



fot. Hydrostop

# MOCNE ŚCIANY

Ściany fundamentowe i piwniczne to konstrukcyjne elementy domu, przekazujące obciążenia ze ścian, stropów i dachu na ławy oraz stopy fundamentowe. Od ich wytrzymałości i trwałości zależy bezpieczeństwo całej budowli. Muszą być nie tylko poprawnie zaprojektowane, ale i właściwie wykonane. Wilgotny grunt bowiem, w którym są zagłębione, nie jest sprzyjającym środowiskiem dla jakichkolwiek elementów konstrukcyjnych.

Tadeusz Lipski

Charakterystyczną cechą ścian fundamentowych i piwnicznych jest to, że przynajmniej częściowo są zagłębione w gruncie. Jedne i drugie są zbudowane z podobnych warstw i wymagają podobnej ochrony cieplnej oraz przeciwwilgociowej. Różni je to, że są obciążone w rozmaity sposób: ściany fundamentowe – tylko siłami pionowymi, natomiast ściany piwniczne – dodatkowo siłami poziomymi, pochodzącymi od parcia gruntu. Poza tym ściany piwniczne są zwykle dwa razy wyższe od ścian fundamentowych. Oba czynniki powodują, że warst-

wy nośne tych elementów domu zwykle różnią się pod względem konstrukcyjnym i wytrzymałościowym. Układy poszczególnych warstw oraz niezbędne elementy wzmacniające, jak wieńce, nadproża, pilastry, dodatkowe zbrojenie czy poprzeczne ściany usztywniające, są przedstawione w opracowaniach katalogowych lub wykonywanych na zamówienie indywidualne. Jednak podstawowa wiedza o szczegółach wykonania tych ścian przyda się każdemu inwestorowi zwłaszcza wtedy, gdy nie zatrudnia on inspektora nadzoru budowlanego.

## Materiały konstrukcyjne

Ściany mające stały kontakt z gruntem, a więc narażone na trwałe zawilgoceenie i działanie niskiej temperatury, wykonuje się z materiałów mrozoodpornych o niewielkiej nasiąkliwości, jak beton, kamień lub cegła ceramiczna (pełna). Można je też wznosić z pustaków ceramicznych i betonowych lub materiałów porowatych (betonu komórkowego, silikatów) – pod warunkiem, że ściany fundamentowe lub piwniczne całkowicie zabezpieczy się szczelną izolacją przeciwwilgociową. Musi ona wypełniać swoją funkcję przez przynajmniej 20 lat. Jest to możliwe przy zastosowaniu wysokiej jakości materiałów hydroizolacyjnych, odpowiedniej technologii i bardzo starannym wykonawstwie. W przypadku domu jednorodzinnego ściany zagłębione w gruncie można o wiele łatwiej i taniej wykonać z materiałów tradycyjnych.

Ściany murowane z pełnych bloczków betonowych lub pełnej cegły ceramicznej to obecnie rozwiązanie najbardziej popularne. Są to materiały stosunkowo tanie, powszechnie dostępne, charakteryzują się przy tym dużą wytrzymałością oraz mrozoodpornością i jednocześnie małą nasiąkliwością. Nie bez znaczenia pozostaje również fakt, że murujący nie musi mieć szczególnych kwalifikacji, zwłaszcza przy wykonywaniu ścian fundamentowych.

### Ściany z pełnych bloczków betonowych

Niemal całkowicie wyparły ściany ceglane, ponieważ muruje się z nich znacznie szybciej. Elementy betonowe są bowiem sporo większe od cegieł (mają wymiary 12x25x38 cm). Oprócz tego ściany fundamentowe niewielkich lub lekkich domów jednorodzinnych często mają grubość zaledwie 25 cm – czyli szerokość bloczka betonowego **1**. Co prawda ich duży ciężar (30,6 kg) wymaga pewnej wprawy w precyzyjnym układaniu, ale może to mieć znaczenie tylko przy bardziej skomplikowanych układach ścian. Przy wykonywaniu ścian grubszych, np. piwnicznych (szerokości 38 lub 51 cm), jako elementów uzupełniających należy używać cegieł betonowych o wymiarach 6,5x12x24 cm. Stosuje się je również przy wzmacnianiu cienkich ścian piwnicznych słupami **2**. Rozwiązanie to jest znacznie

trudniejsze do wykonania i bardziej kłopotliwe od zwykłego pogrubienia ściany, dlatego rzadko się je stosuje. W dodatku przynosi zazwyczaj jedynie niewielkie oszczędności materiałowe.

Ściany fundamentowe lub piwniczne z elementów betonowych powinny być murowane na zaprawie cementowej marek M3, M5 lub M8. Należy raczej unikać zapraw cementowo-wapiennych marek M3 i M5, ponieważ nie są ani tak wytrzymałe, ani odporne na zawilgoceenie, jak zaprawy cementowe.

Inwestor lub inspektor nadzoru powinni dopilnować, aby przy murowaniu ścian z bloczków betonowych stosowano wiązanie pospolite. Oznacza to, że bloczki w kolejnych warstwach powinny być przesunięte względem siebie co najmniej o 1/4, a najlepiej o 1/2 długości. Takie rozmieszczenie elementów zapewnia równomierne rozłożenie obciążeń pionowych, działających na mur. Nie mniej ważne jest przestrzeganie zalecanej grubości spoin – poziomych 1-1,5 cm i pionowych 1-2 cm. Bloczki betonowe w zasadzie powinny być murowane na pełne spoiny. Jeśli jednak przewiduje się tynkowanie ścian, to lepiej pozostawić je niewypełnione do końca – na głębokość ok. 1 cm.

### Ściany z cegieł ceramicznych pełnych

Pomimo wielu zalet są stosowane coraz rzadziej. Do murowania ścian zagłębionych w gruncie nadają się cegły klasy co najmniej 10 (lepiej 15 lub 20). Materiałem najlepszym, ale i najdroższym, jest tzw. klinkier kanalizacyjny, czyli bardzo dobrze wypalone elementy ceramiczne o niewielkiej nasiąkliwości (zwykle



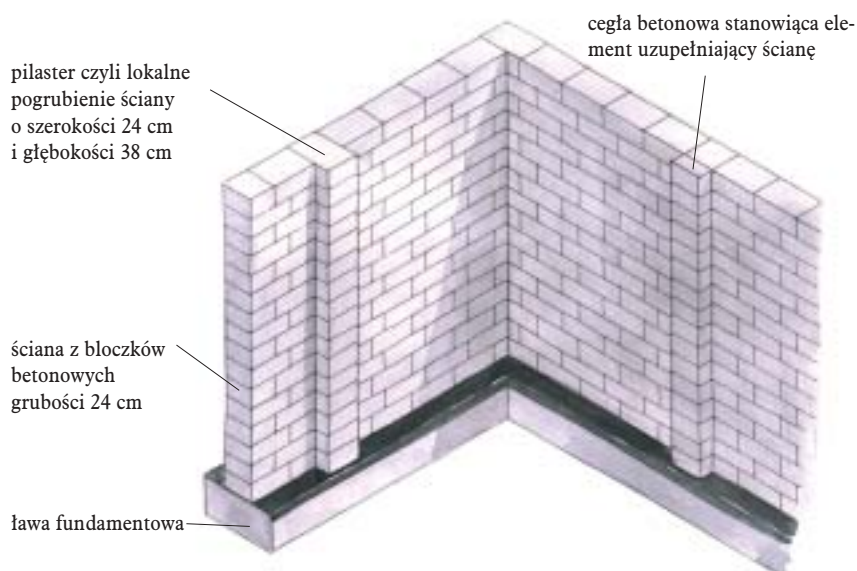
**1** Ściana fundamentowa z pełnych bloczków betonowych

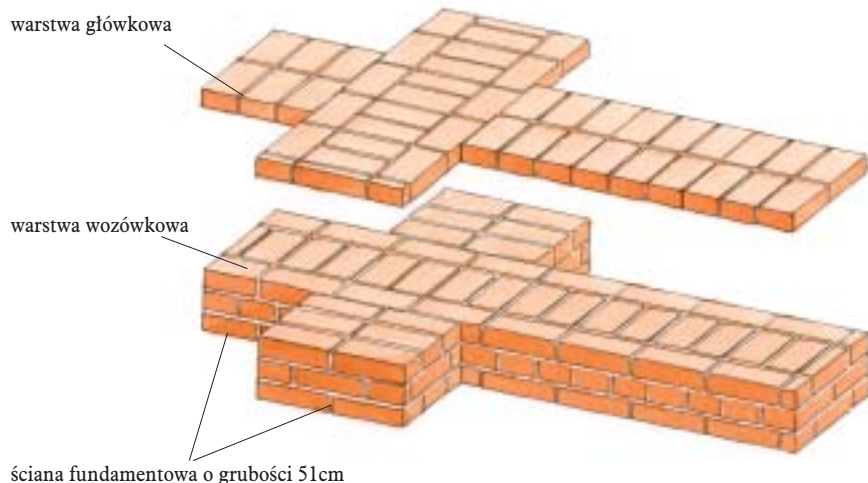
klasy 25). Wobec małych wymiarów cegieł (6,5x12x25 cm) oraz niewielkiego ciężaru, (tylko 3,7 kg) są to elementy bardzo poręczne. Nawet zatem osobom o niewielkich kwalifikacjach poprawne wymurowanie z nich ścian fundamentowych nie powinno sprawiać trudności.

Przy układaniu cegieł trzeba przestrzegać kilku podstawowych zasad wiązania pospolitego. Pracę powinno się rozpocząć od wykonania warstwy wozówkowej, w której cegły są ułożone dłuższym bokiem wzdłuż ściany, a następnie przykryć ją warstwą główkową, gdzie dłuższy bok cegieł jest prostopadły do ściany. Na początku i na końcu ściany powinny znaleźć się tzw. dziewiątki, czyli cegły przycięte do 3/4 długości, ponieważ ich użycie zapewni przesunięcie spoin w kolejnych warstwach przynajmniej o 1/4 cegły. W narożach i na skrzyżowaniach murów do warstwy wozówkowej jednej ściany musi przylegać warstwa główkowa ściany prostopadłej **3**.

Do wykonania bardziej skomplikowanych ścian piwnicznych, które dodat-

**2** Pilastry wzmacniają i usztywniają ściany piwniczne o niewielkiej grubości





### 3 Układ cegieł na przecięciu ścian

kowo mogą być zbrojone, czy też trzeba w nich wykonać otwory okienne, nadproża, wieńce lub wbudować w nie słupy żelbetowe, powinno się zatrudnić doświadczoną brygadę murarską 4.

Sposobów wzmocnienia ścian murowanych obciążonych parciem gruntu jest sporo, a właściwy wybór zależy od różnych

### 4 Przykład wzmocnienia ściany piwnicznej słupami żelbetowymi

czynników: głębokości posadowienia fundamentów, rodzaju gruntu, poziomu wody gruntowej, liczby kondygnacji w budynku, rozstawu i długości ścian nośnych, rodzaju stropów itd. O tym, jakie rozwiązanie jest najbardziej korzystne, decyduje projektant. Nie wolno samowolnie zmieniać np. klasy cegły czy marki zaprawy (najczęściej cementowo-wapiennej M3 lub M5), przewidzianych przez autora dokumentacji.

Ściany z cegieł zwykle nie są idealnie równe. Dlatego najczęściej muruje się je

na niepełne spoiny. Ułatwia to położenie tzw. rapówki, czyli cienkiego tynku wyrównującego powierzchnię ściany, i wykonanie szczelnej izolacji przeciwwilgociowej. Trzeba jeszcze zadbać o to, aby spoiny poziome nie były ani zbyt cienkie, ani zbyt grube (najlepiej 1–1,5 cm), bo to powoduje zmniejszenie zakładanej wytrzymałości ściany. Natomiast grubość spoin pionowych powinna wynosić około 1 cm (0,5–1,5 cm).

### Ściany z kamienia

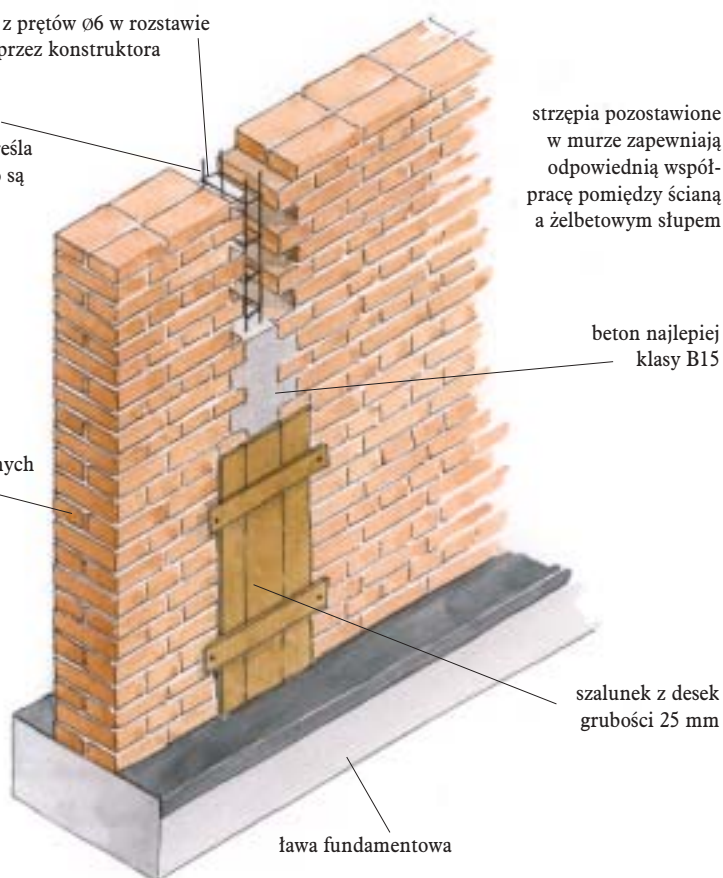
Obecnie rzadko się je spotyka, ponieważ niewiele jest już fachowców o wystarczająco dużej praktyce w wykonywaniu tego rodzaju robót. Poza tym ściany z kamienia szczególnie dobrze wyglądają w połączeniu z architekturą regionalną i często nie pasują do nowoczesnych domów z projektów katalogowych.



strzemiona zwykle z prętów  $\phi 6$  w rozstawie zwykle określonej przez konstruktora

pręty główne - ich ilość i średnicę określa konstruktor, często są to 4 pręty  $\phi 12$

ściana z cegieł pełnych grubości 25 cm



Mury z ciosów wznosi się z dokładnie obrobionych bloków kamiennych różnej wielkości. Podczas murowania kamienie się odpowiednio dobiera, aby powstał określony wzór



Mury cyklopowe wykonuje się głównie z kamieni polnych rozłupywanych i ciosanych na budowie. Sortuje się je na dwie, trzy grupy o zbliżonych wymiarach i dopiero wtedy przystępuje do murowania. Dość często przerwy pomiędzy kamieniami dodatkowo się spoinuje w celu poprawienia wyglądu muru



Mury dzikie wykonuje się głównie z nieobrobionych kamieni polnych, murując je na zaprawie cementowej marki M8 lub cementowo-wapiennej marki M5



Mury rzędowe wykonuje się z kamieni łupanych o kształcie zbliżonym do regularnych kostek – poszczególne warstwy mają jednakową wysokość. Nadziemne części zwykle spoinuje się zaprawą cementową



Mury warstwowe wznosi się z kamieni łupanych, sortowanych, w których powierzchnie są dość płaskie i w miarę równoległe do siebie. Muruje się je stosując zasady wiązania pospolitego (tak jak dla murów ceglanych)

### Ściany monolityczne

Ściany te – betonowe lub żelbetowe – nadal są chętnie stosowane zarówno przez projektantów, jak i przez inwestorów, ponieważ przy ich wykonaniu dość trudno popełnić poważne błędy, które mogłyby zagrozić wytrzymałości konstrukcji. Poza tym są solidne, tanie i łatwe do wykonania sposobem gospodarczym (w szalunku traconym). Ściany fundamentowe zwykle wykonuje się jako betonowe, natomiast piwniczne – jako żelbetowe. Grubości ścian, klasę betonu, rodzaj stali i układ zbrojenia dobiera projektant, ale najczęściej są to ściany szerokości 20-40 cm z betonu B15 lub B20. W budownictwie jednorodnym zazwyczaj wszystkie pręty główne są projektowane ze stali żebrowanej klasy AIII (34GS) i mają średnicę 12 mm, a strzemiąca ze stali gładkiej klasy A0 (St0) lub AI (St3) średnicy 6 mm. Zbrojenie główne może być również ze stali gładkiej, ale wtedy na końcach każdego pręta trzeba wykonywać haki, a to nieco utrudnia pracę. Cena stali zbrojeniowej gładkiej i żebrowanej jest jednakowa, zastosowanie zaś zbrojenia tylko o dwóch średnicach bardzo ułatwia zakup, transport, a także jego cięcie, wyginanie i montaż.

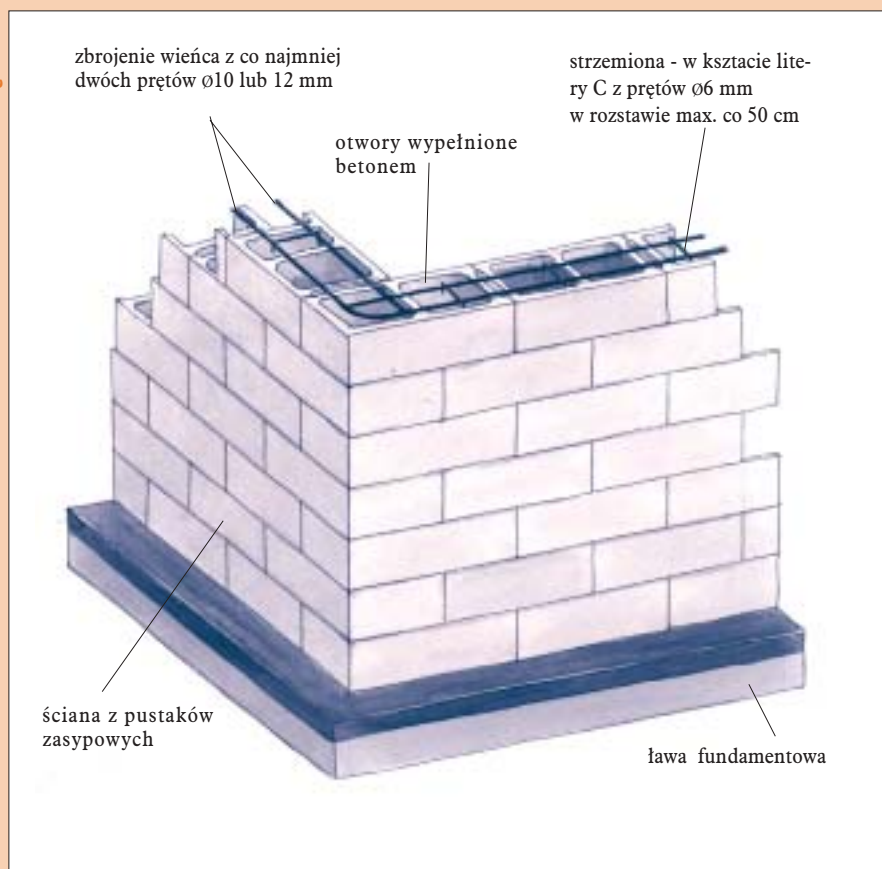
Wznoszenie ścian betonowych jest dość czasochłonne, głównie z powodu konieczności wykonywania i ustawienia tradycyjnego szalunku z desek. Tę niedogodność można usunąć stosując szalunek tracony w postaci pustaków zasypowych. Jest to rozwiązanie nieco droższe, ale o wiele łatwiej poprawnie je wykonać. Znacznie też przyspiesza tempo robót. Ponadto można nie zatrudniać cieśli, bo do ułożenia betonu w pustakach nie są potrzebne szczególne umiejętności – wystarczy odrobina staranności.

### Ściany z pustaków zasypowych

Są one jakby specjalnie stworzone dla prywatnych inwestorów budujących domy sposobem gospodarczym. Ściany grubości 20, 25 lub 30 cm układa się bowiem podobnie jak klocki Lego dzięki temu, że na spodzie i wierzchu pustaka są odpowiednio wyprofilowane krawędzie. Nie trzeba przy tym używać zaprawy (oprócz pierwszej warstwy układanej na ławie fundamentowej i dokładnie poziomowanej). Istotne jest, aby zastosowane elementy (zwykle, narożne i uzupełniające) były wykonane z beto-

nu na bazie kruszywa naturalnego, a nie żuźla czy keramzytu. Po ułożeniu każdej trzech warstw otwory w pustakach należy wypełnić betonem klasy co najmniej B10 (lepiej B15 lub B20), ewentualnie keramzytobetonem, jeśli nie przewiduje się stosowania dodatkowej warstwy izolacji cieplnej. W ścianach fundamentowych można nie dawać zbrojenia, choć jest wskazane, aby na spodzie i ewentualnie na wierzchu ostatniej warstwy ułożyć zbrojenie wieńca 5. Wystarczą do tego celu zaledwie dwa (albo cztery) pręty średnicy 12 mm ze stali gładkiej lub żebrowanej. Zbrojenie powiązane jest strzemiętami średnicy 6 mm, wygiętymi w kształcie litery C lub S, w rozstawie co 30 cm. Niektóre rodzaje pustaków w odpowiednich miejscach mają nacięcia ułatwiające wyłamanie ścianek i ułożenie zbrojenia w przewidzianym miejscu. Jeśli takich udogodnień nie ma, zagłębienia można wykonać używając przecinaka i młotka. Wtedy jednak trzeba zachować dużą ostrożność, żeby nie zniszczyć całego pustaka.

W ścianach piwnicznych zbrojenie jest znacznie bardziej skomplikowane. Przede wszystkim w każdym narożu ściany musi się znaleźć zbrojenie słupa. Będzie ono połączone z tzw. prętami startowymi zakotwionymi w ławach fundamentowych. Słupy mogą być również potrzebne na długości ściany. O tym decyduje konstruktor na podstawie przeprowadzonych obliczeń 6. Dobiera on także średnicę i liczbę prętów oraz rozstaw słupów pośrednich. Czasami decyduje się na powiązanie słupów prętami rozdzielczymi, układanymi np. w co drugiej, trzeciej lub czwartej warstwie pustaków. Do tego dochodzą jeszcze nadproża nad otworami okiennymi i drzwiowymi (czasami z belek prefabrykowanych) oraz zbrojenie wieńca, które najczęściej jest zalewane betonem podczas wykonywania stropu nad piwnicą. Roboty zbrojarskie powinien wykonywać fachowiec, natomiast zadaniem inwestora lub inspektora nadzoru jest dopilnowanie, aby wszystkie prace były przeprowadzone zgodnie z projektem i z materiałów odpowiedniej jakości.



## Materiały hydroizolacyjne

Ściany znajdujące się poniżej poziomu terenu trzeba zabezpieczyć przed wilgocią i wodą znajdującą się w gruncie. W tym celu stosuje się dwa rodzaje izolacji:

- **izolację poziomą** układaną na ławach fundamentowych, na wierzchu ścian fundamentowych oraz piwnicznych (pod wieńcem stropowym), w miejscu połączenia z izolacją poziomą podłogi piwnicy, a także 20-30 cm nad poziomem terenu (w piwnicach płytko zagłębionych);

- **izolację pionową**, którą zabezpiecza się zewnętrzne powierzchnie ścian znajdujące się poniżej poziomu terenu.

Zadaniem izolacji poziomej jest ochrona kolejnych, wyżej usytuowanych elementów konstrukcyjnych budynku przed wilgocią powstałą na skutek podciągania kapilarnego. Izolacja pionowa ma zatrzymywać wilgoć oraz nie dopuszczać do wnिकnięcia wód opadowych i gruntowych w ścianę. Trzeba sobie przy tym zdawać sprawę, że wykonywanie hydroizolacji ma sens tylko wtedy, gdy będzie ona szczelna. Zapewnią to różne materiały. Ważne, aby stanowiły ciągłą barierę dla wody i wilgoci.

W zależności od warunków grunto-wo-wodnych stosuje się następujące typy izolacji pionowych:

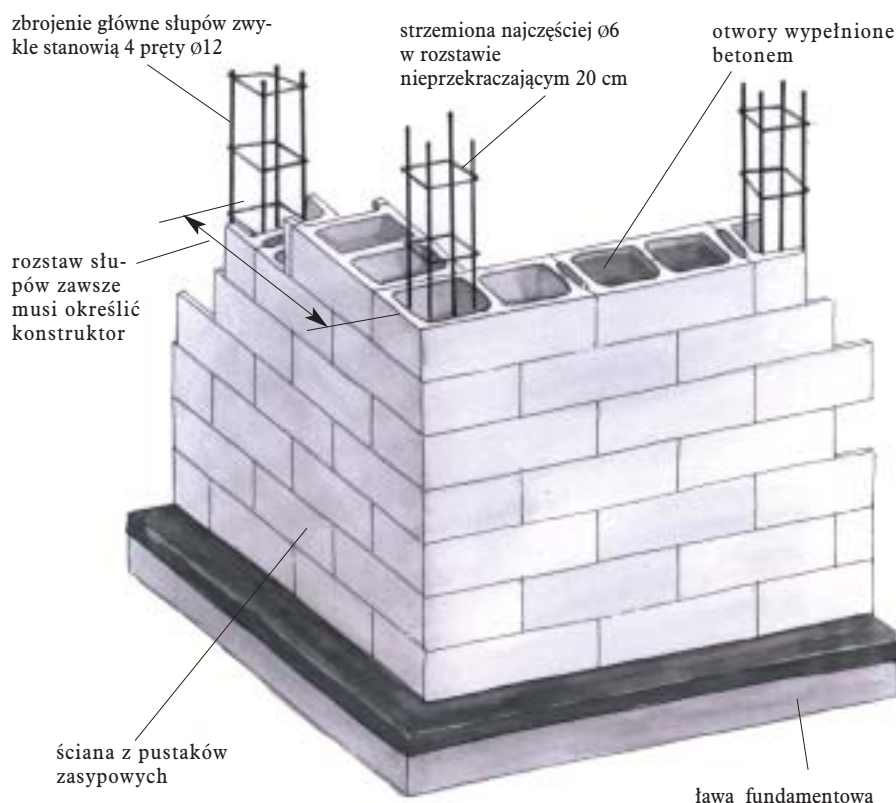
- **izolacje przeciwwilgociowe (typu lekkiego)** – wykonywane w gruntach przepuszczalnych, czyli piaskach i żwirach, gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się poniżej poziomu posadowienia. Chronią ściany przed naturalną wilgocią gruntu, a także przed wodą opadową i podciąganą kapilarnie, która może się podnieść na wysokość 1 m ponad poziom wody gruntowej;

- **izolacje przeciwwodne typu średniego** – wykonywane głównie w gruntach nieprzepuszczalnych, gdy woda gruntowa znajduje się poniżej fundamentów oraz w gruntach przepuszczalnych, jeśli występuje niebezpieczeństwo okresowego podnoszenia się zwierciadła wody gruntowej powyżej poziomu posadowienia budynku. Zabezpieczają ściany przed wodą opadową przesączającą się w kierunku przegrody i zbierającą się na dnie wcześniej wykonanego wykopu (zjawisko bardzo częste w gruntach nieprzepuszczalnych);

- **izolacje przeciwwodne typu ciężkiego** – wykonywane przede wszystkim w budynkach podpiwniczonych, gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się powyżej poziomu podłogi piwnicy (niezależnie od rodzaju gruntu). Mają chronić

5 Ściana fundamentowa z bloczków zasypowych z pokazanym zbrojeniem wieńca

6 Żelbetowe wzmocnienia ścian piwnicznych wykonanych z pustaków zasypowych



## Ściany w deskowaniu tradycyjnym

To jedno z rozwiązań najtańszych, dość często stosowane przy budowie betonowych ścian fundamentowych. Niewielka wysokość konstrukcji powoduje, że wykonanie szalunku jest stosunkowo łatwe. Zbrojenia może w ogóle nie być, ale warto wykonać choćby wieniec (4 pręty  $\phi 12$  mm połączone strzemionami  $\phi 6$  mm w rozstawie co 30 cm), co w znacznym stopniu zabezpiecza ściany przed pękaniem na skutek nieprzewidzianych zdarzeń losowych (podobnie jak w ławach betonowych) **7**.

Wykonanie żelbetonowych ścian piwnicznych i związanych z tym wysokich szalunków jest o wiele bardziej skomplikowane. **8** Na małych budowlach (gdzie nie stosuje się ciężkiego sprzętu budowlanego, np. dźwigów) najpierw ustawia się jedną ścianę deskowania i podpira ją zastrzałami, następnie układa zbrojenie, najczęściej kolejno wiążąc pojedyncze pręty, a dopiero potem ustawia się drugą ścianę szalunkową. Pozostaje jeszcze wypionowanie oraz wypoziomowanie deskowania i dopiero wtedy można przystąpić do betonowania. Jednak zanim ono nastąpi, inspektor nadzoru powinien sprawdzić jakość szalunków oraz zgodność zbrojenia z dokumentacją i potwierdzić to wpisem w dzienniku budowy.

Można również użyć gotowych desek i listw (np. Acrow, Peri, Hünnebeck), ale jest to rozwiązanie stosunkowo drogie. Wymaga ponadto znajomości technologii montażu. Na budowach domów jednorodzinnych stosuje się je więc dość rzadko.

Przed betonowaniem trzeba usunąć z szalunku wszelkie zanieczyszczenia, a następnie obficie zwilżyć go wodą. Betonowanie powinno się odbywać w sposób ciągły. Dlatego najkorzystniej byłoby zamówić beton w wytwórni, a na budowie układać go przy użyciu wynajętej pompy do betonu. Wtedy praca przebiegnie szybko, jakość mieszanki będzie gwarantowana, a ryzyko jej rozwarstwienia w czasie układania znikome.

Beton powinno się układać warstwami grubości 30-50 cm. Należy je zagęszczać wibratorem wgnębnym. Każdą warstwę trzeba wibrować tak długo, aż w nieszczelnościach pomiędzy deskami i na wierzchu betonu pojawi się zaczyn cementowy. Będzie to oznaczało, że beton całkowicie wypełnił szalunek i usunięte zostały pęcherzyki po-

listwa dystansowa nie powinna mieć przekroju mniejszego niż 3,8x3,8 cm

rozpórki podtrzymują deskowanie i zabezpieczają skarpe

blat z desek grubości 2,5cm

słupki o przekroju 5x7cm, rozstawione co około 70-80 cm

dotychczasowe zbrojenie przeciwskurczowe z prętów  $\phi 6$

ławka fundamentowa

wietrza, które osłabiałyby jego strukturę. Pielęgnacja betonu polega głównie na utrzymaniu właściwej wilgotności masy betonowej (polewanie wodą), ochronie przed działaniem promieni słonecznych lub niskiej temperatury (okładanie matami słomianymi, folią), a także przed deszczem. Szczególnie ważne jest zapewnienie korzystnych warunków wiązania betonu przynajmniej przez pierwsze cztery dni po jego ułożeniu. Czas ten w dużej mierze zależy od klasy betonu, rodzaju zastosowanego cementu i dodatków uszlachetniających oraz od temperatury otoczenia. W korzyst-

### 7 Deskowanie niskiej ściany fundamentowej

nych warunkach pielęgnację można zakończyć nawet po tygodniu (temperatura powietrza powyżej 15°C, cement portlandzki marki 350, beton klasy co najmniej B15), a w mniej sprzyjających – po trzech lub czterech tygodniach. Od tych samych czynników zależy również moment rozszalowania konstrukcji lub przystąpienia do montażu stropu – od 2 dni do 2 tygodni.

### 8 Deskowanie wysokiej ściany piwnicznej

belka oczepowa z bali o przekroju 10x10 cm

litwa dystansowa o przekroju minimum 3,8x3,8 cm

zastrzał podpierający deskowanie

ściąg z drutu średnicy co najmniej 2 mm

blat - z desek grubości 2,5 cm

zbrojenie wieńca

słupki z bali o przekroju 5x10 cm częściej 10x10 cm, rozstawione co około 120-200 cm

zbrojenie startowe

zbrojenie ściany zaprojektowane przez konstruktora

## Zaprawy do murowania ścian fundamentowych i piwnicznych

Rodzaj i marka zaprawy są podane w projekcie. Jednak nie znajdzie się w nim przepisu na ich wykonanie. Pozostawia się to wiedzy i umiejętnościom murarza. Warto, aby także inwestor znał zasady wykonywania zapraw. Pozwoli mu to na bieżąco kontrolować jakość robót. Tym bardziej, że zaprawy murarskie nadal często sporządza się bezpośrednio na placu budowy, ponieważ są tańsze od gotowych.

**Zaprawy cementowe** – są wytrzymałe i mało nasiąkliwe, ale niezbyt dobrze urabialne. Dlatego murarze o niewielkim doświadczeniu mają tendencję do dodawania zbyt dużej ilości ciasta wapiennego. Zmieniają przy tym właściwości materiału. Zaprawy cementowe wykonuje się z cementu portlandzkiego i miesza go z piaskiem w stosunku:

- 1:5 (1 część cementu na 5 części piasku) – w celu uzyskania zaprawy marki M3;
- 1:4 – dla marki M5;
- 1:3 – dla marki M8.

Dla poprawienia urabialności mieszanki dodaje się niewielkie ilości ciasta wapiennego lub plastyfikatorów (w ilości zgodnej z instrukcją).

**Zaprawy cementowo-wapienne** – nie są tak wytrzymałe jak cementowe, ale dobrze urabialne i dlatego murarze bardzo chętnie je stosują. Do ich przygotowania potrzebne są cement, wapno i piasek w stosunku:

- 1:1:4 (1 część cementu i 1 część wapna na 4 części piasku) – dla zaprawy marki M3;
- 1:0,5:4,5 – dla zaprawy marki M5.

**Tabela 1. Ilość składników potrzebnych do wykonania 1 m<sup>3</sup> zaprawy cementowej o konsystencji plastycznej**

Nazwa składnika	Ilość składników w zaprawie		
	marka M3	marka M5	marka M8
cement (kg)	268	327	412
piasek (m <sup>3</sup> )	1.29	1.25	1.19
woda (dm <sup>3</sup> )	340	350	360
ciasto wapienne (dm <sup>3</sup> )	52	64	40

**Tabela 2. Ilość składników potrzebnych do wykonania 1 m<sup>3</sup> zaprawy cementowo-wapiennej o konsystencji plastycznej**

Nazwa składnika	Ilość składników w zaprawie	
	marka M3	marka M5
cement (kg)	191	266
ciasto wapienne (dm <sup>3</sup> /(kg)) lub wapno sypkie	160/(106)	110/(74)
piasek (m <sup>3</sup> )	1.10	1.15
woda (dm <sup>3</sup> ) (dla wapna sypkiego)	300/(470)	300/(420)

budynek przed wodą naporową, czyli wierającą parcie hydrostatyczne.

**Uwaga.** Wykonanie izolacji typu ciężkiego w domu jednorodzinnym należy do zadań trudnych i kosztownych, dlatego w takim przypadku zaleca się rezygnację z podpiwniczenia lub zmianę sposobu posadowienia budynku.

Znając rzeczywiste warunki grunto-wodne można zaprojektować najodpowiedniejszy (skuteczny i ekonomiczny) rodzaj hydroizolacji ścian fundamentowych oraz piwnicznych. W korzystnej sytuacji są inwestorzy budujący dom według projektu indywidualnego; bo potrzebne informacje

zapewne były znane ich architektom. Nicco gorzej jest wtedy, gdy projekt domu wybrano z katalogu. Oczywiście, istnieje możliwość, że przewidziany przez projektanta rodzaj gruntu i poziom wody gruntowej odpowiadają rzeczywistości. Jednak dość często trzeba dokonać zmiany sposobu posadowienia budynku, a tym samym rodzaj hydroizolacji dostosować do warunków istniejących. Korzystne jest to, że można wtedy projektanta poinformować, jakie są preferencje inwestora. Wybór materiałów i technologii jest przecież ogromny.

## Masy i membrany

Są to najczęściej półpłynne masy bitumiczne lub mineralne, które po nałożeniu zwykle dwóch warstw i wyschnięciu tworzą na ścianie elastyczną i wodoszczelną powłokę. Najpopularniejsze są produkty wytwarzane na bazie asfaltu. Są jednak także dostępne wodoszczelne zaprawy cementowe (modyfikowane odpowiednimi substancjami). Ich skuteczność, czyli szczelność, w dużej mierze zależy od gładkości podłoża. Dlatego ściany murowane trzeba wcześniej pokryć cienkim tynkiem kategorii II, tzw. rapówką. Inaczej łatwo o przypadkową nieszczelność w trakcie nakładania masy na nierównym podłożu (najczęściej na spoinach) albo podczas zasypywania wykopu. Ceną zaletą mas i membran jest łatwość ich nanoszenia – przy użyciu pędzla, wałka lub pacy. Nie wymaga ona właściwie żadnych kwalifikacji.

**Roztwory asfaltowe** są używane głównie do gruntowania podłoża, a także do sklejania papy. **Emulsje asfaltowe** mogą być **anionowe**, – o długim czasie wiązania, nadające się do klejenia styropianu, **kationowe** – szybko wiążące, odporne na niską temperaturę, ale wykazujące duży skurcz, oraz **lateksowe** – tworzące warstwę trwale elastyczną o dużej odporności na kwasy i ługi (można je nanosić na wilgotne podłoża, nadają się do mocowania styropianu).

**Lepiki asfaltowe**, do nanoszenia na zimno lub po podgrzaniu do odpowiedniej temperatury (około 120°C), ułożone w dwóch warstwach mogą stanowić samodzielną izolację przeciwwilgociową. Używa się ich także do klejenia papy i renowacji nieszczelnych powłok hydroizolacyjnych.

9 Półpłynna masa bitumiczna nakładana na ścianę po wyschnięciu tworzy wodoszczelną powłokę (fot. Ketz)





**10** Z zapraw mineralnych nie tylko wykonuje się izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne, doskonale sprawdzają się jako materiały uszczelniające wszelkie rysy i pęknięcia (fot. Prim)

Masy asfaltowe mogą być z dodatkiem gumy, kauczuku, polimerów, a nawet aluminium. Nadają się do izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych (po nałożeniu 3–5 warstw).

Zaprawy mineralne są modyfikowane żywicami syntetycznymi, dyspersjami akrylowymi, emulsjami silikonowymi oraz kauczukowo-bitumicznymi, czyli substancjami nadającymi im wodoszczelność oraz elastyczność **10**. Można z nich wykonywać zarówno izolacje przeciwwilgociowe, jak i przeciwwodne. Jedne tworzą po nałożeniu powłokę sztywną, inne elastyczną. Wiele z nich jest paroprzepuszczalnych.

#### Papy asfaltowe

Są to materiały od wielu lat stosowane w budownictwie, sprawdzone i ciągle udoskonalane. Nowoczesne papy mają dużą wytrzymałość mechaniczną i są elastyczne. Trudno je więc uszkodzić podczas układania i w czasie użytkowania. Ponadto są odporne na wiele substancji chemicznych, a także na promieniowanie UV. Dobierając rodzaj papy i ilość stosowanych warstw można wykonać każdy rodzaj hydroizolacji **11**. Papy mogą być do podłoża klejone lepikiem asfaltowym lub specjalnymi klejami. O wiele lepsze rezultaty jednak osiąga się stosując tzw. papy zgrzewalne, niezbyt logicznie nazywane termozgrzewalnymi (rozgrzewane palnikiem gazowym lub gorącym powietrzem i dociskane do podłoża). Najłatwiejsze do układania, ale i najdroższe są papy samoprzylepne.

Wszystkie papy asfaltowe mają złożoną budowę, od której zależy cena i właści-

wości powłoki. Najważniejsze cechy papy to rodzaj osnowy, ilość zastosowanego asfaltu oraz sposób jego modyfikacji. Osnowa to rdzeń papy odpowiedzialny za jej wytrzymałość na rozciąganie. Najtańsza i najłabsza jest tektura, nieco droższa, ale elastyczna i mocna – osnowa z tkaniny poliestrowej, najdroższa zaś, ale najbardziej wytrzymała (choć krucha) z włókna szklanego.

Masa bitumiczna, czyli modyfikowana asfalt, pokrywa osnowę i stanowi barierę dla wody – tym skuteczniejszą, im jest go więcej. Ilość asfaltu określa tzw. gramatura czyli jego waga (w gramach) na 1 m<sup>2</sup> papy; 400 g to niewiele (papy podkładowe), a 4000 g to dużo (bardzo dobre papy izolacyjne lub wierzchniego krycia). Nie mniej ważny jest rodzaj zastosowanej modyfikacji (elastomery SBS, APP, OCB, oksydowanie), od niego bowiem zależą właściwości asfaltu w niskiej i wysokiej temperaturze (od – 40°C do +150°C).



**11** Papy asfaltowe znane są w budownictwie od lat (fot. Bauder)

#### Folie hydroizolacyjne

Te nowoczesne materiały coraz częściej zastępują papy. Odnaczają się podobną wytrzymałością oraz elastycznością. Mają jedną ważną zaletę: można ich nie przyklejać do podłoża. Często więc nie trzeba czekać na jego wyrównanie lub wyschnięcie. Można je układać niezależnie od pory roku i panującej pogody. Pewną wadą jest to, że najlepiej się sprawdzają raczej przy pokrywaniu płaszczyzn dużych i równych.

Folie płaskie wytwarza się z polichlorku winylu (PVC), polietylenu (PE) oraz polietylenu o dużej gęstości (PE-HD). Niektóre mają dodatkowe warstwy kauczukowo-bitumiczne. Można z nich wykonywać izolacje zarówno przeciwwilgociowe, jak i przeciwwodne. Ich właści-

wości i ceny zależą od zastosowanego materiału i grubości powłoki. Folie polietylenowe nie powinny być cieńsze niż 0,2 mm (lepiej 0,4 lub 0,5 mm), a grubość folii z PVC powinna wynosić 0,6–2,0 mm.

Z polietylenu o dużej gęstości (PE-HD) produkuje się również folie wytłaczane (tzw. kulekowane). Nie wykonuje się z nich samodzielnych izolacji pionowych **12**. Służą do ochrony właściwej izolacji przeciwwodnej ścian fundamentowych i piwnicznych przed uszkodzeniami mechanicznymi.

W poziomych izolacjach przeciwwilgociowych pasy folii wystarczy połączyć na zakład szerokości 30 cm lub skleić je taśmą samoprzylepną bądź odpowiednim klejem (zakład 10-cm). W izolacjach pionowych folia może się tylko zwieszać ze ściany – pod warunkiem, że zostanie do niej dociśnięta np. gruntem. W izolacjach przeciwwodnych zwykle stosuje się folie samoprzylepne lub zgrzewane. Można je również mocować mechanicznie, a zakłady i łączenia uszczelniać klejem lub taśmą samoprzylepną.

#### Materiały termoizolacyjne

Ściany fundamentowe i piwniczne powinno się izolować cieplnie przynajmniej na głębokość przemarzania gruntu. W praktyce jednak ociepla się je na całej wysokości. Co prawda, obowiązujące normy zezwalają na nieizolowanie ścian fundamentowych, jeśli odpowiednio ocieplona zostanie podłoga na gruncie. Jednak wtedy kłopotów przysparza usunięcie mostka cieplnego na styku ścian fundamentowych ze ścianami parteru. Dlatego ściany zagłębione w gruncie lepiej ocieplać od strony zewnętrznej (zimniejszej), choć nie jest błędem izolowanie ich od wewnętrznej strony domu.

Materiały termoizolacyjne stosowane w podziemnych częściach budynku powinny być przede wszystkim odporne na zawilgocenie (nienasiąkliwe), gnicie oraz działanie grzybów i pleśni. Powinny być także odporne na uszkodzenia mechaniczne powstające podczas zasypywania wykopów. Równie ważne jest, żeby nie były ściśliwe, a więc zagęszczany grunt nie powodował zmniejszania grubości warstwy. Spośród wielu rodzajów materiałów termoizolacyjnych tylko kilka spełnia powyższe kryteria i nadaje się do ocieplania podziemnych części budynku.



### Polistyren ekstrudowany i styropian

Polistyren ekstrudowany i styropian (polistyren ekspandowany) mają cechy najbliższe ideałowi, dlatego stosuje się je najczęściej. Różnią się sposobem wytwarzania, właściwościami i ceną. Styropian ma mniejszą odporność na uszkodzenia mechaniczne i gorszą izolacyjność cieplną, ale jest tańszy. Do ocieplania podziemnych części budynku należy stosować polistyren odmiany przynajmniej FS 20 (samogasnący o ciężarze co najmniej  $20 \text{ kg/m}^3$ ) z krąwędziami fazowanymi, bo wtedy łatwo uniknąć mostków cieplnych, tworzących się czasami na stykach płyt.

Bardzo wygodne w użyciu są płyty styropianowe fabrycznie wykończone jednostronnie papą asfaltową, która stanowi warstwę podkładową pod właściwą izolację przeciwwilgociową lub przeciwwodną **12**. Wtedy bowiem hydroizolacja osłania warstwę ocieplenia zarówno przed wodą, jak i przed gruntem. Gdy takiego udogodnienia nie ma, płyty styropianu lub polistyrenu ekstrudowanego powinno się osłonić siatką z włókna szklanego wciśniętą w zaprawę klejącą (cokół – płytkami ceramicznymi lub kamiennymi). W ten sposób zmniejszy się prawdopodobieństwo zagnieżdżenia w izolacji owadów lub gryzoni. Pewnym mankamentem polistyrenu jest to, że zanika pod wpływem kontaktu z niektórymi materiałami zawierającymi rozpuszczalniki i oleje, a nawet z ich oparami (np. smoła, lepik na zimno, ksyłamit itp.). Z tego powodu do jego łączenia można używać tylko odpowiednich klejów bezrozpuszczalnikowych lub lepiku asfaltowego bez rozpuszczalników.

**12** Samoprzylepna folia na podkładzie z mieszanki kauczukowo-bitumicznej to jedno z najlepszych i najwygodniejszych rozwiązań (fot. Terbud)



### Szkoło piankowe

To materiał może nawet lepszy niż polistyren (niepalny, odporny na wiele substancji chemicznych, nie niszczone przez gryzonie i owady), jednak drogi i trudno dostępny. Dlatego nie stosuje się go zwykle przy budowie domów jednorodzinnych.

### Pianka poliuretanowa

Pianka ma właściwości termoizolacyjne lepsze niż polistyren, ale jest dość droga. Dlatego w postaci sztywnych płyt jest stosowana niezbyt często. Może być jednak natryskiwana bezpośrednio na przegrodę. Wtedy zaś jest najlepszym materiałem do ocieplania ścian i fundamentów o skomplikowanym kształcie, ponieważ wyklucza ryzyko powstawania jakichkolwiek mostków cieplnych. Sposób ten znajduje zastosowanie głównie przy renowacji obiektów starych, często zabytkowych.

### Keramzyt

Jest to kruszywo sztuczne, spełniające wszystkie przedstawione wymagania, choć ma izolacyjność cieplną znacznie gorszą niż polistyren. Oznacza to, że warstwa ocieplenia z keramzytu musi być kilka razy grubsza niż ze styropianu. Z tego powodu kruszywo to chętnie stosuje się jako zasypkę wykopów fundamentowych od wewnętrznej strony domu, jako filtracyjną zasypkę drenażu oraz jako podkład podłogi na gruncie.

### Wełna mineralna i szklana

Wełna mineralna i szklana to dobre materiały ociepleniowe, ale niezbyt twarde i nasiąkliwe. Wiadomo zaś, że



**13** Zastosowanie płyt styropianowych ryflowanych ułatwia odprowadzanie wody (fot. Austrotherm)

mokra wełna traci właściwości termoizolacyjne, a pod ziemią ryzyko jej zawilgocenia gwałtownie wzrasta. Z tego powodu nie powinno się jej stosować do ocieplania podziemnych części budynku. Można jej używać tylko do izolowania trójwarstwowych ścian fundamentowych i piwnicznych.

Do normowego ocieplenia ścian fundamentowych wystarczy zwykle warstwa grubości 4-5 cm (ale nawet 8-10 cm nie będzie przesadą). Natomiast grubość cieplnej izolacji ścian piwnicznych zależy od przeznaczenia pomieszczeń podziemnych i temperatury, jaka ma w nich być utrzymywana. Przy temperaturze wewnętrznej wyższej niż  $16^\circ\text{C}$  współczynnik przenikania ciepła ścian  $U$  powinien być nie większy niż  $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  dla ścian warstwowych i  $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  dla ścian jednowarstwowych, czyli tak jak dla ścian parteru. W tym przypadku warstwa styropianu zwykle ma grubość 10-12 cm. Jeśli w pomieszczeniach będzie utrzymywana temperatura poniżej  $16^\circ\text{C}$ , współczynnik przenikania ciepła może mieć wartość nieco gorszą (wyższą):  $U < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Oznacza to, że najczęściej do ocieplenia ścian wystarczy warstwa grubości 4-5 cm. Gdy piwnice są nieogrzewane, w ogóle nie stawia się wymagań co do cieplnej izolacyjności ścian. Wtedy jednak powinno się zadbać o ochronę cieplną przynajmniej strefy cokółowej, aby ściany nie przemarzały w okolicy wieńca stropu nad piwnicą.

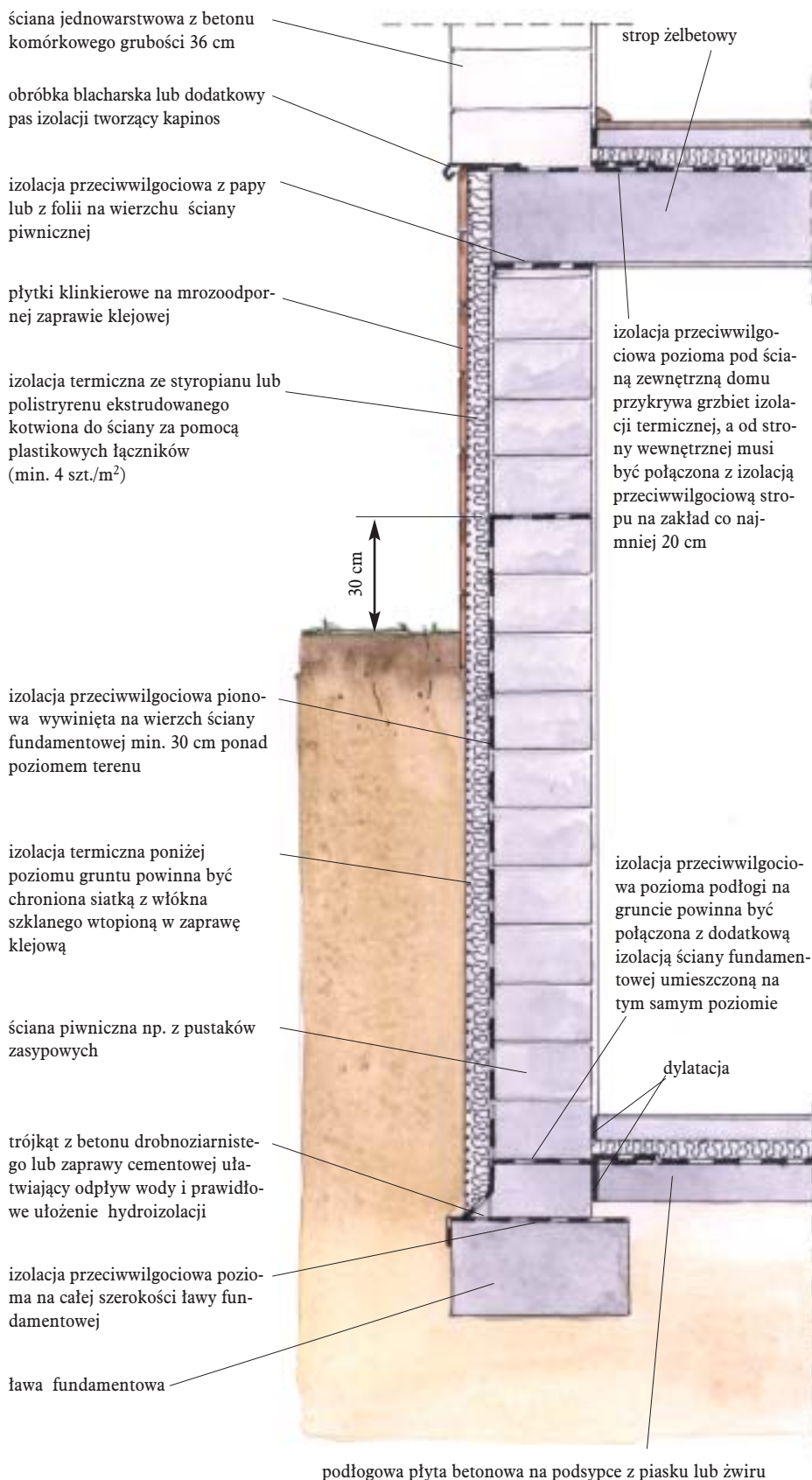
## Szczegóły – klucz do sukcesu

Mając projekt indywidualny, katalogowy lub adaptowany, znając wady i zalety przyjętych rozwiązań oraz zastosowanych materiałów, można przystąpić do budowy ścian fundamentowych lub piwnicznych. Jednak inwestorzy indywidualni, szczególnie wznoszący dom sposobem gospodarczym, często nie wiedzą, jak poprawnie wykonać detale konstrukcji lub izolacji. Projekty budowlane zazwyczaj nie zawierają szczegółowych rozwiązań, ponieważ są sporządzane przy założeniu, że wykonawca będzie fachowcem w swojej specjalności i na podstawie ogólnych rysunków poprawnie wykona powierzone mu zadanie. Poza tym służą one do uzyskania pozwolenia na budowę, natomiast do realizacji domu powinien być sporządzony projekt wykonawczy. Jednak wtedy cena dokumentacji musiałaby zdecydowanie wzrosnąć (nawet do kilku procent wartości domu) i nikt by jej nie kupił. Tyle teoria.

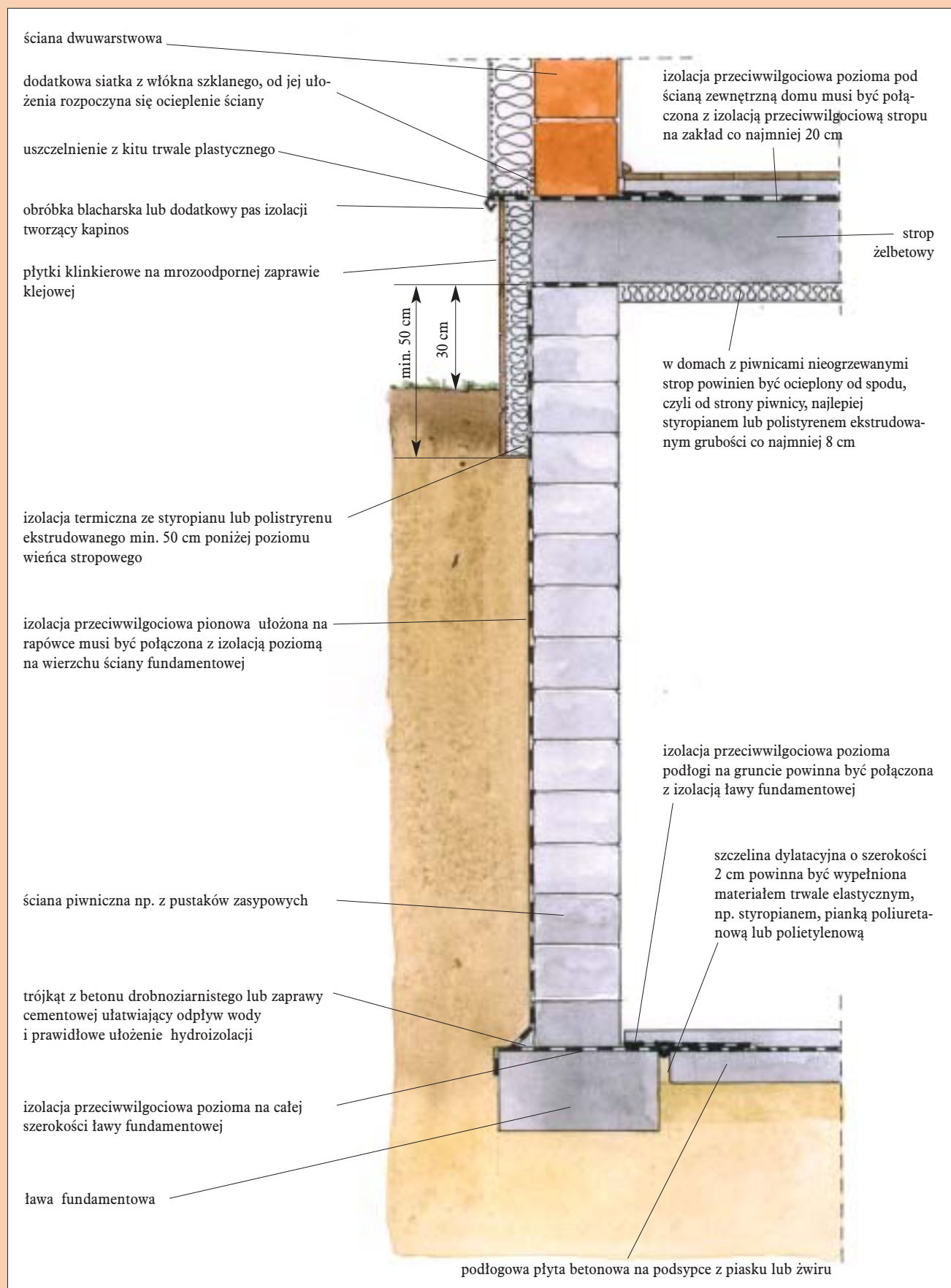
Praktyka pokazuje, że dobrego fachowca trudno jest znaleźć, a jego prace należy wysoko opłacić, na co nie każdego stać. Między innymi z tych powodów tak dużo domów jednorodzinnych w naszym kraju jest wybudowanych z poważnymi błędami (mostki cieplne i akustyczne, przeciekające izolacje i dachy, nadmiernie uginające się oraz drgające stropy, pękające ścianki kolankowe itp.).

Poniżej na kilku rysunkach przedstawiamy szczegóły wykonania dość typowych rozwiązań ścian fundamentowych i piwnicznych 14–17. Powinny pomóc niektórym inwestorom, przynajmniej w nadzorowaniu robót.

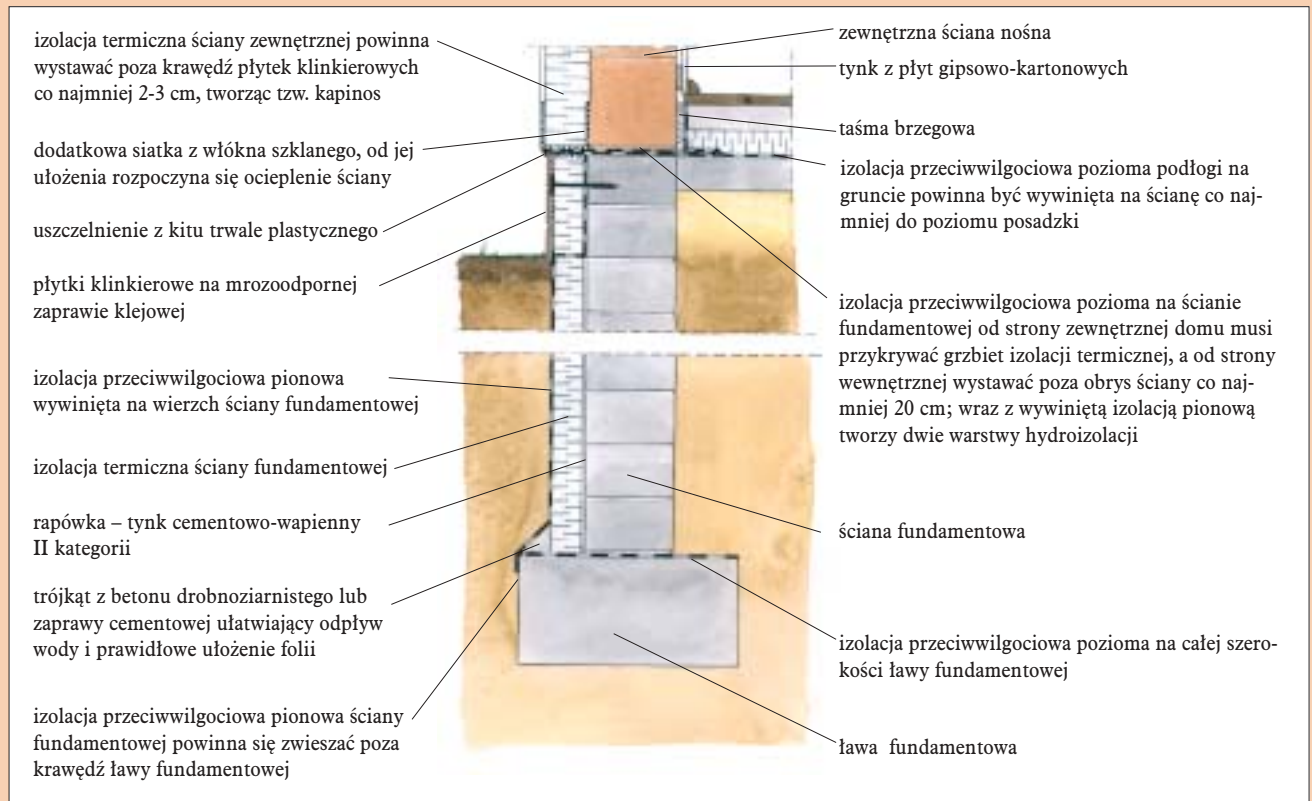
Zasypywanie wykopów to jeszcze jedna sprawa, na którą warto zwrócić baczną uwagę. Zasyпки nie tylko powinny być wykonane z odpowiedniego gruntu lub kruszywa. Ważne też, żeby były układane warstwami i zagęszczane mechanicznie. Przy zasypanyści ścian fundamentowych należy zadbać, aby różnica poziomów obu stron ściany nie była większa niż 0,5 m. Natomiast zasypywanie wykopów wokół ścian piwnicznych można rozpocząć dopiero po wykonaniu stopu nad piwnicą. W przypadku stropu żelbetowego – najwcześniej w 2 tygodnie po zakończeniu betonowania.



14 Przykład izolowania ściany piwnicznej płytko zagłębionej poniżej poziomu gruntu



15 Wystarczający układ izolacji termicznej ścian i stropu międzykondygnacyjnego w domu z nieogrzewaną piwnicą



16 Szczegóły ułożenia izolacji przeciwilgociowej i termicznej w ścianie fundamentowej zaprojektowanej z bloczków betonowych

17 Szczegóły wykonania izolacji przeciwilgociowej i termicznej w trójwarstwowej ścianie fundamentowej

