



## PORADNIK

### Ekspert – dr inż. Arkadiusz Węglarz

Adiunkt na Wydziale Inżynierii Lądowej  
Politechniki Warszawskiej,  
Koordynator projektów w Krajowej Agencji  
Poszanowania Energii,  
Wiceprezes Zarządu Zrzeszenia Audytorów  
Energetycznych,  
właściciel energooszczędnego domu  
w budowie

# DOM ENERGOOSZCZĘDNY

**Cykl artykułów poradniczych – pisanych w formie odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania Czytelników, poświęcony jest energooszczędnemu budownictwu. Zagadnienie ważne, bo świadczy nie tylko o dbałości o środowisko naturalne, ale przede wszystkim o nasze pieniądze. Bo dom energooszczędny to dom tani w eksploatacji, wygodny i przyjazny...**

**W** domu energooszczędnym najważniejsza jest skorupa, czyli przegrody zewnętrzne: płyta fundamentowa, ściany, dach, okna i drzwi. Wszystkie te elementy powinny być dobrane i wykonane na miarę klimatu, w jakim żyjemy i budujemy dom.

Zestawiając w sposób optymalny materiały na przegrody zewnętrzne, możemy nie tylko zaoszczędzić na kosztach przyszłej eksploatacji, ale również zmniejszyć koszt samej budowy. Słowo „optymalizacja” w budownictwie z łatwością wypowiedziane na konferencjach naukowych, w życiu z trudem znajduje swoje miejsce.

Proces wznoszenia przegród zewnętrznych to najprzyjemniejszy etap budowy domu, zarówno dla wykonawcy, jak i dla inwestora, który widzi jak jego pieniądze szybko przekształcają się w namacalny twór. Nigdy nie zapomnę, kiedy budując swój dom, cieszyłem się każdego dnia, z tego, że rośnie.

Stan surowy zamknięty to tylko połowa kosztów inwestycji, ale ten etap może zdeterminować pozostałe koszty. Już prosty wybór pomiędzy ścianą dwu- lub trójwarstwową, technologią murowaną lub szkieletem drewnianym przesądza o sposobie wykończenia wnętrza i elewacji. Myślę, że już żadnego z Czytelników nie musimy przekonywać, że warto stosować jak najgrubszą izolację ścian zewnętrznych i dachu. Ale co to znaczy? Czy 15 centymetrów to dużo? Wprawdzie istnieją ograniczenia systemowe, ale można je pokonać, zmieniając technologię budowy domu. Kto ma nam w tym pomóc? W tym odcinku poradnika odpowiadamy na podstawowe dylematy dotyczące przegród zewnętrznych. Nie dokonujemy optymalizacji ekonomicznej kosztów budowy domu, bo to zadanie dla fachowca, który uwzględni również konkretną lokalizację budynku i działki, na której stanie dom.

Szukajmy więc projektanta, który będzie potrafił zaprojektować dom w sposób optymalny. Zbudowanie energooszczędnego domu, to jak uszycie płaszcza na miarę – dobrze skrojony i porządnie wykonany będziemy nosić z przyjemnością przez wiele lat.

Ponieważ dom w Polsce budowany jest na długie lata i nawet dla kilku pokoleń, zadbajmy więc o dobrego stylistę, krawca i kupmy optymalny materiał.

1-2

Jak zbudować dom energooszczędny?

3

Dobry projekt

4

Energooszczędna architektura, wentylacja i ogrzewanie

5

Szczelne i ciepłe przegrody

6

Mostki termiczne

7-8

Kolektory słoneczne

9

Wentylacja

10

Ogrzewanie

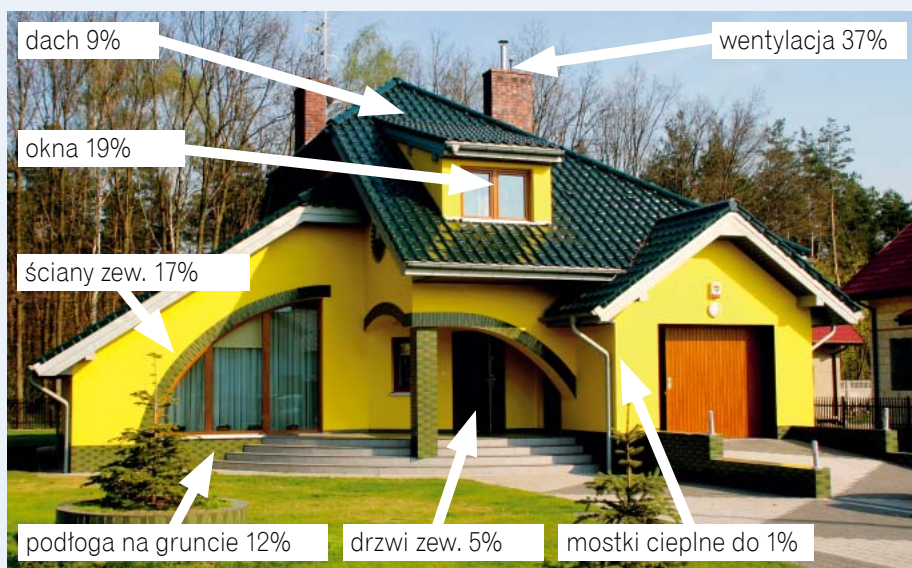
11-12

Termomodernizacja

# Szczelne i ciepłe przegrody

## Którędy i ile ciepła ucieka z domu?

Udziały procentowe w stratach ciepła zależą od kształtu budynku i stosunku jego kubatury do ogrzewanej powierzchni. W domu energooszczędnym mogą przedstawiać się tak, jak na zdjęciu.



## Ile ciepła ucieka przez przegrody domu budowanego wg obowiązujących przepisów, a ile w domu energooszczędnym?

Rodzaj przegrody	Straty ciepła w domach		Różnica w stratach ciepła
	standardowym [kWh/rok]	energooszczędnym [kWh/rok]	
ściany zewnętrzne	3900	2100	40%
dach	2200	1800	40%
podłoga na gruncie	1200	400	35%
okna i drzwi zewnętrzne	5000	4700	8%

## W jakiej technologii najlepiej budować dom energooszczędny?

Technologia ma drugorzędne znaczenie nie tylko dla energooszczędności, ale też jedynie pośrednio wpływa na koszty. Jeśli ściany mają być warstwowe, to nonsensem jest szukać najtańszej technologii wykonania warstwy konstrukcyjnej, podobnie jak bez sensu jest szukać na nią możliwie najcieplejszego materiału konstrukcyjnego.

Zarówno ostateczne koszty, jak i końcowa termoizolacyjność zależą do tego: ile mamy – tam gdzie trzeba – izolacji termicznej, jak dokładnie ocieplimy mostki termiczne, czy nie przesadzimy z wielkością okien i czy nie pożałujemy pieniędzy na dobrą wentylację z rekuperatorem itp.

Nie ma jednej najlepszej pod każdym względem technologii budowania domu energooszczędnego, świat wciąż poszukuje i ulepsza znane technologie. Należy więc korzystać ze sprawdzonych, dopracowanych w szczegółach technologii, które zdały egzamin z energooszczędności w zrealizowanych obiektach.

Domy energooszczędne mogą być zatem zarówno murowane (ze ścianami dwu- lub trójwarstwowymi), jak i drewniane szkieletowe, gdyż taka konstrukcja ułatwia zastosowanie bardzo grubej izolacji termicznej.

Dla energooszczędności budynku nie jest ważne, czy jego ściany zostaną zbudowane z betonu komórkowego, ceramiki, keramzytobetonu, silikatów czy drewna. Ważne jest, by miały odpowiednie parametry cieplne ( $U$  ścian domu energooszczędnego powinno wynosić 0,15–0,25 [W/(m<sup>2</sup>·K)]).

PATRONI CYKLU

32


 ROCKWOOL  
NIEPALNE IZOLACJE


 Snieżka  
SYSTEM DOCIEPLEŃ BUDYNKÓW


 termo Organika  
Myśl: ciepło


 ARCHIPELAG PL  
PROJEKTY DOMÓW

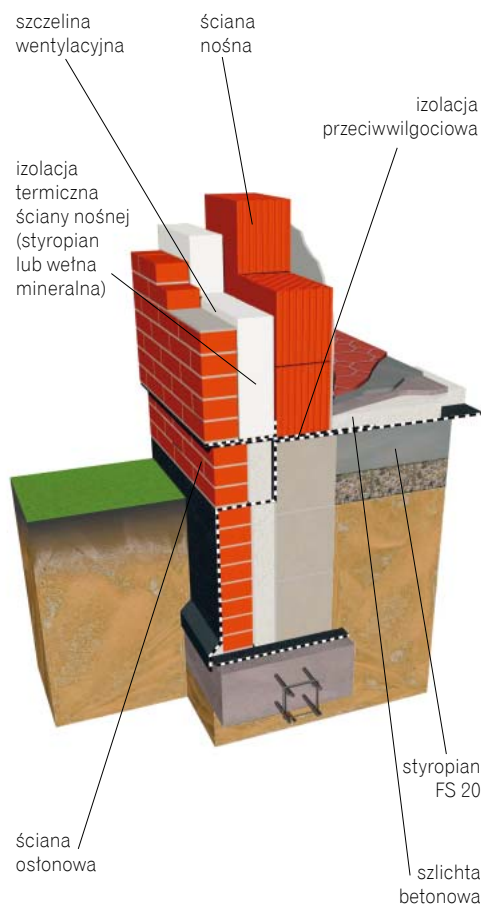

 WWW.REKUPERATORY.PL®

**Ściany trójwarstwowe.** Uważane za najlepsze w domu energooszczędnym. Każda warstwa pełni w nich odrębną funkcję:

■ **warstwa nośna** – 18–20 cm – może być wykonana z różnych materiałów, np: pustaków ceramicznych MAX ze szczelinami ustawionymi prostopadle do długości ściany, z bloczków wapienno-piaskowych albo betonu komórkowego najcięższych odmian – murowanych z wypełnianiem spoin pionowych. Warstwa nośna zapewnia wytrzymałość, szczelność, akumulacyjność cieplną oraz bardzo dobrą izolacyjność akustyczną;

■ **warstwa termoizolacyjna** – 20 cm – ze styropianu lub wełny mineralnej; zapewnia odpowiednią izolacyjność cieplną przegrody oraz eliminuje mostki termiczne;

■ **warstwa osłonowa** – 8–12 cm – z tynkiem lub bez: z cegieł klinkierowych, wapienno-piaskowych, betonowych lub ceramicznych; tynk nadaje elewacjom pożądany wygląd, a także trwałość; zwiększa też izolacyjność akustyczną ścian.

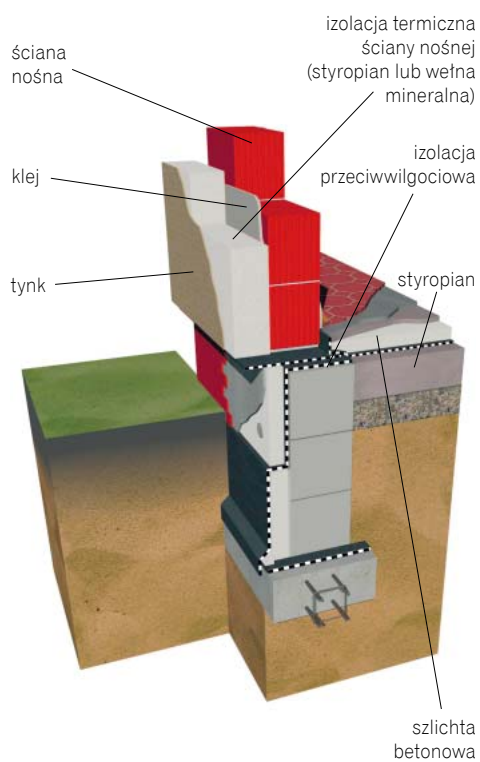


Schemat konstrukcji ściany trójwarstwowej

**Ściany dwuwarstwowe.** Mogą mieć parametry termiczne ścian trójwarstwowych, ale mniejszą od nich grubość, są jednak nieco mniej trwałe, bo bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne. Ściany budowane w tej technologii składają się z dwóch warstw:

■ **warstwa nośna** – 24–29 cm – wykonana z takich samych materiałów jak w ścianach trójwarstwowych;

■ **warstwa termoizolacyjna** – 20 cm – to zazwyczaj styropian lub wełna mineralna; ocieplenie najczęściej chronione jest przez tynk cienkowarstwowy na siatce z włókna szklanego.

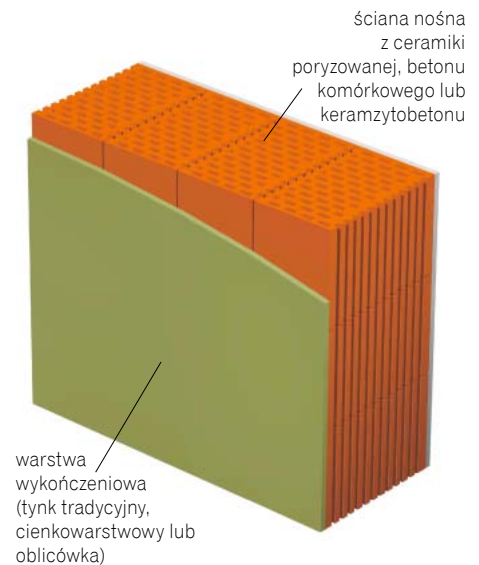


Schemat konstrukcji ściany dwuwarstwowej

**Ściany jednowarstwowe** – sprawdzą się najlepiej, jeśli wymuruje się je z bloczków styropianowych wypełnionych na budowie betonem, lub z pustaków keramzytowych, w których pustki powietrzne wypełnione są granulkami polistyrenowymi.

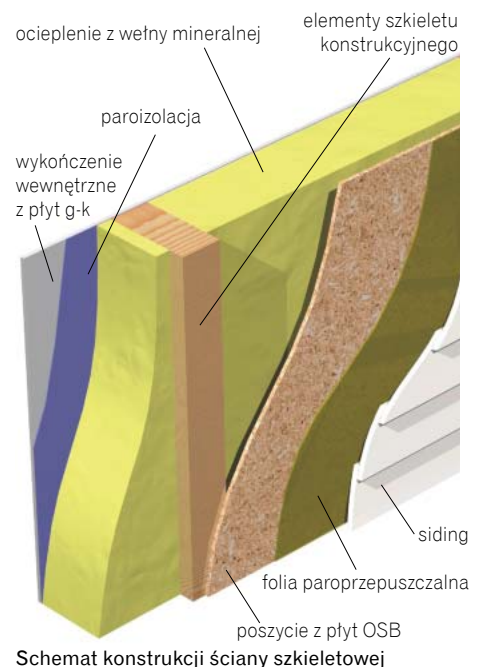
Ściany jednowarstwowe wykonane z pustaków keramzytowych grubości 31–36 cm mają współczynnik przenikania ciepła  $U = 0,19$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]. Pogrubiona wewnętrzna warstwa keramzytobetonu poprawia akumulacyjność cieplną oraz umożliwia wieszanie ciężkich przedmiotów. Systemowe kształtki naroży,

obrzeży otworów okiennych i drzwiowych, nadproży, wieńców ułatwiają wyeliminowanie mostków termicznych.



Schemat konstrukcji ściany jednowarstwowej

**Ściany szkieletowe** – elementem konstrukcyjnym w takiej ścianie jest drewniany lub stalowy ruszt. Od zewnątrz – poszycie z płyt OSB, od wewnątrz – płyty gipsowo-kartonowe. Przerzeń pomiędzy elementami rusztu wypełnia wełna mineralna. Przed przenikaniem wiatru oraz kondensacją pary wodnej w przegrodzie zabezpieczają dwa rodzaje folii: paroszczelna (ułożona po wewnętrznej stronie wełny) i paroprzepuszczalna wiatroizolacyjna (pokrywająca poszycie z płyt OSB).



Schemat konstrukcji ściany szkieletowej

## Jakie wymagania powinny spełniać przegrody nadziemne budynku?

Według obowiązującego rozporządzenia\* dotyczącego warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie „Budynek powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnej do jego użytkowania, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie”.



Budynek by był energooszczędny powinien mieć zwartą bryłę bez wykuszy, lukarn i balkonów oraz ergonomiczne rozplanowane wnętrza

Racjonalnie niski poziom zapotrzebowania na ciepło, jaki dopuszcza rozporządzenie oznacza zapotrzebowanie na energię takiego budynku (zbudowanego zgodnie z obowiązującymi normami) na poziomie ok. 100 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Jednak wartości te nie optymalizują kosztów eksploatacyjnych takiego budynku. By je zmniejszyć większość inwestorów buduje lepiej niż wymaga się w przepisach.

W domach energooszczędnych przegrody nadziemne powinny więc spełniać następujące warunki:

- chronić budynek przed działaniem czynników atmosferycznych, czyli przed deszczem, śniegiem, wiatrem itp.,
- przenosić obciążenia stałe i zmienne,
- zapewnić odpowiednią ochronę przeciwpożarową i akustyczną,
- odznaczać się niską przewodnością cieplną – współczynnik przewodności cieplnej  $U < 0,15$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] dla ścian, dachów i podłogi na gruncie,
- mieć odpowiednią trwałość eksploatacyjną,
- zapewnić wysoki poziom szczelności budynku,
- charakteryzować się brakiem lub minimalnym udziałem mostków termicznych.

\* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

## Z czego najczęściej wykonuje się ściany fundamentowe w domu energooszczędnym?

Do wyboru mamy elementy o różnych wymiarach i właściwościach.

**Bloczki z betonu klasy C16/20** (dawniej B20). Wielkość bloczków dobiera się do przewidywanych obciążeń, które w każdym domu mogą być różne. Elementy o podstawowych wymiarach 12 × 25 × 38 cm i masie 25 kg to najczęściej stosowany materiał na ściany fundamentowe.

Bloczki betonowe charakteryzują się bardzo dużą wytrzymałością, są mrozoodporne i mało nasiąkliwe (5–9%). Są tanie i powszechnie dostępne.

■ **Pustaki zasypowe z betonu zwykłego.** Mają różne wymiary i kształty, można więc wznosić z nich ściany fundamentowe o szerokości 20, 25, 30 cm. Ich duże otwory wypełnia się betonem zwykłym lub keramzytobetonem, dlatego mówi się o nich, że pełnią funkcję szalunku tracowego. Wypełnione betonem C12/15 (daw-

Pustak betonowy



foto: Markowicze

niej B15) mają niemal identyczne właściwości jak mur z bloczków betonowych. Dla zwiększenia wytrzymałości ściany z tych pustaków zbroi się prętami stalowymi.

■ **Cegły ceramiczne** najlepiej jeśli są z tzw. klinkieru kanalizacyjnego: klasy 25 i nasiąkliwości 12% (niestety fundament z nich wykonany jest drogi) lub z cegieł pełnych: klasy min. 10 i nasiąkliwości 20%. Niewielkie wymiary



foto: Jopek

Cegły klinkierowe mają niską nasiąkliwość, można więc wznosić z nich ściany fundamentowe

(6,5 × 12 × 25 cm) i ciężar (3,7 kg) cegieł sprawiają, że są to elementy bardzo poręczne, jednak murowanie jest czasochłonne, a ściany koniecznie trzeba otynkować przed ułożeniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej.

■ **Beton monolityczny**, czyli wylewany na budowie, klasy przynajmniej C12/15 (dawniej B15) gwarantuje solidny fundament za niską cenę. Właściwości betonu sprawiają, że zarówno ławy, ściany, jak i płyty fundamentowe mają prawie same zalety – są wytrzymałe, mrozoodporne, prawie nienasiąkliwe i tanie. Mankamentem jest konieczność wykonywania deskowania.

## W jaki sposób zabezpiecza się fundament przed mrozami i wilgocią gruntową?



Samoprzylepna papa asfaltowa skutecznie zabezpiecza fundament przed wilgocią



Folie hydroizolacyjne można stosować zamiast pap asfaltowych



Masy bitumiczne nakłada się w kilku warstwach

Przed destrukcyjnym działaniem mrozu i wilgoci materiały chroni przede wszystkim ich niska nasiąkliwość i wynikająca z niej mrozoodporność. Mimo to powierzchnię fundamentów powinno się chronić warstwą izolacji przeciwwilgociowej jednym z następujących materiałów:

■ **papa asfaltowa** – mocna, elastyczna. Cechy papy zależą od rodzaju osnowy, ilości bitumu, jakim jest nasycona oraz od tego, czy jest to bitum modyfikowany. Najlepsze są papy termozgrzewalne lub samoprzylepne, ale dobre izolacje wykonuje się też, przyklejając papę lepikiem asfaltowym.

■ **folie hydroizolacyjne** – z polichlorku winylu (PVC), polietylenu (PE), ewentualnie polietylenu o dużej gęstości (PEHD). Zastępują tradycyjne papy na osnowie z tektury. Nie trzeba ich przyklejać do podłoża, lecz wystarczy ułożyć – i można to robić niezależnie od pogody i pory roku. Folie mogą być samoprzylepne albo zgrzewalne, inne mocuje się mechanicznie lub tylko układa na zakład.

■ **masy bitumiczne** – półpłynne lepiki i masy asfaltowe. Nakłada się je w dwóch lub więcej warstwach, które po wyschnięciu tworzą elastyczną powłokę. Niestety wymagają gładkiej powierzchni, dlatego na nierównych ścianach (np. ceglanych) trzeba pod nie nałożyć cienką warstwę tynku tzw. rapówkę. Skuteczne są masy asfaltowe z dodatkiem kauczuku lub polimerów. Dobre są też najtańsze lepiki na zimno.

## Czy fundamenty wymagają ocieplenia?

By zapewnić wymaganą doskonałą izolacyjność termiczną, powierzchnię fundamentu należy ocieplić i wyeliminować mostki termiczne powstające na styku fundamentów ze ścianami zewnętrznymi. Materiały do ocieplania fundamentów muszą być odporne na uszkodzenia mechaniczne oraz zawilgocenie. Do takich należą:

■ **polistyren ekstrudowany** – ma doskonałą izolacyjność termiczną, a przy tym jest dość twardy i prawie nienasiąkliwość;



Polistyren ekstrudowany bardzo dobrze zabezpiecza ściany fundamentowe przed stratami ciepła, niestety jest drogi

■ **styropian** (polistyren ekspandowany) – ma nieco gorsze właściwości niż polistyren, ale jest znacznie tańszy. Do izolowania ścian fundamentowych nadają się płyty o gęstości co najmniej 20 kg/m<sup>3</sup>.



Styropian jest najtańszym materiałem termoizolacyjnym, wystarczająco dobrym również do ocieplania fundamentów

## Jak powinno się budować i ocieplać ściany fundamentowe domu energooszczędnego?

Ściany fundamentowe wykonuje się najczęściej z bloczków betonowych lub pustaków zasypowych grubości 20–38 cm, rzadziej z cegły pełnej lub betonu monolitycznego. Ociepla się je warstwą polistyrenu ekstrudowanego lub ekspandowanego grubości co najmniej 15 cm. Taka grubość ocieplenia zapewnia wymagany współczynnik przenikania ciepła ścian  $U = 0,20$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] w części cokołowej.

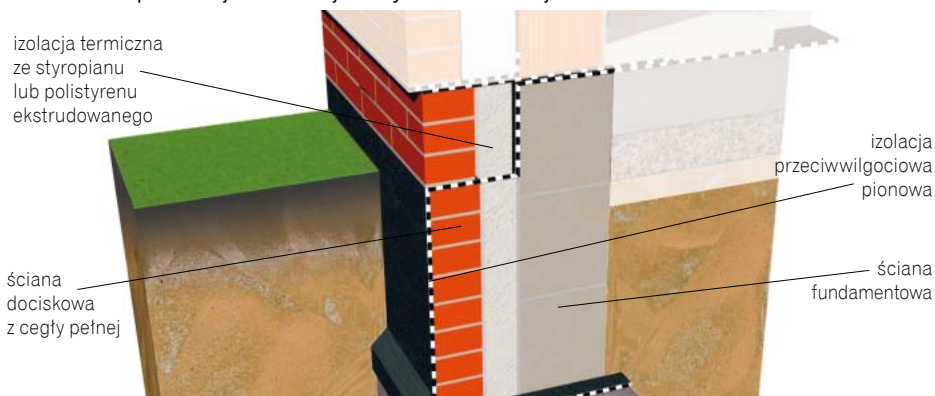
Ściany z bloczków betonowych należy murować na spoiny odpowiedniej grubości (poziome 8–15 mm, pionowe 5–15 mm), aby nie zmniejszyć wytrzymałości ścian.

Podczas wznoszenia ścian fundamentowych z pustaków zasypowych tylko pierwszą warstwę układa się na zaprawie i bardzo dokładnie poziomuje. Pozostałe montuje się na sucho, a po ułożeniu ko-

lejnych trzech warstw wypełnia je mieszkanką betonową.

Izolacje przeciwwilgociowe poziome i pionowe muszą być wykonane niezwykle starannie, z zachowaniem zasad konkretnej technologii. Płyty polistyrenu powinno się przyklejać na całej powierzchni,

Schemat ocieplenia trójwarstwowej ściany fundamentowej



## W jaki sposób wykonać podłogi na gruncie?

Nawet w domach bez ogrzewania podłogowego przegroda ta powinna stanowić barierę termiczną i być dobrze chroniona przed wilgocią gruntową. Powinna też dobrze tłumić drgania, aby nie przenosić dźwięków. Na styku podłogi ze ścianami zewnętrznymi nie może być mostków termicznych.

Podłoga na gruncie musi być zaprojektowana z uwzględnieniem stosunku jej powierzchni do obwodu budynku. Ważne jest też, by projekt był przystosowany do warunków klimatycznych na działce, po-

ziomu wody gruntowej oraz właściwości termicznych gruntu: pod tym względem najkorzystniejsze są gliny, gorsze – piaski, a najgorsze – skały.

Podłoga na gruncie powinna się składać z następujących warstw:

- **podbudowa** – najlepiej grubości 15–30 cm, wykonana z mechanicznie zagęszczonego grubego żwiru. Taka warstwa ma bardzo dużą nośność i przerywa kapilarne podciąganie wody. Można na niej ułożyć wytłaczaną folię kubełkową lub 5-centymetrową warstwę piasku, który należy zagęścić.

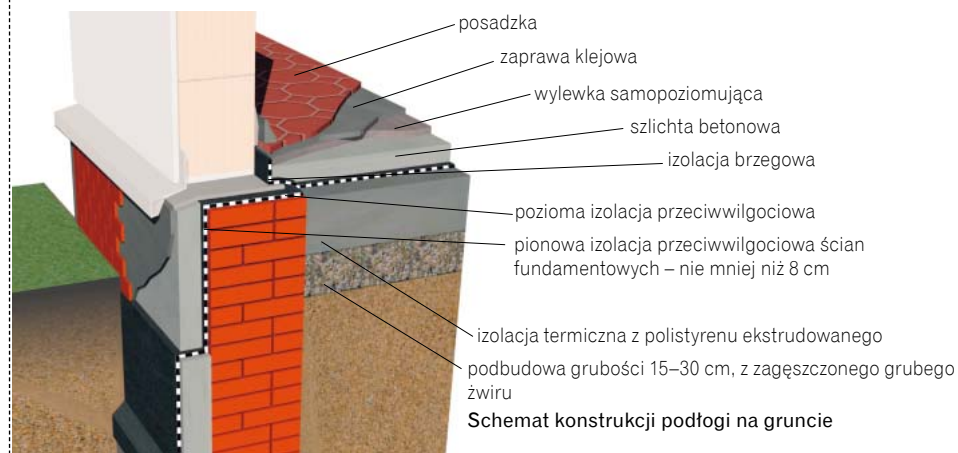
- **izolacja przeciwwilgociowa** – najczęściej odpowiednio gruba folia, którą można układać bezpośrednio na żwirze lub piasku albo – jeśli ułożymy warstwę wyrównawczą z chudego betonu – papa asfaltowa;

- **izolacja termiczna** – z polistyrenu ekstrudowanego lub styropianu grubości 10–15 cm (a nawet 20 cm, jeśli w podłodze ma być ogrzewanie). Jeśli potrzebna jest warstwa wypełniająca (np. do wyrównania poziomów posadzek), jako izolację stosuje się też niekiedy keramzyt w warstwie grubości 40 cm lub więcej;

- **podkład podpodłogowy** – z betonu grubości od 4 cm (beton zbrojony) do 7 cm (bez zbrojenia). Stosuje się również suche podkłady z płyt OSB lub jastrychu gipsowego, jako część tzw. podłóg pływających. Pod ogrzewanie podłogowe układa się akumulacyjne płyty żelbetowe grubości 12–20 cm.

- **posadzka** – nad ogrzewaniem podłogowym – najlepiej płytki kamienne lub ceramiczne, w pomieszczeniach z grzejnikami – dowolne rodzaje materiałów.

Warstwy posadzki powinna oddzielać od ścian zewnętrznych i działowych dytatacja obwodowa, której zadaniem jest ograniczenie przenoszenia drgań oraz hałasu (nawet o 2 dB).



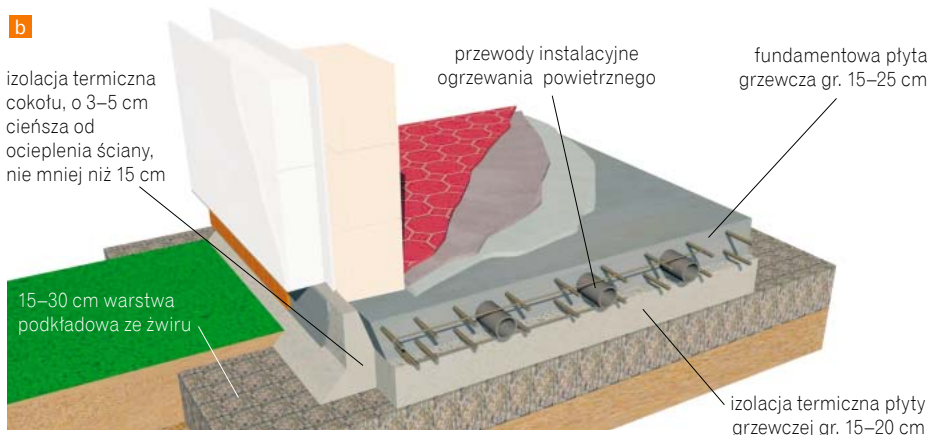
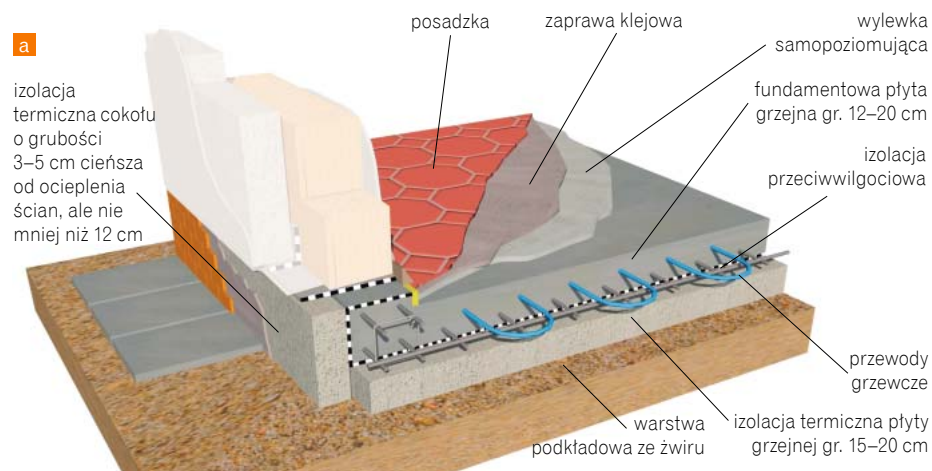
Schemat konstrukcji podłogi na gruncie

## Czy budynek energooszczędny warto posadzić na płycie fundamentowej?

Żelbetowa płyta fundamentowa może się okazać ekonomicznym rozwiązaniem zwłaszcza w trudnych warunkach gruntowo-wodnych: na gruntach wysadzinowych, na niejednorodnym gruncie o niewielkiej nośności lub na gruncie, na którym występuje wysoki poziom wody gruntowej. W parterowych domach energooszczędnych racjonalnym sposobem fundamentowania może być wykonanie ogrzewanej płyty fundamentowej, której można w ogóle nie zagłębiać w gruncie. Rozwiązanie takie ma następujące zalety:

- roboty ziemne ograniczone są do usunięcia humusu, ułożenia i mechanicznego zagęszczenia warstwy drenażowej np. z żwiru;
- podwójnie zbrojona płyta fundamentowa grubości 12–20 cm, ułożona na warstwie termoizolacyjnej ze styropianu grubości 15–20 cm i podbudowie z zagęszczonego żwiru grubości 15–30 cm jest na tyle wytrzymała i sztywna, że może być układana nawet na gruntach wysadzinowych;
- umożliwi wybudowanie domu na działce o wysokim poziomie wody gruntowej, a także na niejednorodnym gruncie o niewielkiej nośności;
- wyeliminowanie ścian fundamentowych;
- wyeliminowanie grzejników na ścianach i robót związanych z montażem tradycyjnej instalacji centralnego ogrzewania.

Zarówno płyty fundamentowe, jak i podłogi na gruncie można ogrzewać tradycyjnymi instalacjami wodnymi zasilanymi kotłem na gaz, olej opałowy, czy pelety, a także pompą ciepła. Dokumentacja projektowa musi być oddzielnie wykonana dla każdego inwestora. Tylko wtedy bowiem fundament i system grzewczy można dostosować do istniejących warunków terenowych, układu pomieszczeń w budynku oraz wymagań inwestora.



Płyta fundamentowa z ogrzewaniem wodnym (a) (zasilanym np. pompą ciepła) i powietrznym (b)

## Jak gruba powinna być izolacja termiczna, aby dom był energooszczędny?

Grubość termoizolacji powinna być następująca:

- w podłogach na gruncie – 20 cm styropianu,
- w ścianach zewnętrznych – 20 cm wełny mineralnej lub styropianu,
- w dachu – 25–30 cm wełny mineralnej.

Powyżej 20 cm pojawiają się trudności z mocowaniem ocieplenia do ścian i trzeba stosować sposoby inne niż standardowe, inaczej ocieplenie mogłoby odpajać się i pękać. Istnieją technologie ocieplania budynków nawet 50-centymetrową warstwą ocieplenia, ale nie są one popularne.

Ponieważ ogrzane powietrze uchodzi ku górze, izolacja dachu ma szczególne znaczenie. Grubość tej izolacji nie jest ograniczona względami technicznymi, bo układa się ją łatwo i nie wymaga ona mocowania.



Zastosowanie odpowiedniej grubości warstwy wełny mineralnej (a) lub styropianu (b) skutecznie ogranicza straty ciepła zimą i chroni dom przed zbytnim nagrzewaniem się latem

## Jak wykonać dach, by spełniał wymogi energooszczędności?

**Pokrycie dachu** – może być wykonane z dowolnego materiału pokryciowego – zgodnie z decyzją architekta i inwestora. Dachówki to materiał uniwersalny, ale dość ciężki, więc wymaga solidnej więźby. Pokrycia z blach są lekkie i trwałe, ale nie tłumią odgłosów padającego deszczu.

Papy asfaltowe doskonale sprawdzają się na pokryciach płaskich, ale nie są zbyt estetyczne, za to wykonywane z podobnego materiału gonty papowe wyglądają na dachu bardzo ładnie, a pokrycie z nich jest znacznie trwalsze.

Warto zdawać sobie sprawę z konsekwencji wyboru pięknych pokryć naturalnych, choć nie wszystkie ich cechy techniczne są niekorzystne. Gonty lub wióry drewniane znakomicie zdobią dach, ale są palne. Kosztowne i nadzwyczaj cenione za wygląd pokrycia z naturalnej trzciny mogą być skutecznie zabezpieczone przed ogniem, a dzięki znacznie grubości (40 cm) mają też dobrą izolacyjność akustyczną.

**Podkład** – dobiera się do rodzaju pokrycia. Pod większość pokryć bitumicznych oraz blaszanych trzeba wykonać sztywne poszycie z desek lub lepiej z płyt OSB. Pod pokrycie z dachówek oraz wszelkiego rodzaju płyt bitumicznych czy paneli z blachy (blachodachówka, blachy trapezowe) wystarczą łąty i kontrłaty, pod którymi jest folia wstępnego krycia.

**Wiatroizolacja** – zwana też folią dachową, to izolacja folią o wysokiej paroprzepuszczalności, niezbędna w domach z użytkowym poddaszem.

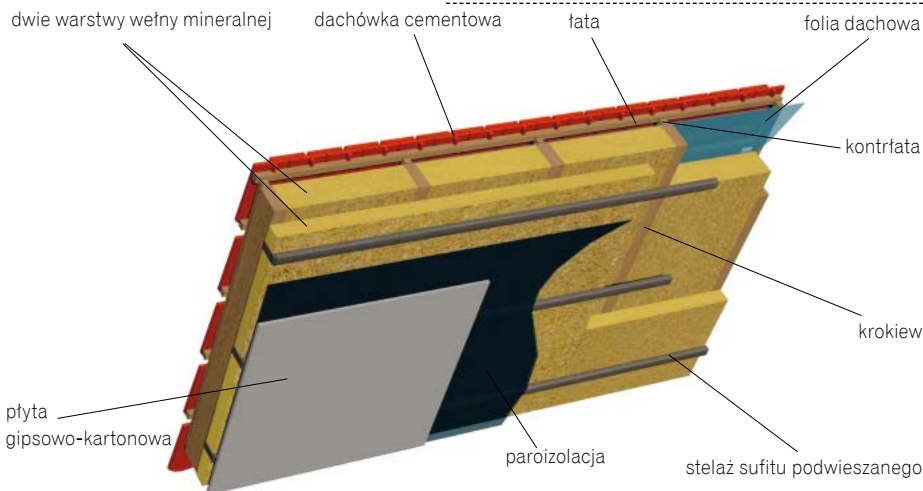
Izolacja ta z jednej strony zabezpiecza warstwę wełny mineralnej przed wciskaną przez wiatr lub penetrującą szczeliny pokrycia wodą deszczową lub z roztopiającego się śniegu, ale dzięki paroprzepuszczalności umożliwia odparowanie wilgoci, która mimo różnych zabezpieczeń znalazła się w warstwie termoizolacji.

**Konstrukcja więźby** – w domach jednorodzinnych stosuje się niemal wyłącznie więźby drewniane. Przeważają tradycyjne układy jętkowe i płatwiowo-kleszczowe dostosowane do niewielkich rozpiętości budynków oraz umiarkowanych kątów nachylenia połaci. Stosuje się też czasem wiazary kratowe oraz dźwigary klejone lub drewniane belki dwuteowe.

**Izolacja termiczna** – wykonywana jest niemal wyłącznie z wełny mineralnej i układana w dwóch lub trzech warstwach. W domach energooszczędnych zalecana jest grubość 25–30 cm (grubość pojedynczej warstwy min. 8 cm). Wełna nie tylko izoluje przed stratami ciepła, ale też tłumi hałas, jest sprężysta, niepalna i łatwo ją ułożyć pomiędzy krokiewiami. Niestety jest wrażliwa na zawilgocenie i przewiewanie przez wiatr.

**Paroizolacja** – to powłoka nieprzepuszczająca pary wodnej, dzięki czemu chroni wełnę mineralną przed wnikiem pary wodnej z wnętrza domu, która skraplając się w niej powodowałaby zmniejszenie jej ciepłochronności. Najlepsza jest paroizolacja z folii polietylenowej z warstwą odbłaskową z aluminium, bo odbija promieniowanie ciepłe z powrotem do wnętrza pomieszczeń. Paroizolacja musi być szczelna, dlatego trzeba ją układać na zakład szerokości 5–10 cm, a wszystkie połączenia i miejsca wbicia zszywek uszczelniać taśmą samoprzylepną.

**Podsufitka** – to warstwa wykończeniowa, najczęściej stosuje się płyty gipsowo-kartonowe lub mocniejsze od nich gipsowo-włóknowe. Podsufitka z płyt jest nie tylko gładka, ale ma właściwości ogniochronne i dobrze tłumi hałas; płyty o symbolu GKFI są też odporne na zawilgocenie. Grubość płyt jest niewielka, standardowo wynosi 12 mm, ale zalecane jest układanie grubszych płyt lub w dwóch warstwach – na przykład dla zwiększenia ogniochronności czy zdolności do tłumienia hałasów.



Prawidłowy układ warstw w połaci dachu energooszczędnego

## Jaka stolarka jest odpowiednia do domu energooszczędnego?

Izolacyjność termiczna okien i drzwi jest znacznie gorsza niż pozostałej powierzchni ścian, a także dachu. Do domu energooszczędnego należy dobierać okna i drzwi o możliwie najmniejszej wartości współczynnika przenikania ciepła (zalecana to  $U < 0,8$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]). Trzeba też pamiętać, że tylko okna od strony południowej mogą dać jakiegokolwiek zyski energetyczne od promieniowania słonecznego: okna w pozostałych elewacjach powodują w ogólnym rozrachunku straty ciepła, dlatego powinny być możliwie niewielkie.

Wskazane jest stosowanie wielu okien nieotwieranych, które są bardziej szczelne i mają mniejszą powierzchnię ram, które mają zawsze gorszą izolacyjność termiczną niż szyby.

Drzwi powinny mieć współczynnik przenikania ciepła  $U \leq 2$  [W/(m<sup>2</sup>·K)].

Wybierając okna, trzeba zwrócić uwagę na liczbę komór oraz współczynnik przenikania ciepła całych okien, nie samych szyb, które mają mniejszą wartość  $U$ .



fol. M&S



## W jaki sposób można zmniejszyć straty ciepła przez okna?

Można zastosować rolety zewnętrzne zamykane na noc: mogą one zmniejszyć straty ciepła przez okna nawet o 20%, warto więc zamontować je na wszystkich oknach, pod warunkiem, że będą rzeczywiście co wieczór zamykane. Aby tak było, niezbędne jest sterowanie elektroniczne ich zamykaniem i otwieraniem, a to dość kosztowne: co najmniej 500 zł w przeliczeniu na jedno okno.



Rolety zewnętrzne zamontowane na wszystkich oknach mogą znacząco ograniczyć straty ciepła

foto: Dekorator



Schemat montażu rolet zewnętrznych w ścianie trójwarstwowej

foto: BeClever

## Czy można wykorzystać i zatrzymać w domu ciepło promieniowania słonecznego?

W domach murowanych ściany, podłoga i strop są akumulatorami znacznych ilości ciepła. Szczególne znaczenie pod tym względem może mieć ściana wewnętrzna naprzeciwko najbardziej przeszklonej południowej elewacji. Najlepiej więc, jeśli ściana ta będzie zbudowana z materiałów dobrze akumulujących ciepło, takich jak: pełna cegła, beton lub kamień. Jeśli będzie miała odpowiednią grubość, tj. 20–45 cm, to nagrzana przez

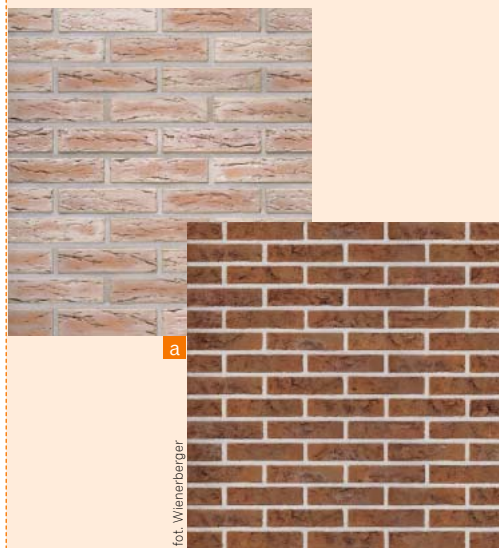
słońce będzie emitować zmagazynowane w niej ciepło nawet przez kilka godzin. Najlepiej więc, jeśli projektant umieści w takim miejscu ścianę nośną, która ma z natury rzeczy odpowiednią masę, bo wtedy nie trzeba będzie ponosić dodatkowych kosztów na zwiększanie akumulacyjności elementów budynku od strony eksponowanej na słońce.

Zdolność ściany akumulacyjnej do pochłaniania promieniowania można zwiększyć

(nawet o 75% w stosunku do ściany białej) przez pomalowanie jej na ciemny kolor. Pozostałe powierzchnie w pomieszczeniu powinny być jak najjaśniejsze, aby odbijały i rozpraszają światło.

Do zwiększenia akumulacji ciepła przyczynić się może również obudowa kominka, pod warunkiem, że będzie umieszczony naprzeciwko okna, przez które wpada najwięcej promieni słonecznych.

Ściana zbudowana z pełnych cegieł klinkierowych (a) lub kamienia naturalnego (b) bardzo dobrze akumuluje ciepło



a

foto: Wienerberger



b

foto: CNMP