

Ryszard Hulboj, Maciej Major

WYBRANE ASPEKTY DOTYCZĄCE POSADOWIEŃ BUDYNKÓW

Wprowadzenie

Fundamenty to z pewnością jeden z najważniejszych elementów każdej konstrukcji budowlanej i to one bezpośrednio wpływają na bezpieczeństwo jej eksploatacji. Muszą zatem być wykonane niezwykle starannie, z uwzględnieniem szeregu kryteriów i obostrzeń określonych wymaganiami normowymi. Dotyczy to wszystkich fundamentów, zaczynając od tych pod dom jednorodzinny, poprzez budynki wielorodzinne, obiekty użyteczności publicznej, a kończąc na budownictwie przemysłowym oraz konstrukcjach wymagających specyficznych (niejednokrotnie nowatorskich) rozwiązań.

1. Rodzaje fundamentów

Najogólniejszy podział fundamentów klasyfikuje je w dwóch grupach, uwzględniając kryterium, jakim jest sposób przekazywania obciążenia z konstrukcji na podłoże. Wyróżnia się tu fundamenty bezpośrednie oraz fundamenty pośrednie. Fundamentami bezpośrednimi nazywa się te fundamenty, gdzie obciążenie z konstrukcji przekazywane jest na warstwę nośną gruntu, która zalega bezpośrednio pod podstawą fundamentu. W skład tej grupy wchodzi cztery rodzaje fundamentów: ławy fundamentowe, stopy fundamentowe, płyty i ruszty. W przypadku gdy obciążenie przekazywane jest na warstwę nośną gruntu, która zalega na dużych głębokościach, mamy do czynienia z fundamentami pośrednimi. W tym przypadku obciążenie z konstrukcji na podłoże przekazywane jest za pomocą elementów konstrukcyjnych, które są wprowadzane w podłoże gruntowe. Najczęściej są to: studnie, pale i ściany szczelinowe.

Drugim, najczęściej stosowanym kryterium podziału fundamentów jest głębokość posadowienia. Rozróżnia się tu fundamenty płytke oraz fundamenty głębokie. Fundamenty płytke występują w przypadku posadowienia ich na nośnej warstwie gruntu, która zalega od poziomu terenu do głębokości, na której wykonany będzie wykop, z zastrzeżeniem, że w wykopie nie będą musiały być stosowane

żadne specjalne umocnienia ścian oraz poziom wody gruntowej znajduje się poniżej głębokości wykopów. W przypadku gdy warstwa nośna gruntu zalega znacznie niżej, mówi się już o fundamentach głębokich. To, jakiego typu rozwiązania wybierze projektant, uzależnione jest od wielu czynników, przeanalizowanie których daje odpowiedź na to, jakiego rodzaju fundament należy wybrać. Najważniejszy jest grunt zalegający w podłożu oraz jego nośność, która decyduje o tym, czy dany grunt może być w ogóle poddany obciążeniom przekazywanym z konstrukcji. Nie bez znaczenia jest również poziom zwierciadła wody gruntowej oraz jego zmiany w ciągu roku, które mogą w znaczny sposób utrudnić prace ziemne w trakcie wykonywania fundamentów oraz dopuścić do uszkodzenia konstrukcji (powstawanie rys i pęknięć, co z czasem może przyczynić się do całkowitej destrukcji). Minimalną głębokość posadowienia obiektów określa norma PN-81/B-03020 „Posadowienie bezpośrednie budowli”, w której przyjęto podział obszaru Polski na tereny o różnej głębokości przemarzania gruntu, a wartości tam podane należy przyjmować jako minimalne dla danego obszaru (rys. 1).



Rys. 1. Głębokość przemarzania gruntu wg PN-81/B-03020 [1]

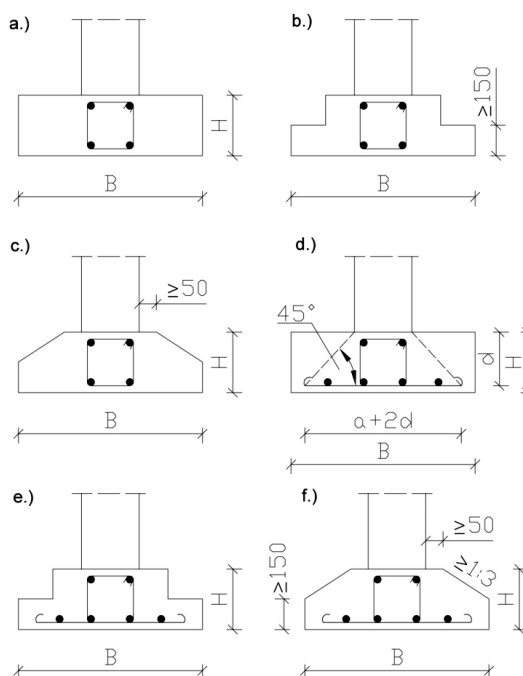
Projektując fundamenty, uwzględnia się wiele czynników gruntowych oraz uwarunkowania terenu, jednak należy również pamiętać o aspekcie ekonomicznym, który dla każdego inwestora jest kluczowy. Należy wybierać rozwiązania, które gwarantują całkowite bezpieczeństwo pracy konstrukcji, a jednocześnie nie wymagają niepotrzebnie dużych nakładów finansowych związanych z przygotowaniem gruntu oraz samym wykonaniem fundamentów. Fundamenty są niezwykle ważnym elementem konstrukcji, który musi gwarantować bezpieczeństwo na wszystkich etapach realizacji obiektu: w trakcie budowy, eksploatacji i późniejszej ewentualnej modernizacji.

2. Posadowienia budynków jednorodzinnych

W budownictwie jednorodzinym najczęściej wykorzystuje się trzy rodzaje posadowień obiektu, którymi są ławy, stopy fundamentowe oraz płyty. Dwa pierwsze rozwiązania najczęściej stosowane są w tradycyjnym budownictwie murowanym, płyty fundamentowe mają natomiast powszechne zastosowanie w przypadku lekkich budynków szkieletowych [2, 3].

2.1. Ławy fundamentowe

Ławy fundamentowe to najczęściej wybierane rozwiązanie, cieszące się dużą popularnością w przypadku budowy domów jednorodzinnych. Wykonywane są jako betonowe lub żelbetowe (rys. 2), rzadziej już jako murowane z cegły lub kamienia. Najczęściej stosowane ławy monolityczne wykonywane są przeważnie z betonu klasy C12/15 (B15) lub C16/20 (B20). Ławy wykonuje się w deskowaniu lub bezpośrednio w gruncie w uprzednio wykopanych rowach (rys. 3).



Rys. 2. Ławy fundamentowe betonowe: a) prostokątne, b) schodkowe, c) trapezowe.
 Ławy fundamentowe żelbetonowe: d) prostokątne, e) schodkowe, f) trapezowe [4]

Przed wykonaniem fundamentów dobrze jest wykonać na gruncie warstwę chudego betonu grubości $\sim 5\div 10$ cm. Szerokość ław ustala się na podstawie obliczeń wynikających z wartości obciążeń, jakie na nie działają, jednak dla budownictwa jednorodzinnego jest to zwykle wartość w przedziale $60\div 80$ cm. Wysokość ław nie powinna być mniejsza od 30 cm (najczęściej stosuje się wysokość ław $40\div 50$ cm).

W celu niedopuszczenia do powstawania zarysowania lub spękania powierzchni łąwy, co może być wynikiem np. nierównomiernego osiadania podłoża, łąwy fundamentowe zbroi się konstrukcyjnie w kierunku podłużnym prętami zbrojenio-
wymi o średnicy 12÷20 cm. Zwykle zbrojenie takie stanowią dwa pręty dołem oraz dwa górá, które łączone są ze sobą za pomocą strzemion w rozstawie co 25÷30 cm. Ławy fundamentowe wykorzystywane są na terenach o różnym nachyleniu. W przypadku gdy budynek posadowiony jest na skarpie lub z jakichś powodów łąwy muszą znajdować się na różnych głębokościach, wykonuje się łąwy fundamentowe schodkowe. W przypadku łąw schodkowych nachylenie ich powinno wynosić 18÷27°.

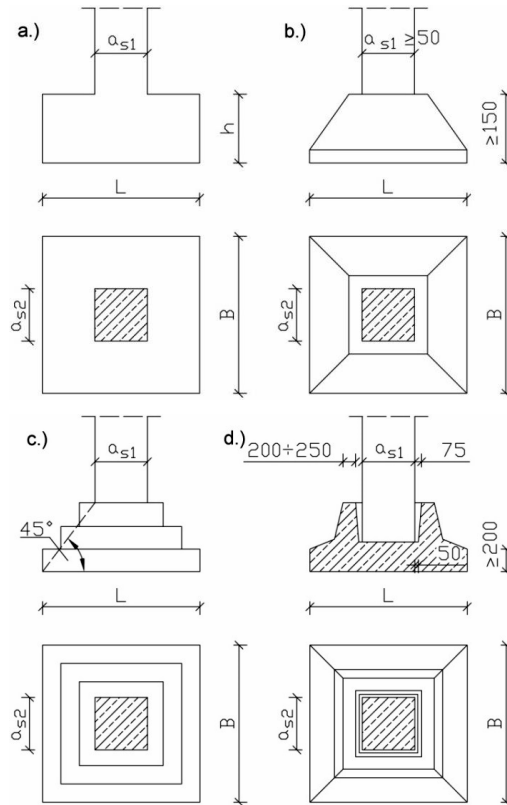


Rys. 3. Przygotowanie wykopów pod łąwy fundamentowe [4]

2.2. Stopy fundamentowe

Stopy fundamentowe wykonywane są w przypadku, gdy konstrukcja budynku wsparta jest na słupach lub filarach. Najczęściej stopy fundamentowe wykonywane są jako monolityczne betonowe lub żelbetowe, choć zdarzają się również stopy wykonywane z cegły lub kamienia.

Obciążenie, jakie działa na stopy fundamentowe, przekazywane z konstrukcji poprzez słupy, może być skierowane osiowo lub mimośrodowo. W zależności od tego, jak działa obciążenie, zmienia się kształt stopy - przy obciążeniu osiowym podstawa stopy na ogół ma kształt kwadratu, natomiast przy stopach obciążonych mimośrodowo stosuje się stopy prostokątne (bok dłuższy wykonuje się w płaszczyźnie działania obciążenia). W zależności od wielkości projektowanej stopy może mieć ona kształt prostopadłościenny, ostrosłupowy, schodkowy czy kielichowy (rys. 4). Dla stóp o niewielkich gabarytach stosuje się kształt prostopadłościenny. Pozostałe kształty stóp wykorzystywane są w przypadku większych gabarytów po to, aby ograniczyć zużycie materiału.



Rys. 4. Podstawowe kształty stóp żelbetowych: a) prostokątna, b) ostrosłupowa, c) schodkowa, d) kielichowa [4]



Rys. 5. Wypuszczone zbrojenie pod słup żelbetowy monolityczny ze stopy fundamentowej [4]

Gdy stopa żelbetowa posiada niewielkie wymiary podstawy, jako zbrojenie wykorzystuje się siatki zbrojeniowe układane dołem z prętów o średnicy 10÷16 mm. Dla stóp fundamentowych o większych gabarytach wykorzystuje się pręty zbrojeniowe o średnicy 18÷26 mm. Wielkość oczek w siatce ustala się na podstawie przeprowadzonych obliczeń i jest to na ogół 10÷20 cm. W budownictwie jednorodnym stopy fundamentowe najczęściej wykorzystywane są przy wykonywaniu słupów na gankach, podcieniach, balkonach lub w przypadku słupów wewnętrznych (rys. 5).

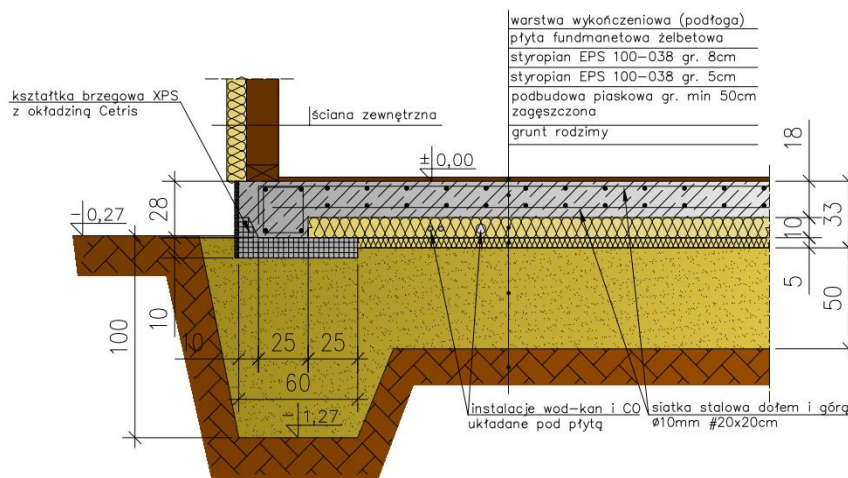
2.3. Płyty fundamentowe

Płyty fundamentowe to rozwiązanie, które najczęściej w budownictwie jednorodnym wykorzystywane jest w przypadku, gdy występują grunty niejednorodne, o małej nośności lub gdy na terenie inwestycji występują wody gruntowe znajdujące się płytko pod powierzchnią terenu (do 50 cm). Na takich terenach tradycyjny fundament w postaci łań czy stóp fundamentowych byłby dość duży, a co za tym idzie, nieekonomiczny, dlatego stosuje się tam fundamenty płytowe. Na wybór tej formy fundamentu, poza złymi warunkami gruntowymi, ma również wpływ rodzaj technologii, jaka jest wykorzystywana przy budowie domu. Płyty fundamentowe powszechnie stosowane są w budownictwie szkieletowym [5] oraz w przypadku domów z bali drewnianych. Konstrukcje te, w przeciwieństwie do tradycyjnej technologii murowanej, charakteryzują się znacznie mniejszym ciężarem własnym, przez co naprężenia działające na grunt są znacznie mniejsze. W takich przypadkach pod względem ekonomicznym lepiej jest wykonać fundament w postaci płyty.

Płyty fundamentowe pozwalają do minimum zmniejszyć ilość prowadzonych prac ziemnych, ograniczonych jedynie do zdjęcia humusu i wyłożenia podłoża zagęszczonym piaskiem, żwirem lub pospółką. Warstwa ta pozwoli ograniczyć kapilarne podciąganie wody z gruntu. Zbrojenie płyty stanowi siatka układana od dołu oraz od góry o rozstawie oczek ~15x15 cm. W miejscach, gdzie wykonane mają być ściany, dozbraja się prętami o średnicy 8÷12 mm. Wykonanie fundamentów w postaci płyty fundamentowej pozwala znacznie obniżyć czas ich powstawania; płyta fundamentowa może powstać nawet w ciągu 6-7 dni, co przyczynia się do obniżenia kosztów wykonania. Ze względu na zastosowanie w płycie grubej warstwy styropianu uzyskuje się przegrodę spełniającą wszystkie wymagania dotyczące izolacyjności, a dodatkowo praktycznie do minimum ogranicza się prawdopodobieństwo wystąpienia mostków termicznych (płyta fundamentowa obłożona jest styropianem ze wszystkich stron). Warto również wspomnieć, że płyta taka stanowi jeden element, na którym nie trzeba wykonywać dodatkowych warstw wyrównujących, przez co po wykonaniu jest gotowym podłożem przygotowanym do ułożenia na nim warstw wykończeniowych (panele, parkiety, płytki czy wykładziny). Płyta fundamentowa to również idealne rozwiązanie w przypadku, gdy w domu ma być zastosowana instalacja grzewcza w postaci ogrzewania podłogowego (rys. 6).



Rys. 6. Ułożone zbrojenie płyty fundamentowej wraz z instalacją ogrzewania podłogowego [4]



Rys. 7. Przykładowa płyta fundamentowa zaprojektowana na tereny ze szkodami górniczymi [4]

Płyty fundamentowe mają również szerokie zastosowanie na terenach szkod górniczych, gdzie są powszechnie stosowane (rys. 7). Płyty fundamentowe charakteryzują się równomiernym naciskiem budynku na podłoże gruntowe, przez co osiadanie całego budynku przebiega jednakowo, co właśnie na terenach szkod górniczych ma niemałe znaczenie.

Podsumowanie

Każdy fundament, niezależnie od rodzaju konstrukcji, musi być wykonany solidnie, w oparciu o wiedzę techniczną oraz po analizie wszystkich czynników, które mogą wpływać na jego późniejszą pracę. Od tego, z jaką starannością zostanie zaprojektowany, a później wykonany, zależy bezpieczeństwo pracy konstrukcji oraz osób w niej przebywających. Rodzaj fundamentów stosowanych w domach

jednorodzinnych zależy zarówno od parametrów gruntu, jak i rodzaju wznoszonej konstrukcji domu. Warto tu podkreślić, że projektując fundament, należy uwzględnić nie tylko kryterium wynikające z założeń konstrukcyjnych, ale również trzeba uwzględnić pracochłonność wykonania i koszt realizacji.

Literatura

- [1] Michalak H., Pyrak S., Domy jednorodzinne konstruowanie i obliczanie, Arkady, Warszawa 2005.
- [2] Poradnik majstra budowlanego, praca zbiorowa pod redakcją J. Panas, Arkady, Warszawa 2011.
- [3] www.budownictwopolskie.pl
- [4] Major I., Technologia budowy domów szkieletowych - ekologiczna forma jednorodzinnej budownictwa mieszkaniowego, [w:] Jakościowe i ekologiczne aspekty w technologiach budowlanych, pod red. M. Ulewicz, J. Selejda, Sekcja Wydawnictw WZPCz, Częstochowa 2013, s. 86-102.
- [5] PN-81/B-03020, Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Streszczenie

W artykule podkreślono wybrane aspekty dotyczące posadowienia budynków na przykładzie współcześnie realizowanych domów jednorodzinnych. Omówiono podstawowe typy fundamentów bezpośrednich i wskazano na dobór rozwiązań uzależnionych nie tylko od parametrów gruntu, ale również od rodzaju technologii budowy domu jednorodzinnej.

Selected aspects of buildings foundations

Abstract

This paper presents selected aspects of buildings foundations on the example of contemporary implemented houses. There were discussed the main types of direct foundations and it was pointed to the selection of solutions which depend not only on soil parameters but also on the type of technology used to build a detached house.