



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Barbara Horsztyńska

**Wykonywanie fundamentów
311[04].Z2.01**

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005**

Recenzenci:

mgr inż. Krystyna Osakowicz
mgr inż. Zbigniew Kazimierz Romik

Konsultacja:

dr inż. Janusz Figurski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Korekta:

mgr inż. Mirosław Żurek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[04].Z2.01
Wykonywanie fundamentów zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu
311[04] technik budownictwa.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	4
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Klasyfikacja gruntów budowlanych	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	8
4.1.3. Ćwiczenia	8
4.1.4. Sprawdzian postępów	9
4.2. Zasady tyczenia i wykonywania wykopów	9
4.2.1. Materiał nauczania	9
4.2.2. Pytania sprawdzające	11
4.2.3. Ćwiczenia	11
4.2.4. Sprawdzian postępów	12
4.3. Zabezpieczanie skarp, nasypów i wykopów	12
4.3.1. Materiał nauczania	12
4.3.2. Pytania sprawdzające	15
4.3.3. Ćwiczenia	15
4.3.4. Sprawdzian postępów	16
4.4. Klasyfikacja fundamentów	16
4.4.1. Materiał nauczania	16
4.4.2. Pytania sprawdzające	25
4.4.3. Ćwiczenia	25
4.4.4. Sprawdzian postępów	27
4.5. Rozkład naprężeń w gruncie z uwzględnieniem obciążeń zewnętrznych	27
4.5.1. Materiał nauczania	27
4.5.2. Pytania sprawdzające	29
4.5.3. Ćwiczenia	29
4.5.4. Sprawdzian postępów	30
4.6. Wymiarowanie i konstruowanie fundamentów	30
4.6.1. Materiał nauczania	30
4.6.2. Pytania sprawdzające	36
4.6.3. Ćwiczenia	37
4.6.4. Sprawdzian postępów	38
4.7. Przygotowanie i montaż zbrojenia	38
4.7.1. Materiał nauczania	38
4.7.2. Pytania sprawdzające	39
4.7.3. Ćwiczenia	40
4.7.4. Sprawdzian postępów	40
4.8. Betonowanie, zagęszczanie i pielęgnacja betonu	40
4.8.1. Materiał nauczania	40
4.8.2. Pytania sprawdzające	41
4.8.3. Ćwiczenia	41
4.8.4. Sprawdzian postępów	42

4.9. Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska obowiązujące przy wykonywaniu fundamentów	42
4.9.1. Materiał nauczania	42
4.9.2. Pytania sprawdzające	43
4.9.3. Ćwiczenia	43
4.9.4. Sprawdzian postępów	44
5. Sprawdzian osiągnięć	45
6. Literatura	49

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o rodzajach, projektowaniu i wykonawstwie fundamentów.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne, wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia, wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania, „pigułkę” wiadomości teoretycznych niezbędnych do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań przydatny do sprawdzenia czy już opanowałeś podane treści,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów, który pozwoli Ci określić zakres poznanej wiedzy. Pozytywny wynik sprawdzianu potwierdzi Twoją wiedzę i umiejętności z tej jednostki modułowej. Wynik negatywny będzie wskazaniem, że powinieneś powtórzyć wiadomości i poprawić umiejętności z pomocą nauczyciela,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw pytań testowych, który pozwoli Ci sprawdzić czy opanowałeś materiał w stopniu umożliwiającym zaliczenie całej jednostki modułowej,
- wykaz literatury uzupełniającej.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- posługiwać się pojęciami z zakresu ekologii, ochrony środowiska i budownictwa,
- analizować elementy środowiska,
- klasyfikować obiekty budowlane w środowisku,
- rozpoznawać elementy i układy konstrukcyjne budynku,
- charakteryzować systemy technologiczno-konstrukcyjne budynków,
- określać właściwości materiałów budowlanych,
- określać zasady składowania, przechowywania i transportowania materiałów budowlanych,
- klasyfikować grunty,
- określać właściwości gruntów i ich przydatność do celów budowlanych,
- charakteryzować rodzaje robót ziemnych,
- określać rodzaje wykopów,
- korzystać z map i planów sytuacyjno-wysokościowych,
- wykonywać pomiary geodezyjne w terenie,
- charakteryzować elementy dokumentacji technicznej,
- posługiwać się dokumentacją techniczną,
- wykonywać szkice i rysunki robocze,
- sporządzać rysunki techniczne,
- organizować pracę zespołów budowlanych,
- dokumentować przebieg robót budowlanych,
- obliczać wielkości charakteryzujące przekrój elementu budowli,
- określać wielkości sił wewnętrznych w przekrojach elementów konstrukcji,
- wyznaczać siły działające na konstrukcję budynku,
- klasyfikować obciążenia,
- obliczać naprężenia i odkształcenia w elementach konstrukcji budowlanych,
- obliczać nośność elementów konstrukcji,
- projektować własne rozwiązania architektoniczne metodami tradycyjnymi i z wykorzystaniem programu komputerowego,
- stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- udzielać pierwszej pomocy w stanach zagrożenia zdrowia i życia,
- przestrzegać przepisów dotyczących ochrony środowiska i prawa budowlanego,
- korzystać z literatury zawodowej i innych źródeł informacji.

3. CELE KSZTAŁCENIA

- W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:
- określić przydatność gruntów do posadowienia fundamentu,
 - posłużyć się dokumentacją geologiczno-inżynierską,
 - określić parametry geotechniczne gruntu do posadowienia fundamentu,
 - obliczyć nośność gruntu,
 - dokonać klasyfikacji fundamentów,
 - scharakteryzować materiały stosowane do budowy fundamentów,
 - określić rodzaje fundamentów i głębokości ich posadowienia,
 - określić zastosowanie poszczególnych fundamentów,
 - obliczyć naprężenia pod fundamentem i ustalić jego wymiary,
 - obliczyć parcie gruntu na ścianę pionową,
 - dobrać technologię wykonania określonego fundamentu,
 - zorganizować stanowisko pracy w zależności od przyjętej technologii wykonania fundamentów,
 - dobrać materiały, narzędzia i sprzęt do określonej technologii wykonania,
 - wytyczyć obrys fundamentu budynku,
 - wytyczyć wykop,
 - utrwalić obrys wykopu i nasypu,
 - wykonać wykop zgodnie z zasadami prowadzenia robót ziemnych,
 - zabezpieczyć skarpy, ściany wykopów i nasypów przed osunięciem,
 - dobrać rodzaj zbrojenia do określonego rodzaju fundamentu,
 - określić sposób przygotowania i ułożenia zbrojenia w fundamencie,
 - określić podstawowe zasady betonowania,
 - określić metody zagęszczania i pielęgnacji betonu,
 - określić zasady stosowania przerw roboczych w konstrukcjach żelbetowych,
 - sprawdzić wykonanie fundamentów,
 - określić zagrożenia dla zdrowia występujące przy wykonywaniu fundamentów,
 - wykonać fundamenty zgodnie z przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
 - dokonać odbioru wykonanych prac fundamentowych zgodnie z technicznymi warunkami odbioru.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Klasyfikacja gruntów budowlanych

4.1.1. Materiał nauczania

Klasyfikacja gruntów jak w jednostce modułowej 311[04].O1.04 Klasyfikowanie materiałów budowlanych i gruntów p.4.9.1.

Gruntem budowlanym nazywamy zewnętrzną warstwę skorupy ziemskiej, na którą przekazywane są obciążenia z obiektu budowlanego. Grunt budowlany może też stanowić element obiektu budowlanego lub może służyć jako tworzywo do wykonywania z niego budowli ziemnych.

Grunty budowlane dzieli się na **naturalne** (szkielet gruntu powstał w wyniku procesów geologicznych) i **antropogeniczne** (grunt nasypowy utworzony z produktów gospodarczej lub przemysłowej działalności człowieka), a naturalne na **rodzime i nasypowe**.

Tab. 1. Podział naturalnych gruntów budowlanych (wg PN-86/B-02480)

Podział gruntów naturalnych ze względu na:				
pochodzenie	zawartość części organicznych	odkształcalność podłoża	uziarnienie	cechy dodatkowe
grunty rodzime	mineralne	skaliste	---	– twarde (bazalt, granit) i miękkie (wapienie, piaskowce) – lite, mało spękane, średnio spękane, bardzo spękane
		nieskaliste	kamieniste	– zwietrzliny (margle kredowe, iłolupki), zwietrzliny gliniaste, rumosz, rumosz gliniasty, otoczaki
			gruboziarniste drobnoziarniste	– żwir, żwir gliniasty, pospółka, pospółka gliniasta – niespoiste (piasek) i spoiste (gliny, ily)
	organiczne	skaliste	---	– węgiel brunatny i kamienny
		nieskaliste	---	– próchnicze, namuły, torfy
	grunty nasypowe	mineralne	---	---
organiczne		– nasypy niebudowlane (wysypiska, zwałowiska)		

Grunty rodzime powstały w wyniku procesów geologicznych (np. wietrzenie, osadzanie w środowisku wodnym), dzieli się je na mineralne i organiczne. Najczęściej budynki posadawiane są na gruntach mineralnych.

Grunty nasypowe powstały w wyniku gospodarczej lub przemysłowej działalności człowieka (zwałowiska, wysypiska) lub też w wyniku naturalnych procesów geologicznych.

Kategorie gruntów ze względu na odspajanie i ładowanie:

- I – grunt najłatwiejszy do odspajania: suchy piasek i ziemia uprawna,
- II – między innymi piasek wilgotny, piasek gliniasty, drobny żwir,
- III i IV – wykopy można jeszcze wykonywać bezpośrednio,
- V–VII – grunty skaliste, wymagające użycia specjalistycznego sprzętu,
- VIII–XVI – skały o różnej twardości, im wyższa kategoria, tym skała twardsza, wykopy wykonuje się dwuetapowo: najpierw należy odspoić, a potem usuwać skruszoną skałę.

Kategoryzację gruntów uwzględniającą specyfikę i stopień trudności urabiania w złożu zawarto w normie PN-B-06050:1999.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

Co to są grunty budowlane?

1. Jak się je dzieli?
2. W jaki sposób można podzielić grunty naturalne?
3. W jaki sposób powstały grunty rodzime i jaki jest ich podział?
4. W jaki sposób powstały grunty nasypowe?
5. Jakie są kategorie gruntu ze względu na odspajanie i ładowanie?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Spośród wymienionych rodzajów gruntów wskaż grunt, na którym nie można posadawiać budowli i uzasadnij dlaczego:

- mineralne skaliste,
- mineralne nieskaliste,
- nasypowe organiczne.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować wymienione grunty,
- 2) wskazać grunt, na którym nie można posadawiać budowli,
- 3) uzasadnić dlaczego grunt nie może być gruntem budowlanym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza poglądowa dotycząca klasyfikacji gruntów,
- Polskie Normy,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Spośród wymienionych kategorii gruntów budowlanych wskaż kategorie, w których można wykonywać wykopy bezpośrednio, bez użycia specjalistycznego sprzętu i uzasadnij wybór.

- I i II,
- III i IV,
- V–VII,
- VIII–XVI.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaje gruntów poszczególnych kategorii,
- 2) wskazać odpowiednie grunty i uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza pogładowa dotycząca klasyfikacji gruntów,
- Polskie Normy,
- literatura.

4.1.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:

- 1) sklasyfikować grunty budowlane?
- 2) określić sposób powstawania gruntów rodzimych i nasypowych?
- 3) określić kategorie gruntów ze względu na odspajanie i ładowanie?
- 4) określić przydatność gruntów do posadowienia fundamentów?

Tak Nie

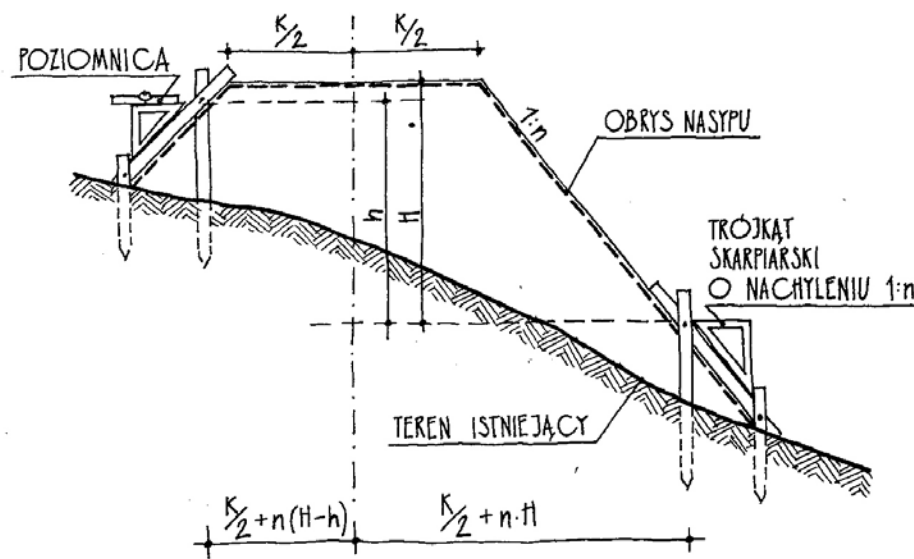
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Zasady tyczenia i wykonywania wykopów

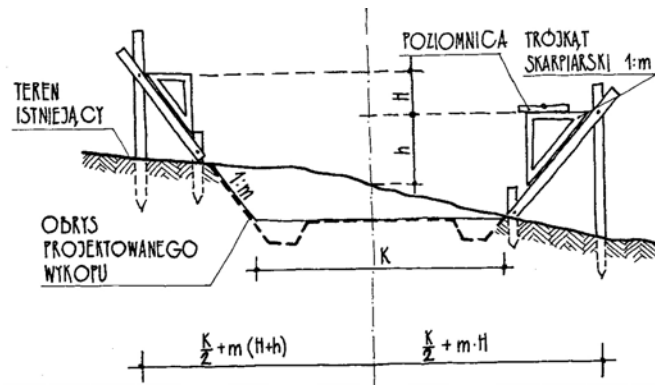
4.2.1. Materiał nauczania

W jednostce modułowej 311[04].01.04 *Klasyfikowanie materiałów budowlanych i gruntów* poznałeś: metody wykonywania robót ziemnych, maszyny i narzędzia do wykonywania tych robót, rodzaje wykopów oraz podstawowe zasady, dotyczące wykonywania wykopów i nasypów.

Wytyczenie i utrwalenie obrysu **wykopu i nasypu** obejmuje: położenie osi geometrycznej szerokości korony i podstawy, głębokości wykopu, wysokości nasypu oraz nachylenia skarp.



Rys. 1. Wyznaczanie skarp nasypu [18, s. 86]



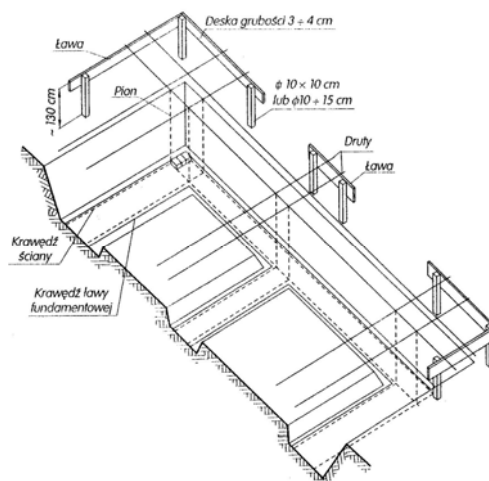
Rys. 2. Wyznaczanie skarp wykopu [18, s. 86]

Kąt nachylenia skarp zależy od rodzaju gruntu i można go przyjąć w gruntach:

- skalistych 90° ,
- gliniastych $60\text{--}90^\circ$,
- ilastych $70\text{--}80^\circ$,
- piaszczystych $45\text{--}55^\circ$,
- roślinnych do 45° .

Nachylenie skarp podaje się w stopniach lub wyraża stosunkiem głębokości wykopu (lub wysokości nasypu) do rzutu poziomego skarpy, 1:0,75.

Tyczenie budynku polega na wyznaczeniu w terenie (na działce budowlanej) zarysu projektowanego budynku (na podstawie planu sytuacyjno-wysokościowego), a następnie utrwalenie punktów głównych w sposób, który umożliwi dokładne ich umiejscowienie i sprawdzenie w czasie budowy. W tym celu wykonuje się ławy drutowe, które ustawia się w takiej odległości od skarpy wykopu, aby nie nastąpiło ich zniszczenie w trakcie prowadzonych prac: co najmniej 50 cm, jeśli wykop będzie mieć skarpy lub w odległości 1,30 m od wykopu o ścianach pionowych. Umieszcza się je na przedłużeniu ścian wewnętrznych oraz narożników budynku. Ławy drutowe są to poziomo przybite deski do palików, które łączy się cienkim drutem stalowym z przeciwległymi ławami, na deskach utrwalone są rowkami lub gwoździami punkty, odpowiadające szerokości odsadzek, szerokości fundamentów, grubościom ścian. Na ich podstawie można wyznaczyć poziome krawędzie elementów konstrukcyjnych, a za pomocą pionu narożniki. Ławy drutowe wokół budynku powinny być umieszczone na jednym poziomie.



Rys. 3. Ławy drutowe [7, s. 296]

Po wykonaniu wykopów szerokoprzestrzennych wykonuje się wykopy wąskoprzestrzenne pod łąwy lub stopy fundamentowe. Pionowe ściany wykopów bez zabezpieczeń można wykonywać w gruntach powyżej V kategorii, a w skałach zwartych do 2 m. Jeżeli łąwa ma być betonowa, to wykop w takich gruntach można wykonać o ścianach pionowych i szerokości łąwy, którą można wtedy betonować bezpośrednio w gruncie. Szerokość przestrzeni roboczej w wykopach obudowanych nie powinna być mniejsza niż 0,50 m. Jeżeli projekt przewiduje zastosowanie izolacji przeciwwilgociowej (lub przeciwwodnej) należy ścianę wykopu wykonać w odległości min. 80 cm od ściany piwnicy w celu umożliwienia dostępu do wykonania tych robót.

Odwadnianie wykopu wykonuje się na czas robót przy wysokim poziomie wód gruntowych, w celu wykonania izolacji wodoszczelnej, albo na stałe przez wykonanie drenażu:

- **odwadnianie powierzchniowe** polega na pompowaniu wody bezpośrednio z dna wykopu, można zastosować system rowków odwadniających do studzienki zbiorczej,
- **odwadnianie wgłębne** wykonuje się za pomocą studni depresyjnych (średnicy 20–50 cm) lub igłofiltrów (studnie rurowe o średnicy 40–60 mm), stosuje się w gruntach niespoistych, np. piaskach i żwirach,
- **drenaż** polega na doprowadzeniu wody za pomocą sieci rurek drenarskich do rowów, którymi spływa poza odwadniany obszar.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na czym polega wytyczanie i utrwalanie obrysu wykopu i nasypu?
2. Od czego zależy kąt nachylenia skarp wykopów i nasypów?
3. Na czym polega tyczenie budynku?
3. Jaki jest cel wykonywania łąw drutowych?
5. W jaki sposób wykonuje się łąwy drutowe?
6. W jaki sposób wykonuje się odwodnienie wykopu?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zaproponuj nachylenie skarp wykopu szerokoprzestrzennego w gruncie piaszczystym i odległość ustawienia łąw drutowych oraz uzasadnij swoją propozycję.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić nachylenie skarp wykopu dla różnych rodzajów gruntów,
- 2) określić wymagania dotyczące ustawiania łąw drutowych,
- 3) określić nachylenie skarp i odległość ustawienia łąw drutowych dla wykopu określonego w ćwiczeniu,
- 4) uzasadnić swoją propozycję.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza poglądowa dotycząca wykonywania wykopów,
- modele łąw drutowych,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Na podstawie rysunku otrzymanego od nauczyciela, zawierającego rzut budynku wraz z zaznaczonym układem ścian nośnych, określ sposób i kolejne czynności przy wykonywaniu łąw drutowych oraz naszkicuj ich rozmieszczenie.

Sposób wykonywania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować dokładnie rysunek,
- 2) określić miejsce ustawienia łąw,
- 3) określić sposób i kolejne czynności przy ich wykonaniu,
- 4) naszkicować rozmieszczenie łąw drutowych.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rysunki łąw drutowych lub model,
- plansza pogładowa dotycząca tyczenia budynków,
- literatura.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wytyczyć wykop?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) utrwalić obrys wykopu i nasypu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić kąt nachylenia skarp dla różnych rodzajów gruntu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wytyczyć obrys fundamentu budynku?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić sposób wykonania odwodnienia wykopu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

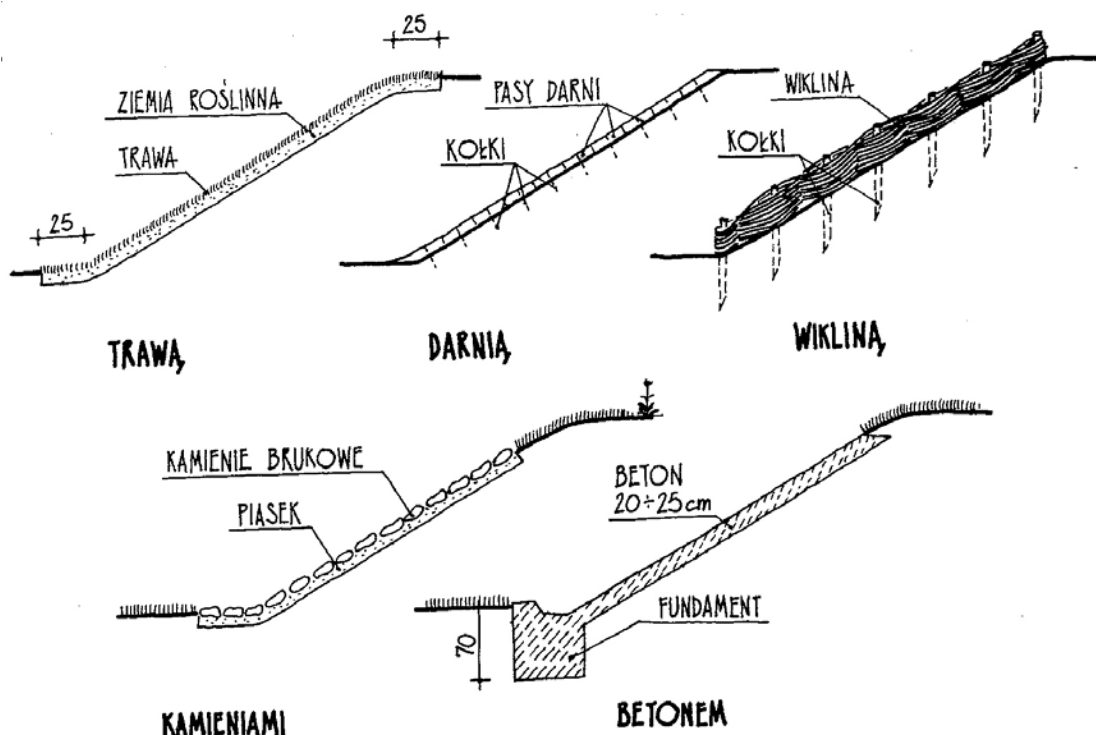
4.3. Zabezpieczanie skarp nasypów i wykopów

4.3.1. Materiał nauczania

Rodzaj **zabezpieczenia skarp nasypów** zależy od nachylenia skarp oraz od rodzaju czynników oddziałujących na nasyp.

Profilowanie, czyli ostateczne dokładne ukształtowanie powierzchni nasypu, wykonuje się przeważnie ręcznie, nanosząc i rozprowadzając warstwę humusu, jeżeli nasyp ma być obsadzony roślinnością lub czystego piasku pod umocnienia z kamienia lub betonu.

Skarpy o małym nachyleniu obsiewa się trawą, a o nachyleniu do 1:1,5 okłada się darnią z łąk układaną na skarpie na płask, ażurowo lub na całej powierzchni. Jeżeli nachylenie skarpy nasypu wynosi 1:1, to jej powierzchnię okłada się darnią z przybiciem kołkami lub na rąb, albo wykonuje się płotki wiklinowe zapełnione ziemią lub kamieniami. W razie nachylenia większego niż 1:1 oraz gdy na skarpe działa płynąca woda stosuje się umocnienie z kamieni polnych (brukowanie), kamieni ciosanych, cegły klinkierowej lub płyt betonowych. Do zabezpieczenia skarp budowli wodnych stosuje się również warstwę betonu asfaltowego lub asfaltu lanego.



Rys. 4. Sposoby umacniania skarp [18, s. 95]

Zabezpieczenie wykopów

Skarpy wykopów szerokoprzestrzennych powinny mieć takie nachylenie, aby grunt nie obsypywał się samoczynnie. Jest ono zależne od rodzaju gruntu i głębokości wykopu. Nachylenie skarp należy przyjmować zgodnie z projektem.

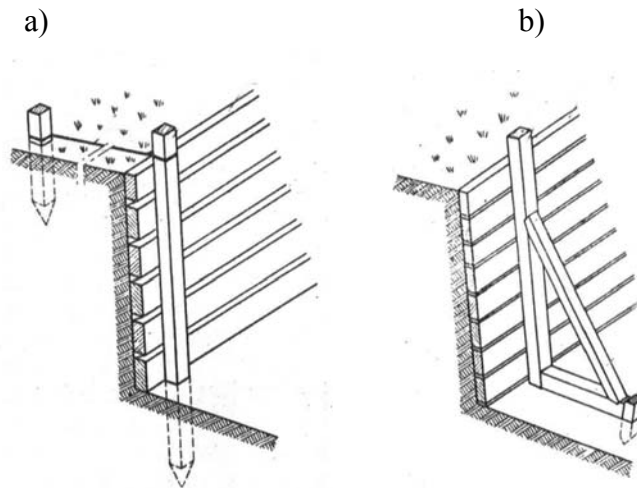
Wykopy nieobudowane o skarpach pionowych nie mogą przekraczać głębokości:

- 4,00 m – w skałach litych odpajanych mechanicznie,
- 2,00 m – w gruntach bardzo spoistych zwartych,
- 1,25 m – w gruntach spoistych i mało spoistych takich jak piaski gliniaste, pyły, lessy,
- 1,00 m – w rumoszach, zwietrzelinach, w skałach spękanych i w nienawodnionych piaskach.

Wykopy obudowane, czyli zabezpieczanie ścian wykopów jest konieczne, gdy:

- grunt jest mało spoisty i skarpy wykopu przy znacznym odchyleniu od pionu musiałyby zajmować wiele miejsca,
- wykonanie skarpy jest niemożliwe ze względu na brak miejsca, wykonywanie wykopów w terenie zabudowanym,
- poziom wody gruntowej jest wyższy od poziomu posadowienia, szczelne ogradzanie dna wykopu z jednoczesnym pompowaniem wody umożliwia prowadzenie robót.

Deskowanie poziome stosuje się w słabych gruntach, a w gruntach bardziej zwięzłych tylko w przypadku wykopów głębokich, które mają być utrzymane przez dłuższy okres. W gruntach III i IV kategorii należy stosować deskowanie ażurowe z deskami grubości 32 mm w odstępach co 10 i 20 cm, natomiast w gruntach kategorii I i II (sypkich) stosuje się deskowanie pełne.

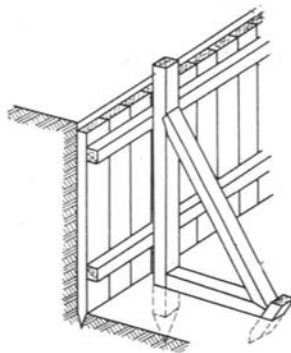


Rys. 5. Deskowanie poziome: a) obudowa kotwiona, b) obudowa podpierana [2, s. 34]

Obudowy kotwione w gruncie stosuje się w przypadkach zabezpieczenia przed rozmyciem lub zawaleniem pionowych ścian wykopów szerokoprzestrzennych. Ścianki takie mogą także być podparte od wewnątrz wykopu, jeżeli podparcie nie będzie stanowić przeszkody w prowadzeniu robót w wykopie.

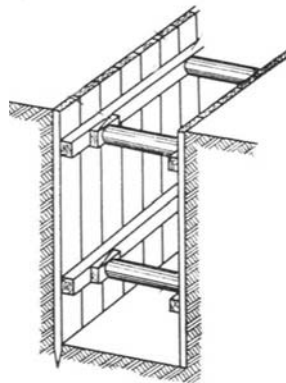
Obudowy podpierane stosuje się w wykopach szerokich, gdzie konstrukcja rozpierająca wymagałaby dużej ilości materiału, zagęszczeń stężeń.

Deskowanie pionowe stosuje się w gruntach piaszczystych, nasyconych wodą, a także przy używaniu koparek wieloczerpakowych, w gruntach wymagających rozpierania ścian bezpośrednio po wykopaniu gruntu przez koparkę.



Rys. 6. Deskowanie pionowe podpierane [2, s. 34]

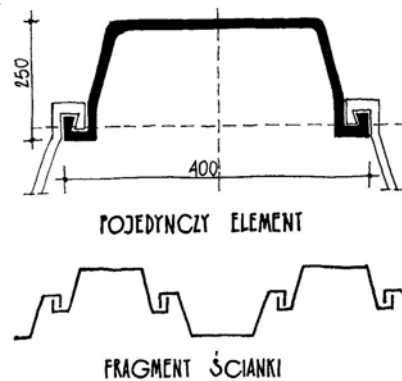
Deskowanie pionowe rozpierane stosuje się w wykopach wąskoprzestrzennych.



Rys. 7. Deskowanie pionowe rozpierane [2, s. 34]

Obudowy ze ścianek szczelnych zakładanych stosuje się w wykopach prowadzonych w związku z uzbrajaniem terenu w sieć wodno-kanalizacyjną. Ścianki zakłada się między prowadnice pionowe, na przykład stalowe belki dwuteowe wbite w grunt w odstępach około 2 m.

Ścianki szczelne w gruntach nawodnionych wykonuje się z profili stalowych, na przykład Larssena, przez pionowe wbijanie w grunt, wsuwając jeden element w drugi.



Rys. 8. Ścianka szczelna stalowa Larssena [18, s. 91]

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób wykonuje się profilowanie nasypu?
2. W jaki sposób umacnia się skarpy nasypów?
3. Kiedy wykopy mogą pozostać nieobudowane?
4. W jaki sposób wykonuje się zabezpieczenie ścian wykopów?
5. Kiedy wykonuje się deskowanie poziome, a kiedy pionowe?
6. Na czym polega obudowa kotwiona i podpierana?
7. Kiedy stosuje się ścianki szczelne?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Spośród wymienionych sposobów zabezpieczenia skarp nasypów:

- obsianie trawą,
 - obłożenie darnią,
 - umocnienie kamieniami polnymi lub ciosanymi,
 - wykonanie płotków wiklinowych wypełnionych kamieniami,
- wskaż sposób, który należy zastosować, gdy na skarpe działa płynąca woda i uzasadnij swój wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) określić zastosowanie wymienionych umocnień nasypów,
- 2) wskazać sposób stosowany przy działaniu płynącej wody,
- 3) uzasadnić swój wybór.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- plansze poglądowe dotyczące zabezpieczania skarp nasypów,
 - literatura.

Ćwiczenie 2

Narysuj schemat zabezpieczenia wykopu wąskoprzestrzennego o pionowych ścianach w gruncie piaszczystym nasyconym wodą.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić sposób deskowania ścian wykopu,
- 2) określić sposób rozparcia tych ścian,
- 3) wykonać rysunek.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe dotyczące zabezpieczania skarp wykopów,
- literatura.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić sposoby zabezpieczenia skarp i ścian wykopów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dobrać sposób zabezpieczenia ścian i skarp wykopów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zabezpieczyć skarpy nasypu przed osunięciem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić zastosowanie ścianek szczelnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Klasyfikacja fundamentów

4.4.1. Materiał nauczania

Fundament stanowi podstawę budynku (budowli). Jego zadaniem jest przekazanie sił obciążających budynek na grunt w sposób bezpieczny, to znaczy w taki sposób, aby budowla nie podlegała ani gwałtownemu, ani za dużemu osiadaniu. W związku z tym fundamenty budynku muszą być konstrukcją odpowiednio wytrzymałą, stateczną i trwałą. Źle wykonane fundamenty mogą powodować niebezpieczne odkształcenia ścian budynku (pęknięcia), obniżając przez to jego trwałość. Czasem mogą spowodować zniszczenie całego budynku.

Kształt fundamentu, sposób jego wykonania oraz rodzaj materiałów użytych do jego budowy zależy od rodzaju gruntu budowlanego i typu konstrukcji budynku (czy budowli).

Sposób posadowienia obiektu budowlanego ustala się, biorąc pod uwagę rodzaj i sztywność konstrukcji, warunki jej wykonania i eksploatacji, właściwości geotechniczne podłoża gruntowego, w tym poziom zwierciadła wody gruntowej. Najpierw rozpatruje się możliwość bezpośredniego posadowienia fundamentów na gruncie nośnym, ponieważ jest to najczęściej najtańsze i najprostsze rozwiązanie.

Rodzaje warunków gruntowych:

- **proste:** warstwy gruntów jednorodnych równoległe do powierzchni terenu, brak gruntów słabonośnych, zwierciadło wód gruntowych poniżej projektowanego poziomu posadowienia fundamentów, brak występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych,
- **złożone:** warstwy gruntów niejednorodnych nieciągłe i zmienne, grunty słabonośne, zwierciadło wód gruntowych w poziomie projektowanego posadowienia i powyżej tego poziomu, brak występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych,
- **skomplikowane:** warstwy gruntów objęte występowaniem niekorzystnych zjawisk geologicznych, zwłaszcza osuwiskowych, krasowych (rozpuszczanie przez wodę wapieni i gipsów), kurzawkowych (ruch nawodnionych luźnych piasków drobnych i pyłów), obszary szkód górniczych.

Na podstawie geotechnicznych warunków posadowienia oraz rodzaju obiektu budowlanego, określa się jego kategorię geotechniczną. Zgodnie z rozporządzeniem [19] oraz PN-B-02479:1998 rozróżnia się trzy **kategorie geotechniczne:**

Kategoria pierwsza dotyczy niewielkich obiektów budowlanych o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym, w prostych warunkach gruntowych, dla których wystarcza przybliżone określenie właściwości gruntów. Do tej kategorii można zaliczyć: a) jedno- lub dwukondygnacyjne budynki mieszkalne i gospodarcze, b) ściany oporowe i rozparcia wykopów, jeżeli różnica poziomów nie przekracza 2 m, c) wykopy do głębokości 1,2 m i nasypy do wysokości 3 m, wykonywane zwłaszcza przy budowie dróg, pracach drenażowych oraz układaniu rurociągów.

Kategoria druga dotyczy obiektów budowlanych w prostych i złożonych warunkach gruntowych, wymagających ilościowej oceny danych geotechnicznych. Do tej kategorii można zaliczyć: a) fundamenty bezpośrednie lub głębokie, b) ściany oporowe i inne konstrukcje oporowe, c) wykopy i nasypy, d) przyczółki i filary mostowe, e) kotwy gruntowe i inne systemy kotwiące.

Kategoria trzecia obejmuje: a) nietypowe obiekty budowlane niezależnie od stopnia skomplikowania warunków gruntowych, których wykonanie lub użytkowanie może stwarzać poważne zagrożenie dla użytkowników i środowiska: obiekty energetyki jądrowej, rafinerie, zakłady chemiczne, zapory wodne, lub których projekty budowlane zawierają nowe nie sprawdzone w krajowej praktyce rozwiązania techniczne, nie znajdujące podstaw w przepisach i polskich normach, b) obiekty budowlane posadowione w skomplikowanych warunkach gruntowych, c) obiekty monumentalne i zabytkowe (w PN-B-02479:1998 wymieniono między innymi głębokie wykopy wykonywane w pobliżu obiektów budowlanych).

Rodzaj i zakres badań oraz zakres i forma opracowywanej **dokumentacji geotechnicznej** zależą od kategorii geotechnicznej, do której dany obiekt zostanie zaliczony zgodnie z PN-B-02479:1998.

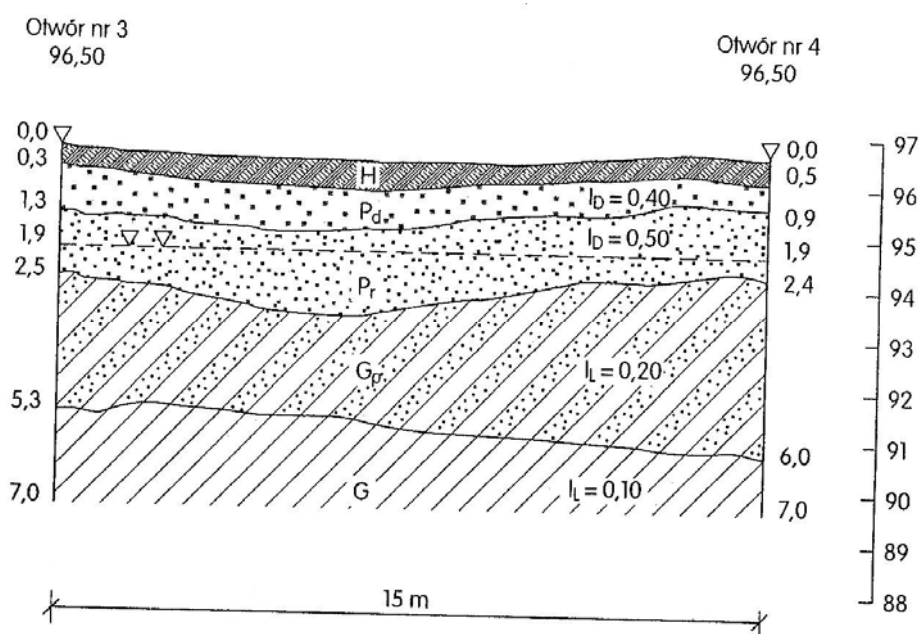
Rodzaj i zakres badań dla poszczególnych kategorii geotechnicznych:

- kat. I: rozpoznanie gruntów zalegających w poziomie posadowienia, określenie profilu geotechnicznego do głębokości 2–3 m poniżej tego poziomu, ustalenie poziomu (jego zmienności) zwierciadła wody gruntowej oraz stopnia agresywności tej wody. Ilość i rozmieszczenie punktów badawczych (wykopy badawcze, otwory wiertnicze, sondowanie) ustala się indywidualnie, niekiedy można zrezygnować z wykonywania badań w punktach badawczych – rozpoznanie gruntów wystarczy sprawdzić w wykopie budowlanym w czasie realizacji obiektu, w wyjątkowych wypadkach wykonuje się badania laboratoryjne,
- kat. II: zebranie publikowanych i archiwalnych materiałów na temat badanego terenu i otoczenia, na tej podstawie opracowuje się program niezbędnych badań terenowych

i laboratoryjnych z określeniem ich ilości, rozmieszczenia otworów badawczych i ich głębokości, ilości próbek,

- kat. III: wymagane jest szczególnie dokładne i wnikliwe zbadanie podłoża gruntowego, dokładne informacje zawiera norma PN-B-02479:1998.

Na podstawie przeprowadzonych powyższych badań opracowuje się dokumentację geotechniczną (w szczególnych przypadkach dokumentację geologiczno-inżynierską), która składa się z części opisowej i graficznej oraz załączników takich jak: tabele wyników badań, karty otworów wiertniczych, karty sondowań. Istotną częścią tej dokumentacji są profile i przekroje geotechniczne, wykonane na podstawie badań polowych. Profil dotyczy wyników wierceń w jednym otworze, natomiast przekrój geotechniczny prowadzony jest przez kilka otworów badawczych, w związku z tym pozwala na określenie układu i położenia poszczególnych warstw gruntu, ich rodzajów, podaje poziom wody gruntowej.



Rys. 9. Przykład przekroju geotechnicznego [13, s. 35]

Głębokość posadowienia fundamentów ustala się, biorąc pod uwagę:
głębokość występowania warstw geotechnicznych,
poziom wody gruntowej, przewidywane jego zmiany oraz występowanie wód zaskórnych,
występowanie gruntów pęczniejących, zapadowych i wysadzinowych,
projektowany poziom powierzchni terenu w sąsiedztwie fundamentów, poziom posadzek pomieszczeń podziemnych (piwnic),
głębokość posadowienia obiektów sąsiednich (jeżeli istnieją),
umowną głębokość przemarzania gruntów.

Projektując fundamenty posadowione bezpośrednio, należy przewidzieć środki chroniące przed:

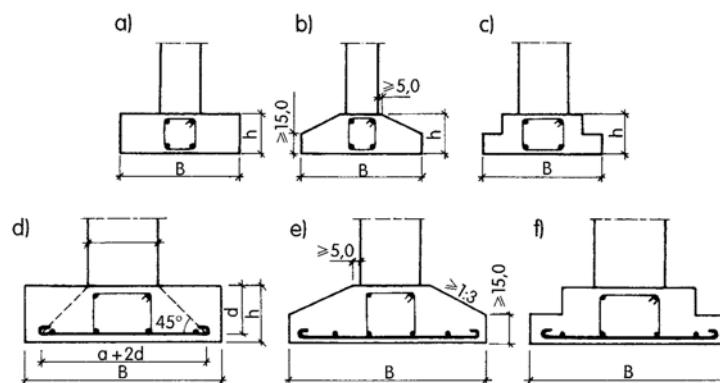
- zalaniem wykopu fundamentowego przez wody gruntowe, powierzchniowe lub opadowe,
- przenikaniem do pomieszczeń podziemnych wód gruntowych oraz wód opadowych, spływających powierzchniowo lub infiltrujących w podłoże gruntowe,
- korozyjnym działaniem wód gruntowych, opadowych i technologicznych na materiały i konstrukcje podziemnej części obiektu budowlanego.

Rodzaj zastosowanego fundamentu zależy od głębokości jego posadowienia. W związku z tym fundamenty dzielimy na płytkie i głębokie.

Fundamentami płytkimi (bezpośrednimi) nazywamy te, których cała płaszczyzna podstawy jest posadowiona bezpośrednio na gruncie budowlanym (nośnym), znajdującym się na głębokości nie większej niż około 4–5 m poniżej poziomu terenu. Często także fundamenty te opiera się na specjalnie przygotowanej warstwie z chudego betonu, żwiru lub piasku, którą stosuje się w celu wzmocnienia gruntu w poziomie posadowienia lub wymiany słabego miejsca gruntu rodzimego. Należą do nich: ławy i stopy fundamentowe, fundamenty płytowe, skrzyniowe i ruszty.

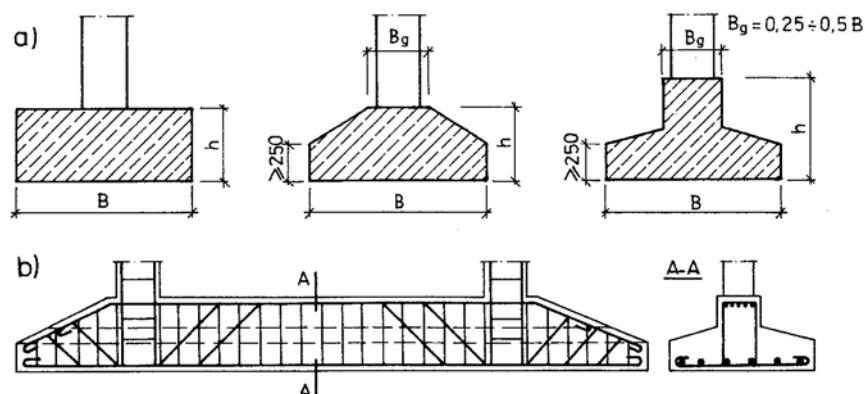
Ławy fundamentowe wykonuje się pod ścianami ciągłymi lub pod gęsto rozstawionymi rzędami słupów. Wykonuje się je jako:

- kamienne lub ceglane (o układzie warstw i wysokości zależnej do zastosowanej zaprawy) w budynkach do 3–4 kondygnacji, posadowione poniżej wody gruntowej na jednolitym gruncie nośnym,
- betonowe, jeżeli z obliczeń wynika znaczna szerokość fundamentu ceglano, wymagająca więcej niż 4 odsadzek oraz spód fundamentu znajduje się poniżej poziomu wody gruntowej,
- żelbetowe przy dużym obciążeniu budynku, w słabych gruntach i przy ograniczonej wysokości ławy.



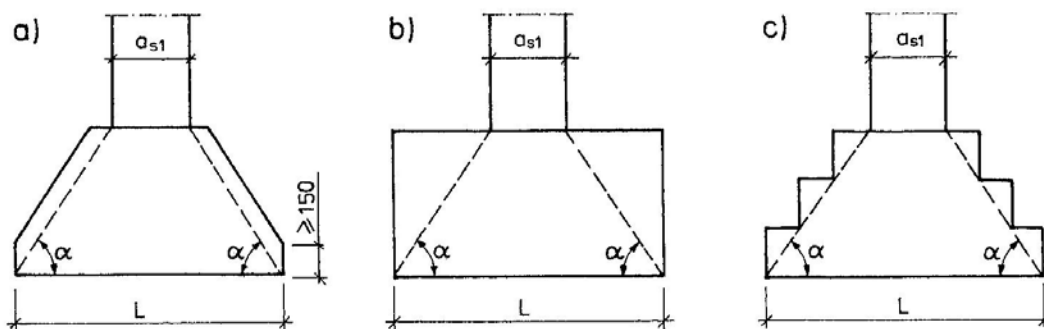
Rys. 10. Przekroje poprzeczne ław fundamentowych: a) ÷ c) betonowych, d) ÷ f) żelbetowych [14, s. 30]

Ławy żelbetowe pod rzędem słupów stosuje się, gdy ich rozstaw jest mały lub gdy zachodzi konieczność posadowienia fundamentów na gruntach o małej nośności i różnorodnym uwarstwieniu, mogącym spowodować nierównomierne osiadanie budynku, także w przypadku braku miejsca pod oddzielne stopy przy fundamentach sąsiednich budynków lub przy fundamentach pod urządzenia mechaniczne.

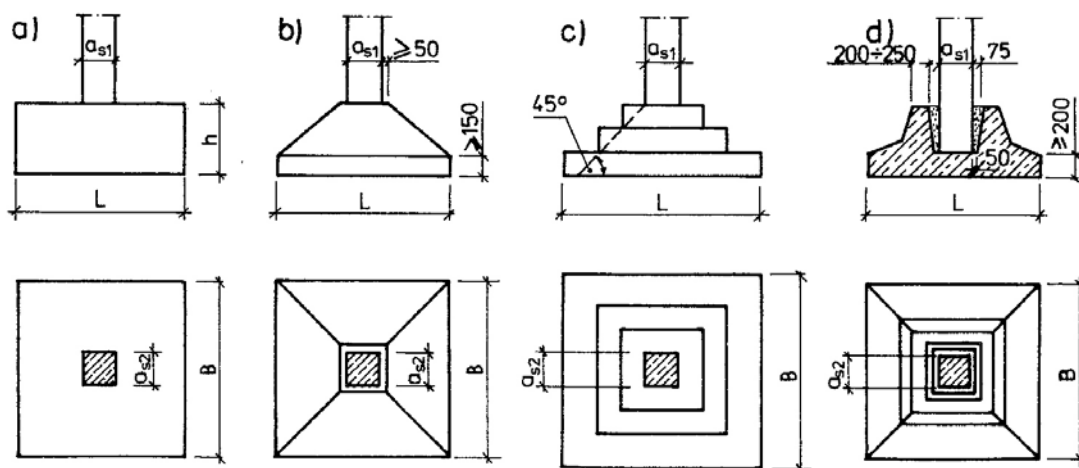


Rys. 11. Ławy pod słupami: a) przekroje poprzeczne (prostokątny, trapezowy i teowy), b) przykład zbrojenia ławy pod dwa słupy [8, s. 143]

W budynkach szkieletowych stosuje się **stopy betonowe** lub **żelbetowe** jako fundament pod słupy. Stopy mogą być pojedyncze, gdy na każdej z nich oddzielnie umieszcza się jeden słup albo grupowe, gdy na każdej z nich opiera się dwa lub kilka słupów. Można je wykonać z kamienia, cegły, betonu lub żelbetu. Stopy murowane z cegły lub z kamienia można zastosować pod słupami lub filarami obciążonymi osiowo, w budynkach do 2–3 kondygnacji, przy posadowieniu na nośnym podłożu, powyżej poziomu wody gruntowej. Stopy żelbetowe stosuje się przy dużych wielkościach sił osiowych i mimośrodowych oraz gdy użycie stóp ceglanych lub betonowych byłoby nieekonomiczne ze względu na ich duże wysokości. Stopy prefabrykowane stosuje się pod słupy żelbetowe jako tzw. kielichowe (szklankowe), nazywane tak ze względu na ich kształt gniazd, w których są osadzone słupy.



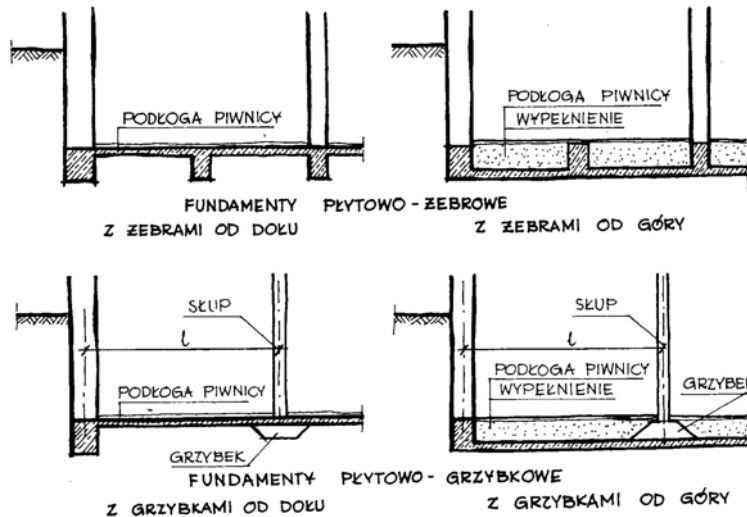
Rys. 12. Stopy betonowe: a) trapezowa, b) prostokątna, c) schodkowa [8, s. 149]



Rys. 13. Stopy żelbetowe: a) prostokątna, b) trapezowa, c) schodkowa, d) kielichowa [8, s. 150]

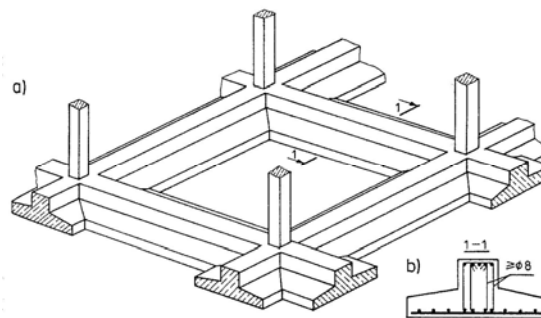
Fundamenty płytowe (rozkładają ciężar budynku na dużą powierzchnię) wykonuje się najczęściej pod budowle wysokie, lecz o małej szerokości i długości (kominy, wieże) oraz pod budowle posadawiane na słabych gruntach. Stosuje się je, gdy:

- ogólna powierzchnia łąw i stóp byłaby tak duża, że pozostawałyby między nimi niewielkie powierzchnie nie zabudowane i bardziej opłacalne jest połączenie ich w jedną całość (płytę),
- obciążenie fundamentu przy małym dopuszczalnym nacisku jednostkowym na grunt wymaga wykorzystania całej powierzchni budynku,
- grunt pod budynkiem jest niejednorodny i nie można dopuścić do jego nierównomiernego osiadania,
- podziemia budynku znajdują się poniżej zwierciadła wody gruntowej i konieczne jest wykonanie izolacji wodoszczelnej części podziemnej.



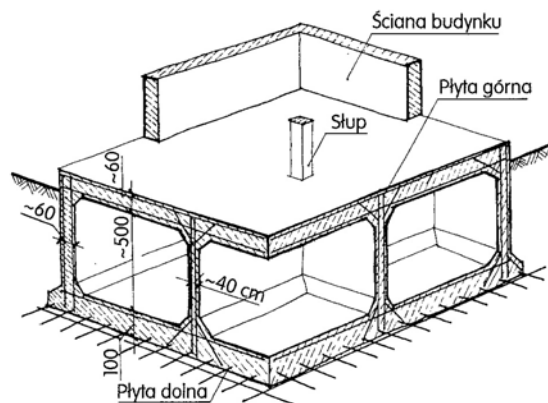
Rys. 14. Płyty fundamentowe [18, s. 116]

Ruszty fundamentowe wykonuje się w przypadku posadowienia na słabych gruntach ciężkiego i wrażliwego na nierównomierne osiadanie budynku. Składają się one z przenikających się łąw żelbetowych, na których opiera się ściany lub słupy konstrukcji.



Rys. 15. Fundament rusztowy: a) rzut aksonometryczny (fragment), b) przekrój poprzeczny łąwy [8, s. 158]

Pod budynki bardzo wysokie i silnie obciążone stosuje się **skrzynie fundamentowe żelbetowe**. Skrzynia taka składa się z dolnej i górnej płyty żelbetowej połączonymi ze sobą monolitycznie ścianami zewnętrznymi i wewnętrznymi również żelbetowymi. Stanowi ona bardzo sztywne oparcie dla budynku, dając równocześnie możliwość wykorzystania powstałych w ten sposób pomieszczeń piwnicznych. Fundament taki zastosowany został pod Pałacem Kultury i Nauki w Warszawie.



Rys. 16. Fundament skrzyniowy [14, s. 34]

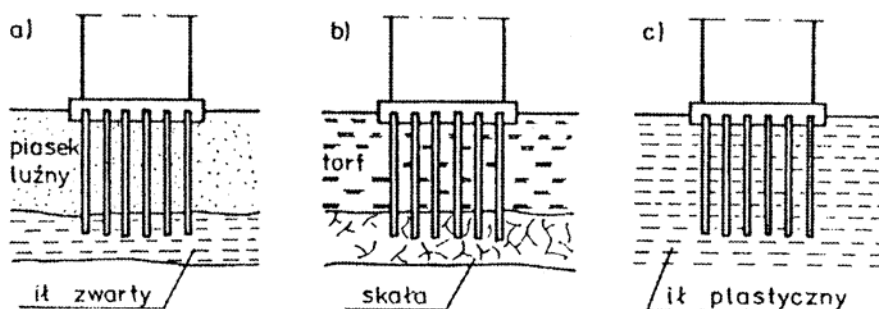
Fundamenty głębokie (pośrednie) przekazują obciążenia z budowli na niżej zalegające warstwy nośne przez dodatkowe elementy wprowadzone lub uformowane w gruncie, w postaci pali lub studni, a nie całą podstawą, ponieważ warstwa gruntu o odpowiedniej wytrzymałości znajduje się tak głęboko, że wykonanie wykopów byłoby zbyt trudne. Specjalnym rodzajem fundamentów głębokich są fundamenty na kesonach, stosowane poniżej lustra wody.

Pale wykonywane są z drewna, betonu, żelbetu lub stali o długości od kilku do kilkudziesięciu metrów. Zagłębione są w gruncie, zazwyczaj w grupach lub w rzędach. Stosuje się je w przypadku:

- zalegania gruntu w poziomie posadowienia, nie nadającego się do posadowienia bezpośredniego,
- budowli narażonej na możliwość powstania zsuwu,
- ograniczenia fundamentów w planie ze względu na urządzenia podziemne,
- fundamentów maszyn i urządzeń, które należy związać z głębszymi warstwami podłoża aby zmniejszyć drgania w strefie przypowierzchniowej,
- konieczności zagęszczenia podłoża.

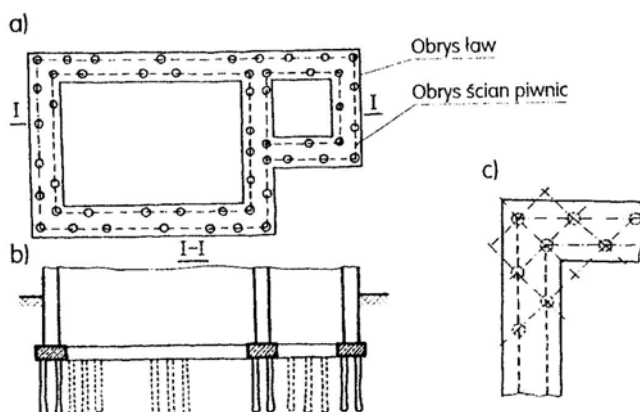
Ze względu na sposób przenoszenia obciążenia pale dzieli się na:

- normalne, których nośność w równym stopniu zależy od oporu gruntu pod ostrzem, jak i od oporu tarcia wzdłuż poboczniczy pala (występują najczęściej),
- stojące, których nośność zależy od oporu pod ostrzem pala, (przy posadowieniu na skale),
- zawieszane, których nośność zależy od oporu tarcia gruntu wzdłuż poboczniczy pala (w gruntach słabych).



Rys. 17. Fundowanie na palach: a) normalnych, b) stojących, c) zawieszonych [9, s. 90]

W praktyce stosowane pale najczęściej spełniają obydwa sposoby przenoszenia obciążeń. Głowice pali powinny być wpuszczone w ławę, stopę fundamentową lub ruszt.

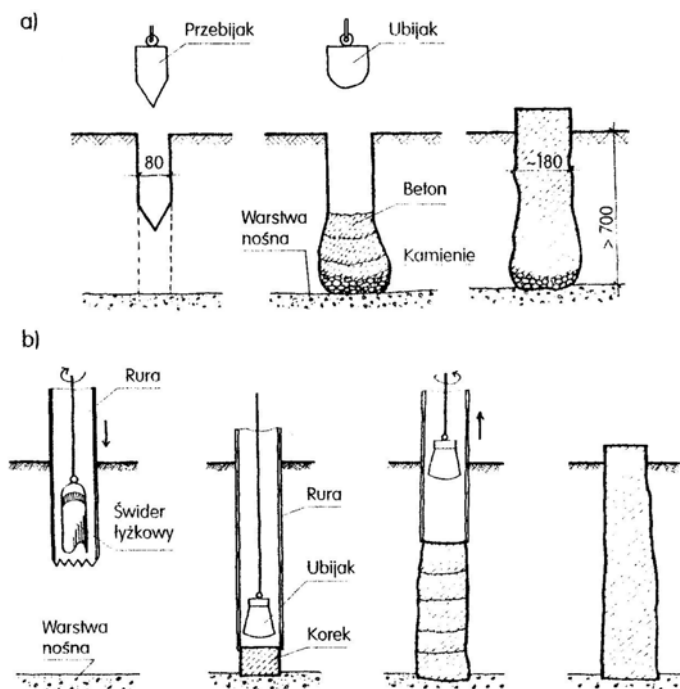


Rys. 18. Rozmieszczenie pali pod budynkiem [18, s. 125]

- Ze względu na sposób wykonania pale można podzielić na:
- wbijane, wciskane lub wkręcane,
 - gotowe lub wykonywane w gruncie.

Pale monolityczne (wykonywane w gruncie) dzielą się na:

- pale w otworach wybijanych, np. Compressol, Simplex, Franki,
- pale w otworach wierconych, np. Straussa, Wolfsholza.

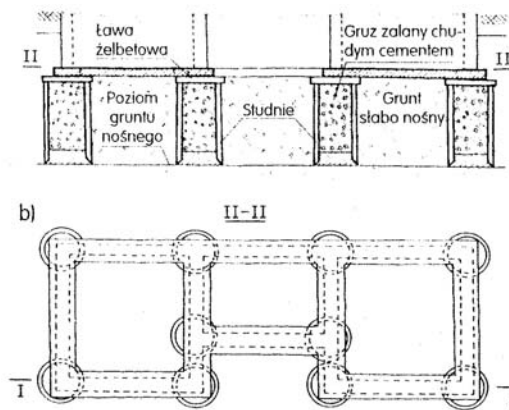


Rys. 19. Etapy wykonywania pali monolitycznych: a) w otworach wybijanych (Compressol) – kolejno od lewej: wybijanie otworu, ubijanie betonu warstwami, gotowy pal, b) w otworach wywiercanych (Straussa) – kolejno od lewej: wiercenie otworu i wydobywanie urobku, wykonanie korka betonowego na dnie otworu, obrotowe wyciąganie rury połączone z betonowaniem warstwami, gotowy pal [14, s. 36]

Nowe technologie wykonywania pali:

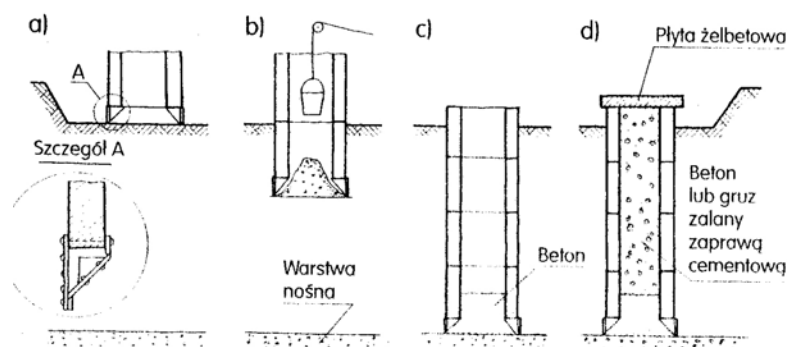
- pale CFA (w Polsce oznaczane również jako FSC – formowane świdrem ciągłym), przenoszą obciążenia 800–1500 kN, wykonywane bardzo szybko (30–60 min) i bezwstrząsowo, średnicy 400–800 mm (do 1500 mm), długości 10–15 m,
- jet-grouting (wysokociśnieniowe pale strumieniowe), stosuje się do wzmacniania fundamentów istniejących budowli, przenoszą obciążenia 1000–1500 kN, wykonywane bezwstrząsowo, średnicy 400–600 mm, długości 12–18 m,
- pale Vibrex (ulepszone pale Vibro), wbijane, przenoszą obciążenia 1500–2500 kN, średnicy buta 550–600 mm, długości 15–25 m,
- pale wkręcane Vibro-Fundex, wykonywane bezwstrząsowo, przenoszą obciążenia 1000–2000 kN, średnicy 500 mm, długości 14–20 m,
- pale Tubex, wkręcane, wykonywane głównie pod istniejącymi fundamentami o niedostatecznej nośności, przenoszą obciążenia 2500–3500 kN, średnicy 300–500 mm, długości 6–16 m,
- pale wiercone wielkośrednicowe (800–1800 mm) przenoszą obciążenia 3000–8000 kN, a przy zastosowaniu iniekcji pod podstawami wzrasta ich nośność (10000–15000 kN) i redukuje osiadanie nawet o 50%.

Studnie fundamentowe stosuje się wtedy, gdy grunt nośny leży głęboko i przy dużym ciężarze budowli liczba i długość potrzebnych pali okazałyby się zbyt duża.



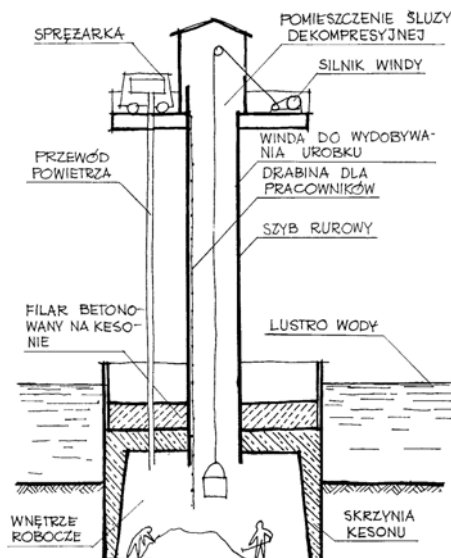
Rys. 20. Rozmieszczenie studni fundamentowych pod budynkiem [18, s. 127]

Najczęściej wykonywane są studnie z betonu i żelbetu, do głębokości 8–10 m (wyjątkowo 15 m), o przekroju kolistym, kwadratowym, dwu- i wielokomorowym. Wielkość przekroju umożliwia pracę ludzi w środku studni, zapuszczanej w grunt, aż do oparcia na gruncie nośnym. Mogą być stosowane zarówno w gruntach nie nawodnionych, jak i nawodnionych.



Rys. 21. Studnia fundamentowa – kolejność wykonania [18, s. 127]

Fundamenty na kesonach wykonuje się w gruntach silnie nawodnionych lub stale pozostających pod wodą (przy budowie nabrzeży portowych i filarów mostowych).



Rys. 22. Schemat działania kesonu [18, s. 128]

Wykonane są z żelbetu w kształcie skrzyni bez dna, która posiada na dolnej krawędzi nóż ułatwiający zagłębianie kesonu w gruncie, przez otwór w stropie komory przechodzą robotnicy i usuwa się grunt pochodzący z wydobycia oraz tłoczy powietrze pod ciśnieniem, na stropie wykonuje się fundament, a po osiągnięciu żądanej głębokości keson wypełnia się betonem. Maksymalna dopuszczalna głębokość zagłębienia kesonu wynosi 30 metrów poniżej lustra wody z uwagi na zdrowie zatrudnionych ludzi.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jaką rolę pełnią w budynku fundamenty?
2. Jakie są rodzaje warunków gruntowych?
3. Na jakiej podstawie określa się kategorie geotechniczną obiektu budowlanego?
4. Jakich obiektów dotyczą poszczególne kategorie geotechniczne?
5. Co to jest dokumentacja geotechniczna i co wchodzi w jej skład?
6. Na podstawie jakich warunków ustala się głębokość posadowienia fundamentów?
7. Od czego zależy rodzaj zastosowanego fundamentu?
8. Co to są fundamenty płytowe?
9. Z jakich materiałów wykonuje się ławy fundamentowe?
10. Jakie fundamenty stosuje się w budynkach szkieletowych?
11. Czym charakteryzują się fundamenty płytowe?
12. Kiedy stosuje się ruszty fundamentowe?
13. Jakie zastosowanie mają skrzynie żelbetowe?
14. Jakie są rodzaje fundamentów głębokich?
15. Kiedy stosuje się fundamenty na palach?
16. W jaki sposób wykonuje się pale?
17. Czym charakteryzują się fundamenty na studniach?
18. W jaki sposób wykonuje się fundamenty na kesonach?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

W otrzymanej od nauczyciela dokumentacji geotechnicznej obiektu budowlanego wyszukaj w części opisowej i graficznej:

- kategorię geotechniczną obiektu,
- karty otworów wiertniczych,
- profile wyników wierceń,
- tabele wyników badań,
- przekroje geotechniczne.

Wypisz rodzaje gruntów występujących na danej działce budowlanej oraz podaj wysokość poziomu wody gruntowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zanalizować otrzymaną dokumentację,
- 2) odszukać i wypisać elementy podane w temacie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja geotechniczna obiektu budowlanego,
- plansze poglądowe dotyczące kategorii geotechnicznych,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Narysuj przekrój pionowy ławy fundamentowej żelbetowej o kształcie wskazanym przez nauczyciela. Naszkicuj najkorzystniejszy układ warstw gruntu pod fundamentem oraz porównaj zasady pracy ławy fundamentowej żelbetowej i betonowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować różne układy warstw gruntu,
- 2) wybrać najkorzystniejszy układ i naszkicować go na rysunku,
- 3) określić zasady pracy ław fundamentowych betonowych i żelbetowych,
- 4) dokonać porównania,
- 5) zapisać wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe dotyczące fundamentów,
- plansze poglądowe dotyczące układu warstw gruntu,
- literatura.

Ćwiczenie 3

Porównaj fundamenty płytowe ze stopami fundamentowymi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować fundamenty płytowe,
- 2) scharakteryzować stopy fundamentowe,
- 3) dokonać porównania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- modele, plansze poglądowe dotyczące fundamentów,
- literatura.

Ćwiczenie 4

Dobierz odpowiedni fundament pod komin wolnostojący i uzasadnij swój wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaje fundamentów,
- 2) określić zastosowanie fundamentów w zależności od wymiarów obiektu,
- 3) dobrać odpowiedni fundament pod komin,
- 4) uzasadnić wybór.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- modele, plansze poglądowe dotyczące fundamentów,
 - literatura.

Ćwiczenie 5

Spośród wymienionych fundamentów głębokich: pale, studnie i kesony – wskaż fundament, który należy zastosować przy posadowieniu filarów mostowych i uzasadnij wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować fundamenty głębokie,
- 2) określić ich zastosowanie,
- 3) wskazać odpowiedni fundament i uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- modele, plansze poglądowe dotyczące fundamentów,
- literatura.

4.4.4. Sprawdzian postępów

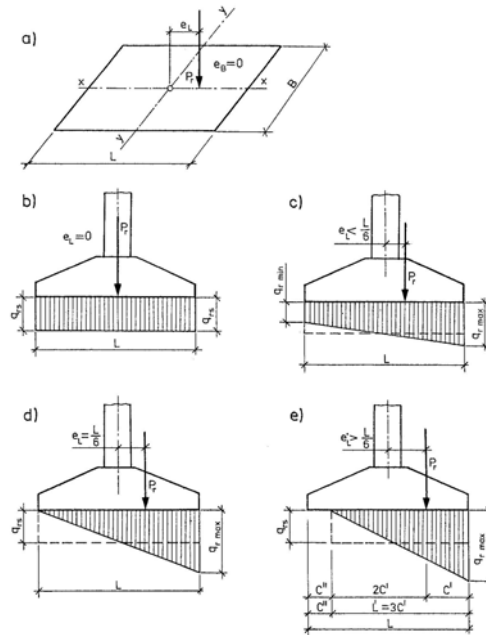
Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić kategorie geotechniczne obiektów budowlanych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić głębokość posadowienia fundamentu w zależności od parametrów warstw geotechnicznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) posłużyć się dokumentacją geotechniczną?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dokonać klasyfikacji fundamentów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić rodzaje fundamentów i głębokości ich posadowienia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić zastosowanie poszczególnych fundamentów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) scharakteryzować poszczególne fundamenty?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) scharakteryzować materiały stosowane do wykonywania fundamentów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) dobrać technologię wykonania określonego fundamentu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) dobrać materiały, narzędzia i sprzęt do określonej technologii wykonania fundamentu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) zorganizować stanowisko pracy w zależności od przyjętej technologii wykonania fundamentu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5. Rozkład naprężeń w gruncie z uwzględnieniem obciążeń zewnętrznych

4.5.1. Materiał nauczania

Rozkład naprężeń w poziomie posadowienia fundamentu zależy od wielu czynników, w tym od sztywności fundamentu, jego obciążenia i właściwości gruntów podłoża. Przyjmuje się prostoliniowy rozkład naprężeń, a zależnie od obciążenia – prostokątny, trapezowy lub trójkątny.



Rys. 23. Rozkład nacisków pod fundamentem: a) schemat obciążenia gdy $e_B = 0$ oraz $e_L \neq 0$, b) gdy działa obciążenie osiowe, c) gdy mimośród $e_L < L/6$, d) gdy mimośród $e_L = L/6$, e) gdy mimośród $e_L > L/6$ [12, s. 213]

Obliczenia statyczne fundamentów bezpośrednich wykonuje się według dwóch grup stanów granicznych:

- nośności (I stan graniczny) – ze względu na nośność (stateczność) podłoża gruntowego, dotyczy wszystkich rodzajów posadowienia,
- użytkowania (II stan graniczny) – ze względu na przemieszczenia (osiadania) podłoża gruntowego i konstrukcji obiektu budowlanego, dotyczy obiektów, które nie są posadowione na skałach litych. Można go nie sprawdzać dla niektórych budowli przy założeniu, że do głębokości równej trzykrotnej szerokości największego fundamentu zalegają wyłącznie grunty niespoiste lub spoiste w stanie nie gorszym niż twardoplastyczny.

W obliczeniach uwzględnia się warunki występujące w stadium eksploatacji obiektu.

I stan graniczny sprawdza się w wypadku wszystkich rodzajów posadowień. w prostych wypadkach posadowienia, to znaczy gdy:

- w najniekorzystniejszym układzie obciążeń ich składowa pozioma nie jest większa niż 10% składowej pionowej,
- budowla nie jest usytuowana na zboczu lub w jego pobliżu,
- obok budowli nie są przewidziane wykopy lub dodatkowe obciążenia mogące naruszyć stateczność podłoża gruntowego,
- mimośród obciążenia w stopach $e_L \leq 0,035L$ a w ławach $e_B \leq 0,035B$ (B – szerokość ławy).

Stan graniczny nośności sprawdza się według wzorów:

$$q_{rs} \leq m \cdot q_f \text{ oraz } q_{r \max} \leq 1,2m \cdot q_f$$

gdzie: q_{rs} – średnia obliczeniowa wartość obciążenia jednostkowego na podłoże pod fundamentem,

$q_{r \max}$ – największa obliczeniowa wartość obciążenia jednostkowego na podłoże pod fundamentem,

q_f – obliczeniowa wartość oporu jednostkowego jednowarstwowego podłoża pod fundamentem,

m – współczynnik korekcyjny.

Przy zastosowaniu niżej podanego sposobu wyznaczania q_f przyjmuje się $m = 0,9$. Współczynnik ten zmniejsza się mnożąc przez 0,9 jeżeli parametry geotechniczne podłoża określane są metodą B lub C według normy, tzn. nie w wypadku bezpośredniego oznaczania tych parametrów za pomocą polowych lub laboratoryjnych badań gruntów, co stosuje się w metodzie A.

Obliczeniową wartość jednostkowego oporu podłoża jednowarstwowego q_f oblicza się według wzoru:

$$q_f = (1 + 0,3 B/L) N_c \cdot c_u^{(r)} + (1 + 1,5 B/L) N_D \cdot D_{min} \cdot \zeta_D^{(r)} \cdot g + (1 - 0,25 B/L) N_B \cdot B \cdot \zeta_B^{(r)} \cdot g \text{ [kPa]},$$

w którym:

B – szerokość podstawy fundamentu – wymiar krótszego boku [m],

L – długość podstawy fundamentu – wymiar dłuższego boku [m],

N_c, N_B, N_D – współczynniki nośności, zależne od wartości obliczeniowej kąta tarcia wewnętrznego gruntu $\Phi = \Phi_u^{(r)}$ zalegającego bezpośrednio poniżej poziomu posadowienia,

$c_u^{(r)}$ – obliczeniowa wartość spójności gruntu zalegającego bezpośrednio poniżej poziomu posadowienia [kPa],

$\zeta_D^{(r)}$ – obliczeniowa średnia gęstość objętościowa gruntów (gruntów ewentualnie posadзки) powyżej poziomu posadowienia [t/m^3],

$\zeta_B^{(r)}$ – obliczeniowa średnia gęstość gruntów zalegających poniżej poziomu posadowienia do głębokości równej B [t/m^3],

$g \approx 10 \text{ m/s}^2$ – przyspieszenie ziemskie.

Wartości współczynników i parametrów danego gruntu odczytuje się z tablic i rysunków w PN-81/B-03020 lub ustala się na podstawie badań.

Wartość obliczeniową parametru geotechnicznego określa się mnożąc jego wartość charakterystyczną przez współczynnik materiałowy γ_m . Jeżeli parametr oznaczony jest metodą B lub C to przyjmuje się $\gamma_m = 1,1$ lub $\gamma_m = 0,9$ przy czym uwzględnia się wartość mniej korzystną.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Od czego zależy rozkład naprężeń w poziomie posadowienia fundamentu?
2. Jaki kształt ma rozkład naprężeń?
3. W jaki sposób dobiera się wymiary podstaw fundamentów?
4. Kiedy wykonuje się obliczenia statyczne fundamentów ze względu na nośność (I stan graniczny)?
5. Kiedy stosuje się do obliczeń II stan graniczny?
6. Według jakich wzorów sprawdza się stan graniczny nośności?
7. W jaki sposób określa się wartość obliczeniową parametru geotechnicznego

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie otrzymanej od nauczyciela dokumentacji budowlanej oraz dokumentacji geotechnicznej budynku jednorodzinnego – określ rozkład naprężeń w poziomie posadowienia ław fundamentowych budynku.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować otrzymaną dokumentację,
- 2) napisać wzór potrzebny do obliczenia naprężeń,
- 3) odszukać dane potrzebne do wyliczeń,
- 4) wykonać obliczenia,
- 5) przeanalizować wyniki obliczeń,
- 6) sformułować wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja budowlana i geotechniczna budynku,
- norma PN-81/B-03020,
- literatura,
- kalkulator.

Ćwiczenie 2

Oblicz nośność gruntu pod wskazanymi przez nauczyciela ławami fundamentowymi budynku jednorodzinnego, korzystając z dokumentacji, którą otrzymałeś od nauczyciela.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować zasady obliczeń stanów granicznych nośności,
- 2) wypisać wzór potrzebny do obliczenia nośności podłoża,
- 3) odszukać wartości współczynników w normie oraz w dokumentacji geotechnicznej,
- 4) odszukać wymiary wskazanej ławy fundamentowej,
- 5) wykonać obliczenia,
- 6) przeanalizować wyniki obliczeń,
- 7) sformułować wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja budowlana i geotechniczna budynku,
- norma PN-81/B-03020,
- literatura,
- kalkulator.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) obliczyć naprężenia pod fundamentem?
- 2) obliczyć nośność gruntu?

Tak

Nie

4.6. Wymiarowanie i konstruowanie fundamentów

4.6.1. Materiał nauczania

Fundamenty bezpośrednie

Fundamenty bezpośrednie projektuje się zgodnie z normą PN-81/B-03020. W obliczeniach geotechnicznych należy ustalić kształt i wymiary podstawy fundamentu

niezbędne ze względu na właściwości podłoża gruntowego, głębokość posadowienia, a w obliczeniach konstrukcyjnych zwymiarować ich konstrukcję.



Rys. 24. Głębokość przemarzania gruntów przyjmowana do celów fundamentowania w różnych strefach kraju [13, s. 58]

Z zaleceń normy PN-81/B-03020 wynika, że fundamenty bezpośrednie powinny być zagłębione w stosunku do poziomu przyległego terenu (również podłogi piwnicy, dna kanału instalacyjnego) co najmniej 0,5 m. W gruntach wysadzinowych poziom posadowienia powinien znajdować się poniżej głębokości przemarzania, która w naszym kraju – zależnie od jego strefy klimatycznej – wynosi 0,80–1,40 m. Głębokość tę liczy się od rzędnej projektowanego terenu lub posadzki piwnic w budynkach nieogrzewanych.

Lawy fundamentowe

Lawy betonowe mają przeważnie przekrój prostokątny o szerokości do 1,20 m i wysokości 0,50 m, wysokość nie powinna być mniejsza niż 0,30 m.

Wysokość h ławy betonowej oblicza się biorąc pod uwagę jej wytrzymałość na zginanie.

$$h \geq 0,185 (M/R_{bbz})^{1/2}$$

w którym: M – największa obliczeniowa wartość momentu zginającego w przekroju α - α ,

R_{bbz} – wytrzymałość obliczeniowa betonu na rozciąganie w konstrukcjach betonowych.

Szerokość B ławy obciążonej osiowo można ustalić drogą porównań i prób, najczęściej ustala się wykorzystując odpowiednie nomogramy, tablice itp.

W obliczeniach ław pod ścianami bierze się pod uwagę obciążenie na 1,00 m ich długości, a qpole powierzchni podstawy przyjmuje się równe $F = 1,00B$.

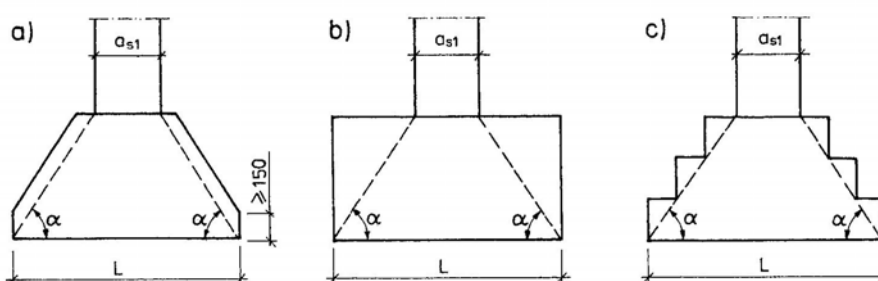
W celu zabezpieczenia ław betonowych przed zarysowaniem lub spękaniem na skutek nierównomiernego osiadania stosuje się zbrojenie konstrukcyjne w kierunku podłużnym w postaci czterech prętów (po dwa dołem i góra) o średnicy 12–20 mm klasy A-0 lub A-I. Umieszcza się je w obrysie ściany obciążającej i łączy strzemionami średnicy 6–8 mm w ilości 3 na metr. Grubość otulenia zbrojenia, powinna wynosić co najmniej 40 mm jeśli

Ława wykonywana jest na podłożu betonowym (grubości 100 mm) lub 75 mm – jeśli na gruncie.

Wysokość h ławy żelbetowej (obciążonej osiowo) pod ścianą przyjmuje się nie mniejszą niż 0,30 m. Ponadto wysokość powinna być tak dobrana, żeby ława miała odpowiednią nośność na przebicie, zgodnie z warunkiem $N_p \leq R_{bz} \cdot u_p \cdot h_o$. Siłę na przebicie wyznacza się przyjmując największą obliczeniową wartość obciążenia przekazywanego na ławę fundamentową, zmniejszoną o wartość obciążenia (oporu gruntu) działającego bezpośrednio na dolną podstawę figury przyjmowanej do obliczenia obwodu. Szerokość B ławy żelbetowej ustala się tak samo jak ławy betonowej.

Ławy żelbetowe zbroi się podłużnie, tak jak betonowe, i poprzecznie (u dołu) – prętami zbrojenia głównego średnicy minimum 12 mm, które rozmieszcza się osiowo nie rzadziej niż co 250 mm. Otulenie zbrojenia jak w ławach betonowych. W ławach o przekroju teowym 70% zbrojenia dolnego podłużnego rozmieszcza się na szerokości żebra, a 30% na szerokości półek. Oprócz podłużnego stosuje się również zbrojenie poprzeczne wynikające z obliczeń.

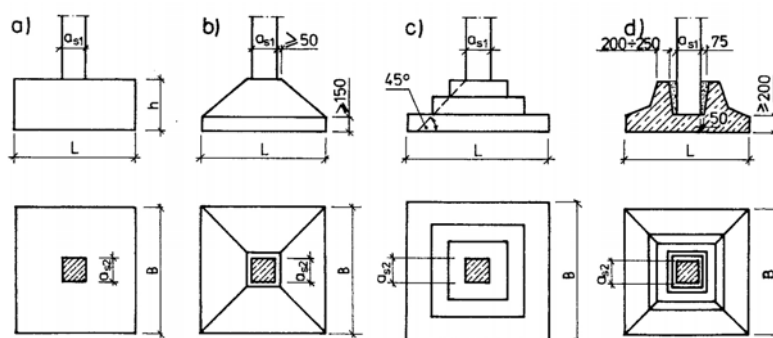
Stopy fundamentowe



Rys. 25. Przekroje poprzeczne stóp betonowych: a) prostokątny, b) trapezowy, c) schodkowy [12, s. 224]

Stopy **betonowe** powinny mieć takie wymiary, aby kąt α wynosił 55–60°, przy czym mniejszy kąt stosuje się przy betonach wyższej klasy.

Najczęściej stosowane są stopy **żelbetowe**, które mają kształt prostopadłościanu (przy niedużych wymiarach), ostrosłupa lub schodkowy.



Rys. 26. Stopy żelbetowe [12, s. 224]

Górne wymiary stóp o kształcie ostrosłupa powinny być o 100 mm większe od wymiarów słupa, aby umożliwić oparcie desekowania do betonowania słupa, wysokość dolnych części przyjmuje się minimum 150 mm, a długość boków podstawy i wysokość stopy powinny być wielokrotnością 50 mm. Odsadzki stóp schodkowych powinny mieć wysokość 400–500 mm.

W stopach prefabrykowanych po ustawieniu słupa przestrzeń między nim a ścianami kielicha zalewa się betonem drobnoziarnistym klasy nie mniejszej niż klasa betonu stopy fundamentowej.

Stopy o małych wymiarach zbroi się siatkami zbrojeniowymi z prętów średnicy 10–16 mm, a stopy o dużych wymiarach prętami o średnicy 18–26 mm. Rozstaw prętów przyjmuje się na podstawie obliczeń, najczęściej co 100–200 mm. Otulina zbrojenia jak w ławach fundamentowych.

Stopy fundamentowe obciążone osiowo projektuje się najczęściej o podstawie kwadratowej. A obciążone mimośrodowo – o podstawie prostokąta, wydłużonego w płaszczyźnie obciążenia.

Wysokość stóp żelbetowych dobiera się tak, aby miały one odpowiednią nośność na przebicie. Wysokość stopy ze względów ekonomicznych oblicza się według wzoru:

$$h = (0,3-0,4) (L-a_{s1})$$

przy czym: L – długość większego boku podstawy stopy, a_{s1} – długość równoległego do niej boku przekroju słupa.

Momenty zginające stopę żelbetową obciążoną osiowo oblicza się różnymi metodami, na przykład metodą wsporników trapezowych, wsporników prostokątnych lub metodą Lebella. Na przykład w metodzie wsporników oblicza się momenty zginające w przekrojach przechodzących przez krawędź słupa, a w wypadku stóp schodkowych również przez krawędź każdej z odsadzek. Przyjmuje się przy tym, że stopa pracuje jako belka jednostronnie utwierdzona w rozpatrywanym przekroju, obciążona oddziaływaniem gruntu $q_r = N_r/B \cdot L$, gdzie N_r to siła nacisku słupa od obliczeniowej wartości obciążeń, B i L to wymiary stopy.

$$M_I = 0,125 q_r (L - a_{s1})^2 \cdot B$$

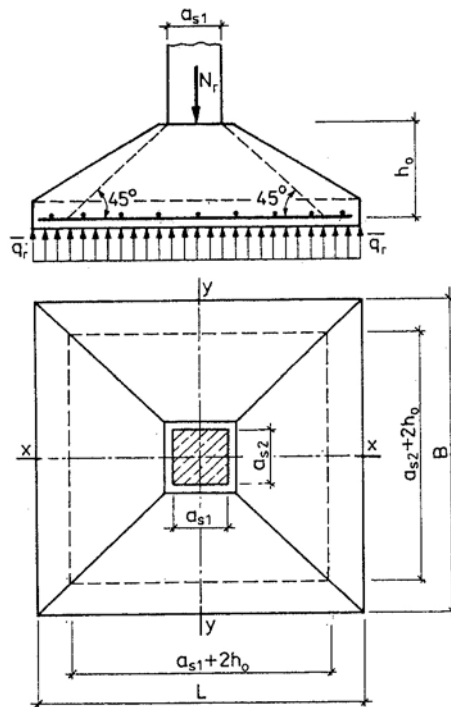
$$M_{II} = 0,125 q_r (L - L_I)^2 \cdot B$$

gdzie: L i a_{s1} to odpowiednio długość większego boku podstawy stopy i równoległego do niej boku przekroju słupa.

Pole przekroju zbrojenia oblicza się według wzorów przybliżonych:

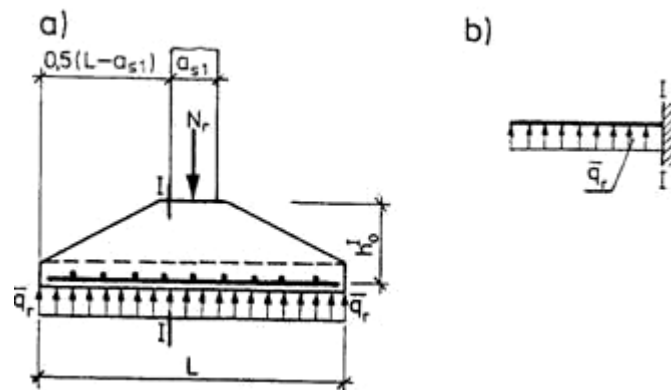
$$F_{aI} = \frac{M_I}{0,9 h_o^I \cdot R_a}$$

$$F_{aII} = \frac{M_{II}}{0,9 h_o^{II} \cdot R_a}$$



Rys. 27. Stopa żelbetowa obciążona osiowo [8, s. 151]

Momenty zginające oraz pole przekroju zbrojenia w drugim kierunku oblicza się w sposób podobny do podanego wyżej. Obliczone zbrojenie rozmieszcza się zazwyczaj równomiernie w obydwu kierunkach na szerokość stopy. Jeżeli wysokość stopy jest mała w stosunku do wymiarów podstawy, to obliczone zbrojenie można rozłożyć nierównomiernie, podstawę w każdym kierunku dzieli się na siedem pasm i układa w nich kolejno: 5, 10, 20, 30, 20, 10 i 5% zbrojenia.



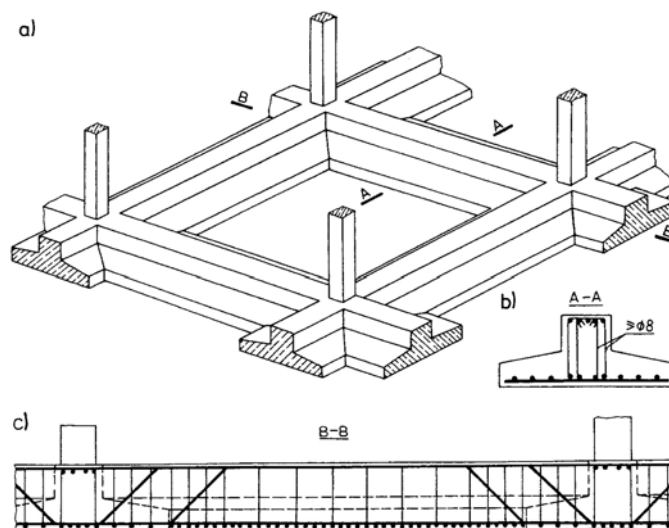
Rys. 28. Schemat stopy fundamentowej do obliczeń metodą wsporników: a) przekrój poprzeczny, b) schemat statyczny [12, s. 228]

Obciążenie w stopach fundamentowych żelbetowych obciążonych mimośrodowo znajduje się w płaszczyźnie przechodzącej przez jedną z osi głównych środkowych ich podstawy. Wymiary podstawy stóp dobiera się według wzorów drogą prób, przy czym zakłada się proporcje tych wymiarów – stosunek B/L . Wysokość stóp sprawdza się z warunku na przebicie.

W przypadku słabego gruntu i niewielkich odległości słupów w obydwu kierunkach, zamiast stóp o dużych wymiarach lepszym rozwiązaniem jest stosowanie łąw fundamentowych dwukierunkowych, **rusztów fundamentowych**. Ławy mają zazwyczaj

przekrój prostokątny, przy większych obciążeniach lub konieczności zwiększenia siatki słupów – przekrój teowy. Wysokość ław przyjmuje się od $1/5$ – $1/7$ odległości między osiami słupów. W ławach szerokość przekroju teowym szerokość żebra przyjmuje się $0,25$ – $0,50$ ławy i jednocześnie jest większa od szerokości słupa o co najmniej 100 mm.

Ruszt fundamentowy zbroi się w kierunku poprzecznym i podłużnym, rozkład zbrojenia dostosowuje się do występujących momentów zginających i sił poprzecznych.



Rys. 29. Fundament rusztowy: a) rzut aksonometryczny (fragment), b) przekrój poprzeczny ławy, c) przekrój podłużny ławy [8, s. 158 i 12, s. 233]

Jeżeli podłoże gruntowe jest niejednorodne i o małej nośności, a rozstawy słupów w obydwu prostopadłych kierunkach zbliżone do siebie lub jednakowe, to zamiast stóp o dużych wymiarach lepiej zastosować fundament w postaci płyty pod całym budynkiem. **Płyty fundamentowe** mają na ogół konstrukcję zbliżoną do konstrukcji stropów monolitycznych. Jeżeli rozstaw słupów lub ścian nie przekracza 5 – 6 m wtedy stosuje się płytę płaską o grubości $1/6$ – $1/10$ odległości między osiami podpór. Przy większych obciążeniach i słupach rozstawionych w odległościach większych od $6,0$ m stosuje się rozwiązanie pośrednie w postaci układu płytowo-żebrowego. Grubość płyty przyjmuje się od $1/8$ do $1/12$ rozpiętości płyty, jednak nie mniejszą niż 250 – 400 mm.

Fundamenty pośrednie

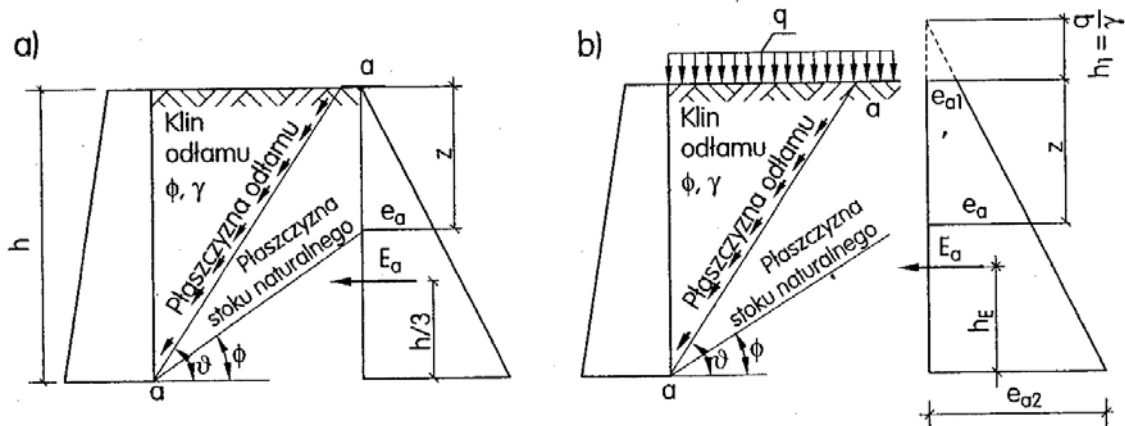
Najczęściej stosuje się pale betonowe lub żelbetowe, rzadziej – drewniane i stalowe. Pale drewniane muszą być w całości zagłębione poniżej poziomu wody gruntowej, w przeciwnym wypadku ulegać będą gniciu. Wymiary pali (najczęściej z drewna sosnowego): długość 4 – 10 m, średnica 20 – 25 cm dla pali o długości 4 m i 30 – 35 cm dla większych długości. Głowice pali powinny być zagłębione w betonie fundamentu na głębokość 30 – 60 cm, przy czym powinny być ociosane, a na obwodzie głowicy należy wykonać zbrojenie z uzwojenia i prętów podłużnych.

Pale stalowe stosuje się wtedy, gdy zachodzi potrzeba przebicia się do skały na dużą głębokość. Pale te wykonywane są z rur stalowych wypełnionych betonem.

Pale betonowe i żelbetowe mogą być monolityczne lub prefabrykowane. Mikropale mogą być wykonywane jako wiercone (średnica 300 mm, długość 18 m) lub wbijane, wciskane, wwibrowywane lub wkręcane (średnica do 150 mm, długość do 30 m). Pale żelbetowe prefabrykowane mają zazwyczaj przekrój poprzeczny od 250×250 do 400×400 mm i długość do 18 m. Pale fundamentowe wykonywane w gruncie mają średnicę około $1,8$ m,

długość do kilkudziesięciu metrów. Głowice pali żelbetowych zagłębia się w betonie na głębokość 10–15 cm, a zbrojenie podłużne pali wpuszcza się w beton na głębokość 30–40 cm. Odległość pala od krawędzi bocznej fundamentu powinna wynosić 30–40 cm.

Do konstrukcji specjalnych zalicza się **ściany oporowe**. Są to budowle przeznaczone do utrzymania w stanie statecznym gruntów i materiałów rozkruszonych lub sypkich, jak np. kruszywo lub węgiel. Ściany te przejmują parcie i przekazują je na podłoże gruntowe.



Rys. 30. Wykresy jednostkowego parcia czynnego gruntu na ścianę: a) naziom nie obciążony, b) naziom obciążony [13, s. 54]

W obliczeniach ścian oporowych uwzględnia się ich ciężar własny łącznie z ciężarem gruntu leżącego nad ich częściami fundamentowymi, parcie graniczne gruntu oraz ewentualne obciążenia zmienne. Rozpatruje się odcinek ściany o długości 1 metra. W obliczeniach parcia granicznego najczęściej zakłada się, że jest ono równe oddziaływaniu sztywnego klina gruntu oddzielonego od ośrodka gruntowego płaską powierzchnią poślizgu (płaszczyzną odłamu) *a-a* przy jej najbardziej niekorzystnym pochyleniu. Nie uwzględnia się przy tym tarcia między tylną powierzchnią ścian i gruntem (zasypką) za ścianą.

Wartości charakterystyczne jednostkowego parcia czynnego gruntu wyznacza się dla gruntu niespoistego (sypkiego) według wzoru:

$$e_a = (\gamma \cdot z + q) \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \Phi_u^{(n)}/2)$$

gdzie: γ – wartość charakterystyczna ciężaru objętościowego gruntu,

z – głębokość, na jakiej oblicza się parcie,

q – wartość charakterystyczna rozłożonego równomiernie obciążenia naziomu,

$\Phi_u^{(n)}$ – wartość charakterystyczna kąta tarcia wewnętrznego gruntu.

4.6.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób ustala się wymiary ław fundamentowych?
2. Jaką metodą można obliczać moment zginający pod stopą żelbetową?
3. Jakie są sposoby projektowania stóp fundamentowych?
4. Czym charakteryzują się pale drewniane, stalowe, żelbetowe?
5. Kiedy stosuje się ściany oporowe?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Oblicz wymiary stopy żelbetowej oraz przekrój zbrojenia. Określ dane, które będą Ci potrzebne do wykonania ćwiczenia. Uzyskasz je od nauczyciela.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować zasady projektowania stóp fundamentowych,
- 2) wypisać konieczne dane i uzyskać je od nauczyciela,
- 3) określić wymagane wymiary stopy w stosunku do wymiarów słupa,
- 4) określić kształt stopy,
- 5) wykonać obliczenia i ustalić wymiary stopy pod dany słup,
- 6) obliczyć przekrój zbrojenia,
- 7) przeanalizować wyniki obliczeń,
- 8) narysować przekrój pionowy i poziomy przez stopę fundamentową wraz z rozrysowaniem zbrojenia,
- 9) sformułować wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe dotyczące fundamentów,
- Polskie Normy,
- literatura,
- kalkulator.

Ćwiczenie 2

Spośród wymienionych pali:

- stalowe,
- drewniane,
- betonowe,
- żelbetowe

wskaz pale, które muszą być w całości zagłębione poniżej poziomu wody gruntowej i uzasadnij wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować wymienione pale,
- 2) wskazać pale, które muszą być pod wodą,
- 3) uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe dotyczące fundamentów na palach,
- literatura.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zaprojektować stopę fundamentową?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zaprojektować ławę fundamentową?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić rodzaje i sposób wykonania różnych rodzajów pali?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.7. Przygotowanie i montaż zbrojenia

4.7.1. Materiał nauczania

Do robót zbrojarskich zalicza się:

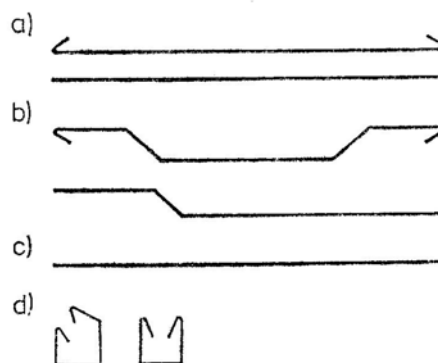
- prostowanie stali zbrojeniowej,
- czyszczenie stali zbrojeniowej,
- cięcie stali zbrojeniowej,
- gięcie stali zbrojeniowej,
- montaż szkieletu.

Stal dostarczaną w kręgach **prostuje** się przez wyciąganie (ręczne lub mechaniczne) lub przeciąganie, pręty prostuje się na stole zbrojarskim za pomocą klucza zbrojarskiego lub na giętarcie mechanicznej (pręty o średnicy większej od 20 mm). Prostowanie zbrojenia przez przeciąganie stosuje się w dużych zakładach zbrojarskich w prostowarkach.

Czyszczenie stali polega na usunięciu z jej powierzchni zanieczyszczeń: biologicznych, lodu, rdzy, smarów, tłuszczów. Łuszczącą się rdzę oraz zanieczyszczenia biologiczne należy usunąć szczotkami stalowymi lub piaskownicami. Zanieczyszczenia błotem – usunąć szczotkami, lodem – ciepłym powietrzem podgrzewanym dmuchawami, smarami lub tłuszczem – opalając lampą lutowniczą, palnikiem acetylenowym lub za pomocą odpowiednich środków chemicznych.

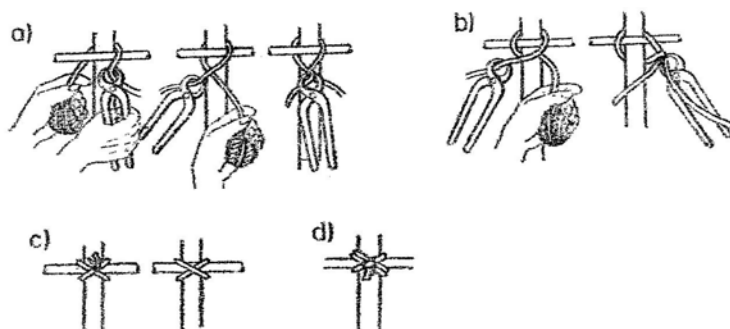
Cięcie stali dokonuje się za pomocą przecinaka, nożycami ręcznymi lub mechanicznymi, albo palnikiem acetylenowym, a w zakładach zbrojarskich wielofunkcyjnymi maszynami zbrojarskimi.

Gięcie prętów wykonuje się ręcznie lub mechanicznie. Zaginanie ręczne wykonuje się na stole zbrojarskim za pomocą kluczy zbrojarskich lub giętarki ręcznej, mechaniczne – za pomocą giętarek mechanicznych.



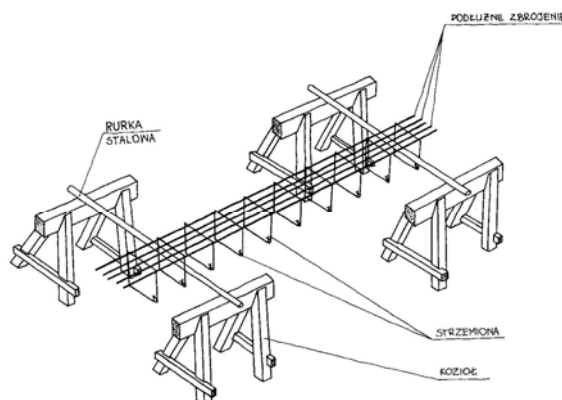
Rys. 31. Rodzaje prętów zbrojenia: a) pręty nośne proste z hakami i bez haków, b) pręty główne odgięte, c) pręt montażowy lub rozdzielczy, d) strzemiona [1, s. 205]

Pocięte i wygięte zbrojenie montuje się w **szkielety zbrojeniowe**. Połączenie prętów można wykonać przez: wiązanie drutem wiązałkowym, zgrzewanie elektryczne (zgrzewarkami czołowymi lub punktowymi) lub spawanie.



Rys. 32. Sposoby wiązania węzłów zbrojarskich: a) węzeł prosty, b) węzeł dwurzędowy, c) węzeł krzyżowy, d) węzeł krzyżowy podwójny [1, s. 230]

Szkielety zbrojeniowe wykonuje się w warsztacie zbrojarskim albo bezpośrednio na budowie: na placu zbrojarskim lub bezpośrednio w deskowaniu (w ławach fundamentowych).



Rys. 33. Montaż szkieletu zbrojeniowego [17, s. 48]

W celu zapewnienia odpowiedniego otulenia stali należy podkładać pod pręty zbrojeniowe krążki dystansowe. Można stosować klocki betonowe o grubości otuliny zbrojenia, klocki te należy przed użyciem zanurzyć w zaprawie cementowej. Nie wolno stosować do tego celu odcinków prętów, ponieważ po zabetonowaniu zostaną one na powierzchni betonu, łatwo ulegną rdzewieniu i ułatwią dostęp wilgoci do prętów nośnych. Nie należy stosować innej stali niż podana w projekcie, pręty powinny mieć odpowiednią otulinę, której wielkość zależy od klasy betonu oraz klasy ekspozycji. Rozstaw prętów powinien umożliwiać właściwe ułożenie mieszanki betonowej oraz zapewnić odpowiednie warunki przyczepności do betonu.

4.7.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie czynności zalicza się do robót przygotowawczych przy zbrojeniu?
2. W jaki sposób prostuje się stal dostarczaną w kęgach?
3. W jaki sposób tną się stal zbrojeniową?
4. Jakie są metody łączenia prętów w szkielecie zbrojeniowym?
5. Jaką otulinę powinny mieć pręty zbrojeniowe?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie

Dobierz rodzaj prętów do zbrojenia ławy żelbetowej i podaj sposób ich przygotowania, jeżeli stal zbrojeniowa została dostarczona w kęgach.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) określić średnicę prętów,
- 2) określić sposób prostowania, cięcia, gięcia stali,
- 3) określić wielkość otuliny i rozstaw prętów.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza pogładowa dotycząca zbrojenia fundamentów,
- plansza pogładowa dotycząca składowania stali,
- literatura.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) dobrać rodzaj zbrojenia do określonego fundamentu?
- 2) określić sposób przygotowania zbrojenia?
- 3) określić sposób ułożenia zbrojenia w fundamencie?

Tak **Nie**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.8. Betonowanie, zagęszczanie i pielęgnacja betonu

4.8.1. Materiał nauczania

Podstawową zasadą prawidłowego betonowania jest takie ułożenie mieszanki betonowej, aby nie doprowadzić do rozsegregowania składników, zjawisko to może wystąpić podczas zrzucania mieszanki betonowej ze środków transportowych. Przy wysokości do 1 m nie stosuje się żadnych pomocniczych urządzeń, przy 1–2 m stosuje się rynny spustowe, a przy 2–3 m oprócz rynny stosuje się lej zsykowy.

Podstawowe zasady betonowania:

równomierne rozłożenie mieszanki betonowej,
nie dopuszczenie do powstawania pustych przestrzeni zwanych rakami,
zachowanie niezmienności szkieletu zbrojenia,
odpowiednie zagęszczenie mieszanki,
ciągłość betonowania lub zastosowanie odpowiednich zasad dotyczących przerw w układaniu mieszanki.

Podczas betonowania pod wodą nie wolno wsypywać bezpośrednio mieszanki do wody. Opuszcza się ją na dno wykopu w specjalnych skrzyniach lub kubłach, za pomocą rury pod warunkiem zagłębienia jej wylotu 1 m w świeżym betonie, najczęściej doprowadza się mieszankę betonową pod ciśnieniem.

Zagęszczanie betonu ma istotny wpływ na: wytrzymałość, szczelność i mrozoodporność betonu.

Metody ręcznego zagęszczania: sztychowanie (rydlowanie) mieszanki, ostukiwanie deskowania oraz – w przypadku elementów niezbrojonych – ubijanie.

Metodą mechanicznego zagęszczania mieszanki betonowej przy wykonywaniu fundamentów jest wibrowanie.

Pielęgnacja świeżego betonu polega na zabezpieczeniu przed wysychaniem (wysychanie pozbawia beton wody niezbędnej do wiązania i twardnienia) oraz uszkodzeniami mechanicznymi, wstrząsami oraz obciążeniem (chodzeniem lub przejeżdżaniem środkami transportowymi). Ochrona polega na stosowaniu specjalnych preparatów наносzonych na beton, przykrywaniu (folią, matami, brezentem, piaskiem, nawilżonymi trocinami) oraz nawilżaniu betonu wodą. Polewanie stosuje się pod koniec wiązania kilka razy dziennie, najczęściej na drugi dzień po zabetonowaniu, a w dni upalne już po kilku godzinach po zakończeniu betonowania, co najmniej przez okres 7 dni w przypadku zastosowania cementu portlandzkiego i 14 dni – hutniczego.

W przypadku konieczności przerwania robót betoniarskich można tego dokonać w ściśle określonych miejscach, czyli tam gdzie występują najmniejsze siły działające na dany element konstrukcyjny. Przed wznowieniem betonowania w miejscu przerwy roboczej należy:

- usunąć wierzchnią warstwę stwardniałego betonu na głębokość 0,5–2,0 cm,
- polać obficie wodą tak przygotowaną chropowatą powierzchnię,
- usunąć zanieczyszczenia ze zbrojenia,
- narzucić na warstwę stykową dość silnie zaprawę cementową.

Po wykonaniu tych czynności można przystąpić ponownie do betonowania elementu.

Odbiór robót fundamentowych składa się z odbiorów:

- 1) podłoża, na przykład stanu gruntów w podłożu, zgodności warunków gruntowych w podłożu z dokumentacją geotechniczną,
- 2) robót towarzyszących, na przykład instalacyjnych,
- 3) fundamentów płytkich, na przykład sprawdzenie prawidłowości ich usytuowania, wykonania robót ciesielskich, zbrojarskich, betoniarskich,
- 4) fundamentów głębokich, na przykład sprawdzenie zgodności wykonania pali, studni fundamentowych, ścianek szczelnych z projektem i technologią wykonania poszczególnych robót.

4.8.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są zasady zrzucania mieszanki betonowej ze środków transportowych?
2. Jakie są podstawowe zasady betonowania?
3. W jaki sposób wykonuje się betonowanie pod wodą?
4. W jaki sposób zagęszcza się beton?
5. Na co ma wpływ prawidłowe zagęszczanie mieszanki betonowej?
6. Na czym polega pielęgnacja betonu?
7. Jakie są zasady stosowania przerw roboczych w konstrukcjach żelbetowych?

4.8.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ zasady prawidłowego betonowania ławy fundamentowej żelbetowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić sposób ułożenia zbrojenia w deskowaniu,

- 2) określić sposób ułożenia mieszanki betonowej w deskowaniu,
- 3) określić sposób zagęszczenia betonu,
- 4) określić sposób pielęgnacji betonu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- modele, plansze poglądowe dotyczące fundamentów,
- literatura.

4.8.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) określić podstawowe zasady betonowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić metody zagęszczania betonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić sposoby pielęgnacji betonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić zasady stosowania przerw roboczych w konstrukcjach żelbetonowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.9. Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska obowiązujące przy wykonywaniu fundamentów

4.9.1. Materiał nauczania

Roboty fundamentowe łączą w sobie różne prace, dlatego podczas ich wykonywania obowiązują przepisy bhp dotyczące robót ziemnych, betoniarskich, zbrojarskich w zależności od rodzaju wykonywanej pracy lub rodzaju fundamentu.

Roboty ziemne należy prowadzić według następujących wymogów:

- prace prowadzić zgodnie z dokumentacją,
- wyznaczyć przebieg uzbrojenia terenu,
- prowadzić roboty ręcznie w odległości 0,50 m od istniejących instalacji podziemnych,
- ogrodzić i zabezpieczyć teren robót, wyposażyć w odpowiednie tablice ostrzegawcze,
- zabronione jest wykonywanie wykopów przez podkopywanie,
- wykopy wąskoprzestrzenne i jamiste powinny być zabezpieczone przez rozparcie ścian,
- deskowanie zabezpieczające wykop powinno wystawać co najmniej 15 cm ponad krawędź wykopu w celu zabezpieczenia przed spadaniem gruntu, kamieni,
- wyznaczyć strefy zagrożenia w terenie dostosowane do rodzaju użytego sprzętu,
- odspajanie gruntu przy pomocy środków wybuchowych może być wykonywane tylko przez uprawnione grupy minerskie,
- zachować bezpieczną odległość od pracujących maszyn i sprzętu transportowego, zabrania się przebywania ludzi między koparką a sprzętem transportowym,
- maszyny do robót ziemnych powinny obsługiwać wyłącznie osoby mające odpowiednie uprawnienia,
- odległość między składowanym gruntem a krawędzią wykopu nie może być mniejsza niż 3 m przy gruntach przepuszczalnych i 5 m przy nieprzepuszczalnych,
- w przypadku natrafienia na niewybuchy, a także szczątki archeologiczne, należy przerwać roboty, zabezpieczyć miejsce i powiadomić właściwe władze.

Roboty betoniarskie i zbrojarskie

Maszyny i urządzenia mechaniczne muszą być sprawne i sprawdzone przed rozpoczęciem robót. Nie mogą być używane bez przewidzianych przez producenta osłon i zabezpieczeń. Podłączenie elektryczne tych urządzeń musi być wykonane przez osoby uprawnione i przekazane odpowiednim protokołem odbioru. Pracownicy powinni być przeszkoleni i wyposażeni w środki ochrony indywidualnej.

Podczas wykonywania robót palowych największą uwagę należy zwrócić na wytrzymałość i stateczność kufarów i żurawi oraz właściwe podwieszanie taranów, stan lin i wciągarek. Montaż i demontaż kafara powinni wykonywać przeszkoleni pracownicy pod nadzorem kierownictwa robót. Ponadto obowiązują przepisy bezpieczeństwa dotyczące kotłów parowych i sprzężarek powietrza, zależnie od konstrukcji kafara.

Podczas prowadzenia robót kesonowych obowiązują specjalne przepisy bhp, ponieważ praca odbywa się pod zwiększonym ciśnieniem powietrza, w zależności od głębokości wykonywanych robót. Należy zwrócić szczególną uwagę na maksymalny czas pracy w komorze roboczej kesonu (np. przy ciśnieniu 0,25 MPa – 5 godzin, a przy 0,35 MPa – 2 godz.) oraz czas przechodzenia do warunków normalnego ciśnienia w komorze dekompresji. Zbyt szybkie zmiany ciśnienia powodują powstanie choroby zawodowej tzw. choroby kesonowej.

Należy zapoznać pracowników z przepisami **ochrony przeciwpożarowej** obowiązującymi na budowie. Nie można zmieniać usytuowania urządzeń gaśniczych i sygnalizacji ppoż. Nie wolno zawęzać ani zastawiać dróg ewakuacyjnych i dróg przeciwpożarowych. W strefach zagrożenia wybuchem, w miejscach składowania materiałów niebezpiecznych oraz określonych przez właściciela obiektu jako niebezpieczne, nie wolno stosować ognia otwartego ani palić tytoniu. Składowanie łatwo zapalnych cieczy i substancji jest dozwolone wyłącznie w wyznaczonych pomieszczeniach. Łatwo zapalne odpady materiałów i płynów o nieznanym składzie należy magazynować oddzielnie.

Nasycone środkami chemicznymi szmaty oraz zużyte oleje i smary należy gromadzić w zamykanych pojemnikach i przekazywać firmom zajmującym się utylizacją tego typu odpadów.

4.9.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zasady bezpiecznej pracy obowiązują przy robotach ziemnych?
2. Jakie wymagania bhp muszą być przestrzegane przy betonowaniu?
3. Jakie zagrożenia dla zdrowia występują przy robotach zbrojarskich?
4. Ile wynosi maksymalny czas pracy w komorze kesonu?
5. Jakie przepisy ochrony przeciwpożarowej obowiązują na budowie?
6. Jakie zasady ochrony środowiska powinny być przestrzegane przy usuwaniu odpadów?

4.9.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ zasady postępowania w przypadku natrafienia na niewybuchy podczas wykonywania robót ziemnych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić zagrożenia występujące przy niewybuchach,

- 2) określić sposób zabezpieczenia ludzi i miejsca,
- 3) określić kogo należy zawiadomić o znalezieniu niewybuchów.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja bhp dotycząca wykonywania robót ziemnych,
- właściwe akty prawne,
- literatura.

4.9.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić zasady bhp przy wykonywaniu robót ziemnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić zagrożenia dla zdrowia występujące przy wykonywaniu fundamentów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić zasady bezpiecznej pracy przy robotach betoniarskich i zbrojarskich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać fundamenty zgodnie z przepisami bhp, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań. Do każdego dołączone są 4 możliwości odpowiedzi, tylko jedna jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi na załączonej karcie odpowiedzi stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki, należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż rozwiązanie tego zadania na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Na rozwiązanie testu masz 40 minut.

Powodzenia!

Zestaw zadań testowych

1. Żwir gliniasty należy do gruntów mineralnych:
 - a) skalistych,
 - b) nieskalistych kamienistych,
 - c) nieskalistych gruboziarnistych,
 - d) nieskalistych drobnoziarnistych.
2. Piasek wilgotny, piasek gliniasty, drobny żwir należą do kategorii gruntów:
 - a) I,
 - b) II,
 - c) III,
 - d) IV.
3. Kąt nachylenia skarp wykopu w gruntach piaszczystych wynosi:
 - a) 60–90°,
 - b) 70–80°,
 - c) 40–55°,
 - d) do 45°.
4. Profil geotechniczny:
 - a) prowadzony jest przez kilka otworów,
 - b) dotyczy wyników wierceń w jednym otworze,
 - c) wskazuje umowną głębokość przemarzania gruntu,
 - d) ustala głębokość posadowienia obiektów sąsiednich.
5. Przy nachyleniu większym niż 1:1 skarpy nasypu:
 - a) okłada się darnią,
 - b) obsiewa się trawą,
 - c) umacnia przez brukowanie,
 - d) zabezpiecza warstwą asfaltu lanego.

6. Pod gęsto rozstawionymi rzędami słupów wykonuje się:
- stopy żelbetowe,
 - ławy fundamentowe,
 - fundamenty płytowe,
 - ruszty fundamentowe.
7. Skrzynie fundamentowe żelbetowe stosuje się pod:
- ciężkie budynki posadowione na słabym gruncie,
 - budynki wysokie i silnie obciążone,
 - budowle wysokie (kominy, wieże),
 - gęsto rozstawione rzędy słupów.
8. W gruntach silnie nawodnionych lub stale pozostających pod wodą stosuje się fundamenty na:
- palach,
 - rusztach,
 - kesonach,
 - studniach.
9. Wysokość ławy fundamentowej betonowej nie powinna być mniejsza niż:
- 0,20 m,
 - 0,30 m,
 - 0,40 m,
 - 0,50 m.
10. Pręty zbrojenia głównego w ławach żelbetowych powinny mieć średnicę minimum:
- 10 mm,
 - 12 mm,
 - 14 mm,
 - 16 mm.
11. Wykonywanie wykopów przez podkopywanie jest:
- zabronione,
 - dozwolone,
 - zalecane,
 - konieczne.
12. Deskowanie zabezpieczające wykop powinno wystawać ponad krawędź wykopu co najmniej:
- 10 cm,
 - 15 cm,
 - 20 cm,
 - 25 cm.
13. Odległość między składowanym gruntem a krawędzią wykopu przy gruntach przepuszczalnych nie może być mniejsza niż:
- 1 m,
 - 2 m,
 - 3 m,
 - 4 m.

14. Z uwagi na zdrowie zatrudnionych ludzi, maksymalna dopuszczalna głębokość zagłębienia kesonu poniżej lustra wody wynosi:
- 20 metrów,
 - 25 metrów,
 - 30 metrów,
 - 35 metrów.
15. W prostych warunkach gruntowych występują:
- warstwy gruntów jednorodnych równoległe do powierzchni terenu,
 - grunty kurzawkowe,
 - grunty słabonośne,
 - szkody górnicze.
16. Obudowy kotwione w gruncie stosuje się, gdy:
- grunt jest mało spoisty,
 - grunt jest silnie nawodniony,
 - poziom wody gruntowej jest wyższy od posadowienia fundamentu,
 - trzeba zabezpieczyć przed zawaleniem pionowe ściany wykopu szerokoprzecznego.
17. Metodą wibrowania można beton:
- zagęszczać,
 - pielęgnować,
 - przygotowywać,
 - układać w deskowaniu.
18. Gdy zachodzi potrzeba przebicia się do skały na dużą głębokość stosuje się pale:
- stalowe,
 - drewniane,
 - betonowe monolityczne,
 - żelbetowe prefabrykowane.
19. Ze względu na pochodzenie grunty dzieli się na:
- gruboziarniste i drobnoziarniste,
 - mineralne i organiczne,
 - skaliste i nieskaliste,
 - rodzime i nasypowe.
20. Wielkość otuliny prętów stalowych w betonie zależy od:
- rozstawu prętów i wielkości krążków dystansowych,
 - konsystencji i urabialności mieszanki betonowej,
 - klasy i gatunku stali zbrojeniowej,
 - klasy betonu i klasy ekspozycji.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie fundamentów

Zakreśl poprawną odpowiedź

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Adamiec B., Adamiec M.: Roboty betoniarskie i zbrojarskie. WSiP, Warszawa 1989
2. Gąsiorowska D., Horsztyńska B.: Posługiwanie się podstawowymi pojęciami z zakresu budownictwa. KOWEZ, Warszawa 2002
3. Kettler K.: Murarstwo cz.2. REA, Warszawa 2002
4. Linczowski Cz.: Technologia robót budowlanych. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2000
5. Maj T.: Obiekty w środowisku cz.1, Rozwój techniki budowlanej, Budynki. WSiP, Warszawa 2003
6. Markiewicz P.: Vademecum projektanta – Prezentacja nowoczesnych technologii budowlanych. ARCHI-PLUS, Kraków 2002
7. Martinek W., Szymański E.: Murarstwo i tynkarstwo. WSiP, Warszawa 1999
8. Michalak H., Pyrak S.: Domy jednorodzinne – Konstruowanie i obliczanie. Arkady, Warszawa 2005
9. Moj E., Śliwiński M.: Podstawy budownictwa część I. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2000
10. Pisarczyk S.: Mechanika gruntów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999
11. Praca zbiorowa: Nowy Poradnik majstra budowlanego. Arkady, Warszawa 2003
12. Pyrak S.: Projektowanie konstrukcji z betonu. WSiP, Warszawa 1995
13. Pyrak S., Włodarczyk W.: Posadowienie budowli, konstrukcje murowe i drewniane, 3 – Konstrukcje budowlane. WSiP, Warszawa 2000
14. Podawca K.: Zarys budownictwa ogólnego. WSiP, Warszawa 2003
15. Roj-Chodacka A.: Przestrzeganie przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska . KOWEZ, Warszawa 2002
16. Sieczkowski J., Nejman T.: Ustroje budowlane. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991
17. Słowiński Z.: Technologia budownictwa 2. WSiP, Warszawa 1997
18. Tauszyński K.: Budownictwo z technologią 1. WSiP, Warszawa 2002

Wykaz literatury należy aktualizować w miarę ukazywania się nowych pozycji wydawniczych

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 24.09.1998r. (Dz.U. 126, poz. 839) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47 z 2003 r., poz. 401)

Polskie Normy:

1. PN-EN 12794:2005 (U) Prefabrykaty betonowe. Pale fundamentowe
2. PN-EN 13251:2002 Geotekstylii i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych
3. PN-EN 13251:2002/A1:2005 (U) Geotekstylii i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych (Zmiana A1)
4. PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych

5. PN-80/B-03040 Fundamenty i konstrukcje wsporcze pod maszyny. Obliczenia i projektowanie
6. PN-EN 12889:2003 Bezwykopowa budowa i badanie przewodów kanalizacyjnych
7. PN-EN 13331-1:2004 Obudowy ścian wykopów. Część 1: Opisy techniczne wyrobów
8. PN-EN 13331-2:2003 (U) Systemy obudów do wykopów. Część 2: Ocena na podstawie obliczeń lub badań
9. PN-EN 14457:2005 (U) Wymagania ogólne dotyczące elementów specjalnie zaprojektowanych do użytku w bezwykopowej budowie kanalizacji
10. PN-EN 14653-1:2005 (U) Ręczne hydrauliczne układy rozpór do deskowań wykopów. Część 1: Opisy techniczne wyrobów
11. PN-EN 14653-2:2005 (U) Ręczne hydrauliczne układy rozpór do deskowań wykopów. Część 2: Ocena na podstawie obliczeń lub badań
12. PN-B-10736:1999 Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania
13. PN-V-92001:2003 Maszyny gąsienicowe do wykopów. Wymagania ogólne i metody badań
14. PN-EN 1536:2001 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone
15. PN-EN 12794:2005 (U) Prefabrykaty betonowe. Pale fundamentowe
16. PN-78/B-02483 Pale wielkośrednicowe wiercone. Wymagania i badania
17. PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
18. PN-83/B-03010 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
19. PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe
20. PN-88/B-02014 Obciążenia budowli. Obciążenia gruntem
21. PN-B-06050:1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne
22. PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne