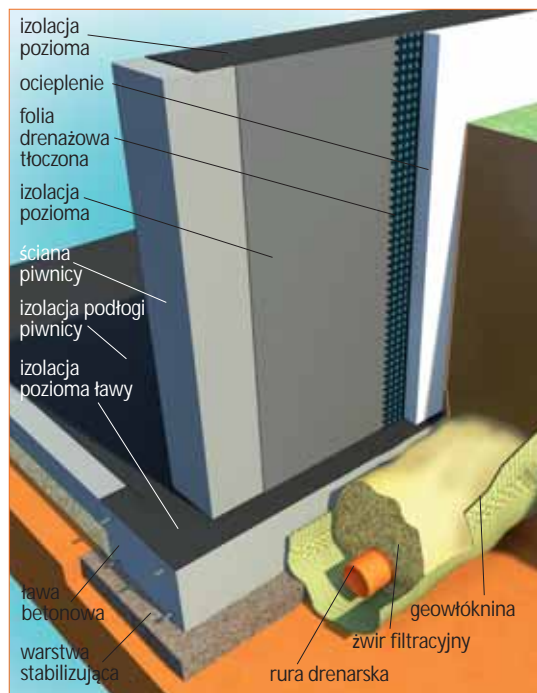
Na etapie fundamentowania, konieczne jest ułożenie izolacji poziomej na ławach fundamentowych z dwóch warstwy papy na lepiku, którą później łączy się z izolacją podpodłogową piwnicy. Drugą izolację poziomą układa się na ścianach piwnicy na wysokości powyżej poziomu gruntu. We względnie korzystnych warunkach gruntowych, hydroizolację pionową ścian piwnicy zapewnia jednolub dwuwarstwowe pokrycie papowe, osłonięte dodatkowo tzw. folią tłoczoną (kubelkową).

– Czy to wystarczy, aby ochronić piwnicę przed zalaniem?

– W razie możliwego podniesienia się poziomu wód gruntowych do wysokości fundamentu, standardowo powinniśmy ułożyć tzw. drenaż opaskowy. To wko-

pany w ziemię dookoła budynku system rur drenarskich. Umożliwia obniżenie poziomu wód gruntowych, co ogranicza napór wody na ściany i podłogę piwnicy, a w przypadku niestarannej lub uszkodzonej hydroizolacji, zmniejsza zagrożenie zalania piwnicy. Wymaga jednak zapewnienia odprowadzania wody zbieranej przez system drenażowy do naturalnych zbiorników lub sieci melioracyjnej. Jeżeli nie ma do nich dostępu, pozostaje wykonanie studni chłonnej, o poziomie odprowadzenia poniżej drenażu. Jej głębokość i chłonność zależą od lokalnych warunków gruntowo-wodnych i nie na każdym terenie można ją wykonać.

▼ Fundament domu podpiwniczonych z drenażem opaskowym





▲ Drenaż opaskowy chroni piwnicę przed zalaniem. Aco

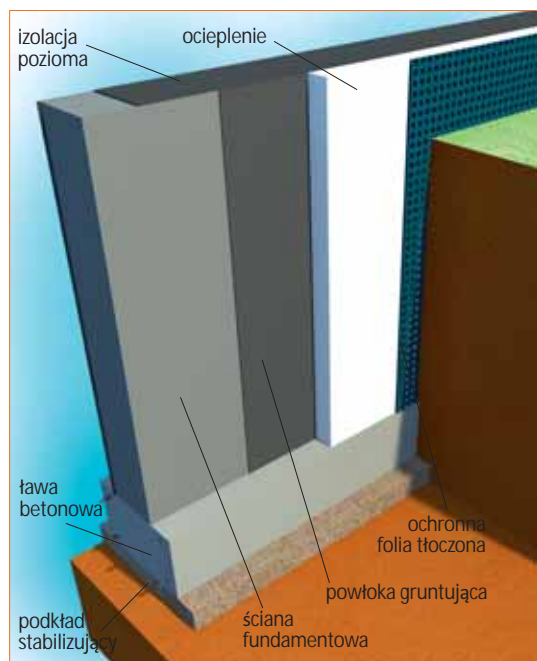
– Z jakich materiałów wykonuje się obecnie izolację fundamentów?

– Do izolacji fundamentów i ścian podziemia wykorzystuje się głównie materiały bitumiczne na bazie asfaltu (emulsje, lepiki, papy), folie PVC oraz coraz częściej polimerowe zaprawy wodoszczelne. Do stosowania w strefie podziemnej, nadają się jedynie papy na osnowie z włókna szklanego lub poliestru, gdyż „tekturowe” szybko ulegają zniszczeniu. Nie można natomiast używać lepików zawierających rozpuszczalniki organiczne – jeśli będą się stykać z ociepleniem styropianowym. Popularnym materiałem na izolację przeciwwodną, jest wspomniana już folia tłoczona. W rzeczywistości pełni ona jedynie rolę pomocniczą – drenażową i osłonową – a nie podstawowej ochrony przed wnikiem wody.

– Wilgoć i woda to jedno, a jak zadbać o ograniczenie strat ciepła przez fundament?

– Zasadniczy wpływ na izolację cieplną domu od strony gruntu ma grubość warstwy ociepleniowej ułożona w podłodze parteru. Natomiast efektywność ocieplenia ścian fundamentowych poniżej poziomu ziemi zależy w dużym stopniu od wysokości wyniesienia podłogi ponad teren. Powyżej 50–60 cm, dostateczną ochronę przed ucieczką ciepła zapewnia z reguły izolacja termiczna cokołu domu. Warto też zastąpić górne 2–3 warstwy ścian fundamentowych materiałem o lepszych właściwościach ciepłochronnych. Mogą to być bloczki keramzytowe, pustaki betonowe z wkładką styropianową, a nawet zwykłe pustaki betonowe. Natomiast zasadność ocieplenia ścian piwnicy zależy

▼ Fundament domu niepodpiwniczonego wraz z warstwami izolacji



głównie od sposobu jej wykorzystania. Gdy planujemy urządzić tam pomieszczenia ogrzewane, to oczywiście ocieplamy ściany na całej wysokości. W innym przypadku, wystarczy ocieplenie sięgające w dół ok. 1 m od poziomu terenu.

– Ocieplenie, ale z czego? Które materiały termoizolacyjne najlepiej nadają się do ocieplania?

– Ze względu na warunki, w jakich przebywa materiał ociepleniowy w podziemnych częściach budynku (bezpośredni kontakt z gruntem), swoje zadanie najlepiej spełnia polistyren ekstrudowany XPS. W porównaniu z dotychczas powszechnie stosowanym styropianem EPS, wyróżnia się przede wszystkim znacznie mniejszą nasiąkliwością, co zapewnia utrzymanie stałych własności cieplochronnych. Jest też bardziej wytrzymały na nacisk i ma niższą o ok. 10–15% przewodność cieplną, dzięki czemu można zmniejszyć grubość termoizolacji. Jego jedyną wadą to znacznie wyższa cena w porównaniu ze styropianem. Nieco tańszą alternatywą może być tzw. styropian wodoodporny, produkowany metodą agregatową – płyty mają większą gęstość niż zwykły styropian, a na powierzchni utworzony jest naskórek, ograniczający nasiąkliwość.

– Domyślam się, że po zakończeniu robót fundamentowych można rozpocząć stawianie ścian domu. Z tego, co obserwuję, wariantów ścian zewnętrznych jest bardzo wiele. Chodzi zarówno o technologie, jak i materiały używane do budowy.

– Rzeczywiście, wybór materiałów do budowy ścian zewnętrznych jest bardzo szeroki, a ich dobór budzi najwięcej emocji wśród inwestorów i niemal każdy z nich zastanawia się, czy przewidziane w projekcie rozwiązanie spełni oczekiwania. Oprócz wytrzymałości na obciążenia, ściany powinny zapewniać dobrą izolacyjność i akumulację ciepła, korzystny mikroklimat wewnątrz pomieszczeń, chronić przed hałasem, a także umożliwić pożądane wykończenie od strony zewnętrznej i wewnętrznej. Nie bez znaczenia jest również sposób ich wzniesienia, rzutuający na pracochłonność, organizację placu budowy czy potrzebne narzędzia i sprzęt. Oczywiście, ważne są też koszty budowy, choć różnice w wydatkach między popularnymi rodzajami ścian są niewielkie.

– Co zatem powinno decydować o wyborze takiej czy innej konstrukcji ściany i użytych do budowy materiałów?

– Jak niemal każde rozwiązanie w budownictwie, wybór rodzaju ścian zewnętrznych będzie wynikiem kompromisu między właściwościami użytkowymi, tempem budowy, estetyką, kosztami budowy czy eksploatacji. Sami musimy określić, na czym najbardziej nam zależy. Cechą najczęściej braną pod uwagę przy wyborze konstrukcji murowanej ściany zewnętrznej jest jej cieplochronność. Normatywny współczynnik przenikania ciepła U , wymagany przepisami nie może być większy niż $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, ale z reguły dążymy do uzyskania jeszcze lepszej izolacji cieplnej.

– Czy poprawa ciepłochronności ścian wpłynie zauważalnie na obniżenie kosztów ogrzewania?

– Dokładne wyliczenia przeprowadza się tylko dla konkretnego budynku, ale możemy określić przybliżone efekty dla typowych warunków i popularnych technologii budowania.

W ten sam sposób możemy sprawdzić, jakie korzyści przyniesie dalsze poprawianie ciepłochronności, przy czym trzeba brać pod uwagę konieczność dokonania poważniejszych, a więc i kosztowniejszych zmian, np. w rodzaju materiałów użytych do budowy ścian, gdy dalsze pogrubianie ocieplenia nie będzie możliwe.

– W internecie natknąłem się na informację, że korzystny wpływ na komfort

użytkowania domu ma zdolność ścian do oddychania. Na czym dokładnie polega ta cecha?

– Trudno określić, gdzie i kiedy pojawił się taki pogląd, ale z pewnością nie ma on nic wspólnego z wymianą powietrza i wentylacją pomieszczeń. Takim terminem można co najwyżej określić paroprzepuszczalność ściany, ale w praktyce ma to znikomy wpływ na odprowadzenie wilgoci z użytkowanych pomieszczeń i przy złej konfiguracji warstw ściennych, może doprowadzić do jej trwałego zawilgocenia. W rzeczywistości, zdolność do „oddychania” materiału może mieć zarówno korzystny, jak i negatywny wpływ, w zależności od tego, w jakim miejscu grubości ściany będzie on umieszczony. Dlatego przy konfigurowaniu warstw ściennych, należy przestrzegać ogólnej zasady – materiały o niskiej paroprzepuszczalności powinny być umieszczane od strony wewnętrznej, natomiast te o wysokiej paroprzepuszczalności i izolacyjności cieplnej – po stronie zewnętrznej. W praktyce, problem kondensacji dotyczy użycia materiałów charakteryzujących się wysoką paroprzepuszczalnością i jednocześnie dobrą izolacyjnością cieplną (wełna mineralna, bloczki ciepłochronne z betonu komórkowego). Nie można ich pokrywać paroszczelnymi warstwami od strony zewnętrznej, gdyż nastąpi wykraplanie wody na styku obu materiałów. Przykładem złej konfiguracji warstw ściennych będzie np. nałożenie cienkiego dodatkowego ocieplenia ze styropianu na ścianę jednowarstwową, która charakteryzuje się wysoką termoizolacyjnością.

DLA ZAAWANSOWANYCH

Jak obliczyć izolacyjność termiczną ściany?

Izolacyjność termiczną ściany oblicza się, sumując opór cieplny (R) jej poszczególnych warstw. Opór cieplny R jest po prostu odwrotnością współczynnika U. Jednak producenci materiałów ściennych często podają wartości innych współczynników: U lub λ (przewodność cieplna). Zależności pomiędzy nimi są następujące:

$$R = d : \lambda \quad (d - \text{grubość materiału w metrach})$$

$$R = 1 : U$$

$$U = 1 : R$$

Bloczki silikatowe mają np. $\lambda = 0,8$; ściana grubości 25 cm ma zatem $R = 0,25 : 0,8 = 0,31$ oraz $U = 1 : 0,31 = 3,22$.

Izolacja z 15 cm styropianu ($\lambda = 0,04$) ma $R = 0,15/0,04 = 3,75$. Izolacyjność termiczna całej ściany wynosi zatem:

$$R = 0,31 + 3,75 = 4,06$$

$$U = 1 : 4,06 = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$$

– *Nie ukrywam, że chciałbym budować możliwie tanio, jak więc porównać koszty stawiania ścian zewnętrznych w różnych technologiach?*

– Przy porównywaniu kosztów wykonania ścian w różnych technologiach, musimy

DLA ZAAWANSOWANYCH

Korzyści z poprawy ciepłochronności ścian

Najwygodniej analizę spodziewanych korzyści z poprawy ciepłochronności ścian odnieść do powierzchni ścian zewnętrznych 200 m², typowej dla przeciętnego domu jednorodzinnego o powierzchni użytkowej ok. 150 m². Przyjmijmy przeciętną liczbę tzw. stopniogodzin o wartości 75 000 K/h (czasokres sezonu grzewczego 5000 godzin, średnia różnica temperatury zewnętrznej i wewnętrznej 15 K). Przyjmując jako wartość wyjściową przenikalność ciepła na poziomie 0,25 W/(m²·K), możemy łatwo wyliczyć, o ile zmniejszy się zużycie energii, gdy poprawimy termoizolacyjność ścian, obniżając współczynnik U z 0,25 do 0,20 W/(m²·K).

Wskaźnik stopniogodzin [K·h]	75 000	75 000
Powierzchnia przegrody [m ²]	200	200
Współczynnik U [W/(m ² ·K)]	0,25	0,2
Strata energii [Wh]	3 750 000	3 000 000
Strata energii [kWh]	3750	3000
Różnica		750 kWh

Pozostaje jeszcze porównanie różnicy kosztów inwestycyjnych dla obu wariantów ciepłochronności oraz cen energii wykorzystanej do ogrzewania. Jeśli poprawę termoizolacji ograniczymy jedynie do zwiększenia grubości ocieplenia ze styropianu, wzrost kosztów inwestycyjnych będzie stosunkowo niewielki – dotożenie 4–5 cm do jego grubości to wydatek rzędu 6–8 zł/m², czyli 1200–1600 zł dla 200 m². Natomiast po stronie oszczędności, kwoty mogą być bardzo różne. Gdy ogrzewać będziemy węglem, oszczędzimy rocznie ok. 120 zł (0,16 zł/kWh), gazem ziemnym – niespełna 200 zł (0,25 zł/kWh), olejem opałowym – 300 zł (0,42 zł/kWh), zaś prądem – 450 zł (0,60 zł/kWh).



zawsze brać pod uwagę koszt całkowity gotowych ścian, łącznie z elewacją, i o podobnej ciepłochronności. Powinniśmy więc uwzględnić koszt materiału i robocizny nie tylko dla samej warstwy nośnej, ale również wydatki na ocieplenie, nałożenie tynku zewnętrznego bądź obmurówki oraz materiałów dodatkowych, takich jak kotwy montażowe, zaprawy klejowe, preparaty gruntujące. Nie zapomnijmy też o doliczeniu wydatków związanych z koniecznością poszerzenia ścian fundamentowych czy zamontowania konsol wsporczych, jeśli ściana wymagać będzie szerszego oparcia.

– *Przejdźmy może do konkretnych rozwiązań konstrukcyjnych ścian zewnętrznych. Jakie technologie mamy do wyboru?*

– Domy jednorodzinne najczęściej stawiane są w technologii murowanej z wykorzystaniem drobnowymiarowych elementów ściennych – cegieł, bloczków czy pustaków ceramicznych, silikatowych, keramzytobetonu lub betonu komórkowego. Ściany te budowane są jako jedno-, dwu-

lub trójwarstwowe, zależnie od pożądanej ciepłochronności czy sposobu wykończenia elewacji. Wszystkie te materiały i technologie są popularne i nie sprawiają większych problemów wykonawczych, choć oczywiście zdarzają się błędy, wynikające z niestaranności robót lub złęgo doboru materiałów. Niekiedy decydujemy się na budowanie w mniej znanych technologiach – szkieletowej, prefabrykowanej bądź z użyciem szalunków traconych, ale wtedy powinniśmy zatrudnić wyspecjalizowaną ekipę, dysponującą odpowiednim doświadczeniem i wyposażeniem.

– Zostańmy lepiej przy typowych technologiach. Proszę wyjaśnić mi, jakie zalety i wady mają ściany jednowarstwowe.

– Do ich budowy wykorzystuje się materiały ścienne o wysokiej izolacyjności cieplnej – lekkie odmiany betonu komórkowego lub z ceramiki poryzowanej. Możliwa do uzyskania ciepłochronność, przy ekonomicznie i technicznie uzasadnionej grubości ściany ok. 40–50 cm, osiąga wartość ok. 0,25 W/(m²·K).



▲ W budownictwie jednorodzinny, dominuje technologia murowana z wykorzystaniem drobnowymiarowych elementów ściennych. SAINT GOBAIN

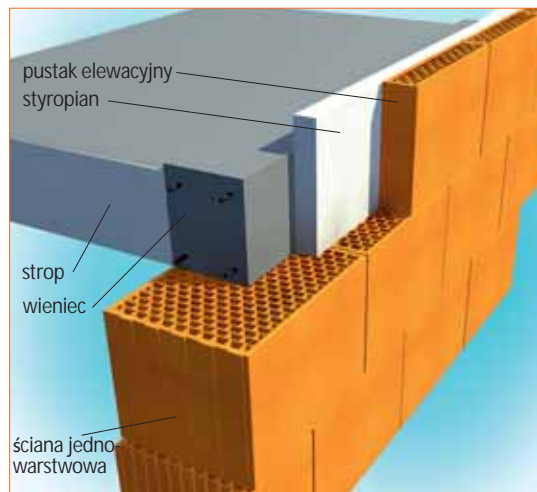
– Wspominał pan, że właśnie tyle wynosi wymagana w polskich przepisach norma...

– Dokładnie. Pod względem wykonawczym, ten rodzaj ścian wymaga dużej staranności oraz zastosowania specjalnych rozwiązań, chroniących przed powstawaniem mostków cieplnych. Na ścianach nośnych spoczywają bowiem elementy konstrukcyjne – nadproża, wieńce stropowe – o dużych wymaganiach wytrzymałościowych, ale niskiej ciepłochronności, wykonywane jako żelbetowe. W przypadku budowy ściany jednorodnej, w miejscach ich przebiegu musi być ułożona dodatkowa izolacja cieplna, osłonięta od zewnątrz materiałem o podobnych właściwościach, jak reszta ściany. Niekiedy można zastosować np. nadproża systemowe, ale mają one ograniczoną rozpiętość, a poza tym są dość drogie. Do murowania wykorzystuje się zaprawy cienkowarstwowe lub ciepłochronne. Warstwy można też łączyć przy użyciu pianki poliuretanowej. Ściany jednowarstwowe mają dużą zdolność do akumulacji ciepła, ale – przez

brak zewnętrznej warstwy izolacyjnej – średnią stateczność cieplną i nie powinny być pokrywane warstwą elewacyjną o niskiej paroprzepuszczalności, np. płytkami. Standardowo wykańcza się je tynkiem tradycyjnym lub ciepłochronnym i maluje paroprzepuszczalną farbą elewacyjną. W tego rodzaju ścianach trudniej też ukształtować elementy dekoracyjne, np. łuki nadokienne czy wykusze.

– Z moich obserwacji wynika, że na większości budowanych domów montowane jest ocieplenie, więc nie są to chyba ściany jednowarstwowe, które same w sobie powinny być wystarczająco ciepłe?

– Oczywiście, mówi pan o ścianach dwuwarstwowych – to najczęściej stosowana technologia wykonywania ścian zewnętrznych. Ze względu na popularność i prostotę robót, nie stwarza zagrożenia popełnienia poważniejszych błędów. Pozwala też na zastosowanie dowolnych materiałów na ścianę nośną, dzięki czemu można – zależnie od potrzeb – dobrać je pod kątem kosztów, zdolności akumulowania ciepła czy tłumienia hałasu. Ciągłość izolacji cieplnej o jednakowej grubości na całej powierzchni chroni przed powstawaniem mostków cieplnych. Umożliwia też rozłożenie kosztów budowy w czasie – ocieplenie możemy zrobić później, gdy dom ma już dach, okna, a nawet wykończone wnętrze. Jednak w technologii dwuwarstwowej nie można w sposób nieograniczony zwiększać grubości ocieplenia, ze względu na ryzyko pęknięć tynku i odpajania się go od podłoża. Jako bezpieczną grubość

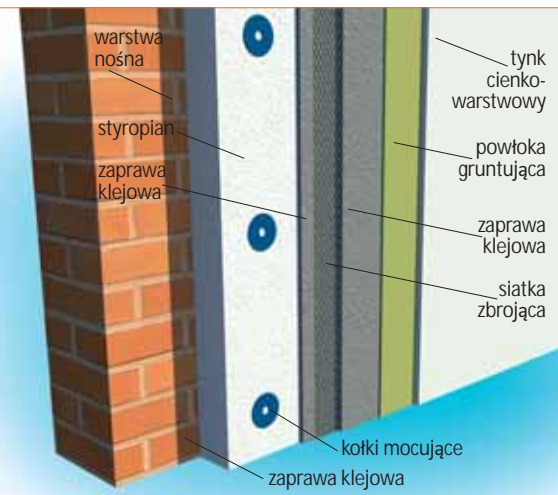


▲ Izolacja wieńca ściany jednowarstwowej z ceramiki poryzowanej

w technologii BSO, przyjmuje się warstwę 20 cm ocieplenia, co przy typowych materiałach na warstwę konstrukcyjną, pozwala uzyskać przenikalność cieplną na poziomie 0,16–0,20 W/(m²·K).

– Technologia BSO? Coś o niej słyszałem, ale nie wiem dokładnie, na czym polega.

– BSO to bezspoinowy system ociepleniowy, który polega na przyklejeniu i zamocowaniu mechanicznym kotwami płyt termoizolacyjnych (ze styropianu bądź wełny mineralnej) do ściany. Na powierzchni ocieplenia wkleja się siatkę zbrojeniową z włókna szklanego, wyrównuje powierzchnię zaprawą klejową, gruntuje i nakłada cienkowarstwowy tynk ozdobny. Ten popularny sposób ocieplenia można stosować praktycznie na wszystkich rodzajach ścian zewnętrznych. Łatwo też uformować elementy dekoracyjne



▲ Ściana dwuwarstwowa



▲ Najpopularniejsze są ściany dwuwarstwowe – składają się z warstwy nośnej i ociepleniowej. **AUSTROTHERM**

na elewacji, takie jak bonie, pilastry czy łukowe zwieńczenia otworów drzwiowych i okiennych. Standardowo w tej technologii ocieplenia stosuje się płyty styropianowe, gdyż jest to rozwiązanie tańsze, łatwiejsze do ułożenia i praktycznie nie ogranicza wyboru nakładanego tynku cienkowarstwowego. Jeśli wybierzemy wełnę mineralną – głównie ze względu

na ognioodporność – to konieczne będzie użycie tynku o wysokiej paroprzepuszczalności, np. mineralnego lub silikatowego, aby nie dopuścić do kondensacji pary wodnej w warstwie ocieplenia.

– *Czy metoda BSO to jedyny sposób na termoizolację ściany dwuwarstwowej?*

– Nie, ale BSO jest stosowana najczęściej. Niekiedy wykorzystuje się „suchą” metodę ociepleniową, z warstwą elewacyjną w postaci sidingu, kompozytowych płyt elewacyjnych bądź okładzin kamiennych. Izolację termiczną z wełny mineralnej mocuje się mechanicznie do ściany nośnej oraz montuje drewniany bądź metalowy stelaż, służący do zamocowania elementów elewacyjnych. Pod poszyciem pozostawia się zawsze pustkę wentylacyjną, umożliwiającą odparowanie wilgoci z ocieplenia.

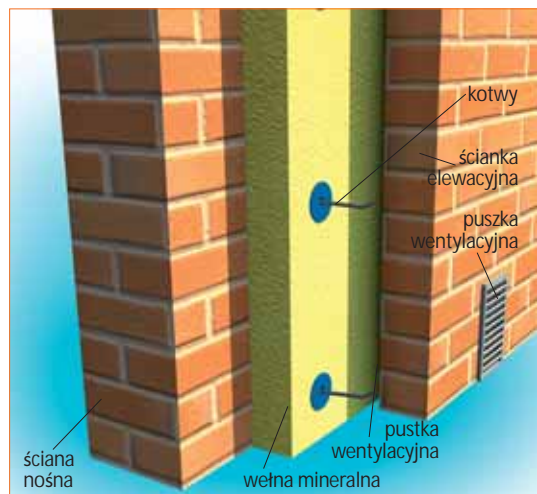
– *Do omówienia została nam jeszcze technologia trójwarstwowa. Wydaje się, że jest droższa od pozostałych?*

– Koszt budowy ściany trójwarstwowej zależy przede wszystkim od rodzaju warstwy elewacyjnej. Na taki rodzaj ściany decydujemy się głównie wtedy, gdy zależy nam na „ceglanej” elewacji domu z klinkieru i wtedy są one rzeczywiście znacznie droższe, niż inne rozwiązania. Oprócz walorów estetycznych, ściany takie charakteryzują się wysoką izolacyjnością akustyczną, odpornością elewacji na uszkodzenia czy możliwością uzyskania wysokiej ciepłochronności. Warstwę konstrukcyjną – podobnie jak w ścianach dwuwarstwowych – możemy postawić z dowolnych materiałów ściennych.

Teoretycznie, bez ograniczeń, można powiększać grubość termoizolacji w ścianach trójwarstwowych, ale wymaga to odpowiedniego poszerzenia fundamentów i w praktyce grubość ocieplenia nie przekracza 25 cm. Ścianka elewacyjna z cegieł grubości 6–12 cm musi być połączona z warstwą konstrukcyjną kotwami ze stali. Kotwy te umieszcza się w spoinach poziomych lub w nawierconych w murze otworach. Wznoszenie tych ścian można przeprowadzić jednoetapowo, układając jednocześnie warstwę nośną, ociepleniową i elewację. Taką metodę stosuje się przy ociepleniu styropianem, gdy warstwa elewacyjna będzie później tynkowana.

Jeśli elewacja będzie z cegły klinkierowej, a ocieplenie z wełny mineralnej, to prace prowadzi się dwuetapowo. Po postawieniu warstwy nośnej, mocuje się kotwami z talerzykami dociskowymi płyty z wełny mineralnej, a następnie muruje warstwę elewacyjną. Między ociepleniem a elewacją powinna pozostawać pustka wentylacyjna o grubości ok. 3 cm, a w dolnej warstwie cegieł muszą być umieszczone pustki z otworami, co umożliwi cyrkulację powietrza i odprowadzenie wilgoci. Warstwa elewacyjna nie może być obciążona elementami konstrukcyjnymi domu, a wykonanie nadproży wymaga ułożenia zbrojenia w spoinach, bądź zamontowania systemowej konsoli wsporczej.

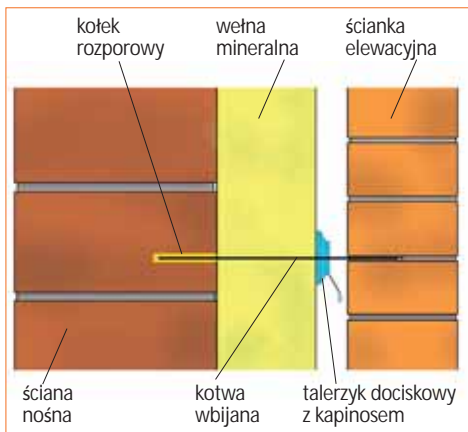
– Gdy wybiorę już jeden z rodzajów ścian zewnętrznych, to czym powinienem kierować się przy doborze materiałów do ich postawienia? Mówił pan, że budzi to sporo emocji wśród inwestorów. Nie ukrywam, że ja także jestem bardzo ciekaw opinii fachowca.



▲ Ściana trójwarstwowa

– Dobór materiału uzależniamy od planowanej konstrukcji ściany, zwracając uwagę na takie właściwości, jak ciepłochronność, wytrzymałość, mrozoodporność, nasiąkliwość, ciężar. Nie bez znaczenia są również cechy ułatwiające murowanie – ukształtowane uchwyty czy otwory umożliwiające wygodne przeniesienie i precyzyjne ustawienie na murze, czy dokładniejsze wymiary, co pozwala na zastosowanie znacznie cieńszych spoin poziomych. Najczęściej wykorzystuje się trzy grupy materiałów ściennych – wyroby ceramiczne, z betonu komórkowego i silikaty. Wszystkie one produkowane są w bogatym asortymencie wymiarów oraz z reguły są dostępne w najbliższym składzie budowlanym.

– Jestem raczej tradycjonalistą i ściana kojarzy mi się z czerwoną cegłą. Przyznam jednak, że dawno nie widziałem domu stawianego ze zwykłej cegły.



▲ Kotwienie ściany trójwarstwowej

– Cegła pełna i tzw. dziurawka obecnie wykorzystywane są jedynie do prac pomocniczych, a z „czerwonych” materiałów do budowy ścian zewnętrznych używa się różnych odmian pustaków ceramicznych. Tradycyjne pustaki o popularnych nazwach Max czy Uni wykorzystywane są do wznoszenia ścian nośnych w technologii dwu- i trójwarstwowej. Grubość stawianego z nich muru nie przekracza 24 cm, a duża wytrzymałość na ściskanie gwarantuje stabilność przy dużych obciążeniach. Co prawda, ich ciepłochronność nie jest zbyt wysoka (λ ok. $0,4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), ale przy wznoszeniu ścian warstwowych nie ma to istotnego znaczenia. Coraz większą popularnością cieszą się materiały z ceramiki poryzowanej, charakteryzującej się korzystniejszymi właściwościami ciepłochronnymi, przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej wytrzymałości na ściskanie i używane są tak do budowy ścian warstwowych, jak i jednorodnych. Dzięki układowi kanałów wewnętrznych i porowatej strukturze materiału, pustaki te

umożliwiają budowę ścian jednowarstwowych o wymaganej przenikalności cieplnej, przy szerokości muru 44 cm. W przypadku budowania ścian jednowarstwowych, do murowania powinna być używana specjalna zaprawa ciepłochronna, zmniejszająca ucieczkę ciepła przez spoiny. Produkowane są również pustaki o szlifowanej płaszczyźnie, przeznaczone do budowania z użyciem pianki poliuretanowej zamiast zaprawy. Rozwiązanie takie praktycznie eliminuje niejednorodną ciepłochronność ściany i znacznie przyspiesza proces murowania.

– *Popularnym materiałem na ściany – jak sięgam pamięcią – był również siporex. Czy nadal znajduje zastosowanie?*

– Siporex to stara nazwa handlowa wyrobów z betonu komórkowego, które obecnie charakteryzują się znacznie korzystniejszymi właściwościami. Bloczki z betonu komórkowego pozwalają na budowę ścian jednowarstwowych o wymaganej ciepłochronności, przy grubości muru już od 40 cm. Mają jednak dość niską wytrzymałość na ściskanie, co ogranicza ich zastosowanie przy budowie wyższych ścian nośnych czy przenoszeniu obciążeń punktowych. Asortyment wyrobów z betonu komórkowego obejmuje kilka klas wytrzymałościowych, zależnych głównie od gęstości materiału. Najlżejsze o gęstości $350 \text{ kg}/\text{m}^3$ charakteryzują się wysoką ciepłochronnością – współczynnik λ producenci określają w granicach $0,095\text{--}0,1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ i takie bloczki przeznaczone są głównie do wznoszenia ścian jednowarstwowych. Współczynnik U dla takiej przegrody (błoczek o grubości 40 cm) będzie wyniósł ok. $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Wyro-



a



b



c

▲ Do wznoszenia ścian wykorzystuje się najczęściej trzy grypy materiałów: wyroby ceramiczne (a. ZCB OWCZARY), z betonu komórkowego (b. TERMALICA) oraz silikaty (c. GRUPA SILIKATY)

by o większej gęstości ($500\text{--}700\text{ kg/m}^3$) przeznaczone są do wznoszenia ścian dwu- i trójwarstwowych, przenoszących większe obciążenia konstrukcyjne. Mają słabszą izolacyjność termiczną, wymagają więc ocieplenia. Współczynnik U

dla muru z bloczków z betonu komórkowego o grubości 24 cm będzie wynosił $0,38\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, a po dociepleniu 10-centymetrową warstwą styropianu – $0,2\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Bloczki z betonu komórkowego produkowane są z dużą dokładnością wymiarową, można więc murować je przy użyciu cienkowarstwowej zaprawy klejowej. Ma to szczególne znaczenie, przy stawianiu ściany jednowarstwowej, gdyż cienkie spoiny o gorszych własnościach ciepłochronnych nie powodują powstawania znaczących mostków cieplnych, czyli miejsc o słabszej izolacyjności termicznej.

– *Wspominał pan o ścianach silikatowych. Co to za materiał?*

– Bloczki silikatowe, nazywane też wapienno-piaskowymi, mimo dość niskiej ciepłochronności, są dobrym materiałem do stawiania dwu- i trójwarstwowych ścian zewnętrznych z ociepleniem o grubości co najmniej 15 cm. Duża masa objętościowa i wysoka wytrzymałość sprawiają, że można z nich stawiać mury konstrukcyjne o grubości od 18 cm, charakteryzujące się wysoką akumulacyjnością ciepła i zdolnością tłumienia dźwięków. Dlatego zaleca się je stosować do wznoszenia domów położonych np. przy ruchliwej ulicy. Dokładne wymiary i gładka powierzchnia pozwalają na murowanie z użyciem zapraw cienkowarstwowych oraz nakładanie tynków pocienionych przy wykańczaniu wnętrza.

– *Mówiliśmy o materiałach do stawiania ścian nośnych, ale czym kierować się przy wyborze warstwy ociepleniowej?*

DLA ZAAWANSOWANYCH

Paroprzepuszczalność a opór dyfuzyjny

Para wodna zawarta w powietrzu charakteryzuje się tzw. prężnością, czyli wywieraniem ciśnienia o wartości zależnej od temperatury i wilgotności. Zgodnie z prawami fizyki, przy różnicy ciśnień, wynikającej z innej temperatury i wilgotności powietrza po obu stronach jakiejś przegrody, np. ściany, nastąpi dążenie do wyrównania ciśnienia – tam, gdzie jest ono wyższe, para wodna będzie „przeciskać się” przez materiał przegrody na stronę, po której ciśnienie jest mniejsze. Materiał przegrody stawia jednak opór napierającej parze. Jak duży jest to opór, można opisać, postugując się dwoma współczynnikami.

Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ oznacza, ile razy materiał jest mniej przepuszczalny dla pary wodnej, niż warstwa powietrza o tej samej grubości.

Z kolei **równoważna grubość warstwy powietrza S_d** określa, jak gruba jest warstwa powietrza o takim samym oporze dla przepływu pary wodnej.

$$\mu = \frac{S_d}{d} \quad (d - \text{grubość materiału})$$

Wartość oporu dyfuzyjnego μ dla większości materiałów konstrukcyjnych używanych do budowy ścian zawiera się w granicach 3–15, wełny mineralnej – 1, a styropianu 50–60, dokładniejsze wartości podają ich producenci dla konkretnego wyrobu. Znajomość oporu dyfuzyjnego pozwala, na podstawie tabel parametrów powietrza, sprawdzić czy w planowanej przegrodzie nie wystąpi kondensacja pary wodnej na skutek wychłodzenia wilgotnego powietrza. Wraz ze spadkiem temperatury, zmniejsza się bowiem zdolność powietrza do wchłaniania pary wodnej i po przekroczeniu tzw. punktu rosy – nastąpi wykroplenie zawartej w powietrzu wody. Obrazowo efekt taki zauważymy np. na wewnętrznej stronie szyb, gdy wilgotne i ciepłe powietrze styka się z paroszczelnym, zimnym szkłem, powodując jego zaparowanie. Analiza paroprzepuszczalności powinna być przeprowadzona dla wszystkich przegród, gdyż niewłaściwe zestawienie materiałów użytych do ich budowy spowoduje trwałe zawilgocenie muru, spadek ciepłochronności, niszczenie warstwy elewacyjnej, a nawet samej konstrukcji.

– Do utworzenia warstwy ociepleniowej w ścianach zewnętrznych wykorzystuje się głównie styropian bądź wełnę mineralną. Pod względem ciepłochronności mają one podobne właściwości – współczynnik przewodności cieplnej λ w granicach 0,036–0,042 W/(m·K), ale znacznie różnią się paroprzepuszczalnością, elastycznością, ognioodpornością i reakcją na chemikalia. Najczęściej wykorzystywanym materiałem do ociepleń ścian jest styropian, który charakteryzuje się niską nasiąkliwością, ale też dużym oporem dyfuzyjnym – słabo przepuszcza parę wodną. Ogranicza to możliwość odprowadzenia wilgoci na zewnątrz, co niekiedy może doprowadzić do trwałego zawilgocenia murów. Zjawisko takie może wystąpić, gdy w pomieszczeniach nie działa wentylacja lub ściany są już zawilgocone, np. w wyniku zalania czy długotrwałego niedogrzenia. Termoizolację układamy ze sztywnych płyt odmiany „fasada”, a w miejscach narażonych na długotrwałe zawilgocenie, np. w obrębie cokołów, styropian „hydro” lub pokrewny materiał – polistyren ekstrudowany XPS. Niestety, wyroby ze styropianu nie są odporne na kontakt z wieloma rozpuszczalnikami (benzyną, acetonem), co trzeba uwzględnić, gdy stykają się z impregnatami czy niektórymi powłokami asfaltowymi.

Natomiast wełna mineralna zapewni dobre „oddychanie” ściany, ale w przypadku zamknięcia długo utrzymuje wilgoć, zmniejszając przy tym znacząco swoje właściwości ciepłochronne. Dlatego od strony zewnętrznej nigdy nie może być osłonięta warstwą o niskiej paroprzepuszczalności. Jest materiałem niepalnym, odpornym na większość substancji chemicznych. Wełna mineralna produkowana jest w kilku od-

mianach, dostosowanych do konkretnego zastosowania, różniących się głównie gęstością (masą objętościową). Do ocieplenia ścian trójwarstwowych i metodą „suchą” wykorzystuje się odmiany o średniej gęstości 50–60 kg/m³, natomiast ciężkie, o masie objętościowej 140–160 kg/m³, stosowane są w technologii BSO. Alternatywnie można użyć też wełny lamelowej o ukierunkowanym układzie włókien, która zastępuje ciężkie odmiany tego materiału.

– Co do ścian, już uściśliłem swoją wiedzę i łatwiej mi będzie wybrać optymalny wariant murów zewnętrznych, zatem może przejdziemy do stropów, bo to chyba bardzo ważny element domu?

– Tak, strop jest niezwykle istotnym elementem konstrukcyjnym domu, a nad zgodnością wykonania z dokumentacją projektową musi czuwać kierownik budowy. Jeśli jednak zechcemy zmienić rodzaj stropu, to trzeba będzie zwrócić się do konstruktora budowlanego, aby opracował nową dokumentację. Warto wiedzieć, że niektórzy producenci stropów prefabrykowanych we własnym zakresie dostosowują konstrukcję stropową do projektu domu, gdy planujemy wykorzystać ich system.

– Po co miałbym zmieniać coś w konstrukcji stropu?

– Zmiana konstrukcji stropowej na inną, niż określono w projekcie, może być spowodowana różnymi względami – kosztem i dostępnością materiałów, stopniem skomplikowania wykonania czy też szczególnymi wymaganiami przyszłego użytkownika. Przy wyborze trzeba też brać pod uwagę



ograniczenia wykonawcze, choćby dostęp do szalunków wielokrotnego użycia czy możliwość dojazdu na posesję i operowania dźwigu. Konieczność zmiany konstrukcji stropowej może wynikać z modyfikacji innych elementów budynku, zmieniających wielkość i rozłożenie obciążeń, np. rozmieszczenie ścianek działowych czy rozstawienie podpór. Każdy rodzaj stropu obliczany jest na dopuszczalne obciążenia użytkowe, uwzględniające obciążenia stałe, np. od ścianek działowych, warstw podłogowych, oraz zmienne – umeblowanie, wyposażenie czy przebywające w pomieszczeniach osoby. Niekiedy strop musi przenosić obciążenia konstrukcyjne, np. od słupów podpierających więźbę dachową. W tych miejscach konieczne będą wzmocnienia, dobrane do występujących obciążeń.

– Jakie cechy trzeba brać pod uwagę przy wyborze odpowiedniego stropu?

– Oczywiście, dobór stropu pod względem konstrukcyjnym to zadanie dla projektanta, ale powinien on też zadbać

o optymalne własności użytkowe i możliwości wykonawcze. Pod względem użytkowym dobór konstrukcji stropowej ma wpływ na jego dopuszczalną rozpiętość, zdolność do tłumienia hałasu, odporność na zarysowania i pęknięcia. Obecnie dostępne stropy prefabrykowane osiągają rozpiętość do ponad 8 m, co pozwala na uzyskanie otwartych pomieszczeń o dużej powierzchni, bez konieczności ustawiania słupów i tworzenia podciągów. Większe odległości między podporami można uzyskać przy stropach monolitycznych oraz z płyt kanałowych, ale skutkuje to koniecznością zwiększenia ich grubości konstrukcyjnej i znacząco podnosi koszty. Zdolność do tłumienia hałasu – zwłaszcza dźwięków uderzeniowych – jest ściśle związana z masą powierzchniową stropu. Ciężkie konstrukcje zdecydowanie lepiej izolują akustycznie niż lekkie. Natomiast możliwość pojawienia się pęknięć na suficie dotyczy przede wszystkim stropów żebrowych i płytowych. Przy nierównomiernym obciążeniu, może wystąpić tzw. klawiszowanie – różnicowane ugięcie się poszczególnych belek czy płyt, co powoduje pęknięcia na suficie. Zjawisku temu zapobiega ułożenie żeber rozdzielczych w stropach gęstożebrowych (przebiegają w poprzek belek stropowych, przez całą szerokość stropu) lub odpowiednie ukształtowanie krawędzi płyt prefabrykowanych, zapobiegające ich wzajemnemu przemieszczaniu się.

– Które konstrukcje stropowe są najpopularniejsze?

– Do najczęściej układanych należą stropy gęstożebrowe, co wynika z dostp-

ności materiałów do ich budowy (elementy wykonują lokalne wytwórnie) i stosunkowo prostego wykonania. Produkowane są w wielu odmianach, znanych pod nazwami, np. teriva, fert, różniących się nośnością użytkową, dopuszczalną rozpiętością, odstępem belek, rodzajem elementów wypełniających. Prefabrykowane belki nośne w postaci kratownicy z zabetonowaną stopką pełnią rolę żeber rozstawionych co 45–60 cm, przestrzeń między nimi wypełniają pustaki z keramzytobetonu, żużłobetonu, ceramiki lub betonu komórkowego. Ich wysokość konstrukcyjna wynosi 24–30 cm, a rozpiętość sięga do 7,20 m. Mają dość duży ciężar powierzchniowy (250–300 kg/m²), co zapewnia dobrą izolację akustyczną od dźwięków uderzeniowych. Belki, w zależności od potrzeb, można skracać, co ułatwia wykonanie nieregularnych zarysów stropu. W miejscach o skumulowanych obciążeniach, np. pod ściankami działowymi, belki nośne układa się obok siebie, co tworzy żebro o podwyższonej wytrzymałości. Przy rozpiętościach powyżej 4 m, wykonuje się poprzeczne żebro rozdzielcze, zapobiegające wspomnianemu klawiszowaniu. Belki i pustaki układa się ręcznie na wypoziomowanych podporach, w rozstawieniu co ok. 1,5 m, a następnie zalewa betonem klasy C16/20 (dawniej B 20), tworzącym jednocześnie warstwę nadbetonu o grubości 3–4 cm.

– Na dużych budowach widziałem, że ułożone na całej powierzchni zbrojenie jest później zalewane betonem.

Czy takie stropy również są stosowane w budynkach jednorodzinnych?



▲ Przy wyborze rodzaju stropu, trzeba wziąć pod uwagę ograniczenia wykonawcze – np. nie na każdej posęcie można wjechać dźwigiem. KONWET

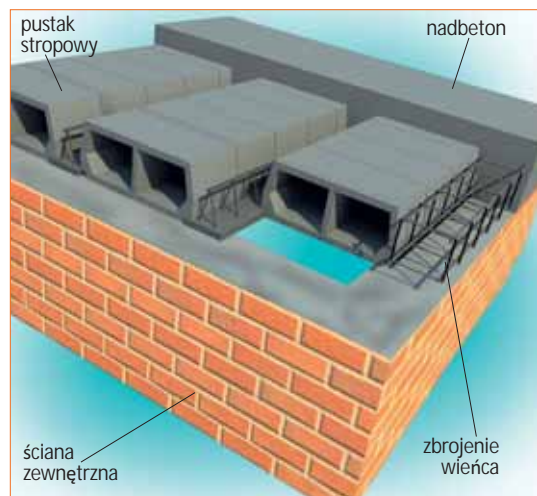
– To stropy monolityczne, wylewane w całości na budowie, głównie w przypadku skomplikowanego zarysu stropu i przy dużych jego rozpiętościach. Zawsze projektowane są indywidualnie a ich wysokość konstrukcyjna wynosi z reguły 12–16 cm. Są dość pracochłonne w wykonaniu, gdyż wymagają oparteo na gęsto rozstawionych stemplach pełnego szalunku, a także ułożenia zbrojenia głównego i rozdzielczego. Do utworzenia szalunku najlepiej użyć systemowych deskowań wielokrotnego użycia (można je wypożyczyć), co skraca czas wykonania i zapewnia uzyskanie gładkiej i równej spodniej powierzchni stropu. Ze względu na gęste rozmieszczenie zbrojenia, już w czasie wykonywania stropu należy przewidzieć miejsca, gdzie będą potrzebne przekucia, np. pod instalację. Przed betonowaniem umieszczamy tam łatwe do usunięcia wkładki, np. ze styropianu. Bez konieczności ustawienia deskowań zbudujemy również monolityczny strop typu filigran, z wykorzystaniem gotowych prefabrykatów w postaci płyt pełniących funkcję tzw. szalunku traconego. Zaletą

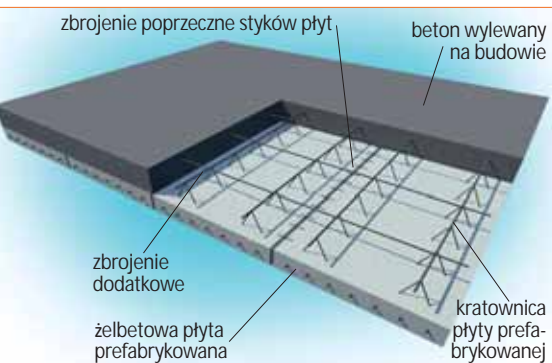
tego stropu jest możliwość dowolnego kształtowania jego zarysu i zaplanowania dużych otworów. Płyty o szerokości do 2,4 m oraz grubości 5–7 cm układane są dźwigiem na regulowanych podporach systemowych, a następnie dozbrajane prętami poprzecznymi i wzdłużnymi. Kolejny etap to zabetonowanie stropu do przewidzianej w projekcie grubości.

– ***Czy przy wykonywaniu stropu można uniknąć konieczności ustawiania podpór montażowych?***

– To możliwe praktycznie tylko w jednym przypadku – wykonania prefabrykowanego stropu kanałowego, który jest gotowy do użytkowania natychmiast po ułożeniu. Najczęściej stosowane są stropy kanałowe tzw. żerańskie, o rozpiętości do 7,2 m i modularnych szerokościach 60, 90, 120, 150 cm. Specjalnie dla budownictwa jednorodzinnego

▼ Strop gęstożebrowy typu teriva

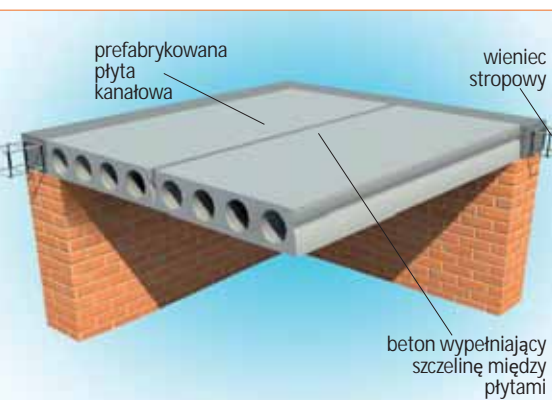




▲ Strop żelbetowy typu filigran

produkowane są również stropy panelowe o szerokości 60 cm. Wykonywane są ze strunobetonu, dzięki czemu mają niewielką wysokość, 15–20 cm, a ich rozpiętość sięga 9 m. Stanowią alternatywę dla popularnych stropów gęstożebrowych w budynkach o prostym kształcie, ze względu na szybkość montażu, jak i koszty. Płyty układane są bezpośrednio na ścianach nośnych i podciągach za pomocą dźwigu, a połączenia między nimi, tzw. zamki, zalewa się betonem.

▼ Strop kanałowy



Inny rodzaj stropów prefabrykowanych to stropy zbrojone z betonu komórkowego, wchodzące w skład systemu budowy w technologii ścian jednowarstwowych z betonu komórkowego. Montowane są w podobny sposób jak kanałowe, ale są od nich znacznie droższe.

– *A czy nie prościej byłoby wykonać strop z drewna?*

– Stropy drewniane montuje się głównie w domach o konstrukcji drewnianej – szkieletowej lub z bali. Pełnią one wtedy również funkcję oparcia dla konstrukcji dachowej, belki stropowe zaś często stanowią element prefabrykowanych, gotowych do ustawienia dźwigiem więzów dachowych. Tego typu stropy układa się czasami również w domach murowanych, ale tylko wtedy, gdy poddasze nie będzie przeznaczone do zamieszkania. Do ich budowy używa się belek z drewna litego, klejonego lub prefabrykowanych profili z materiałów drewnopochodnych. Poszycie stropu wykonuje się z płyt OSB lub desek, a przestrzeń między belkami wypełnia materiałem wyciszającym (wełną mineralną). Od spodu strop zamyka się sufitem podwieszanym lub boazerią. Niekiedy stropy drewniane budowane są jako „nagie” – z widocznymi belkami i w tym przypadku, przed ich zamontowaniem, powinny być one ostrugane i wstępnie polakierowane.

– *Bardzo dziękuję za rozmowę i wiele cennych rad. Do widzenia!*

– Do widzenia, życzę udanej inwestycji!

Fundamenty, ściany, stropy

BEZPŁATNY DODATEK DO BUDUJEMY DOM 1-2/2015

Zdjęcie na okładce: © Rido / Fotolia

Dotychczas w serii **O TYM NIKT CI TAK NIE OPOWIE** ukazały się trzy zeszyty, obejmujące tematykę ogrzewania i elektryczności. Zapraszamy do lektury lub pobrania wydań w wersji elektronicznej ze strony www.budujemydom.pl/majster-guru



WYBÓR SYSTEMU
OGRZEWANIA DOMU

GRZEJNIKI
I PODŁOGÓWKA
ORAZ STEROWANIE
I REGULACJA OGRZEWANIA

INSTALACJE
ELEKTRYCZNE,
TELETECHNICZNE
ORAZ OŚWIETLENIE



Wydawca: AVT-Korporacja Sp. z o.o.
ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa
tel. 22 257 84 99, faks 22 257 84 00
www.avt.pl, avt@avt.pl

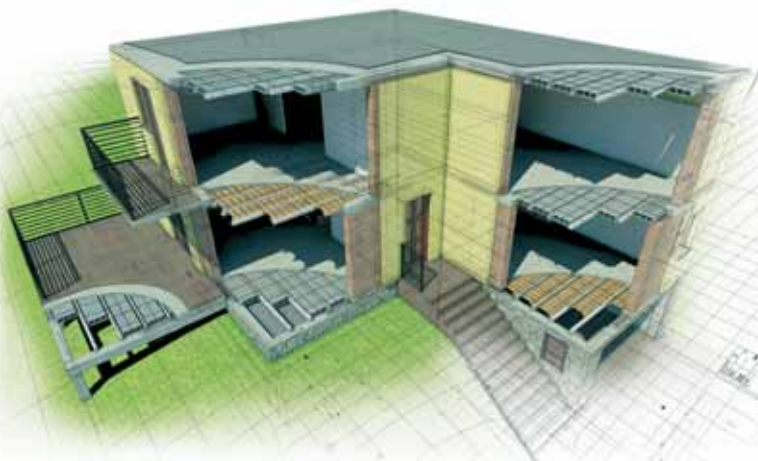


AVT-Korporacja Sp. z o.o.
należy do Izby Wydawców Prasy



RECTOR®

SYSTEMY STROPOWE



JUŻ OD 60 LAT

Tworzymy produkty zapewniające komfort i bezpieczeństwo

RECTOBETON



- Najwyższa jakość wśród stropów pustakowych
- Najszerszy asortyment belek i pustaków
- Wysokość stropu od 16 cm
- Rozpiętość do 10 m
- Dowolne obciążenia

RECTOLIGHT



- Innowacyjny i kompletny system
- Lekkość i szybkość montażu
- Łatwość obróbki
- Wysokość stropu od 16 cm
- Rozpiętość do 8 m
- Doskonali na każdy poziom wszelkich budynków

**DLA
CZYTELNIKÓW
budujemy
Dom
PROJEKT STROPU
GRATIS
ORAZ**

- Dobór systemu stropowego i stosowne obliczenia
- Rysunki montażowe i zestawienia materiałów
- Wsparcie techniczne
- Systemy sprawdzone od lat

Wystarczy przesłać projekt domu na adres:
info@rector.pl

Więcej informacji na: www.rector.pl