



fot. Legalett

# BUDUJ *na* SOLIDNYM fundamencie

Fundament to jeden z najważniejszych elementów budynku. Od jego poprawnego zaprojektowania i wykonania w dużej mierze zależy trwałość konstrukcji domu. Zadaniem fundamentu jest bowiem bezpieczne przekazanie na podłoże gruntowe wszystkich obciążeń i oddziaływań pochodzących od elementów nośnych budowli. Solidnie i precyzyjnie zrobiony, zazwyczaj w wystarczającym stopniu zabezpiecza konstrukcję budynku przed nieprzewidzianymi zdarzeniami, takimi jak powódzie, obniżenie poziomu wody gruntowej, czy drgania gruntu (np. spowodowane wzmożonym ruchem samochodowym). Fundament wykonany niestarannie, w niesprzyjających warunkach zapewne ulegnie zniszczeniu w pośredni sposób przyczyniając się do pękania ścian i stropów.

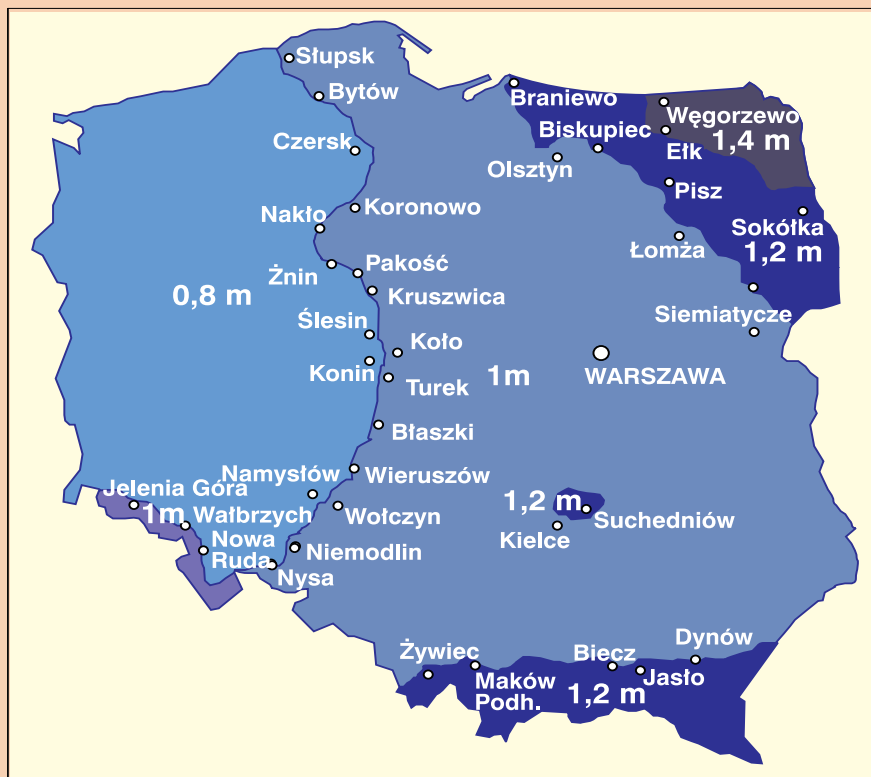
Tadeusz Lipski

W naszym kraju większość inwestorów buduje domy na podstawie projektów katalogowych, inaczej nazywanych potocznie lub typowymi. Jednak należy pamiętać, że dokumentacje te opracowane są przy założeniu bardzo korzystnych warunków gruntowo-wodnych, które nie występują tak często, jak chcieliby architekci (teren płaski, grunt jednorodny i przepuszczalny, poziom wody gruntowej przynajmniej 1 m poniżej fundamentów). Poza tym poziom posadowienia budynku zwykle przyjęty jest na umownej granicy przemarzania gruntu – najczęściej na głębokości 1,0 m **1**. To zaś założenie w przybliżeniu dotyczy tylko połowy powierzchni kraju, na dodatek z wyłączeniem Śląska, ponieważ na tym terenie, ze względu na występowanie szkód górniczych, fundamenty projektowane są według odrębnych wymagań. Do tego dochodzi jeszcze dość powszechna skłonność inwestorów do wprowadzania zmian w projekcie. Zastąpienie ścian trójwarstwowych, jednowarstwowymi to zazwyczaj nic groźnego, ale zmiana rozpiętości stropu (bo wyrzucono lub przesunięto ścianę wewnętrzną), adaptowanie nieużytkowego poddasza na pomieszczenia mieszkalne (wybudowanie ścianki kolankowej, zmiana konstrukcji więźby dachowej lub stropu), czy częściowe podpiwniczenie budynku to już poważne przeróbki, które mają duży wpływ na fundamenty domu – ich wielkość i rodzaj. W związku z powyższym w wielu przypadkach powinno się dokonać adaptacji projektu katalogowego, co najczęściej oznacza zmianę sposobu posadowienia budynku. Problemów takich nie mają inwestorzy budujący dom według projektów wykonanych na indywidualne zamówienie, ponieważ z założenia uwzględnione są wszystkie ich wymagania oraz konkretne warunki terenowe.

### Warunki gruntowo-wodne

Informacje dotyczące rodzaju gruntu oraz otaczającego terenu wielu osobom wydają się tak oczywiste, że gdy sami nie wprowadzają zmian w projekcie (katalogowym) uważają dokumentację za kompletną i gotową do realizacji. Jednak w odniesieniu do fundamentów często jest to błąd. Dlaczego? Przyczyn jest wiele, a poniżej wymieniamy kilka z nich:

- w przypadku podłoża uwarstwowionego (gdzie występują przewarstwienia gruntów organicznych czyli zawierających spore ilości roślin lub grunty o małej nośności)



**1** Mapa głębokości przemarzania gruntu dla Polski

konieczne może być zwiększenie szerokości ław fundamentowych, głębokości posadowienia, a nawet zmiana sposobu fundamentowania na pale lub płytę;

- przy występowaniu gruntów przepuszczalnych można sporo zaoszczędzić na robotach ziemnych, murowych i izolacyjnych wykonując fundamenty tylko 50 cm poniżej poziomu terenu, a nie poniżej granicy przemarzania;
- w przypadku gruntów o nośności (wytrzymałości) większej od założonej w projekcie (zwykle 150 kN/m<sup>2</sup> czyli 15 ton/m<sup>2</sup>, a w rzeczywistości może to być ponad 250 kN/m<sup>2</sup>), można oszczędzić sporo betonu wykonując węższe ławy fundamentowe;
- przy posadowieniu domu na gruntach spoistych często potrzebne jest wykonanie drenażu opaskowego nawet wtedy, gdy poziom wody gruntowej znajduje się poniżej spodu ław fundamentowych;
- w terenie pochyłym najczęściej optymalne jest wykonanie fundamentów schodkowych, a nie na jednym poziomie (jak w projekcie katalogowym);
- wysoki poziom wody gruntowej zwykle wymusza zmianę sposobu izolowania (szczególnie ścian fundamentowych) lub sposobu wykonywania fundamentów.

Wynika stąd, że dość powszechnie praktykowany sposób wypytywania sąsia-

dów o to, jaki na działce jest grunt i jak wysoko znajduje się woda gruntowa w wielu przypadkach może być niewystarczający.

**Badania geotechniczne** – ogólnie polegają na określeniu parametrów technicznych podłoża gruntowego. W tym celu na miejscu budowy domu jednorodzinne wykonuje się kilka odwiertów (zwykle 3-5) o głębokości 4-6 m lub kopie dół próbny o głębokości do 3 m. Dzięki uzyskanym próbkom określa się rodzaj występujących gruntów, ich wilgotność, stopień zagęszczenia bądź plastyczności oraz nośność. Ponadto ustala się rzeczywisty poziom wody gruntowej (w chwili wykonywania badań) oraz maksymalny, który należy przyjąć do projektowania (na podstawie wieloletnich badań prowadzonych w różnych okresach roku). Efektem graficznym tych prac są przekroje geotechniczne przedstawiające układ warstw gruntu w miejscu przyszłego domu oraz wahania zwierciadła wody gruntowej. Ale dla inwestora najważniejsze są wnioski, bo tam w przystępny sposób powinny być podane najbardziej istotne informacje dotyczące możliwości posadowienia domu – na jakiej głębokości znajduje się grunt nośny i jak wysoko występuje zwierciadło wody gruntowej.

## Rodzaje gruntów budowlanych – tylko dla wnikliwych

Grunt budowlany to po prostu podłoże, na którym posadowiony jest dom. Grunt może być naturalny (inaczej rodzimy), powstały w wyniku procesów geologicznych – np. skała, grunt mineralny lub organiczny – oraz nasypowy utworzony w wyniku działalności człowieka. Do posadowienia budynku najlepiej nadają się **grunty mineralne** rodzime, które ze względu na właściwości dzieli się na niespoiste i spoiste.

**Grunty niespoiste** – czyli sypkie, to żwiry (w projektach i na mapach oznaczane symbolem Ż), pospółki (Po), piaski grubo, średnio- i drobnoziarniste (Pr, Ps, Pd) oraz piaski pylaste (Pπ). Taki podział ze względu na wielkość uziarnienia ma sens, ponieważ najczęściej, im grubsza frakcja, tym większa nośność (wytrzymałość) gruntu. Drugą istotną dla projektanta cechą gruntów jest tzw. **stopień zagęszczenia**  $I_D$  – im jego wartość wyższa, tym grunt lepiej nadaje się do celów budowlanych, bo mniej jest pustych przestrzeni pomiędzy poszczególnymi ziarnami. Łatwo to zaobserwować np. na plaży: w ciepły, słoneczny dzień nogi na pewno będą się zapadały w piasku (czyli gruncie), ale po sztormie ten sam piasek będzie tak twardy że można po nim jeździć zwykłym samochodem (a nie tylko terenowym).

Rozróżnia się następujące stany gruntu:

- luźny  $I_D \leq 0,33$ ;
- średnio zagęszczony  $0,33 < I_D \leq 0,67$ ;
- zagęszczony  $0,67 < I_D \leq 0,80$ ;
- bardzo zagęszczony  $I_D > 0,80$ .

Trzecim ważnym parametrem gruntów niespoistych jest **stopień wilgotności** oznaczany symbolem  $S_r$  – określa stosunek objętości wody w gruncie do objętości porów. Do fundamentowania najlepsze są grunty wilgotne ( $0,4 < S_r \leq 0,8$ ). To dość oczywiste, bo chyba każdy stawiał babki lub zamki z piasku i wie, że dopóki piasek

(czyli grunt) był mokry, to te budowle zachowywały swój kształt, a gdy wysechł zostały zniszczone przez wiatr. Natomiast grunty nawodnione ( $0,8 < S_r \leq 1$ ) nie są korzystne, ponieważ mają małą nośność (skrajnym przypadkiem jest tzw. kurzawka), a w przypadku zamarznięcia wody mogą zwiększać swoją objętość.

**Grunty spoiste** – to il (I), il piaszczysty (Ip) i pylasty (Iπ), glina (G), glina piaszczysta (Gp), pylasta (Gπ), zwięzła (Gz), piaszczysta zwięzła (Gpz), pylasta zwięzła (Gpz), piasek gliniasty (Pg), pył (π) oraz pył piaszczysty (πp). Podstawowy parametr określający przydatność gruntu do celów budowlanych to tzw. **stopień plastyczności**  $I_L$  – najlepiej, żeby jego wartość była mniejsza od 0,25, bo to oznacza stosunkowo niewielką zawartość wody w gruncie. Pamiętajmy bowiem, że z wysuszonych na słońcu glinianych cegieł, Asyryjczycy zbudowali wieżę w Babilonie (wtedy najwyższą budowlę na świecie), a z plastycznej gliny (zawierającej duże ilości wody) garncarz formuje naczynia – a na takiej na pewno nie da się niczego zbudować.

Rozróżnia się następujące stany gruntów spoistych:

- zwarty  $I_L < 0$ ;
- półzwarty  $I_L \leq 0$ ;
- twaroplastyczny  $0 < I_L \leq 0,25$ ;
- plastyczny  $0,25 < I_L \leq 0,50$ ;
- miękoplastyczny  $0,50 < I_L \leq 1,00$ ;
- płynny  $I_L > 1$ .

Grunty te dzieli się również wg **wskaźnika plastyczności**  $I_p$ , wskazującego ile wody wchłonie grunt przy przejściu ze stanu półzwartego w płynny. Wskazane jest, żeby  $I_p > 10$ , bo to oznacza grunt przynajmniej średnio spoisty, czyli nadający się do celów budowlanych.

Oczywiście, projektantowi potrzebnych jest znacznie więcej parametrów technicznych, jak choćby wilgotność, spójność, czy

kąt tarcia wewnętrznego gruntu, ale inwestor tej wiedzy i tak do niczego nie mógłby wykorzystać.

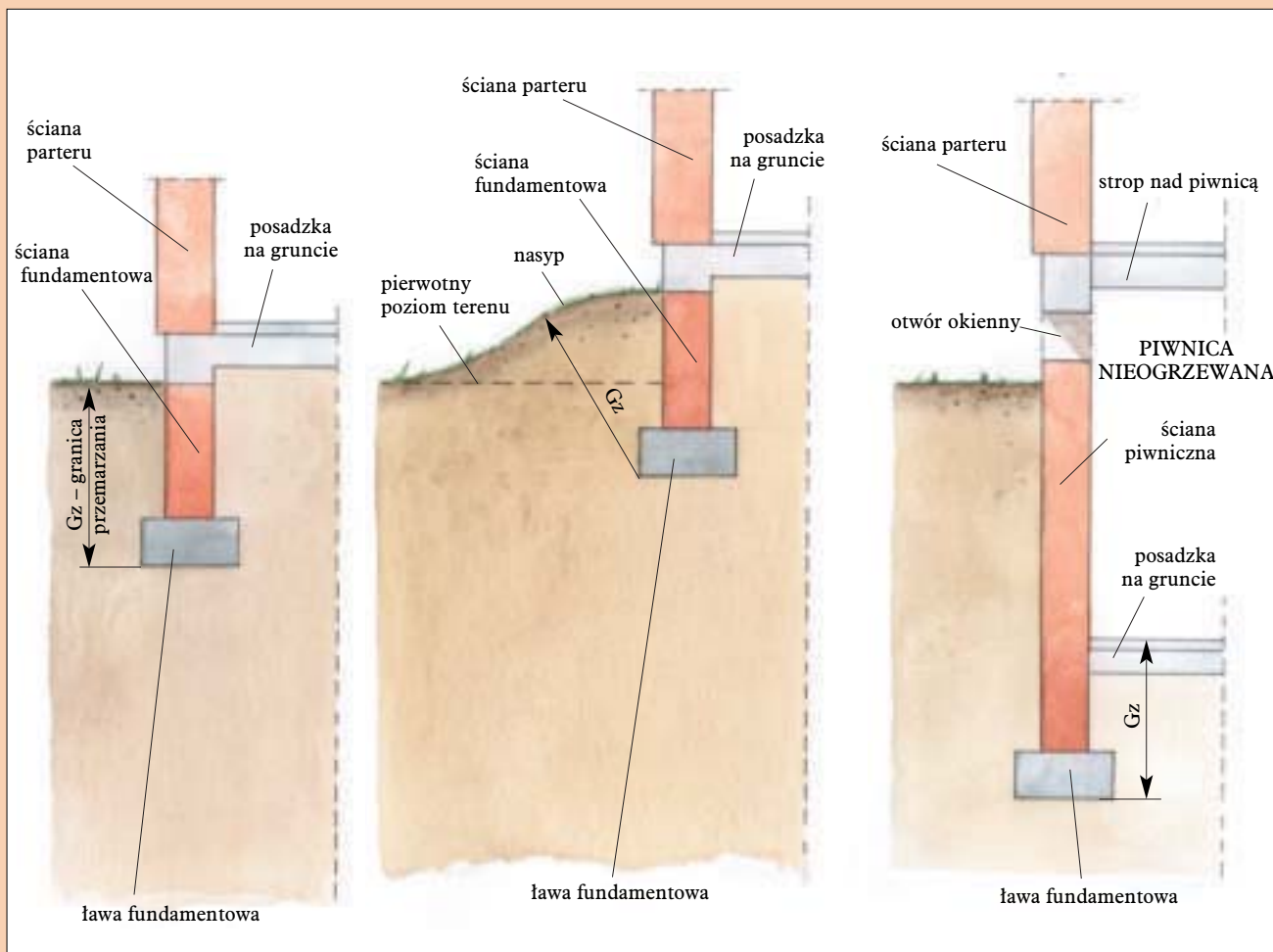
**Grunty organiczne rodzime** – to głównie torfy (powyżej 30% zawartości części organicznych), namuły (5-30% części organicznych) oraz piaski i pyły próchnicze (2-5% części organicznych). Do posadowienia domu praktycznie się nie nadają, ponieważ nie mają dostatecznej nośności. Po prostu części organiczne mogą gnić, a wtedy nie tylko wydzielają nieprzyjemny zapach i ciepło, ale również zmieniają swoją objętość oraz mogą tworzyć bardzo niebezpieczne powierzchnie poślizgu. Między innymi dlatego tak ważne jest usunięcie spod fundamentów lub podłogi na gruncie wierzchniej warstwy ziemi uprawnej, czyli humusu. Poza tym tworzące się kwasy sprzyjałyby korozji betonu i zbrojenia.

**Grunty nasypowe** – powstałe w wyniku działalności człowieka są najbardziej niejednorodnymi pod względem budowlanym. Z jednej strony mogą to być tzw. grunty kwalifikowane, przeznaczone specjalnie do posadowienia fundamentów lub jako podłoże (podbudowa) dróg. Głównie wykonywane z odpowiednio dobranych piasków i żwirów układanych warstwami oraz zagęszczanych mechanicznie. Z drugiej jednak strony mogą to być grunty (nasypy) niekontrolowane, przede wszystkim z gruntów spoistych lub organicznych, które w ogóle mogą nie nadawać się do posadowienia jakichkolwiek budowli. Trzeba przy tym pamiętać, że grunty spoiste a nawet gruz ceglany po odpowiednim zagęszczeniu (np. pod wpływem własnego ciężaru – w dostatecznie długim okresie czasu) mogą stanowić podłoże dla lekkich obiektów budowlanych. **Dobrym przykładem może tu być Stadion Dziesięciolecia w Warszawie wybudowany po II Wojnie Światowej na gruzach zwiezionych z całego zniszczonego miasta.**

Dzięki temu będzie wiedział, czy budowa piwnic ma sens, czy wystarczą typowe ławy fundamentowe, czy też konieczna będzie kosztowna wymiana gruntu lub wykonywanie pali, a może wystarczą płytkie fundamenty pozwalające zaoszczędzić sporo czasu, pracy i pieniędzy. W praktyce płytkie fundamenty wykonuje się pod budynkami o lekkiej konstrukcji (szkiele-

towymi, parterowymi) i pod warunkiem, że nie wystąpi wypieranie gruntu przez fundament. Z badań powinno również wynikać, czy w opisywanym terenie występują tzw. **grunty wysadzinowe**, czyli takie, które po zamarznięciu zawartej w nich wody zwiększają swoją objętość, ponieważ zawierają więcej niż 10% cząstek o średnicy mniejszej niż 0,02 mm.

To bardzo ważne, bo wtedy poziom posadowienia powinien się znajdować poniżej umownej granicy przemarzania, mierzonej od poziomu terenu (już po zagospodarowaniu otoczenia budynku) lub od poziomu posadzki piwnic w budynkach nieogrzewanych. Może to mieć istotne znaczenie szczególnie dla kosztów inwestycji 2.



## 2 Zasady wyznaczania granicy przemarzania gruntu

### Projektowanie fundamentów

Oczywiście, nikt nie wymaga od inwestora, żeby samodzielnie adaptował projekt budowlany. To wolno zrobić tylko osobie posiadającej odpowiednie uprawnienia. Jednak zapoznanie się z ogólnymi zasadami projektowania fundamentów pozwoli zrozumieć, dlaczego zmiany w projekcie katalogowym są potrzebne lub nie.

**Posadowienie bezpośrednie** – jest możliwe tylko wtedy, gdy grunt zalegający bezpośrednio pod fundamentami ma wystarczającą nośność. Przy budowie domów jednorodzinnych, czyli budynków stosunkowo niedużych i lekkich wykorzystuje się najłatwiejsze do wykonania oraz najtańsze rozwiązania, jak ławy i stopy fundamentowe o przekroju prostokątnym, a czasami ruszty lub płyty fundamentowe. Są to konstrukcje możliwe do realizacji przy pomocy najprostszych narzędzi (łopaty, taczki, betoniarki) przez osoby niewykwalifikowane.

**Posadowienie pośrednie** – stosuje się, gdy podłoże tuż pod fundamentami nie jest w stanie przenieść obciążeń od budynku. Wtedy rozważa się kilka możliwości:

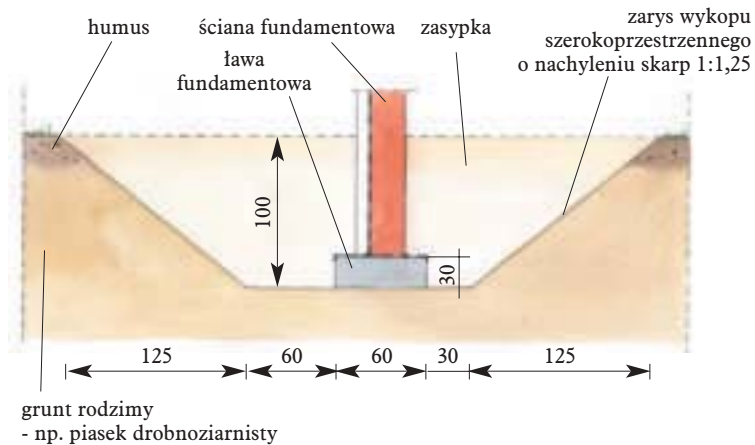
- wzmocnienie gruntu przez zagęszczenie lub iniekcję zaczynem cementowym;
- wymianę gruntu polegającą na usunięciu warstwy gruntu słabego lub nasypowego i zastąpienie jej zagęszczanym mechanicznie gruntem nośnym (piaskiem, żwirem, pospółką), piaskiem stabilizowanym cementem, ewentualnie chudym betonem;
- przekazanie obciążeń na głębiej położoną warstwę nośną za pomocą pali, studni lub ścian szczelinowych.

Jednak trzeba zdawać sobie sprawę, że te rozwiązania są dość skomplikowane i drogie, ponieważ wymagają zastosowania wykwalifikowanych ekip oraz specjalistycznego (zwykle ciężkiego) sprzętu. Często okazuje się, że koszty związane tylko z posadowieniem budynku niewiele

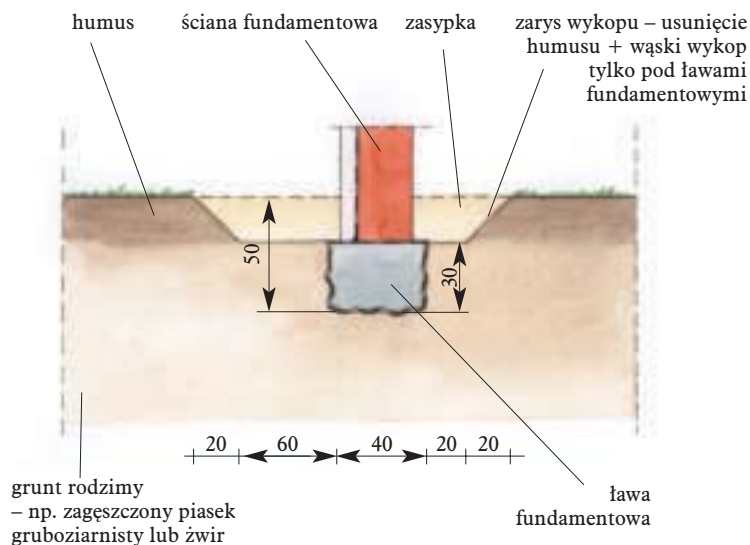
się różnią od ceny gotowego i wykończonego domu. A na tak duży wydatek stać chyba bardzo niewielu indywidualnych inwestorów. Dlatego każdy przypadek posadowienia pośredniego należy rozpatrywać indywidualnie. Wtedy będzie możliwość dobrania metody optymalnej do danych warunków terenowych oraz możliwości organizacyjnych i finansowych inwestora.

**Standard w projektach** – szczególnie katalogowych – to ławy fundamentowe pod ścianami nośnymi oraz stopy fundamentowe pod kominami i słupami nośnymi. Wszystkie mają przekroje prostokątne i usytuowane są na granicy przemarzania gruntu przyjętej przez projektanta (1 m). Równocześnie dość powszechnie zakłada się, że występują grunty przepuszczalne o stosunkowo niewielkiej nośności (najczęściej piaski drobnoziarniste średnio zagęszczone). Oczywiście, te dane wyjściowe są bezpieczne zarówno dla autora opracowania jak i inwestora.

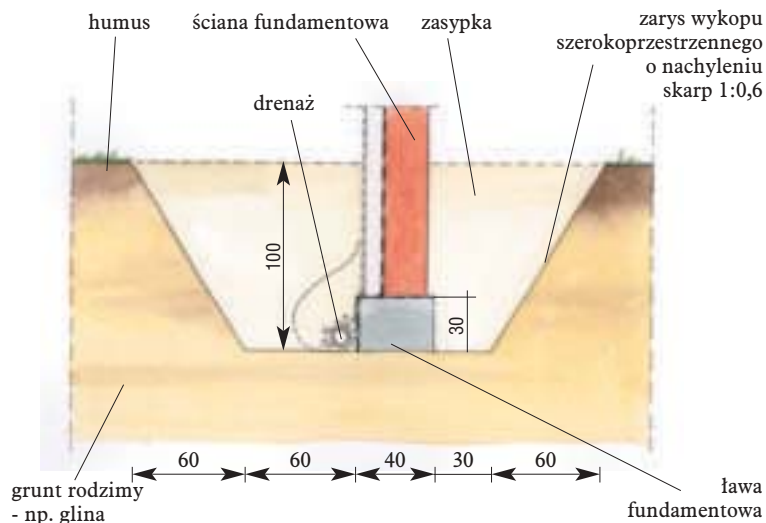
### ZGODNIE Z ZAŁOŻENIAMI PROJEKTU KATALOGOWEGO



### GRUNT PRZEPUSZCZALNY O Dobrej NOŚNOŚCI



### GRUNT NIEPRZEPUSZCZALNY



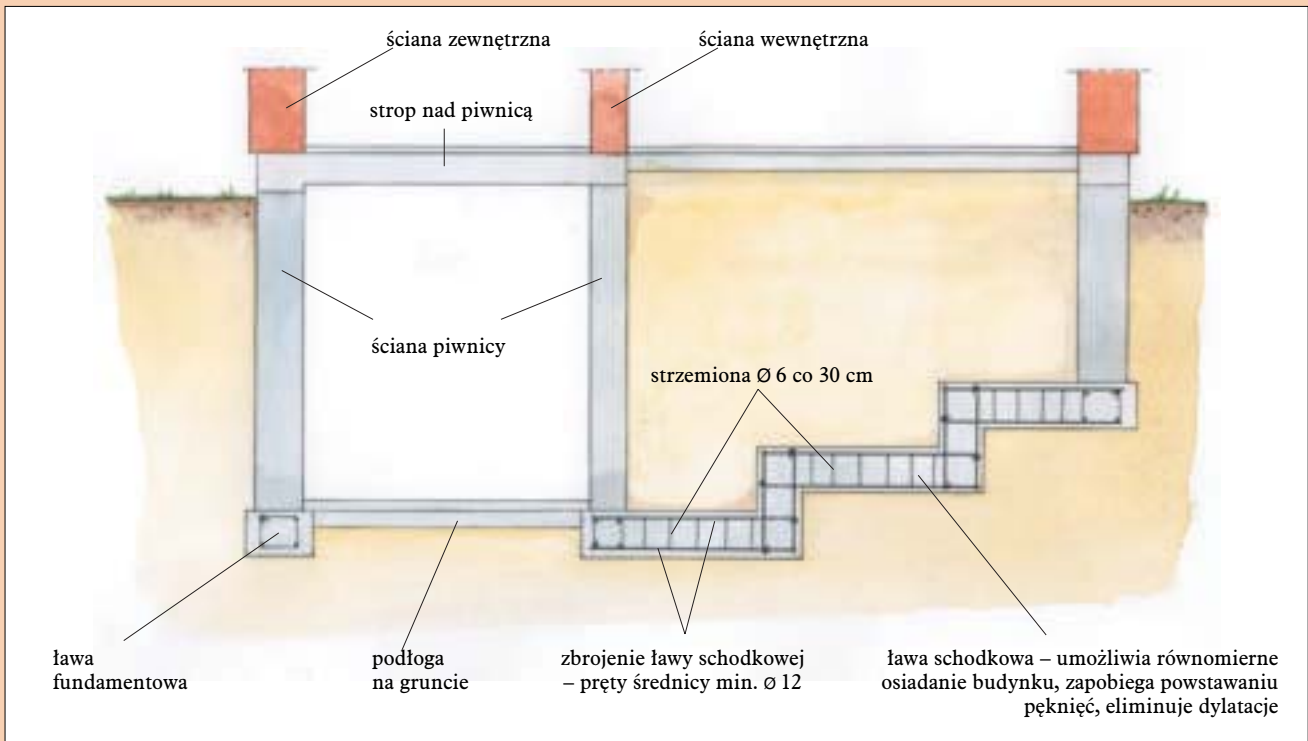
3 Przykład wpływu rzeczywistego podłoża gruntowego na rozwiązania projektowe fundamentów, gdy woda gruntowa znajduje się przynajmniej 1 m poniżej poziomu posadowienia

Z tym, że ten ostatni za wszystko będzie musiał zapłacić 3. W przypadku występowania na jego działce gruntu przepuszczalnego o dobrej nośności – za wykonanie, a później zasypanie szerszych i głębszych (niż potrzeba) wykopów, za użycie większych (niż niezbędne) ilości betonu, za nadmierne ilości materiałów konstrukcyjnych i izolacyjnych ścian fundamentowych itp. Natomiast, gdy występują grunty nieprzepuszczalne, prawdopodobnie mógłby nieco zaoszczędzić na wykonaniu węższych fundamentów i wykopów. Ale jednocześnie powinien się liczyć z tym, że w gruntach spoistych zwykle drenaż jest potrzebny nawet wtedy, gdy woda gruntowa znajduje się 1 m poniżej poziomu posadowienia. A jak drenaż, to potrzebna jest także nieco skuteczniejsza oraz trwalsza izolacja przeciwwilgociowa (od przewidzianej w projekcie katalogowym). Wówczas wydatki na pewno wzrosną w stosunku do zakładanych. Niewiele, jeśli dodatkowe prace wykona się w trakcie wznoszenia budynku, ale całkiem dużo już po jego ukończeniu, gdy ściany fundamentowe zawilgotnieją i trzeba je będzie odkopywać i osuszać.

### Problemy, czyli fundamenty w niestandardowym terenie

Co zrobić, jeśli zakupiony projekt katalogowy trzeba realizować w terenie odbiegającym od założeń przyjętych przez architekta? Oczywiście, należy zlecić wykonanie adaptacji dokumentacji, w wyniku której zostanie ona dostosowana do istniejących warunków. Jednak wcześniej warto wiedzieć, czego można się spodziewać oraz jak zmiany mogą wpłynąć na wygląd i koszt budowy domu.

**Ławy fundamentowe schodkowe** – czyli z uskokami – najczęściej stosuje się w sytuacji, gdy działka budowlana usytuowana jest na zboczu wzniesienia o spadku nawet do 30° (27° to inaczej 50% nachylenia terenu) lub zdecydowano się np. na częściowe podpiwniczenie domu 4. Jest to jedno z najłatwiejszych rozwiązań, ponieważ nie wymaga przeprowadzania żadnych dodatkowych obliczeń. Wystarczy, że układ zbrojenia zostanie nieco zmieniony oraz zostaną zachowane odpowiednie proporcje pomiędzy wymiarami. Nie zmienia się szerokości, ani wysokości ław funda-



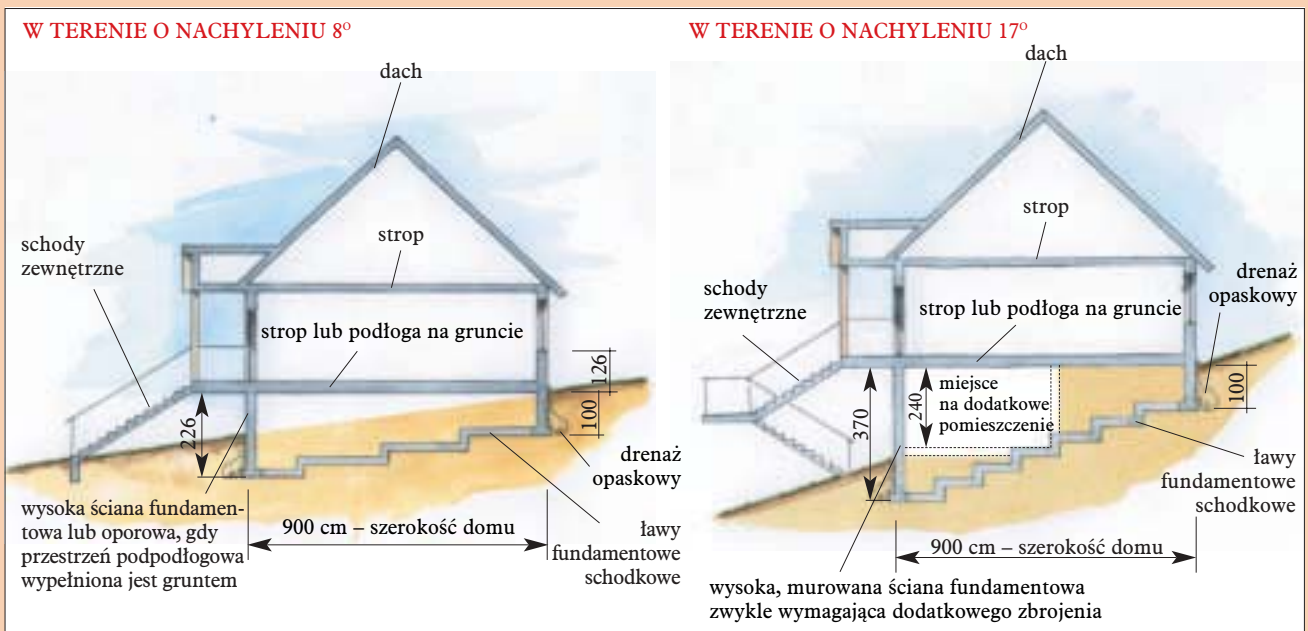
#### 4 Ławy schodkowe w domu częściowo podpiwniczonym

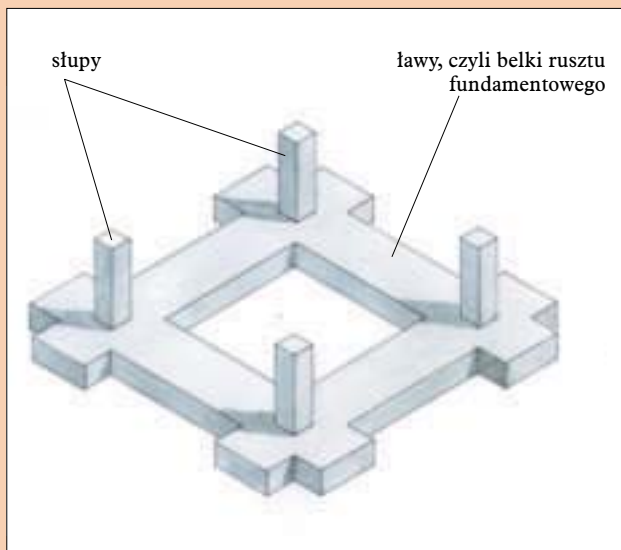
mentowych jak również średnicy, ilości i rozstawu zbrojenia. Istotne jest jedynie, aby kąt nachylenia schodków nie był większy niż kąt nachylenia terenu oraz, żeby wysokość pojedynczego uskoku nie była większa od podwojonej wysokości ławy fundamentowej. Jednak, gdy budynek usytuowany jest na stoku, wygląd zewnętrzny domu może

ulec dość znacznej zmianie **5**. Trzeba bowiem zdawać sobie sprawę, że w terenie o nachyleniu zaledwie 8° (14%), przy szerokości budynku np. 9 m, różnica poziomów na przeciwległych ścianach wyniesie aż 126 cm (wysokość parapetów okien ponad terenem w projekcie katalogowym), a przy nachyleniu 17° (30%) będzie to już 270 cm (górna

krawędź okien parteru). Znacznie wzrosną również koszty inwestycji, ponieważ zmianie ulegnie nie tylko wysokość ścian fundamentowych, ale także zakres robót ziemnych, konieczność zaprojektowania i wykonania schodów terenowych oraz drenażu opaskowego całego budynku (niezależnie od rodzaju gruntu).

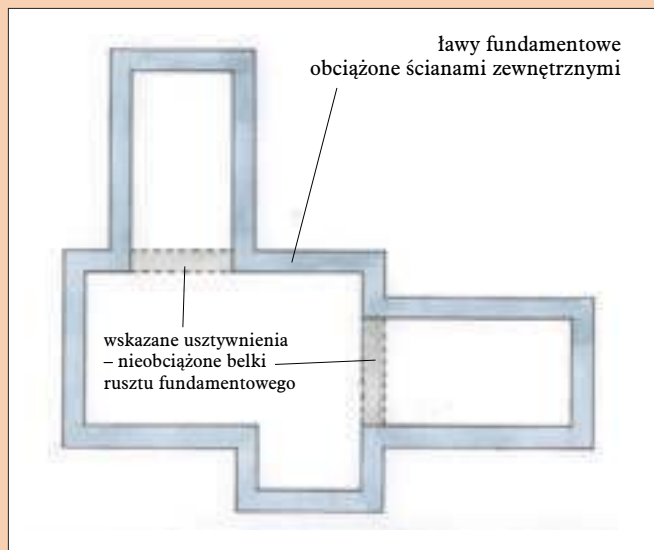
#### 5 Wpływ nachylenia terenu na wygląd i konstrukcję budynku





6 Typowy ruszt fundamentowy

**Ruszt fundamentowy** – stosuje się głównie w budynkach o konstrukcji słupowej posadowionych na podłożu gruntowym o niewielkiej nośności. W klasycznej postaci są to po prostu przecinające się żelbetowe ławy fundamentowe tworzące wzór siatki 6. W domach jednorodzinnych to rzadkość, ale elementy rusztu, czyli belki (ławy) obciążone oddziaływaniem gruntu, a nie ścianą lub słupem, stosunkowo często stosuje się w celu usztywnienia ław fundamentowych – zwykle na terenach szkod górniczych oraz w budynkach o bardzo rozczłonkowanej formie 7. Koszt takich wzmocnień nie jest wysoki, a poza tym własne bezpieczeństwo jest warte każdej ceny.



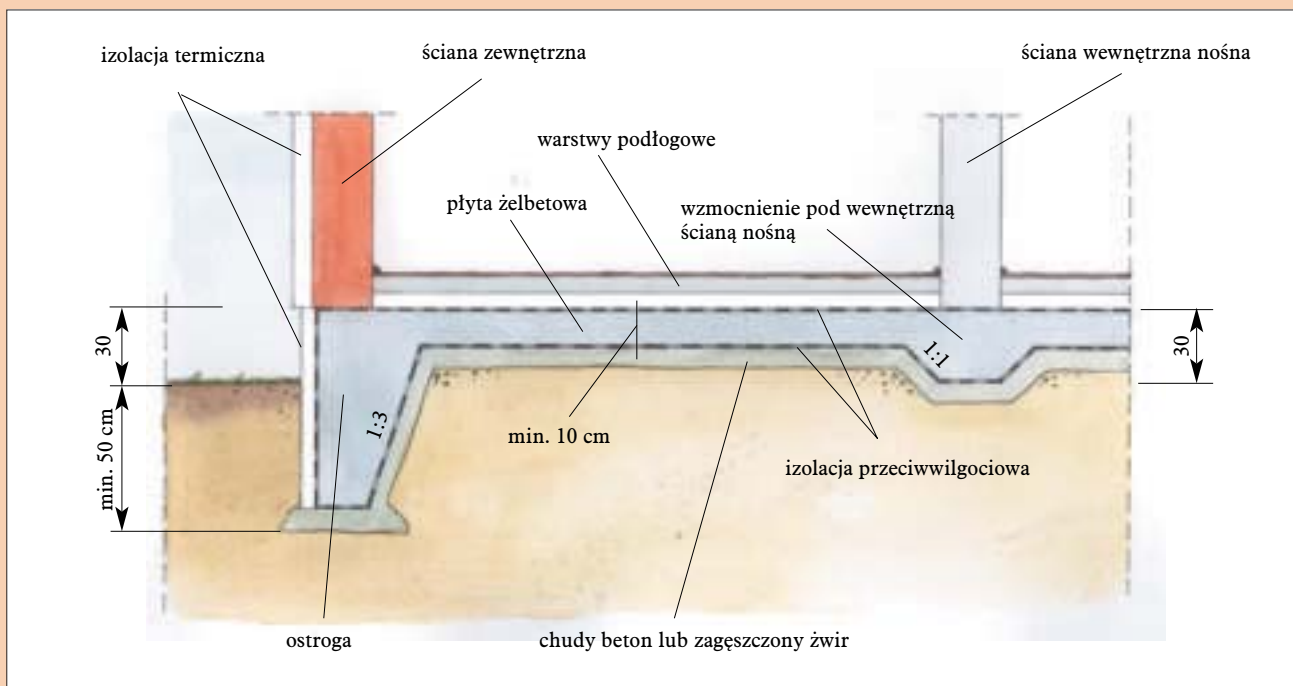
7 Ruszt fundamentowy w budynku o rozbudowanym planie

**Płyty fundamentowe** – tego rodzaju fundamentów nie znajdzie się w rozwiązaniach projektów katalogowych, jednak gdy konieczne jest posadowienie budynku na gruntach niejednorodnych, o małej nośności lub przy wodzie gruntowej występującej tuż pod powierzchnią terenu (np. 50 cm), zastosowanie płyty fundamentowej może okazać się najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem. Adaptacji musi dokonać projektant, a może to zrobić wybierając jeden z niżej przedstawionych sposobów:

- **płyta z ostrogami** polega na wykonaniu pod całym budynkiem płyty żelbetowej grubości przynajmniej 10 cm z odpowiednimi wzmocnieniami pod ściana-

mi nośnymi 8. Wskazane jest, żeby ostrogi były zagłębione 50 cm poniżej poziomu terenu oraz izolowane termicznie. W przypadku niekorzystnych warunków gruntowo-wodnych zaleca się wykonanie pod ostrogami podkładu z zagęszczonego mechanicznie żwiru grubości 15-30 cm, izolacji cieplnej poziomej o szerokości przynajmniej 80 cm wzdłuż całego zewnętrznego obwodu budynku (np. z odpowiednio grubej warstwy keramzytu) lub umieszczenie w fundamencie kabli grzewczych. Wszystkie te działania mają za zadanie zabezpieczenie fundamentów przed skutkami wysadzin (czyli popękaniem). Jednak trzeba pamiętać, że nie mniej

8 Fundament w postaci płyty żelbetowej



## Ławy fundamentowe

W budownictwie jednorodzinym stosuje się je pod ścianami nośnymi. Projektowane są przede wszystkim jako betonowe, monolityczne (wykonywane na placu budowy). Oczywiście, można murować je z cegieł lub kamieni, jak to często robiono dawniej, jednak obecnie fundamenty tego typu wykonywane są bardzo rzadko (głównie w górach) 9. Przekrój ław betonowych najczęściej ma kształt prostokąta (a nie trapezu lub schodków), bo jest to opłacalne jeszcze przy szerokości 120 cm i wysokości 50 cm. Poza tym w domach jednorodzinnych rzadko występują obciążenia, które wymagałyby stosowania fundamentów o tak dużych wymiarach lub obliczania i układania dodatkowego zbrojenia poprzecznego (ławy żelbetowe). Jednocześnie ze względów konstrukcyjnych nie powinno się projektować ław o wysokości mniejszej niż 30 cm. Istotne jest jeszcze, aby tzw. odsadzka, czyli odcinek ławy wystający poza obrys ściany fundamentowej nie była większa niż 5/6 wysokości fundamentu. Inaczej konieczne będzie zastosowanie zbrojenia poprzecznego czyli, zaprojektowanie ławy żelbetowej. Poza tym ważne są dwie rzeczy:

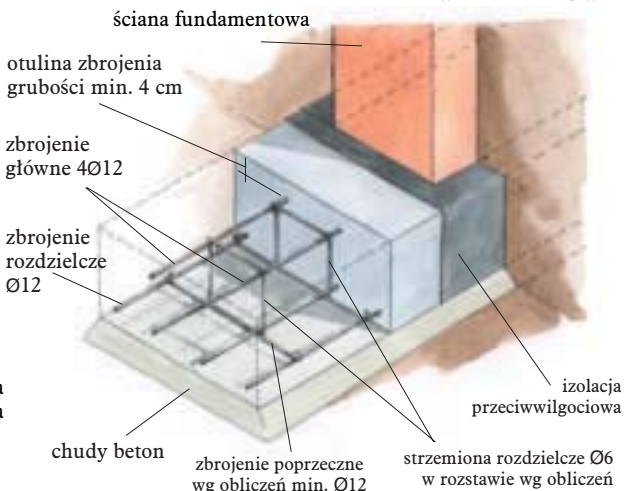
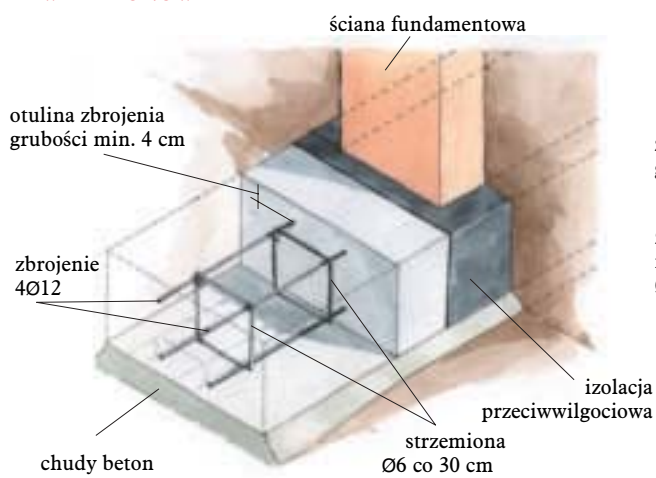
- **zbrojenie niekonstrukcyjne** (czyli nie wymagające obliczeń), które zabezpiecza ławy betonowe przed ewentualnym zarysowaniem lub pękaniem spowodowanym nierównomiernym osiadaniami podłoża. W tym celu, w obrysie ściany układa się po dwa pręty górą i dołem, każdy o średnicy min. 12 mm i łączy je strzemioma o średnicy co najmniej 6 mm (w rozstawie co 30 cm). W zasadzie powinno się stosować stal gładką (klas A-0 i A-I) ze względu na jej dużą plastyczność (wydłużalność), ale w praktyce często używa się bardzo wytrzymałej stali żebrowanej (głównie klasy A-III). Wtedy nie trzeba wykonywać haków na końcach każdego pręta głównego, a cena w obu przypadkach jest identyczna;

- **betonowa otulina zbrojenia** zarówno prętów głównych jak i strzemiom nie powinna być mniejsza niż 7,5 cm, gdy ława spoczywa bezpośrednio na gruncie oraz 4 cm, jeśli jest ułożona na warstwie chudego betonu grubości 10 cm. Po prostu mniejszą otulinę można stosować, gdy przy układaniu mieszanki wyeliminuje się ryzyko zmieszania betonu z gruntem – np. za pomocą folii budowlanej i zapobiegnie korozji zbrojenia w przypadku wystąpienia rys.

### ŁAWA BETONOWA

#### 9 Sposób zbrojenia ław betonowych i żelbetowych

### ŁAWA ŻELBETOWA



## Stopy fundamentowe

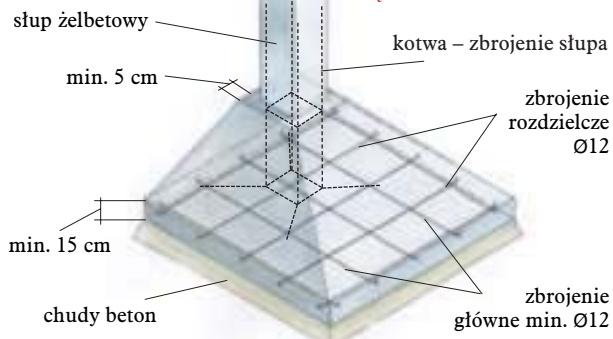
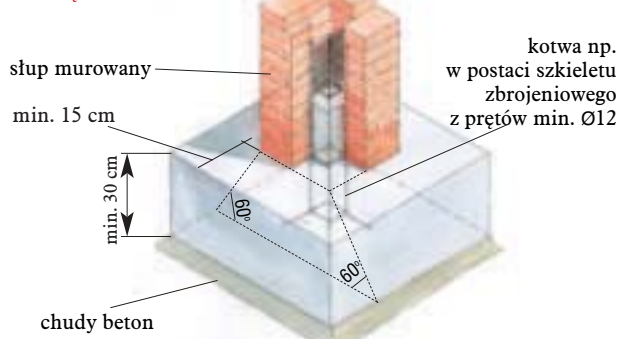
Stosuje się głównie jako fundamenty słupów (np. podpierających ganek lub wiatę) i kominów. W domach jednorodzinnych najczęściej wykonuje się je w postaci obciążonych osiowo masywnych bloków betonowych o kształcie prostopadłościanu 10. Wymiary w planie, czyli mierzone w płaszczyźnie powinny być tak dobrane, aby stopa wystawała poza obrys słupa, czy kominu przynajmniej po 15 cm z każdej strony, a jednocześnie pomiędzy krawędzią słupa, a dolną płaszczyzną podstawy stopy zachowany był kąt 60°.

Wysokość może być taka sama jak ław fundamentowych, ale w praktyce wykonuje się je nieco wyższe (np. 50 cm) za to dość często bez żadnego zbrojenia – nawet np. niekonstrukcyjnego. Wyjątek stanowią silnie obciążone filary na których opierają się inne odpowiedzialne elementy konstrukcyjne jak np. podciąg lub słupy obciążone mimośrodowo. Wtedy konieczne jest przeprowadzenie zarówno obliczeń sprawdzających jak i precyzyjne zaprojektowanie wymiarów stóp oraz przekrojów zbrojenia.

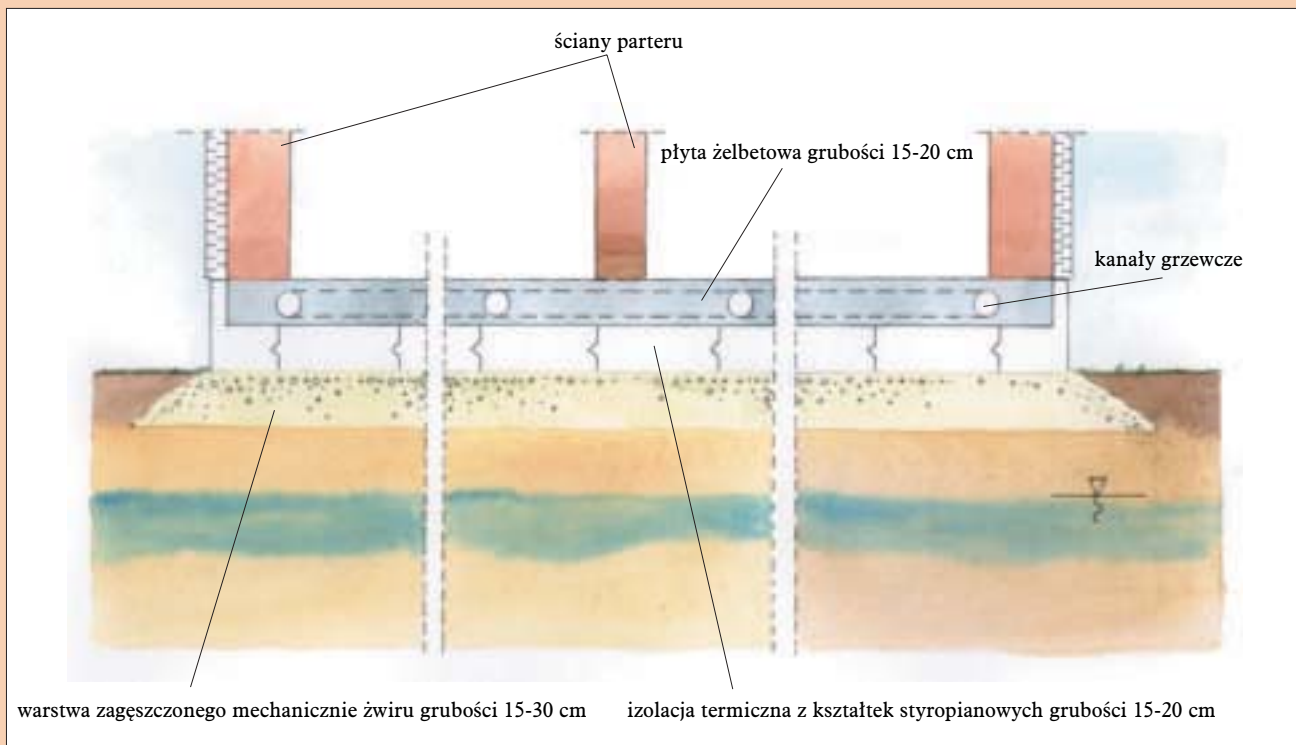
### STOPA BETONOWA OBCIĄŻONA OSIOWO

#### 10 Sposób zbrojenia stóp fundamentowych

### STOPA ŻELBETOWA OBCIĄŻONA MIMOŚRODOWO







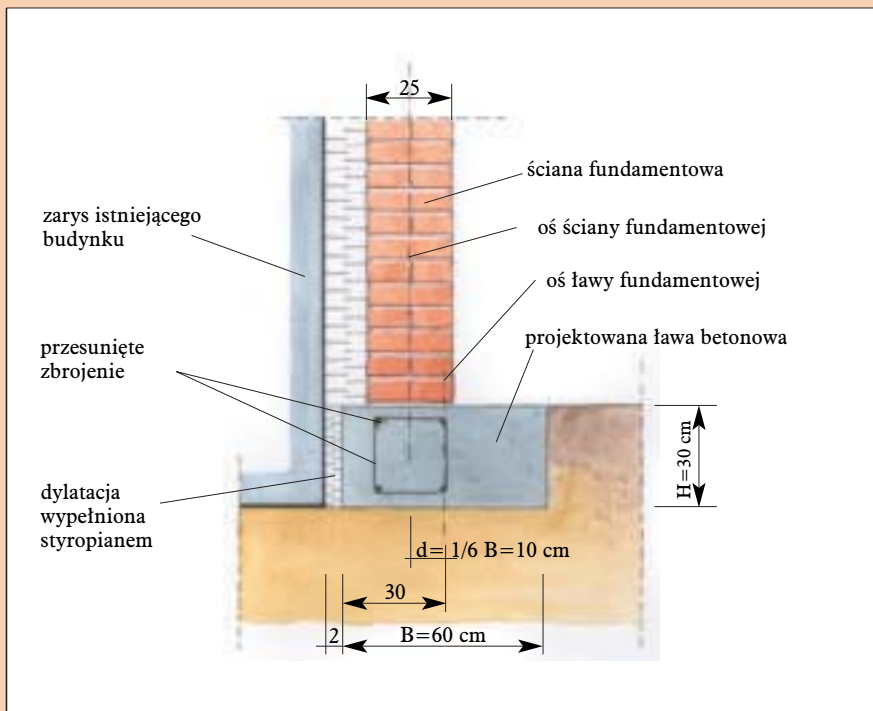
### 11 Płyta fundamentowa z ogrzewaniem powietrznym

istotne jest odpowiednie rozmieszczenie (i wykonanie) szczelin dylatacyjnych np. na styku pomieszczeń ciepłych (ogrzewanych) i zimnych;

■ **płyta z ogrzewaniem powietrznym** to dość nowoczesny sposób wykonania fundamentów w najbardziej nawet niesprzyjających warunkach gruntowo-wodnych przy jednoczesnym zapewnieniu ogrzewania domu 11. Fundament stanowi płyta żelbetowa zwykle grubości 15-20 cm wylana na warstwie zagęszczonego żwiru (min. 15 cm) i izolacji termicznej z kształtek styropianowych grubości 15-20 cm. Dzięki elastyczności obu tych warstw właściwie żadne odkształcenia gruntu nie stanowią zagrożenia dla fundamentu, dlatego można go wykonywać na powierzchni terenu.

### Fundament przy istniejącym budynku

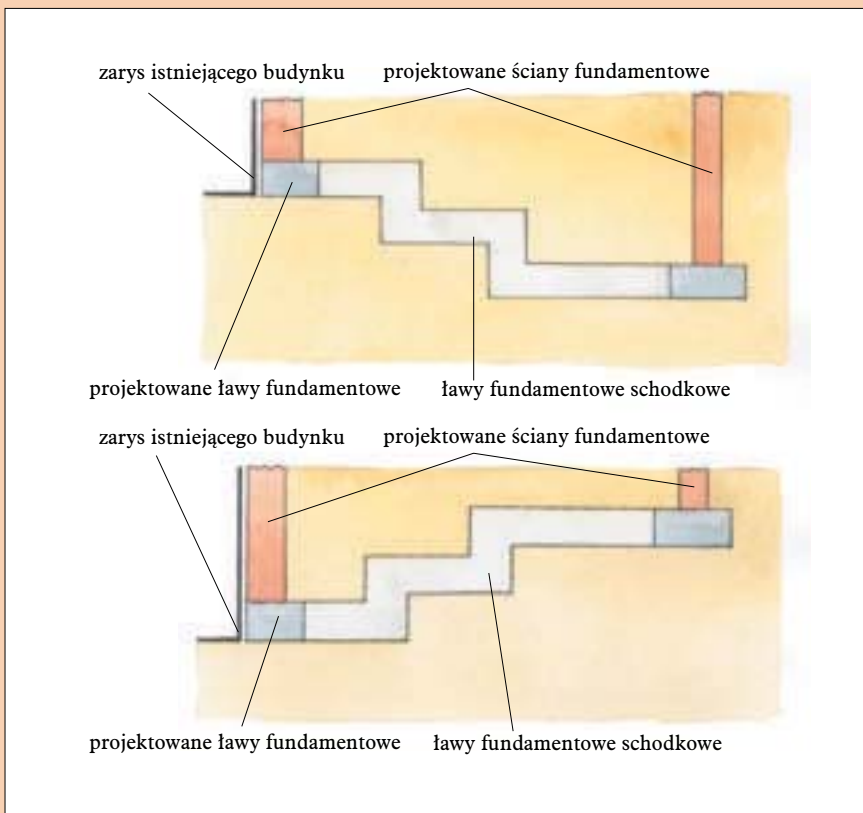
Zdarza się, że na wąskich działkach najkorzystniejsze byłoby usytuowanie domu na granicy posesji. Jednak najczęściej znajduje się tam już budynek sąsiada. Najlepszym rozwiązaniem byłby projekt domu wykonany na indywidualne zamówienie, ale w praktyce zazwyczaj trzeba dostosować dokumentację katalogową. Powstaje zatem pytanie: jak posadowić własny dom, żeby nie spowodować uszkodzeń już istniejącego? Koniecznie trzeba zadbać o dwie sprawy:



### 12 Ława betonowa przy istniejącym budynku

- fundamenty sąsiadujących ścian w obu budynkach powinny być posadowione na tym samym poziomie;
- w budowanym domu oś ściany konstrukcyjnej fundamentowej lub piwnicznej nie powinna znajdować się dalej od osi fundamentu niż 1/6 szerokości ławy 12.

Dzięki temu ławy fundamentowe z projektu katalogowego mogą pozostać nie zmienione – ani ich wymiary, ani zbrojenie (ewentualnie należy przesunąć szkielet zbrojeniowy wraz ze ścianą). Jednak dość często poziomy posadowienia budynku istniejącego i pro-



**13** Schemat wykonania ław fundamentowych przy różnych poziomach posadowienia budynków

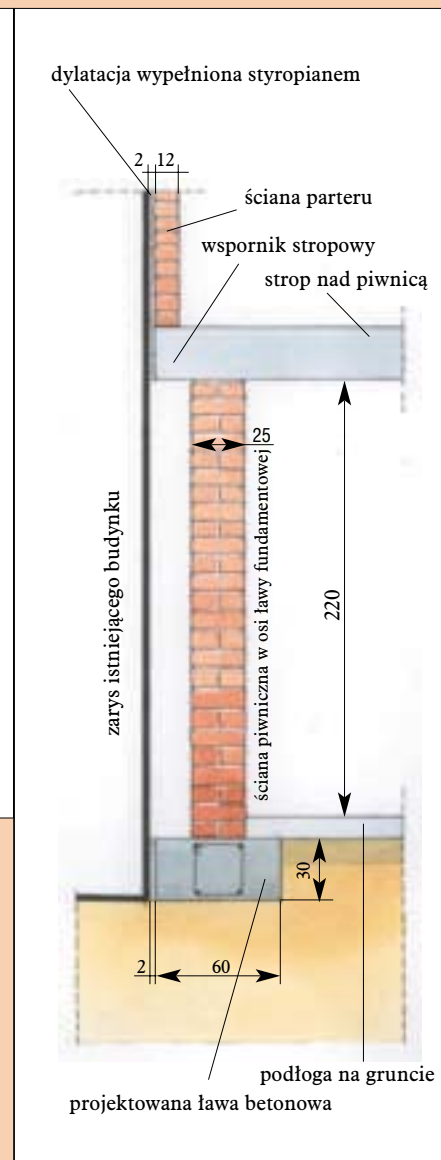
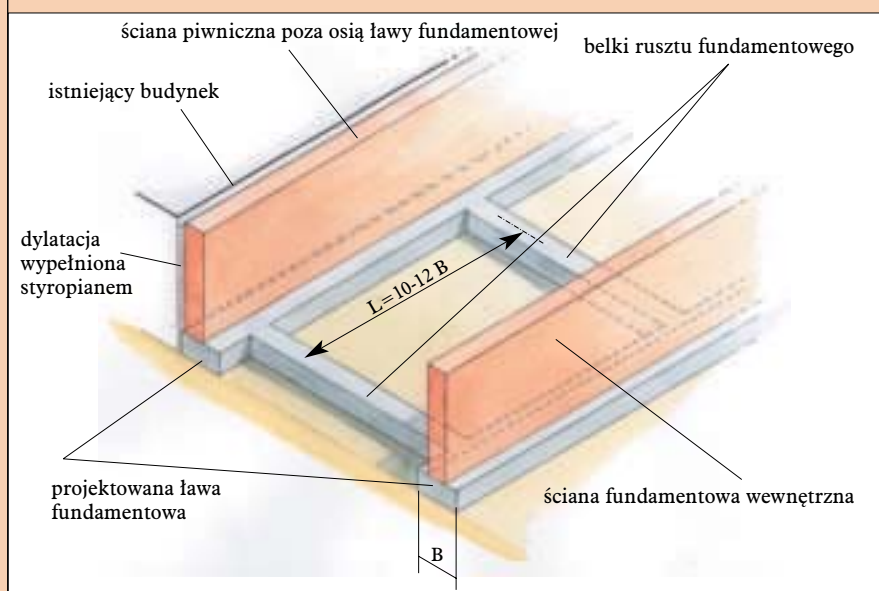
jektowanego różnią się (bywa, że znacznie). Wtedy, szczególnie w domach niepodpiwniczonych, najłatwiejszym rozwiązaniem jest wykonanie ław prostopadłych do granicy działki jako schodkowych 13.

A co zrobić, gdy budynek ma być głęboko podpiwniczony? To zależy, czy dom sąsiada też ma piwnice. Jeśli nie, można próbować się dogadać i podbijać (czyli jednocześnie pogłębiać i poszerzać) fundamenty istniejącego budynku, ale jest to zadanie kosztowne, ryzykowne i... mało prawdopodobne. Wtedy najlepiej zrezygnować z podpiwniczenia lub wykonać je tylko pod częścią domu. Jednak, jeśli poziom posadowienia sąsiadującego budynku znajduje się na dostatecznej głębokości, można rozważyć dwie możliwości:

- ścianę piwniczną wykonać w osi ławy fundamentowej, a ścianę parteru (często wówczas działową, a nie nośną) na wsporniku stropowym 14. Wtedy fundamenty nie ulegną zmianie, a przy okazji zyska się trochę powierzchni mieszkalnej na kondygnacjach nadziemnych;
- ścianę piwniczną wybudować przy ścianie sąsiada, ale wtedy trzeba się liczyć z tym, że jej oś wypadnie zbyt bli-

sko krawędzi ławy i fundamenty mogą odrywać się od podłoża – a to już grozi katastrofą. Jednym z najprostszych sposobów zaradzenia temu byłoby połączenie ławy biegnącej wzdłuż granicy działki z ławą do niej równoległą. Najlepiej i najłatwiej zrobić to za pomocą rusztu fundamentowego, czyli belek żelbetonowych usytuowanych w rozstawie odpowiadającym 10-12 wysokością ław 15.

**15** Mimośrodowo obciążone ławy fundamentowe domu podpiwniczonego w sąsiedztwie istniejącego budynku



**14** Ławy fundamentowe domu podpiwniczonego w sąsiedztwie istniejącego budynku

**Uwaga:** Wykonanie robót ziemnych przy fundamentach istniejącego budynku stwarza szczególne zagrożenie katastrofą budowlaną. Odkopanie fundamentów na całej długości może spowodować zawalenie się spoczywającej na nim ściany, w wyniku wyparcia gruntu. Dlatego roboty te należy prowadzić odcinkami lub po zastosowaniu odpowiednich wzmocnień.

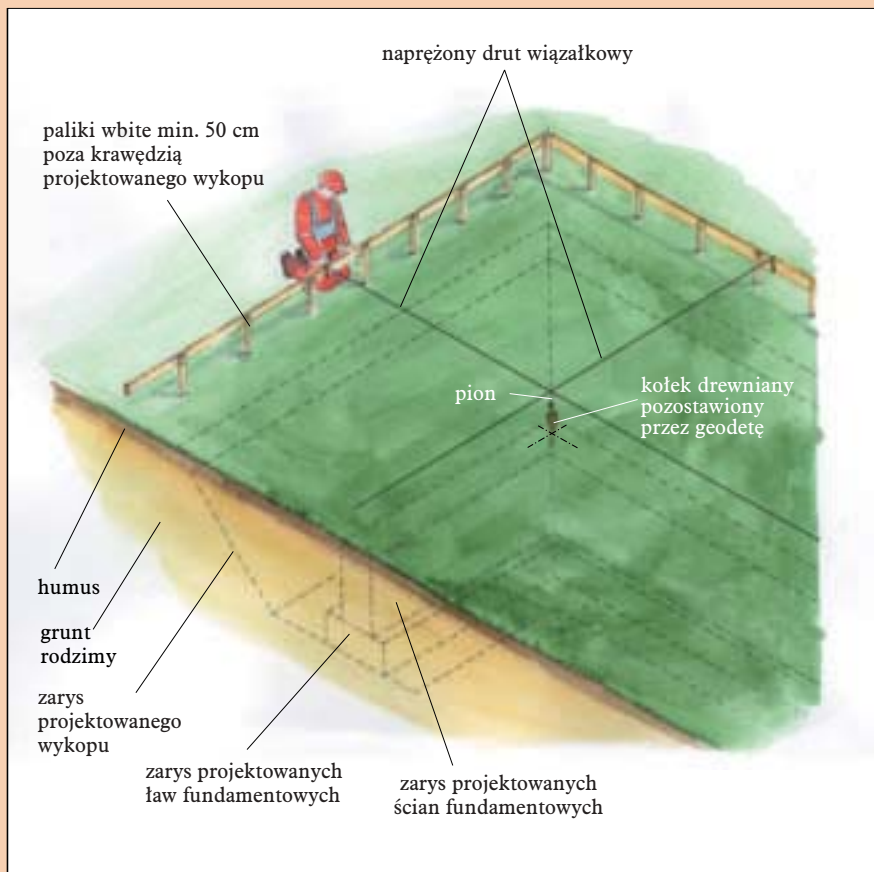
### Wykonywanie fundamentów

Wszystkie roboty fundamentowe powinny być wykonane zgodnie z projektem i to dopiero po odbiorze podłoża gruntowego, czyli formalnym stwierdzeniu jego przygotowania i przydatności do prowadzenia robót betonowych (potwierdzonym wpisem w dzienniku budowy). Zalecenie to szczególnie dotyczy budynków podpiwniczonych lub wymagających zastosowania drenażu. Wtedy ławy i stopy najlepiej zrobić w tradycyjny sposób, czyli w deskowaniu (dawniej zwanym szalunkiem). Jednak w budynkach niepodpiwniczonych i na gruntach przepuszczalnych zwykle bardziej opłaca się wykonać płytkie fundamenty oszczędnościowe – tylko 50 cm poniżej poziomu terenu.

Robót fundamentowych nie powinno się prowadzić w okresie zimowym z uwagi na wysoki koszt tych prac. Należy również unikać wykonywania fundamentów na jesieni, jeśli nie zdąży się doprowadzić budowy do tzw. stanu zero (wykonane fundamenty, ściany fundamentowe, a wykopki zasypane). Nie powinno się też pozostawiać na zimę tylko piwnic. Ryzyko bowiem zamrznięcia gruntu pod ławami fundamentowymi i ich uszkodzenia jest wtedy duże.

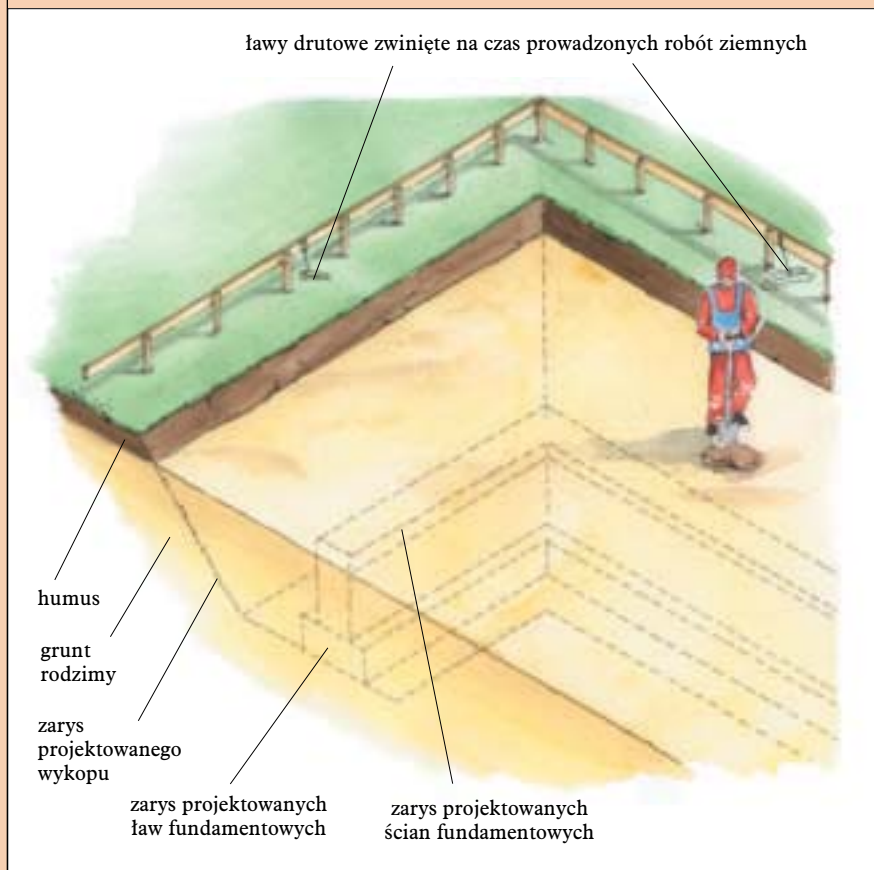
Na rysunkach przedstawione są kolejne etapy robót niezbędne przy wykonywaniu ław fundamentowych obiema metodami (przy założeniu, że nie trzeba obniżać zwierciadła wody gruntowej, a teren jest płaski).

**Wytyczenie fundamentów** **16** – to pierwsza czynność polegająca na wyznaczeniu w terenie i trwałym oznakowaniu wszystkich osi geometrycznych i punktów charakterystycznych projektowanego budynku. Przy budowie domu jednorodzinnego zwykle wykonuje się tzw. ławy drutowe. Oznacza to, że w odległości min. 50 cm poza krawędziami skarp przyszłych wykopów wbija się paliki, przybija do nich wypoziomowane deski, a następnie wyznacza osie za pomocą mocno napiętego stalowego drutu (np. wiązałkowego). Należy przy tym pamiętać



**16** Wykonanie ław drutowych – można je robić również po wykonaniu wykopów

**17** Usuwanie warstwy humusu



## Przy wytyczaniu fundamentów nie wolno używać sznurka lub żyłki tylko drut stalowy

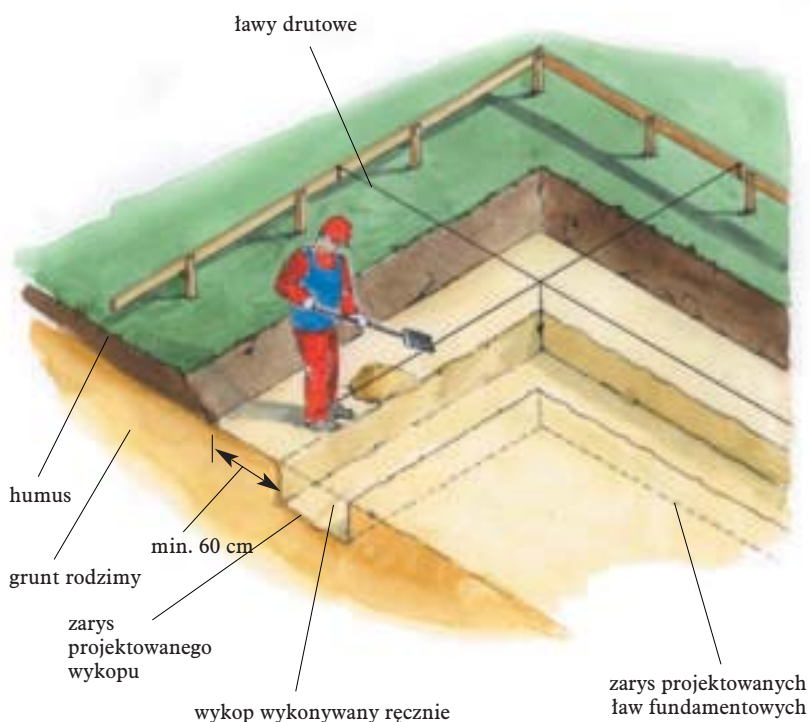
tać, że nie wolno używać sznurka lub żyłki. Ławy drutowe pozwalają dość precyzyjnie odmierzać i kontrolować wszystkie wymiary na płaszczyźnie. Jednak do określenia wysokości (np. posadowienia) potrzebny jeszcze jest tzw. reper – trwale oznakowany punkt odniesienia (może być specjalnie wyprofilowana kształtka stalowa), od którego będą odmierzane wszystkie wymiary wysokościowe. Musi znajdować się poza obrębem prowadzonych robót, w miejscu nienarażonym na osiadanie. Do tego celu wykorzystuje się np. sąsiadujące budynki murowane, słupy elektryczne czy włazy studzienek kanalizacyjnych, czyli punkty stałe, które łatwo powiązać z terenową osnową geodezyjną. W ostateczności instaluje się specjalnie przygotowane elementy drewniane lub betonowe posadowione poniżej głębokości przemarzania. Reperów nie wolno umieszczać na drzewach. Wytyczenie fundamentów powinien przeprowadzić kierownik budowy lub geodeta, łącznie ze sporządzeniem stosownego szkicu i wpisem do dziennika budowy.

Ławy drutowe należy pozostawić, aż do wymurowania ścian fundamentowych. Odmierzając odpowiednie odległości można łatwo wyznaczyć obrys ścian, a to umożliwi właściwe ustawienie deskowań lub wyznaczenie narożników ścian nośnych.

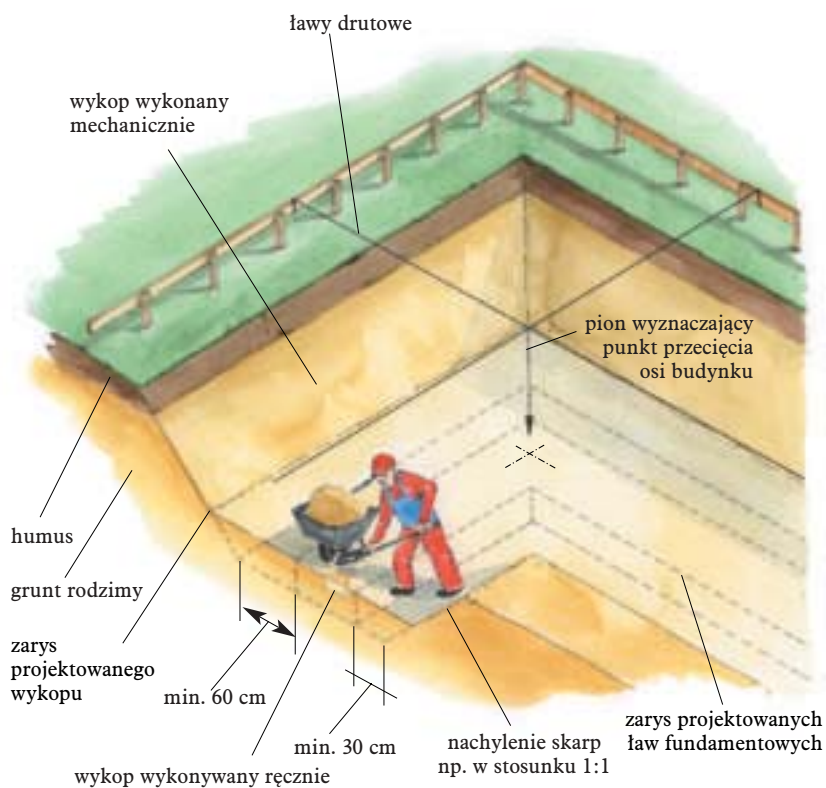
**Zdjęcie humusu** 17 – czyli warstwy ziemi uprawnej zwykle grubości 15-30 cm. To prosta czynność, którą można wykonać ręcznie lub mechanicznie – najczęściej koparko-spycharką. Istotne jest, żeby ziemia była składowana w pryzmach o wysokości nie większej niż 1,5 m, jak najdalej od krawędzi wykopu i jednocześnie jak najbliżej miejsca przyszłego zagospodarowania (najczęściej na terenie przyszłego ogrodu). Odległość pomiędzy skarpią nasypu, a krawędzią wykopu powinna być równa przynajmniej podwójnej jego głębokości i jednocześnie nie mniejsza niż 3 m w gruntach przepuszczalnych oraz 5 m w gruntach spoistych. W terenie o nachyleniu do 20% przyzmy gruntu można umieszczać powyżej wykopu, a przy większym spadku – poniżej. Trzeba również pamiętać, że spulchniona ziemia zwiększa swoją objętość około 15-25%. A to oznacza, że humus zdjęty np. z powierzchni 100 m<sup>2</sup> (warstwa grubości 20 cm) zajmie nie 20 m<sup>3</sup> lecz więcej o 3-5 m<sup>3</sup>. Trzeba zatem liczyć się z tym, że powierzchnia przeznaczona na jego składowanie musi być odpowiednio duża.

**Wykopy** 18 – pod fundamenty oszczędnościowe to ręcznie wykopane

### METODA OSZCZĘDNOŚCIOWA



### METODA TRADYCYJNA

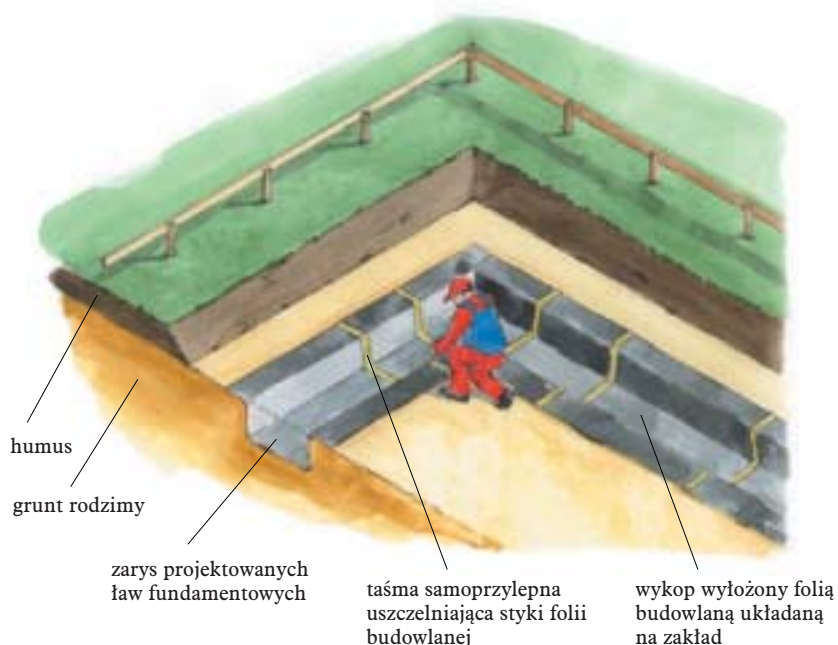


18 Wykonanie wykopów pod ławy fundamentowe

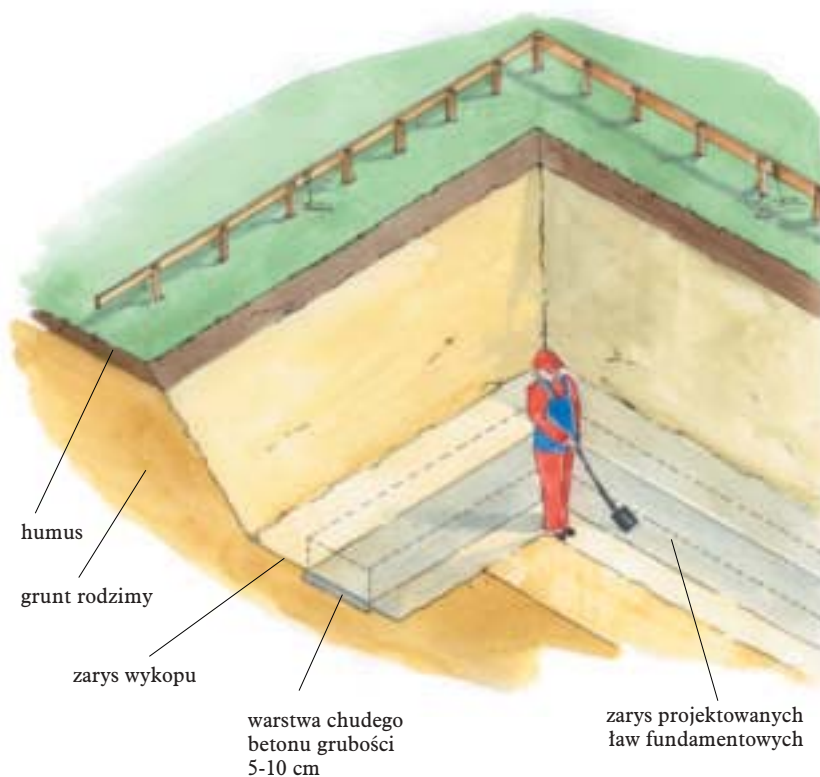
rowki o wymiarach poprzecznych takich samych, jak projektowane ławy i stopy fundamentowe. I to już praktycznie koniec robót ziemnych.

Inaczej jest w przypadku wykonywania fundamentów metodą tradycyjną. Wtedy trzeba się liczyć z tym, że do przemieszczenia jest zwykle kilkadziesiąt, a w skrajnych przypadkach nawet kilkaset metrów sześciennych gruntu, który należy zmagazynować na terenie działki lub wywieźć na tzw. zwałkę. Zasady składowania gruntu są właściwie takie same, jak w przypadku humusu z tym, że nachylenie skarp nie powinno być większe niż 1:1,5 (34°). Ilość ziemi do zagospodarowania zależy nie tylko od głębokości posadowienia, ale także rodzaju gruntu i jego wilgotności. Po prostu w gruntach przepuszczalnych skarpy wykopów powinny mieć nachylenie w stosunku 1:1,25 (max 1:1), a w gruntach spoistych od 1:0,33 do 1:0,75 (zwykle 1:0,50-0,60), a to powoduje znaczną różnicę objętości. Do robót ziemnych najlepiej nadaje się koparko-spycharka, ponieważ jest to sprzęt uniwersalny, stosunkowo lekki, o dużej manewrowości i wydajności. Wykopy można wykonać również ręcznie, ale zajmie to zapewne kilka tygodni, a przy pomocy maszyny tę samą robotę wykona się najwyżej w dwa dni. Prace zmechanizowane powinno się zakończyć na poziomie około 20 cm powyżej rzędnej posadowienia fundamentów. Resztę gruntu zaleca się usunąć ręcznie przed rozpoczęciem robót montażowych. Dzięki temu uniknie się rozmiękczenia gruntu przez deszcz, nieumyślnego spulchnienia bądź zasypania dna wykopu. Jednak w praktyce wielu inwestorów decyduje się na mechaniczne kopanie, aż do poziomu posadowienia budynku. Liczą się z tym, że w przypadku przegłębienia, wykop zostanie wypełniony do właściwego poziomu chudym betonem lub piaskiem stabilizowanym cementem. Trzeba przyznać, że jeśli roboty fundamentowe prowadzone są sprawnie, szybko i w okresie bez opadów, to powyższe rozwiązanie jest bardzo efektywne (oszczędzające czas i pracę) oraz ekonomiczne. Na zakończenie powinno się jeszcze wykonać tymczasowe odwodnienie wykopów, czyli układ rowków z odpowiednimi spadkami doprowadzającymi wodę opadową do miejsca, z którego łatwo będzie ją odpompować. Dopiero wtedy można dokonać odbioru robót ziemnych, co powinno być potwierdzone stosownym wpisem w Dzienniku budowy.

### METODA OSZCZĘDNOŚCIOWA



### METODA TRADYCYJNA



19 Wykonanie warstw podkładowych pod ławy fundamentowe

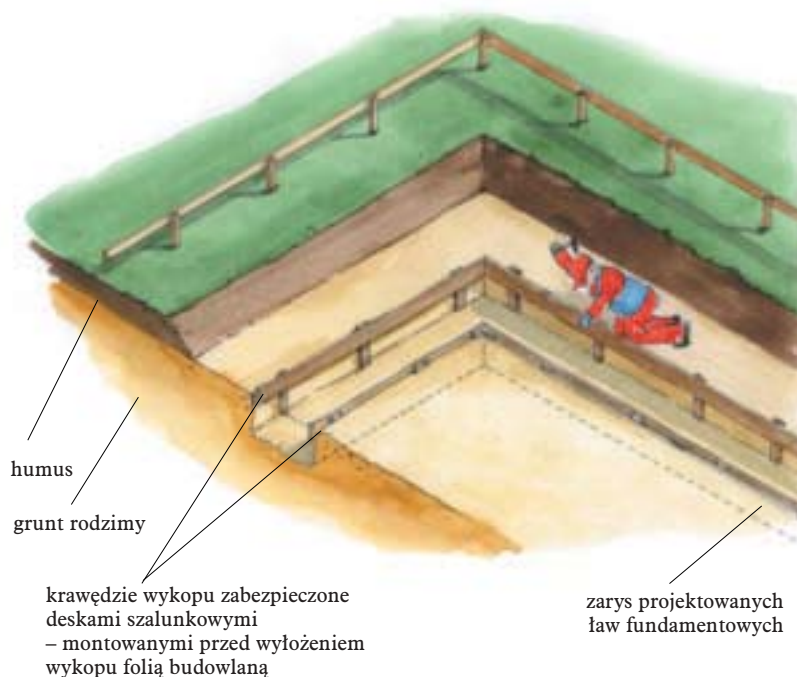
**Warstwy podkładowe 19** – w fundamentach oszczędnościowych to folia budowlana grubości co najmniej 0,2 mm (im grubsza, tym lepiej) ułożona w wykopie i wywinięta z jego obu stron (po około 20-30 cm). Pasy lub rozcięte rękawy folii powinny być układane na zakład szerokości 15-20 cm lub 5-10 cm, gdy dodatkowo zostaną sklejone taśmą samoprzylepną. Folia ta powinna być ułożona bardzo starannie, ponieważ spełnia kilka zadań. Przede wszystkim podczas układania betonu chroni mieszankę przed zanieczyszczeniem gruntem. Nie pozwala na odpłynięcie wody zarobowej z betonu w suchy grunt. Ułatwia jego pielęgnację, bo dzięki zawiniętym na ławę brzegom folii nie pozwala na odparowanie wody ze świeżego betonu. Wreszcie stanowi całkiem skuteczną izolację przeciwwilgociową fundamentów.

W tradycyjnej metodzie fundamentowania warstwy podkładowe pełnią nieco inną rolę. Wykonane z warstwy chudego betonu grubości 5-10 cm lub zgęszczonego mechanicznie żwiru, piasku albo piasku stabilizowanego cementem (15-30 cm) przede wszystkim wyrównują i wzmacniają powierzchnię podłoża gruntowego. Również chronią mieszankę betonową przed zanieczyszczeniem i mogą stanowić podłoże pod izolację przeciwwilgociową (z folii, papy lub mas bitumicznych). Poza tym dzięki równej powierzchni wykonanie szalunków, zarówno drewnianych jak i systemowych, jest pracą wygodną, łatwą i szybką.

**Deskowanie 20** – w oszczędnościowym sposobie wykonywania ław może być właściwie pominięte, ale wtedy uzyskanie równej powierzchni fundamentu będzie bardzo trudne. Wobec tego, wskazane jest wbicie w grunt desek ustawionych na sztorc i wypoziomowanie ich. Jednak najlepiej byłoby zamocować je do drewnianych palików (o długości równej podwójnej wysokości ław) i tak przygotowany szalunek wbić w dno wykopu. Dzięki temu powierzchnia fundamentu będzie miała równe krawędzie i szerokość dokładnie taką, jaka została zaprojektowana. Oczywiście, roboty te należy wykonać jeszcze przed ułożeniem folii w wykopie.

Szalunki tradycyjne o wysokości do 50 cm wykonuje się z desek grubości 25 mm zbitych w tzw. błaty. Deskowanie to usztywnia się balami grubości 50 mm lub krawędziakami 80x100 mm. Same błaty podpira się zastrzałami co 1,5-2,0 m i stabilizuje kółkami wbitymi w zie-

### METODA OSZCZĘDNOŚCIOWA



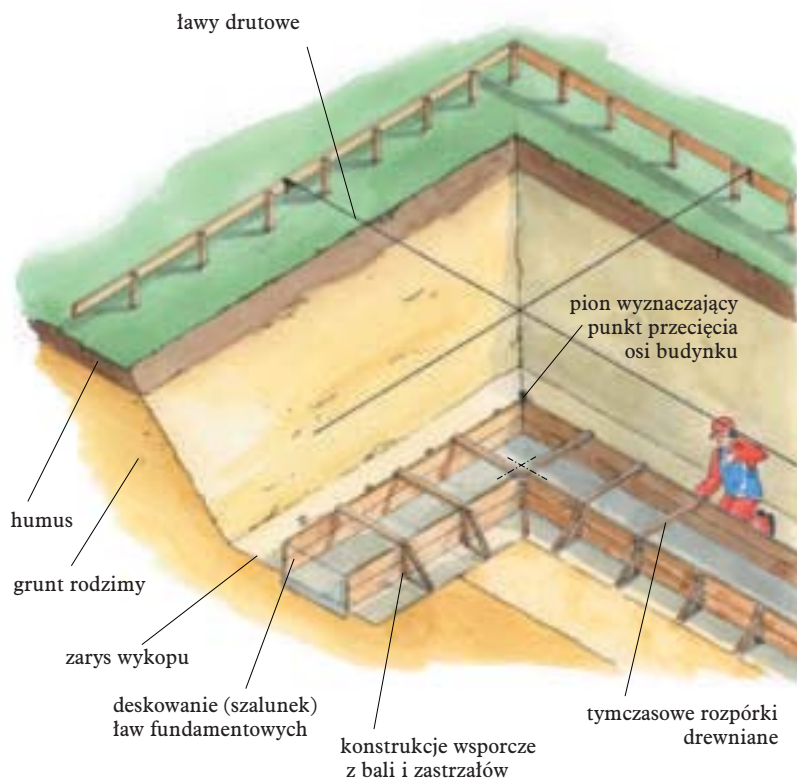
humus

grunt rodzimy

krawędzie wykopu zabezpieczone deskami szalunkowymi – montowanymi przed wyłożeniem wykopu folią budowlaną

zarys projektowanych ław fundamentowych

### METODA TRADYCYJNA



ławy drutowe

pion wyznaczający punkt przecięcia osi budynku

humus

grunt rodzimy

zarys wykopu

deskowanie (szalunek) ław fundamentowych

konstrukcje wsporcze z bali i zastrzałów

tymczasowe rozpórki drewniane

20 Przygotowanie deskowań (szalunków)

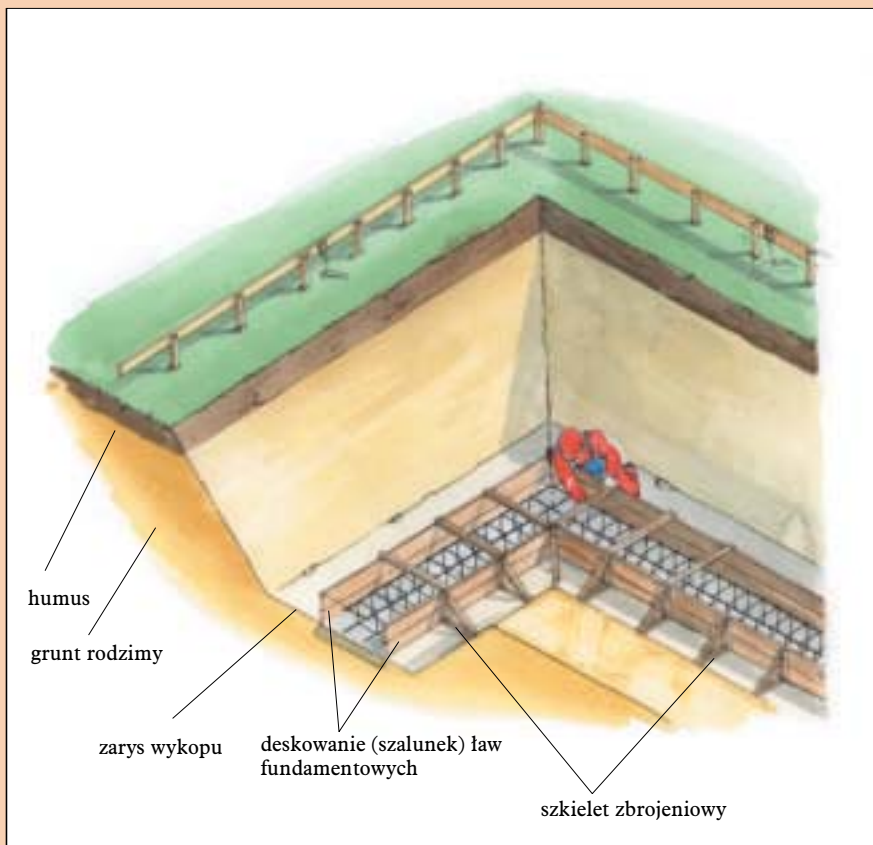
### Mieszankę betonową powinno się zakupić w betoniarni, a nie przygotowywać na placu budowy

mię. Jednocześnie górne deski szalunkowe rozpiera się tymczasowymi rozpórkami drewnianymi (wyjmowanymi w trakcie betonowania). Jednak w praktyce nawet inwestorzy indywidualni dość często stosują deskowania systemowe – głównie typu Acrow. Ich montaż musi przebiegać zgodnie z zaleceniami i instrukcją producenta.

**Zbrojenie** <sup>21</sup> – to najczęściej szkielet przestrzenny złożony z 4 prętów średnicy 12 mm połączonych 6-mm strzemionami. W projektach domów jednorodzinnych bardzo rzadko się zdarza, żeby wszystkie potrzebne pręty były dokładnie rozrysowane. Najczęściej podana jest tylko długość lub ciężar prętów głównych i strzemion. Architekci zakładają bowiem, że wykonawcy znają zasady prawidłowego łączenia zbrojenia. Może to i słuszne, jednak zbyt łatwo można wmówić inwestorowi, że robota jest wykonana poprawnie. Trzeba zaś zwrócić uwagę przynajmniej na dwa aspekty:

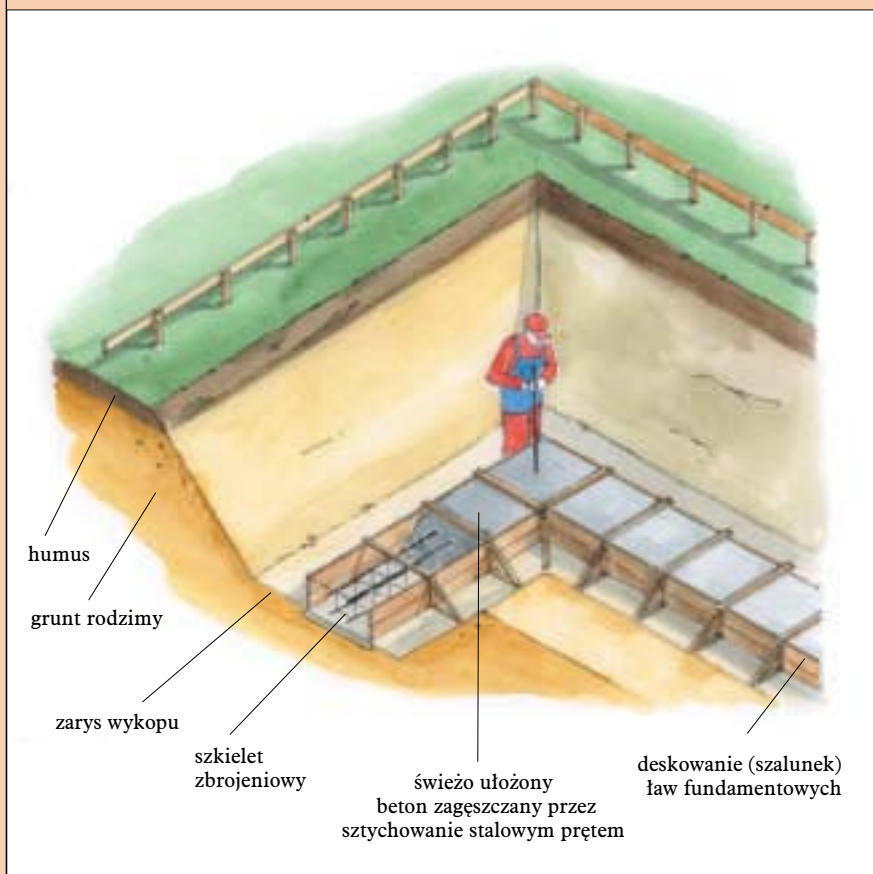
- łączenie prętów na długości – powinno być wykonywane na zakład o długości co najmniej 50 cm dla stali gładkiej oraz 40 cm dla stali żebrowanej;
- łączenie prętów w narożach – może być wykonywane na dwa sposoby. Pierwszy polega na tym, że proste pręty główne (gładkie zakończone hakami) łączy się za pomocą dodatkowych prętów wygiętych w kształcie litery L, zwykle o ramionach długości 1 m. W drugim wszystkie pręty główne występujące w połączeniu zagięte są pod kątem prostym na odległość co najmniej 20 cm.

Trzeba również zwrócić uwagę, aby pręty były oczyszczone z ziemi, smarów, farb olejnych i łuszczącej się rdzy. W tym celu zwykle używa się szczotek drucianych lub lamp benzynowych (do wypalenia zanieczyszczeń chemicznych). Następnie poszczególne pręty łączy się w szkielety zbrojeniowe za pomocą zgrzewania lub wiązania wyżarzonym drutem wiązałkowym średnicy 1 mm. W celu zapewnienia wymaganej grubości otuliny, na dolne pręty zakłada się krążki dystansowe wykonane z tworzywa sztucznego, ewentualnie zbrojenie układa się w wykopie lub przygotowanym szalunku na specjalnych podkładkach betonowych bądź ceglach. Po zakończeniu prac montażowych dokonuje się odbioru robót, czyli sprawdza jakość wykonania deskowań oraz poprawność ułożenia zbrojenia. Przygotowanie fundamentów do betonowania musi być potwierdzone wpisem w Dzienniku budowy.



**21** Montaż zbrojenia

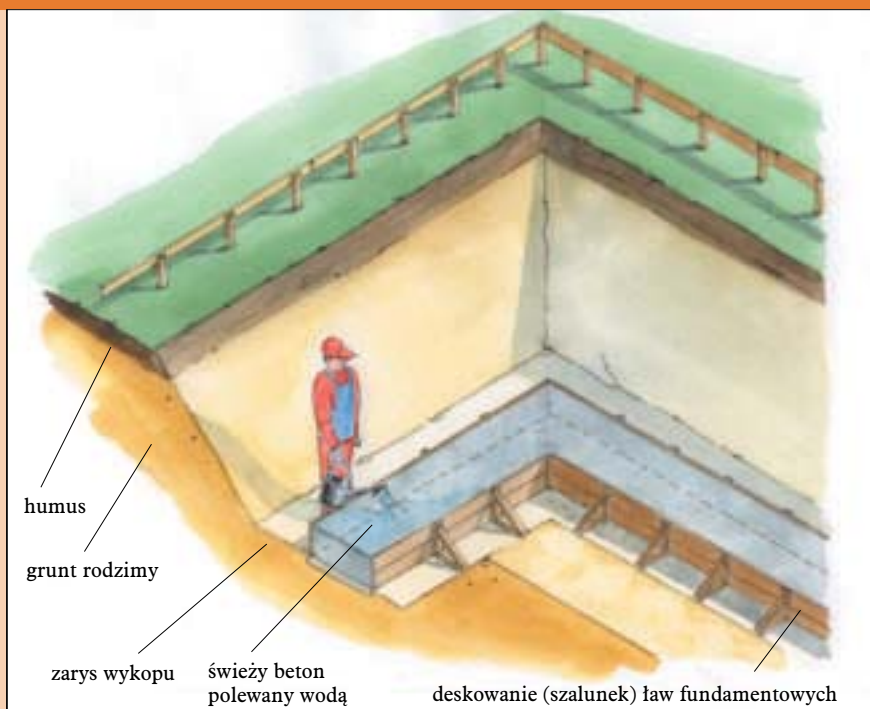
**22** Betonowanie ław fundamentowych



**Betonowanie** 22 fundamentów domu jednorodzinnego wymaga zwykle użycia kilku, a czasami nawet kilkunastu metrów sześciennych betonu. Jednocześnie zaleca się wykonywać tę pracę bez przerw technologicznych, czyli w ciągu kilku godzin – najwyżej jednego dnia. **Warunki te właściwie narzucają sposób przygotowania mieszanki betonowej – powinno się ją zakupić w betoniarni, a nie przygotowywać na placu budowy.** W ten sposób osiągnie się jeszcze jedną korzyść, klasa betonu będzie gwarantowana, co nie jest takie oczywiste, gdy mieszankę wytwarza się na budowie.

Przed samym betonowaniem deskowanie powinno się obficie zlać wodą, a szalunki systemowe posmarować preparatem adhezyjnym, który umożliwi łatwe ich zdemontowanie bez uszkodzenia powierzchni betonu. Samo betonowanie jest czynnością prostą i właściwie jedynym problemem jest niedopuszczenie do rozdzielenia składników mieszanki. Duże znaczenie ma w tym przypadku konsystencja betonu – np. jeśli mieszanka jest ciekła, to wolno ją zrzucić z wysokości nie większej niż 0,5 m, a jeśli gęstoplastyczna, to nawet z wysokości 3,0 m. Drugą ważną czynnością jest odpowiednie zagęszczenie ułożonej mieszanki. Beton o konsystencji ciekłej lub półciekłej można zagęszczać za pomocą sztychowania (nakłuwania prętem stalowym, a często po prostu szpadłem) oraz lekkiego opukiwania szalunku. Jednak przy konsystencji plastycznej lub gęstoplastycznej należy użyć wibratorów. Najbardziej dostępny i najłatwiejszy w użyciu jest wibrator wgłębny. Stosując go trzeba jednak uważać, aby buława wibracyjna zanurzana w mieszance betonowej nie dotykała zbrojenia, ani szalunku. Wibrowanie lub sztychowanie należy prowadzić do momentu, w którym z betonu zostanie usunięte powietrze, czyli do czasu, aż cała powierzchnia mieszanki pokryje się zaczynem cementowym. Po lekkim związaniu betonu jego powierzchnię należy wyrównać, a jeszcze lepiej zatrzeć na gładko.

**Pielęgnacja betonu** 23 – polega na ochronie odsłoniętych powierzchni fundamentów przed nadmiernym wysuszeniem przez wiatr i słońce. Sprowadza się do utrzymywania stałej wilgotności betonu w okresie przynajmniej 7-14 dni od momentu wykonania ław fundamentowych (głównie zależy to od rodzaju zastosowane-

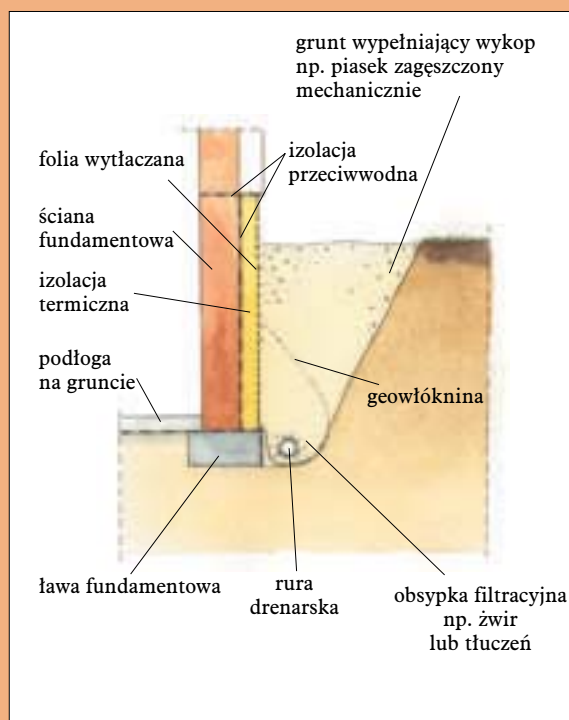


23 Pielęgnowanie betonu

## Drenaż opaskowy

Potrzebny jest zawsze wtedy, gdy budynek usytuowany jest na zboczu wzgórza lub w pobliżu wysokiej skarpy. Także wówczas, gdy dom wymaga wykonania szerokich ław fundamentowych na skutek występowania dużych obciążeń lub podłoża o niewielkiej nośności 24. Co prawda, drenaż wymaga zamówienia odrębnego projektu wykonanego przez inżyniera budownictwa wodnego, specjalistę od melioracji lub geotechnika, ale za to nie wpływa na zasadniczy projekt domu (układ warstw w przegrodach budowlanych pozostaje praktycznie bez zmian). W dokumentacji muszą być określone następujące dane:

- materiał, z jakiego należy wykonać rury drenarskie i ich średnica;
- układ rur drenarskich z zaznaczonymi spadkami i poziomem posadowienia;
- liczba oraz wielkość (średnica, głębokość) studzienek kontrolnych;
- rodzaj materiału, jakiego należy użyć do obsypki filtracyjnej (zwykle płukany żwir o odpowiedniej frakcji);
- rodzaj materiału, z którego będzie wykonana zasypka wykopu (piasek, żwir, pospółka, czy grunt z wykopu);
- rodzaj materiału filtracyjnego, który będzie układany wzdłuż ścian (żwir, płyty drenujące, folia wytłaczana z geowłókniną itp.);
- sposób odprowadzenia i zagospodarowania wody z drenażu (kanalizacja deszczowa, rzeka, rów melioracyjny, studnia chłonna itp.).



24 Drenaż opaskowy



go cementu). Polewanie wodą należy rozpocząć 24 godziny od chwili ułożenia mieszanki i czynność tę powtarzać co 3 godziny w dzień i przynajmniej jeden raz w nocy przez kolejne 3 dni. W następnych dniach co najmniej 3 razy na dobę, oczywiście przy założeniu, że temperatura powietrza w dzień oscyluje około  $+15^{\circ}\text{C}$  (np. jeśli jest niższa niż  $+5^{\circ}\text{C}$  to betonu nie polewa się).

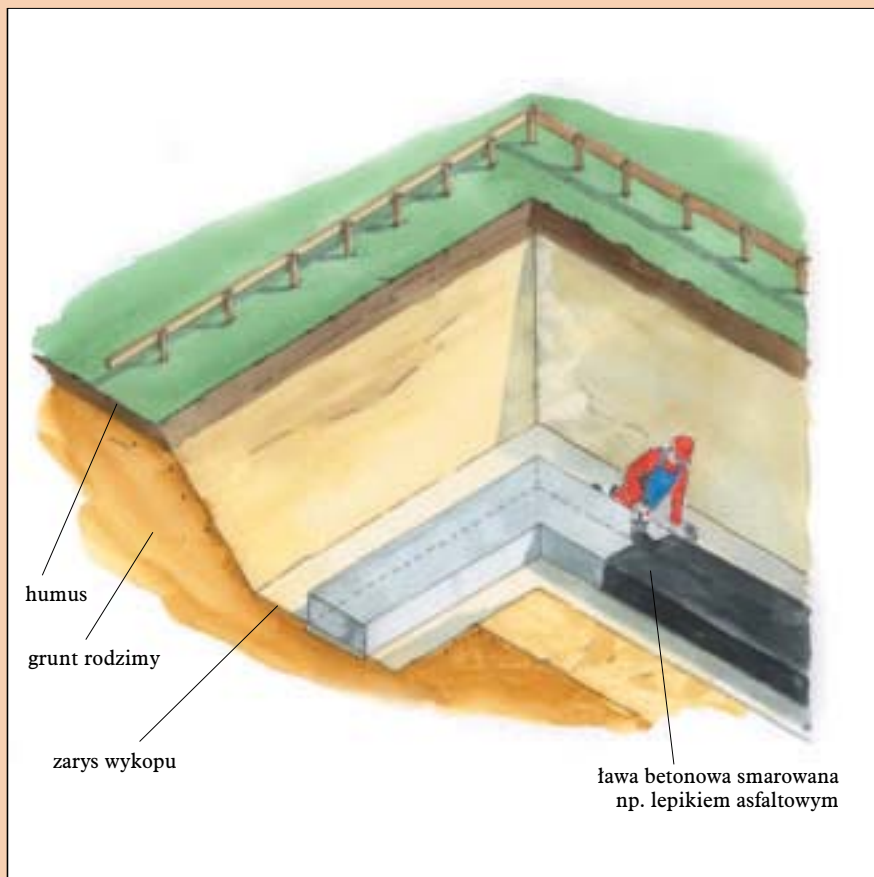
Teoretycznie deskowanie można usunąć już po 2-3 dniach od chwili zakończenia betonowania, jednak w praktyce nie zdejmuje się go przynajmniej przez tydzień.

**Izolacja przeciwwilgociowa** <sup>25</sup> – nadal często sprowadza się do dwukrotnego posmarowania wierzchu ław lepikiem asfaltowym. Jednak to rozwiązanie jest wystarczające tylko w domach niepodpiwniczonych, posadowionych na gruntach przepuszczalnych. Przy gruntach spoistych, wysoko występującej wodzie gruntowej lub w domach podpiwniczonych należy stosować bardziej skuteczne materiały, np. papę asfaltową (najlepiej termozgrzewalą) bądź odpowiednio grubą folię hydroizolacyjną. Niektóre z tych materiałów można układać na jeszcze wilgotnym betonie, czyli około 2 tygodnie po wykonaniu fundamentów, jednak najlepiej byłoby poczekać, aż beton całkowicie zwiąże (min. 28 dni). W oszczędnościowej metodzie fundamentowania wystarczającą izolacją może być wywinięta na ławy folia budowlana, oczywiście pod warunkiem, że nie została wcześniej uszkodzona.

**Zасыpywanie fundamentów** <sup>26</sup> – powinno się przeprowadzić niezwłocznie po zakończeniu prac budowlanych, czyli po usunięciu deskowania oraz wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej (odrębne zagadnienie stanowi drenaż opaskowy). Do zasypywania ław fundamentowych zwykle można stosować ziemię z wykopów (pozostawioną na odkład). Należy jednak pamiętać, że nie wolno używać gruntów zawierających zanieczyszczenia organiczne, bo mogą spowodować korozję betonu i zbrojenia. Poza tym trzeba zadbać, aby grunt był zagęszczany mechanicznie, warstwami o grubości nie większej niż 20 cm.

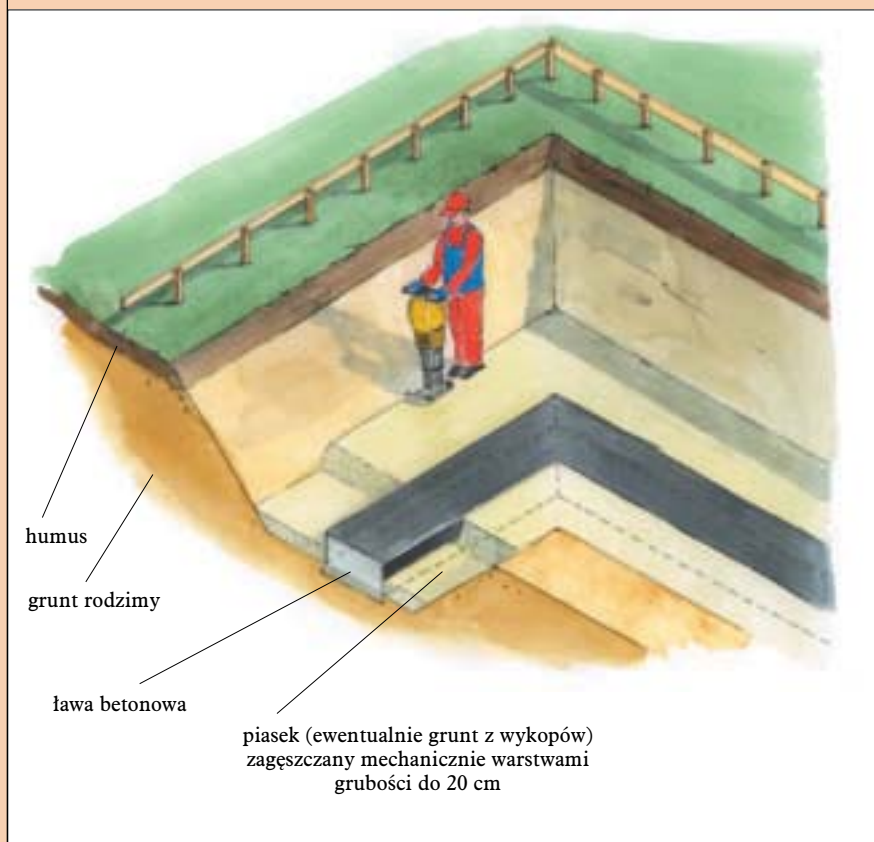
### Fundamenty w gruntach nieprzepuszczalnych

W gruntach spoistych wykonanie szerokiego wykopu umożliwiającego



<sup>25</sup> Wykonywanie izolacji przeciwwilgociowej

<sup>26</sup> Zасыpywanie wykopów

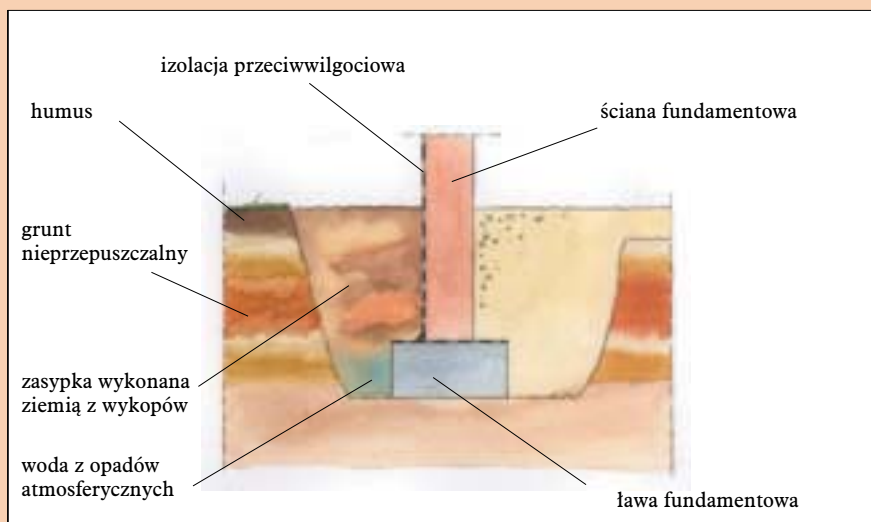


prawidłowe wykonanie łąw i ścian fundamentowych, a także ułożenie izolacji przeciwwilgociowej oraz termicznej wiąże się z problemem odprowadzenia wody deszczowej lub tzw. podskórnej, przesączającej się przez naruszone warstwy gruntu – w tym zasypkę 27. Powszechnym rozwiązaniem jest wykonanie drenażu opaskowego dookoła budynku. Jednak nie zawsze istnieje możliwość znalezienia sensownego i ekonomicznego sposobu na odprowadzenie w ten sposób zebranej wody (brak w pobliżu rzeczki, kanału, rowu melioracyjnego itp.). Wtedy warto zastanowić się nad zmianą fundamentów budynku. Idea polega na tym, żeby wykonać łąwy stosunkowo wąskie (mniej więcej na szerokość ścian fundamentowych łącznie z ociepleniem), ale wysokie (praktycznie aż do warstwy humusu), które wypełniałyby cały wykop 28. Będą nieco podobne do opisywanych szczegółowo fundamentów oszczędnościowych. Dzięki temu grunt wokół łąw będzie nienaruszony, a to oznacza również, że nie potrzebna będzie zasyпка, ani tym bardziej drenaż. Po prostu dla napływającej wody nie będzie miejsca – nie będzie więc z nią problemów. Poza tym stosunkowo kosztowne ściany fundamentowe ulegną skróceniu na rzecz tańszych łąw betonowych. Co prawda należy wykonać adaptację projektu i rzetelne badania geotechniczne, aby można było dobrać optymalną szerokość fundamentów, ale to są małe koszty w porównaniu z osiągniętymi zyskami. Jednak i ta metoda ma swoje ograniczenia np. spadek terenu, grunt o niewielkiej nośności, duży ciężar budynku o kilku kondygnacjach, duża rozpiętość stropów (i ich podpór) oraz to, że nie da się jej zastosować w budynkach podpiwniczonych.

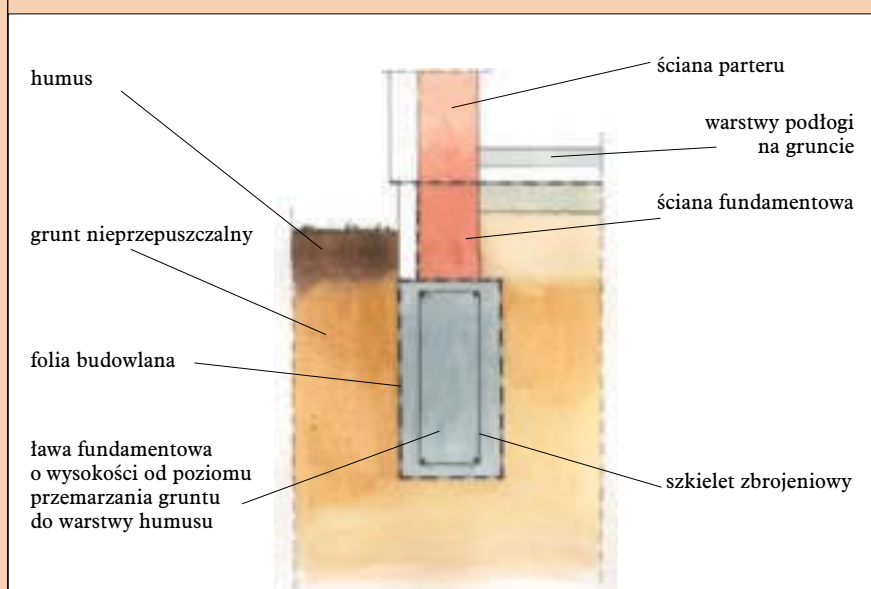
### Szczegóły i detale wykonawcze

Wykonując fundamenty domu jednorodzinnego warto jeszcze pamiętać o kilku prostych rozwiązaniach, dzięki którym jakość i trwałość łąw pozostaną na wysokim poziomie.

**Przerwa robocza** – to tzw. zło konieczne spowodowane np. awarią sprzętu w trakcie wykonywania robót 29. Wtedy zazwyczaj nie udaje się zachować ciągłości betonowania fundamentów.

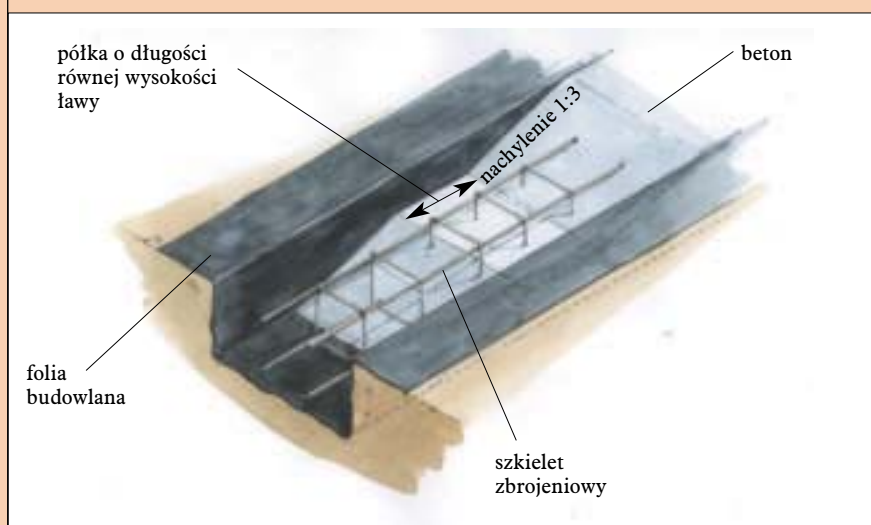


27 Zalewanie łąw fundamentowych w gruntach nieprzepuszczalnych



28 Wykonanie łąw fundamentowych w gruntach nieprzepuszczalnych – sposób oszczędnościowy

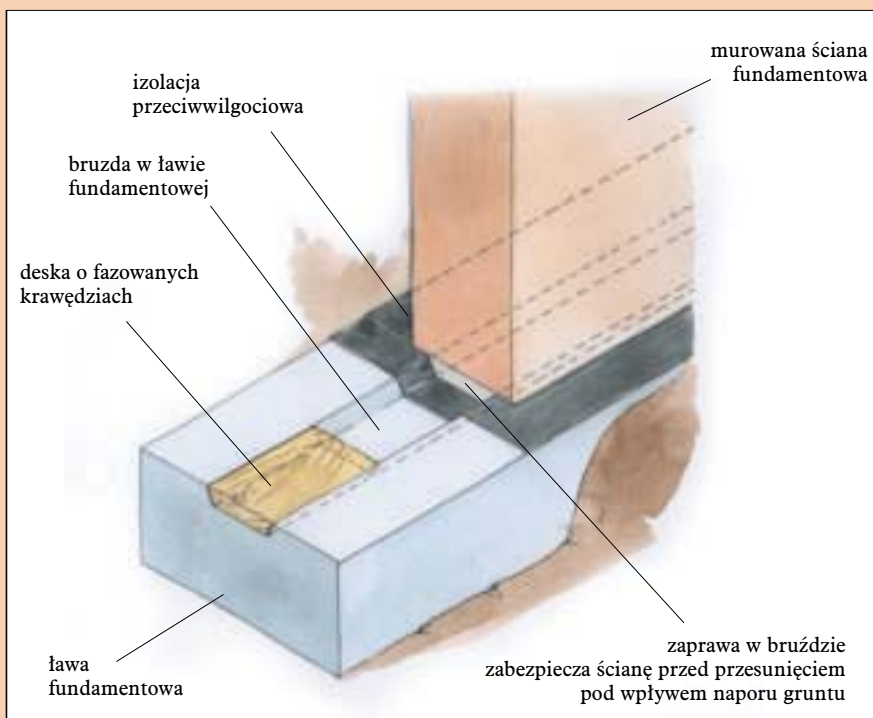
29 Wykonanie przerwy roboczej podczas betonowania łąw fundamentowych



Trzeba bowiem pamiętać, że przy temperaturze powietrza około 20°C mieszanka betonowa powinna być zużyta w czasie nie dłuższym niż 1,5 godziny, a jeśli zastosowano środki przyspieszające wiązanie cementu czas ten się zmniejsza do zaledwie 0,5 godziny. W takim momencie warto zadbać o to, żeby beton w ławach uformować na wzór zamka ciesielskiego – tzw. zakładki prostej. Płaszczyzny skośne powinny mieć nachylenie 1:3 (18°), a pozioma półka – długość równą wysokości ławy fundamentowej. Jednak to jeszcze nie wystarczy do prawidłowego połączenia stwardniałego i świeżego betonu. Przed wznowieniem betonowania całą powierzchnię przerwy roboczej należy skuć w celu usunięcia warstwy szkliva betonowego (cienkiej, ale śliskiej warstwy, która w czasie wiązania betonu miała kontakt z powietrzem), dokładnie zamieść i obficie zlać wodą. Dopiero wtedy można kontynuować betonowanie ław.

**Bruzda w ławie fundamentowej** – jest szczególnie zalecana w domach płytko podpiwniczonych, bo dodatkowo zabezpiecza ściany piwniczne przed przesunięciem (na skutek parcia gruntu). Najprostszym sposobem jej uformowania jest wciśnięcie w świeży beton desek grubości 38 mm i szerokości co najmniej 8 cm **30**. Boczne krawędzie desek powinny być wcześniej lekko sfazowane, aby ich wyjęcie nie stanowiło problemu. Poza tym krawędzie betonowej bruzdy pozostaną równe. W przypadku głębokiego podpiwniczenia takie rozwiązanie może być niewystarczające. Wtedy lepiej jest zabetonować pręty w kształcie litery L; będą wystawały ponad powierzchnię ław na co najmniej 40 cm (30 średnic w przypadku prętów żebrowanych i 40 średnic dla prętów gładkich). Powinno się stosować pręty o średnicy 12-20 mm w rozstawie dobranym przez projektanta, a zależnym od głębokości posadowienia, rodzaju ściany fundamentowej (murowana, betonowa), rodzaju posadzki w piwnicy itp.

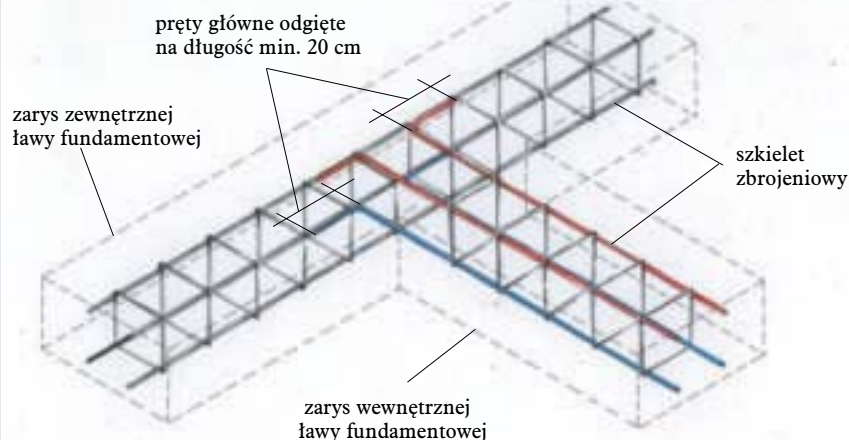
**Połączenie zbrojenia ław obwodowych i wewnętrznych** – powinno być wykonane w podobny sposób, jak w narożu. Oznacza to, że konieczne są 20-cm odgięcia prętów głównych (najczęściej stosowane w przypadku stali żebrowanej) lub dodatkowe pręty w kształcie litery L **31**.



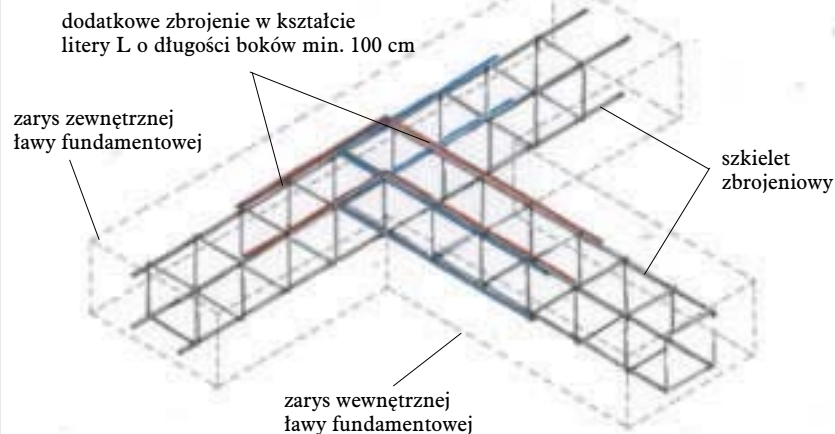
**30** Wykonanie bruzdy w ławie fundamentowej

**31** Łączenie szkieletów zbrojeniowych w prostokątnych ławach fundamentowych

### SPOSÓB 1



### SPOSÓB 2



## Dom z piwnicą, czy bez?

Dla wielu osób zamierzających budować nowy dom jest to jedna z najważniejszych i jednocześnie najtrudniejszych decyzji, bowiem w istotny sposób wpływa na koszty inwestycji.

Obecnie dość powszechnie uważa się, że piwnica w domu jest niepotrzebna, ponieważ znacznie zmienił się styl naszego życia. To prawda, ale pod jednym warunkiem - dom nie może być tylko mieszkaniem, musi mieć również odpowiednią liczbę (i powierzchnię) pomieszczeń użytkowych takich, jak: garderoba, pralnia, suszarnia, hobby (np. warsztat majsterkowicza), składzik sprzętu ogrodowego, czy garaż. Do tego należy jeszcze dodać pomieszczenia związane z indywidualnymi potrzebami mieszkańców, jak sauna, basen, ogród zimowy, pokój do ćwiczeń, czy bilardowy.

Są również sytuacje, w których piwnice warto wybudować np. gdy działka ma bardzo małą powierzchnię lub jest zlokalizowana na terenach o dużej głębokości przemarzania gruntu (1,4 m). Budowę piwnic zaleca się także w domach usytuowanych na zboczach wzniesień, bowiem wzrost kosztów inwestycji jest stosunkowo niewielki przynajmniej w porównaniu do trudności związanych z zaprojektowaniem i wykonaniem wzmocnionych ław i ścian fundamentowych.

Decydując się na piwnice trzeba być konsekwentnym. Dlatego projekt musi ją uwzględnić, jeszcze przed rozpoczęciem budowy domu. Wtedy schody będą wygodne i usytuowane w najdogodniejszym miej-

scu, izolacje będą ciągłe, a strop odpowiednio mocny. Nie ma bowiem nic gorszego, jak zmiany wprowadzane w trakcie budowy - wtedy na pewno o czymś się zapomni, a naprawianie błędów zawsze dużo kosztuje. Budując piwnice trzeba rozważyć jeszcze jeden problem - jak głęboko ma być zagłębiona? Jeśli będzie całkowicie schowana w gruncie to budynek znajdzie się bliżej ziemi, czyli będzie lepiej powiązany z otoczeniem. Łatwiejszy będzie kontakt z przyrodą, a wejście do domu zarówno z ulicy jak i ogrodu nie będzie wymagało pokonania wysokich schodów. Jednak trudniej będzie odprowadzić ścieki oraz oświetlić pomieszczenia piwniczne. Trzeba się również liczyć ze sporymi kosztami robót ziemnych, hydroizolacyjnych oraz konstrukcyjnych (ścian obciążonych parciem gruntu). Poza tym trzeba pamiętać, że w wielu przypadkach konieczne okaże się wykonanie drenażu opaskowego. Natomiast wykonując piwnice płytko zagłębione przede wszystkim oszczędza się na kosztach robót ziemnych, tym bardziej, że wykopanego gruntu nie trzeba wywozić tylko można obsypać nim budynek. Łatwo również oświetlić pomieszczenia (światłem naturalnym) i odprowadzić ścieki. Natomiast brak będzie bezpośredniego połączenia pomiędzy częścią dzienną (usytuowaną na wysokim parterze), a ogrodem. Zwykle niekorzystne są również proporcje budynku, przez co nie jest zbyt atrakcyjny pod względem architektonicznym.



### Kiedy warto budować piwnice

- Gdy działka jest bardzo mała. Piwnica pozwala zwiększyć powierzchnię użytkową domu, bez uszczuplania terenu ogrodu.
- Gdy teren działki jest nachylony. Wtedy podpiwniczenie może okazać się bardzo udanym kompromisem pomiędzy kosztami, a osiągniętymi korzyściami - zwiększoną powierzchnią domu, łatwiejszym dostępem do ogrodu lub ulicy, lepszym oświetleniem niektórych pomieszczeń, czy ciekawszą architekturą budynku.
- Gdy chce się uzyskać zwartą (energooszczędną) bryłę budynku. Wtedy w łatwy i tani sposób można zapewnić właściwą wentylację i ogrzewanie wszystkich pomieszczeń. Rozprowadzenie wszelkich instalacji również nie spowoduje żadnych trudności, a minimalna powierzchnia przegród zewnętrznych (zblizona do sześcianu) zagwarantuje niskie koszty eksploatacyjne.



### Kiedy nie należy budować piwnic

- Gdy działka jest na tyle duża, że zmieści się na niej wygodny dom bez podpiwniczenia. Warunkiem jest zaprojektowanie odpowiedniej liczby schowków, magazynków, pomieszczeń technicznych i gospodarczych na terenie domu lub wokół niego.
- Gdy występują niekorzystne warunki gruntowo-wodne. Wysoki poziom zwierciadła wody gruntowej, grunty nieprzepuszczalne lub tereny zalewowe.

## Info Rynek - firmy

### Cement

<b>CEMENT OŻARÓW</b>	tel. (15) 839 11 00	www.ozarow.com.pl
<b>GÓRAŹDŹE CEMENT</b>	tel. (77) 453 02 91	www.gorazdze.pl
<b>LAFARGE CEMENT POLSKA</b>	tel. (41) 385 41 00	www.lafarge-cement.pl

### Beton, domieszki do betonu

<b>LAFARGE BETON</b>	tel. (22) 570 22 00	www.lafarge-beton.pl
<b>LHOIST POLSKA</b> (wapno)	tel. (12) 629 16 20	www.lhoist.pl
<b>MEEEX</b> (domieszki do betonu)	tel. (32) 623 75 89	www.meex.biz
<b>SIKA POLAND</b> (domieszki do betonów)	tel. (22) 644 78 24	www.sika.pl
<b>WAR REMEDIUM</b> (domieszki do betonów)	tel. (22) 789 06 37	www.war-remedium.pl

### Stal

<b>BMF SIMPSON</b> (złącza do drewna)	tel. (22) 865 22 00	www.bmf-simpson.pl
---------------------------------------	---------------------	--------------------

<b>HUTA POKÓJ</b> (kształtowniki formowane na zimno)	tel. (32) 772 11 11	www.hutapokój.com.pl
--	---------------------	----------------------

<b>HUTA ZAWIERCIE</b> (wyroby stalowe walcowane na gorąco)	tel. (32) 672 16 21	www.huta-zawiercie.com.pl
--	---------------------	---------------------------

<b>PERFOPOL</b> (blacha perforowana, kątowniki, profile, siatki)	tel. (41) 274 58 08
--	---------------------

<b>POLSKIE HUTY STALI</b> (kątowniki, blachy walcowane na zimno i gorąco)	tel. (32) 731 55 58	www.phssa.pl
---	---------------------	--------------

<b>STAL-BUD</b> (gotowe zbrojenia do betonu: pręty, maty zbrojeniowe)	tel. (32) 204 02 00	www.stal-bud.pl
---	---------------------	-----------------

<b>STALPRODUKT</b> (kształtowniki gięte na zimno)	tel. (14) 615 10 00	www.stalprodukt.com.pl
---	---------------------	------------------------

<b>TECHNOLOGIE BUCZEK</b> (rury i kształtowniki stalowe ze szwem)	tel. (32) 731 03 33	www.technologiebuczek.com.pl
---	---------------------	------------------------------

<b>VOESTALPINE POLSKA</b> (kształtowniki stalowe zimnogięte)	tel. (71) 780 43 51	www.sadef.pl
--	---------------------	--------------