

# Budownictwo ogólne

(tydzień III)



## Spis treści

Lekcja 21-23 - Elementy wykończeniowe budynku

Lekcja 24-30 - Roboty ziemne

## Lekcja 22-23 - Elementy wykończeniowe budynku

### Elementy budynku nie mające znaczenia konstrukcyjnego

Są to elementy, które nie przenoszą obciążeń działających na budynek, lecz muszą przenieść swój ciężar własny. Można je podzielić na:

- ściany wypełniające (osłonowe) – wypełniają szkielet konstrukcyjny, głównym ich zadaniem jest ochrona wnętrza przed ubytkiem ciepła, wpływami atmosferycznymi i hałasem,
- ścianki działowe – są to lekkie przegrody, których zadaniem jest podział przestrzeni mieszkalnej oraz izolacja akustyczna,
- gzymsy – są to poziome występy ścian zewnętrznych, które stanowią osłonę dla ściany przed wodą ściekającą z dachu budynku i występują jako element dekoracyjny,
- attyki – jest to rodzaj niskiego muru na ścianie zewnętrznej, który zasłania dach, jest elementem dekoracyjnym,
- ściany kominowe i kominy – ściany kominowe stanowią obudowę kanałów dymowych, spalinowych oraz wentylacyjnych,
- komin jest to wyprowadzenie obudowanych kanałów ponad dach.

### Elementy wykończeniowe

#### 1) Izolacje:

- cieplne – chronią budynek przed utratą ciepła w zimie oraz nadmiernym nagrzaniem w lecie,
- akustyczne (przeciwdźwiękowe) – chronią przed hałasem oraz rozprzestrzenianiem się go w budynku,
- wodochronne (przeciwwilgociowe, przeciwwodne, parochronne) – służą do ochrony budynku przed zawilgoceniem, parą wodną oraz przenikaniem wody opadowej i gruntowej.

2) **Podłogi** – składają się z izolacji, podkładu, warstwy wyrównawczej oraz nawierzchni zwanej posadzką (drewniane, ceramiczne, kamienne, z tworzyw sztucznych, z zapraw betonowych).

3) **Tynki** (wyprawy) pokrywają widoczne fragmenty ścian budynków, chronią przed wpływami atmosferycznymi, przed działaniem ognia i wody oraz gazowych środowisk agresywnych. Stanowią też wykończenie estetyczne wewnątrz lub elewacji.

4) **Malowanie** – zabezpiecza elementy budowlane przed uszkodzeniami, zabrudzeniami i korozją oraz nadaje im estetyczny wygląd.

5) **Stolarka budowlana** – są to wyroby z drewna i tworzyw drzewnych stanowiące wykończenie budynków (okna, drzwi, ściany drewniane, meblościanki, boazerie, balustrady) oraz okna i drzwi z tworzyw sztucznych i metalu.

6) **Elementy ślusarsko-kowalskie** (balustrady, ogrodzenia, kraty okienne, drabinki, trzepaki).

7) **Pokrycia dachowe i obróbki blacharskie.**

- Pokryciem dachowym nazywamy zewnętrzną część dachu zabezpieczającą budynek przed działaniem czynników atmosferycznych. Wykonuje się z różnych materiałów.

- Obróbki blacharskie to wszelkie wykonane z blachy lub z tworzyw sztucznych wykończenia części zewnętrznych budynku odprowadzające wodę z dachu (rynny, rury spustowe, parapety, okapniki, obróbki kominów, gzymsów).

8) **Okladziny ścian zewnętrznych** – są to zewnętrzne warstwy powierzchni ścian nadające estetyczny wygląd budynkom oraz zwiększające ich trwałość. Mogą być wykonane z kamienia naturalnego, z materiałów ceramicznych, ze szkła, z metalu, drewna lub tworzyw sztucznych.

9) **Instalacje w budynkach** (wodociągowa, kanalizacyjna, ogrzewania centralnego, ciepłej wody do celów użytkowych, elektryczna, gazowa, wentylacyjna, klimatyzacyjna i inne).

10) **Roboty zduńskie** – obejmują wykonanie pieców, trzonów kuchennych oraz kominków.

**Elementy architektoniczne** służą czasem do wzmocnienia ścian budynku, ale przeważnie nie mają charakter dekoracyjny. Elementami takimi są: cokoły, gzymsy, pilastry, ryzality, przypory, attyki, kolumny, portale i wnęki.

**Cokoły** zabezpieczają ścianę budynku tuż nad ziemią. Wysokość cokołów wynosi przeważnie 30÷100 cm. Mogą one być cofnięte lub wysunięte z lica ściany.

**Gzymsy** są to poziome występy ścian. Dzielą one ściany w poziomie, a jednocześnie zabezpieczają ścianę przed spływaniem po niej wody opadowej. Gzyms znajdujący się nad ostatnią kondygnacją nazywa się wieńczącym.

**Ryzality** są załamaniem ściany (w rzucie poziomym) tworzącymi pionowe linie podziału ściany.

**Pilastry** są to pionowe, prostopadłościennymi występy ze ścian jedno- lub dwustronne. Dzielą one ściany na pola pionowe i służą do wzmocnienia ścian, opierania dźwigarów dachowych lub suwnic w budynkach przemysłowych.

**Przypory** były powszechnie stosowane w dawnym budownictwie, jako element wzmacniający oraz zdobiący ścianę.

**Attyki** są to nadbudowy ścian zewnętrznych ponad gzymsem wieńczącym, zakrywające dach i podwyższające budynek.

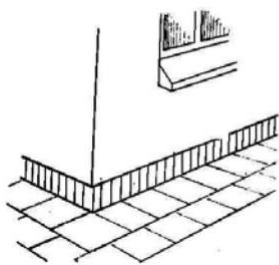
**Kolumny i półkolumny** są elementami ozdobnymi, stosowanymi przeważnie przy wejściach do budynku zwanych frontonami.

W budynkach monumentalnych wejścia są też często ozdobione **portalami**, będącymi ozdobnym obramieniem otworu drzwiowego.

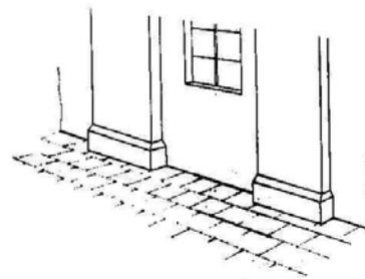
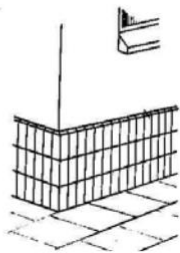
**Wnęki** wykonuje się w ścianach od zewnątrz do celów dekoracyjnych lub umieszczenia w nich rzeźb, od wewnątrz zaś przeważnie do celów użytkowych, jak ukrycie przewodów instalacyjnych, zawieszenie grzejnika, umieszczenie szafy wbudowanej.

Przeciwnieństwem wnęk są **wykusze** części budynków wysunięte w górnych piętrach przed lica budynków w celu zwiększenia powierzchni użytkowej.

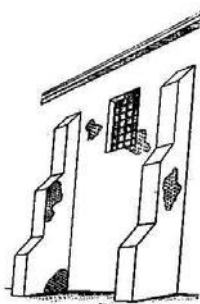
a)



b)



c)



**Rys. 5.** Przykłady elementów architektonicznych: a) cokół, b) pilaster, c) przypora [5, s. 17,18]

## Pytania sprawdzające

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

1. Jakie znasz elementy, które nie mają znaczenia konstrukcyjnego?
2. Jakie rozróżnia się elementy wykończeniowe budynku?
3. Jakie są elementy architektoniczne w budynku?

## Lekcja 24-28 - Roboty ziemne

### Klasyfikacja gruntów

**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**.

Grunty rodzime powstały w wyniku procesów geologicznych (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.

**Tab. 3.** Podział naturalnych gruntów budowlanych (wg PN-86/B-02480)

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

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

**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.

### **Pytania sprawdzające**

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

1. Co to są grunty budowlane?
2. Jak się je dzieli?
3. W jaki sposób można podzielić grunty naturalne?
4. W jaki sposób powstały grunty rodzime i jaki jest ich podział?
5. W jaki sposób powstały grunty nasypowe?

## Właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów

### Właściwości fizyczne

**Gęstość właściwa gruntu** jest to stosunek masy suchego szkieletu gruntowego do jego objętości. Zależy od składu mineralnego gruntu lub skały i wynosi od 1,4 do 3,2 g/cm<sup>3</sup>.

**Gęstość pozorna gruntu** jest to stosunek masy próbki gruntu do objętości tej próbki łącznie z porami, oznacza się ją na próbkach o nienaruszonej strukturze. Jest wartością zmienną, zależy od porowatości, wilgotności i gęstości właściwej.

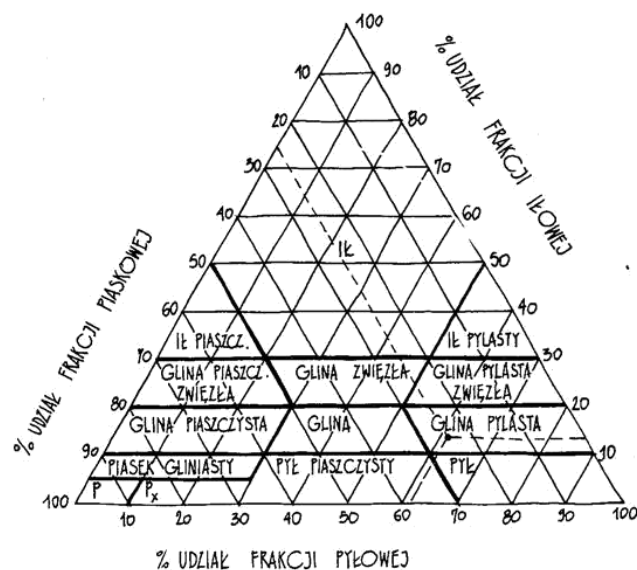
**Porowatość gruntu** jest to stosunek objętości porów w próbce gruntu do jej całkowitej objętości. Zależy od struktury gruntu, grunty o strukturze ziarnistej (piaski, żwiry) mają mniejszą porowatość niż grunty spoiste, których cząstki tworzą przeważnie strukturę komórkową lub kłaczkową.

**Wilgotność gruntu** oznacza się procentowym stosunkiem masy wody zawartej w gruncie do masy idealnie suchego szkieletu gruntowego.

**Współczynnik filtracji (wodoprzepuszczalność)** określa zdolność gruntu do przepuszczania wody. Zależy od porowatości, uziarnienia i składu mineralnego gruntu.

**Uziarnienie gruntu** jest to procentowa zawartość poszczególnych frakcji, czyli grup ziaren o określonej wielkości. Na przykład grunty mineralne nieskaliste dzieli się na podstawowe frakcje: kamienistą (ziarna powyżej 40 mm średnicy), żwirową (2–40 mm), piaskową (0,05–2 mm), pyłową (0,002–0,05 mm) i iłową (ziarna poniżej 0,002 mm średnicy).

Na podstawie trójkąta Fereta można określić rodzaj gruntu, znając jego uziarnienie.



Rys. 3. Trójkąt Fereta [23, s.60]

**Stopień zagęszczenia** (dotyczy gruntów niespoistych) jest to stosunek zagęszczenia występującego w stanie naturalnym do największego możliwego zagęszczenia danego gruntu. Rozróżnia się grunty luźne, średnio zagęszczone, zagęszczone i bardzo zagęszczone.

**Stopień plastyczności** określa procentową zawartość wody w gruncie, mierzoną w stosunku do suchej masy próbki. Według normy grunty dzieli się na zwarte (zwarte i półzwarte), plastyczne (twardoplastyczne, plastyczne i miękoplastyczne) oraz płynne.

### Właściwości mechaniczne

**Wytrzymałość na ściskanie gruntu** jest to zdolność do przenoszenia największego obciążenia na jednostkę powierzchni gruntu bez spowodowania uszkodzenia jego struktury wewnętrznej.

**Wytrzymałość na ścinanie** pod wpływem ciężaru własnego lub obciążenia gruntem nadsypanym zależy od tarcia i spójności międzycząsteczkowej. Spójność i tarcie międzycząsteczkowe mają wpływ na osiadanie obiektów budowlanych oraz zsuwaniu się skarp do wykopu.

**Ścisłość** jest to zdolność gruntu do zmniejszania objętości pod wpływem obciążenia. Grunty spójne osiadają znacznie wolniej niż grunty niespójne (sypkie), które osiadają praktycznie natychmiast po przyłożeniu obciążenia. Odkształcenia trwałe powstają wskutek przemieszczania się i kruszenia cząstek gruntu, zmniejszania się porów w gruncie i usunięcia z nich wody i gazów.

**Kąt stoku naturalnego** jest to największy kąt, pod jakim grunt może się utrzymać na zboczu w stanie równowagi. Wyznacza on nachylenie płaszczyzny odłamu gruntu w stosunku do poziomu. Część gruntu, która znajduje się powyżej płaszczyzny odłamu i wykazuje tendencje do obsuwania się, nazywa się klinem odłamu gruntu.

### **Pytania sprawdzające**

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

1. Jakie są właściwości fizyczne gruntów?
2. Jak oznacza się wilgotność gruntu?
3. Na co ma wpływ ścisłość gruntu?
4. Co to jest kąt stoku naturalnego?



## Badania gruntów

Aby określić obciążenia, które może przenieść dany grunt, zaprojektować odpowiedni fundament (z uwzględnieniem wzajemnego oddziaływania na siebie podłoża i obiektu budowlanego), a oprócz tego dobrać właściwy sprzęt i metodę wykonywania robót ziemnych, należy ustalić **geotechniczne warunki jego posadowienia**.

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. Rozróżnia się trzy kategorie geotechniczne:

- pierwsza dotyczy jedno- lub dwukondygnacyjnych budynków mieszkalnych i gospodarczych o prostej konstrukcji, ścian oporowych i rozparcia wykopów do 2 m, wykopów do głębokości 1,2 m i nasypów do 3m,
- druga obejmuje między innymi fundamenty bezpośrednie i niektóre głębokie (pale), ściany oporowe wyższe niż 2 m, wykopy i nasypy (poza zaliczonymi do kategorii pierwszej), przyczółki i filary mostowe,
- trzecia obejmuje nietypowe obiekty budowlane niezależnie od stopnia skomplikowania warunków gruntowych (zapory wodne, rafinerie, zakłady chemiczne, elektrownie jądrowe), obiekty budowlane posadowione w skomplikowanych warunkach gruntowych oraz obiekty monumentalne i zabytkowe.

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, która składa się z części opisowej i graficznej. Więcej informacji na ten temat znajdziesz w jednostce modułowej 311[04].Z2.01 Wykonywanie fundamentów.

**Badanie gruntu** polega na pobraniu próbek z różnych głębokości, a następnie na ich podstawie określenie rodzaju gruntu. Badania dzielą się na: polowe (terenowe) i laboratoryjne. Ponadto, dane o osiadaniu gruntu uzyskuje się, przeprowadzając próbne obciążenia.

**Badania polowe.** Przed ich wykonaniem należy dokonać wstępnego rozpoznania terenu (mapy geologiczne, dane hydrogeologiczne), a następnie oględzin terenu oraz stanu istniejących obiektów i sieci podziemnych. Do badań tych zalicza się: wykopy badawcze, wiercenia, sondowania i badania makroskopowe.

**Wykopy badawcze (doły próbne)** wykonuje się do małych głębokości, ze względu na wodę gruntową, duże koszty i konieczność szybkiego wykonania bez przerw roboczych. Wymiary boku dołu o kształcie prostokąta wynoszą 1,0–4,0 m z lekkim nachyleniem skarp, na jednej ze ścian wykonuje się półeczkę, z której pobiera się próbki przez wciskanie cylindra.

Wykopy badawcze pozwalają ocenić rodzaj i stan gruntu na podstawie obserwacji ścian i dna wykopu. Są niezbędne w badaniach podłoża skalistego.

**Wiercenia badawcze** są podstawowym badaniem polowym. Polegają na wykonaniu otworów w badanym gruncie na głębokości do kilkunastu metrów oraz pobraniu próbek gruntu i wody do dalszych badań. Umożliwiają ustalenie układu warstw gruntów, poziomu wody gruntowej oraz dokonanie oceny rodzaju i właściwości gruntów. Na podstawie pobranych próbek dokonuje się oceny uwarstwienia gruntów oraz sporządza przekroje geotechniczne w miejscu lokalizacji projektowanego obiektu. Otwory wiertnicze rozmieszcza się według następujących zasad:

- pojedyncze budynki o powierzchni zabudowy do 600 m<sup>2</sup> wymagają 3 otworów wiertniczych (lub wykopów badawczych lub sondowania) rozmieszczonych tak, aby można było na ich podstawie określić nachylenie warstw,
- projektowana zabudowa o powierzchni do 1500 m<sup>2</sup> 5–8 punktów badawczych, przy rozstawie nie większym niż 30 m,
- projektowana zabudowa o powierzchni do 5000 m<sup>2</sup> 8–12 punktów badawczych, przy rozstawie 30–50m,

2. projektowana zabudowa o powierzchni do 20000 m<sup>2</sup> 12–18 punktów badawczych, przy rozstawie 30–50m,

Zagęszczenie otworów stosuje się w przypadku występowania gruntów słabych lub terenów o skomplikowanej budowie geologicznej.

**Sondowanie gruntu** polega na wciskaniu, wbijaniu lub wkręcaniu sondy mechanicznej i pomiarze prędkości jej zagłębiania się w grunt, stanowi uzupełnienie wierceń badawczych. Ma na celu określenie stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych (piasków) i stanu gruntów spoistych.

**Makroskopowe badania** gruntów są wykonywane zazwyczaj w terenie, jako badanie próbek gruntu pobranych z otworów wiertniczych lub wykopów badawczych. Celem ich jest wstępne określenie rodzaju, stanu wilgotności i spoistości gruntów. Ocenę spoistości gruntu dokonuje się na podstawie prób: wałeczkowania i rozcierania, a w sytuacjach wątpliwych dodatkowo rozmakania.

– **Próba wałeczkowania** służy do oceny spoistości gruntu. Polega na formowaniu 3-milimetrowego wałeczka z 7-milimetrowej kulki gruntu przez przetoczenie jej kciukiem na dłoni. Na podstawie liczby wałeczkowań, rodzaju spękań i wyglądu wałeczków można (na podstawie tabeli) określić rodzaj i stan gruntu.

– **Próba rozcierania** gruntu spoistego polega na rozcieraniu grudki gruntu dwoma palcami zanurzonymi w wodzie. W zależności od ilości ziaren piasku pozostających między palcami zalicza się grunt do grupy I, II lub III (według tabeli).

– **Próba rozmakania** polega na wysuszeniu grudki gruntu o określonej średnicy, umieszczeniu jej na siatce i całkowitym zanurzeniu w wodzie. Rodzaj gruntu określa się według czasu rozmakania liczonego od chwili zanurzenia w wodzie do chwili przeniknięcia jej przez siatkę w wyniku rozmoknięcia.

**Badania laboratoryjne** próbek gruntu pobranych w trakcie badań polowych mają na celu dostarczenie dodatkowych niezbędnych danych do obliczeń posadowienia projektowanego obiektu budowlanego. Zakres badań zależy od dokonanych polowych badań podłoża gruntowego, od rodzaju i wielkości projektowanego obiektu, sposobu posadowienia. W badaniach tych oznacza się właściwości fizyczne, mechaniczne oraz stany gruntów niespoistych (sypkich) sypkich spoistych według PN-86/B-02480 i PN-88/B-04481.

**Obciążenia próbne** wykonuje się za pomocą **szytywnej płyty** o kształcie koła lub prostokąta o powierzchni 0,5 m<sup>2</sup> i odpowiedniej wytrzymałości. Płytę umieszcza się na dnie wykopu badawczego na podsypce z piasku lub warstwie zaprawy wyrównawczej, obsypuje warstwą gruntu zagęszczonego grubości 0,5 m, a następnie stopniowo zwiększa się obciążenie do dwukrotnej wartości przewidywanego obciążenia przyszłego fundamentu. Na podstawie przyrostu i czasu osiadania określa się przydatność gruntu.

Bardziej skomplikowane obciążenia próbne wykonuje się za pomocą **świdrów talerzowych i presjometrów**, umożliwiających badania w otworach wiertniczych bez wykonywania wykopu.

### **Pytania sprawdzające**

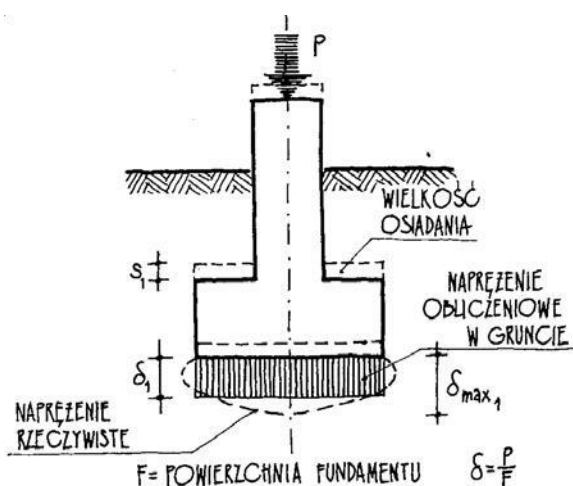
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jakim celu wykonuje się badania geotechniczne podłoża budowlanego?
2. W jakim celu opracowuje się dokumentację geotechniczną?

## Nośność podłoża gruntowego

Podłożem gruntowym nazywa się obszar, w którym uwzględnia się oddziaływanie budowli. Naprężenie w gruncie jest sumą naprężenia pierwotnego i naprężenia od obciążenia zewnętrznego. Pod działaniem obciążenia o określonej wielkości i kierunku powstaje w gruncie pewien stan naprężeń i odkształceń, którego znajomość ma istotne znaczenie dla właściwego projektowania obiektów posadowionych na gruncie. Po osiągnięciu granicznego obciążenia gruntu, fundament zagłębia się bez zwiększania obciążeń, przy jednoczesnym wypieraniu gruntu i znacznym przechyleniu fundamentu. Określa się, że w gruncie powstaje poślizg i że grunt osiągnął swoją nośność.

W przypadku fundamentów murowanych lub betonowych o dużej sztywności rozkład naprężeń w poziomie posadowienia i w górnych warstwach podłoża (do głębokości równej około połowy szerokości fundamentu) nie jest równomierny. Przy zwiększaniu nacisku na grunt naprężenia wznoszą się coraz bardziej ku środkowi fundamentu i krzywa naprężeń przyjmuje kształt paraboli.



**Rys. 4.** Schemat naprężeń w gruncie pod fundamentem [23, s.61]

Rozkład naprężeń w gruncie w poziomie posadowienia zależy od wytrzymałości gruntu i wartości obciążenia oraz od szerokości fundamentu.

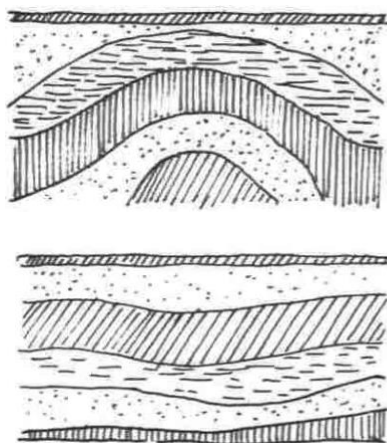
Osiadaniem fundamentu nazywa się jego pionowe przemieszczenie na skutek ściśliwości obciążonego podłoża. Odkształcenie gruntu nie występuje natychmiast po przyłożeniu obciążenia, lecz narasta stopniowo, osiągając wartości ostateczne po upływie pewnego czasu.

**Przydatność gruntów do celów budowlanych** określana jest przez łatwość wykonywania robót ziemnych oraz zdolność do przenoszenia obciążeń, czyli do posadowienia na nich budynków. O przeniesieniu obciążeń decyduje wytrzymałość gruntu, która zależy od:

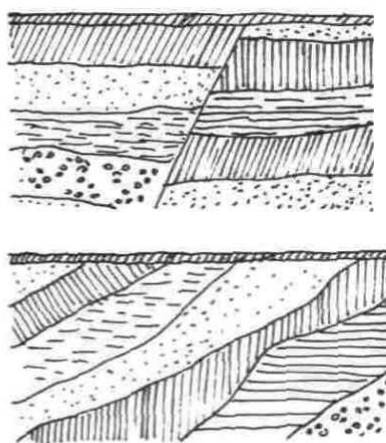
- rodzaju gruntu,
- wilgotności,
- kierunku układu warstw,
- grubości warstw.

Warstwy gruntu mogą być położone w rozmaity sposób: poziomo, skośnie, z zafaldowaniem, poziomo z uskokiem.

Warstwy poziome



Warstwy skośne



Warstwy zafałdowane Warstwy poziome z uskokiem **Rys. 5.**

Ukształtowanie warstw gruntu [23, s. 65]

Najkorzystniej jest posadzić budynek na warstwach gruntu ułożonych poziomo, a najniekorzystniej na warstwach poziomych z uskokiem.

**Grunty skaliste** są dobrym podłożem pod budynki, należy jednak brać pod uwagę stopień zwietrzenia skał, ich spękania, wygładzenia i uskoki. Utrudnione są roboty ziemne, które wykonuje się za pomocą materiałów wybuchowych i z użyciem ciężkiego sprzętu do ładowania i transportu.

- skały pokładowe, posiadają płaszczyzny podziału, według których mogą się rozwarstwiać i ulegać pękaniu pod wpływem uderzeń lub wypłukiwania przez wodę, są to: wapienie, piaskowce, łupki,
- skały lite oznaczają się brakiem płaszczyzn podziału i łupliwości, posiadają bardzo dużą wytrzymałość przy prawie całkowitym braku odkształcalności, są to: granity, dioryty, porfiry i inne.
- kamieniste (ponad 50% ziaren o średnicy większej od 40 mm) są bardzo dobrym podłożem pod budynki, utrudnione roboty ziemne,
- gruboziarniste (ponad 10% ziaren o średnicy większej od 2 mm), żwiry i piaski żwirowe stanowią bardzo dobre podłoże pod budynki, posiadają dużą nośność i małą ściśliwość, są trudne do robót ziemnych,
- piaski drobnoziarniste (mniej niż 10% ziaren o średnicy ponad 2 mm), są dobrym podłożem pod budynki, ich wytrzymałość wzrasta ze wzrostem średnicy ziaren,
- piaski pylaste mają bardzo małą wytrzymałość, zalane wodą tworzą kurzawkę; trudność odspajania i ładowania wzrasta ze zwiększeniem wilgotności gruntu.

**Grunty mineralne średnio spoiste**, czyli piaski gliniaste i gliny, należą do gruntów średnich, posiadają zmienne właściwości zależne od wilgotności. Mają dużą zdolność nasiąkania wodą, są gruntami wysadzinowymi. Łatwość lub trudność odspajania zależy od struktury i stopnia zawilgocenia gruntu.

**Grunty o dużej spoistości**, czyli ciężkie gliny i il y, posiadają dużą wytrzymałość, osiadanie następuje równomiernie i powoli; roboty ziemne są trudne z uwagi na dużą spójność cząsteczkową gruntu.

**Grunty organiczne** (piaski i pyły próchnicze, namuł y, torfy) nie są korzystne do posadawiania budynków z uwagi na niewielką wytrzymałość, a grunty torfiaste nie nadają się zupełnie do tego celu. Łatwe roboty ziemne, ale aktywność chemiczna (kwasy humusowe) gruntów roślinnych

utrudnia i opóźnia wiązanie zapraw i betonów i sprzyja rozwojowi grzybów w elementach drewnianych.

**Grunty nasypowe** – ich przydatność do celów budowlanych zależy od rodzaju gruntu i od stopnia zagęszczenia nasypu, są z reguły złym gruntem budowlanym, powodującym nadmierne osiadanie fundamentów; są łatwe do odspajania i transportu.

### **Pytania sprawdzające**

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

1. Co to jest podłoże gruntowe?
2. Co to jest nośność gruntu?
3. Na czym polega osiadanie fundamentu?
4. Dlaczego grunty organiczne nie są korzystne do posadowienia budynku?

## Roboty ziemne

Roboty ziemne oraz inne roboty przygotowawcze (drogi dojazdowe, odwodnienie terenu) i towarzyszące (geodezyjne) według normy PN-B-06050 należy wykonywać według projektu robót ziemnych, do którego powinny być dołączone dane zawarte w dokumentacji geotechnicznej.

**Roboty ziemne** polegają na przygotowaniu gruntu do posadowienia budowli. Obejmują np. wydobywanie gruntu naturalnego, przemieszczanie go, zagęszczanie, wykonywanie nasypów, wyrównywanie terenu.

Roboty ziemne występują przy:

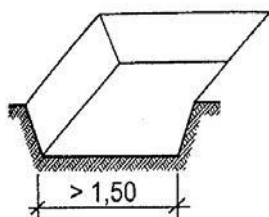
- 1) wznoszeniu budynków (wykopy pod fundamenty),
- 2) wykonywaniu sieci (rurociągów, układaniu kabli),
- 3) budowie dróg (wykopy, nasypy, tunele),
- 4) wyrównywaniu, czyli plantowaniu terenu (lotniska, place),
- 5) kształtowaniu terenu (nasypy, sztuczne wzniesienia, doliny),
- 6) budowie obiektów sportowych (baseny, trybuny ziemne),
- 7) regulacji rzek (wały przeciwpowodziowe, profilowanie koryt).

**Wykopy budowlane** są niezbędne przy wykonywaniu podziemnych części budynków lub innych obiektów budowlanych oraz przy posadawianiu ich fundamentów.

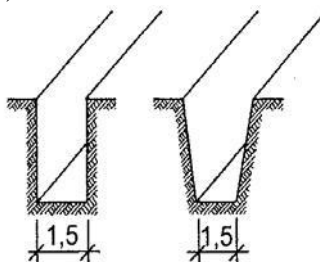
Ze względu na wymiary wykopy dzieli się na:

- **szerokoprzestrzenne** jeśli wymiary dna w obydwu kierunkach przekraczają 1,5 m,
- **wąskoprzestrzenne** o szerokości dna mniejszej od 1,5 m i zazwyczaj znacznej długości,
- **jamiste** których długość i szerokość jest mniejsza od 1,5 m.

a)



b)



**Rys. 6.** Rodzaje wykopów: a) szerokoprzestrzenny, b) wąskoprzestrzenny [4, s. 34]

Roboty ziemne można wykonywać następującymi metodami:

- $\frac{3}{4}$  metoda **mechaniczna** polega na wykonaniu czynności zasadniczych i pomocniczych przy zastosowaniu różnego rodzaju sprzętu i maszyn,
- $\frac{3}{4}$  w metodzie **ręčno-mechanicznej** odspojenie i załadunek gruntu do środków wydobywczych następuje ręcznie, a transport na odkład lub środki transportowe mechanicznie (transportery taśmowe, wyciągi skipowe, lekkie żurawie);
- $\frac{3}{4}$  w metodzie **ręcznej** wszystkie czynności są wykonywane siłą mięśni ludzkich i za pomocą narzędzi,
- $\frac{3}{4}$  w wyjątkowych wypadkach stosuje się metodę **hydromechaniczną**, która polega na odspajaniu, transporcie i osadzeniu gruntu w planowanym miejscu przy użyciu strumienia wody. Do ręcznego wykonywania robót ziemnych służą narzędzia takie jak szpadel, łopata, szufla, oskard, łom i młot.

Maszynami, które stosuje się najczęściej do robót ziemnych, są: spycharki, zgarniarki, koparki, ładowarki i równiarki. Rodzaj maszyny zależy od charakteru roboty i warunków terenowych, a jej wielkość od zakresu robót. Ponadto należy brać pod uwagę założony termin wykonania robót, wielkość placu budowy i wydajność innych maszyn, pracujących równocześnie.

**Koparki** (jedno- lub wieloczerpakowe) służą do wykonywania wykopów: odpajają i wydobywają grunt, dokonują jego przetrzutu lub załadunku na środki transportowe lub odkładają na miejsce składowania. Rozróżnia się koparki o pracy cyklicznej (jednoczerpakowe) lub ciągłej (wieloczerpakowe). Koparki jednoczerpakowe dzieli się na: łyżkowe (podsiębierne i przedsiębierne), zbierakowe i chwytakowe. Mogą być montowane na podwoziach specjalnych, gąsienicowych lub kołowych albo też na samochodach ciężarowych lub ciągnikach rolniczych.

**Minikoparki** wykorzystuje się do wykonywania wąskoprzestrzennych wykopów budowlanych, robót fundamentowych, instalacyjnych i odwadniających. Ich podstawowym zadaniem jest przygotowanie wykopów pod przewody instalacyjne układane wzdłuż ulic. Ułatwiają także prace na otwartym terenie, na przykład podczas kopania rowów drenażowych lub niwelowania skarp. Minikoparki, tak samo jak ich duże odpowiedniki, służą do odpajania gruntu, a następnie przenoszenia urobku na hałdę lub ładowania go na środki transportu. Po założeniu odpowiedniego osprzętu, można za ich pomocą prowadzić roboty odkrywkowe oraz przenosić materiał sypki. Minikoparki przystosowane są do wykonywania prac w gruntach lekkich kategorii I-III. Wyposażone są w napęd gąsienicowy i w standardowej konfiguracji wykonują, w zależności od modelu, wykopy głębokości od 1,5 do ponad 2 m.

**Zgarniarki** stosuje się wtedy, gdy trzeba wyrównać duży obszar i to w ten sposób, że w jednym miejscu należy wykopać wykop, a w drugim wykonać nasyp. Nadmiar wydobytej ziemi mogą przenosić i odkładać na nasypie.

**Spycharki** są wszechstronnymi maszynami. Lemiesz umieszczony z przodu maszyny ścina ziemię i pcha ją przed sobą. Spycharkami można również zasypywać rowy, wykonywać wykopy i nasypy, obcinać skarpy oraz przewracać i karczować drzewa.

**Ładowarki** służą do ładowania na środki transportu odspojonego i zgromadzonego na hałdach gruntu, dzięki odpowiedniej konstrukcji łyżki mogą również odpajać grunt.

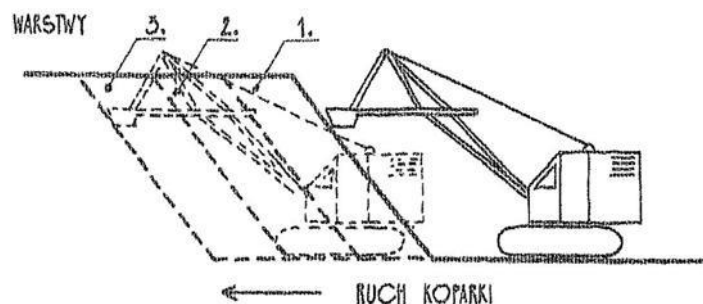
**Równiarki** służą do wyrównywania terenu o niewielkich różnicach poziomów, profilowania nasypów, usuwania zewnętrznych warstw ziemi roślinnej.

**Przeñośniki taśmowe i wyciągi skipowe** (pochyłe) służą do pionowego transportu z wykopów.

**Walce, wibratory, ubijarki, zrywarki, plugi i talerze** są maszynami do robót pomocniczych, takich jak zagęszczanie czy spulchnianie gruntu, usuwanie zadrzewień

Wykonywanie robót ziemnych przeprowadza się metodami:

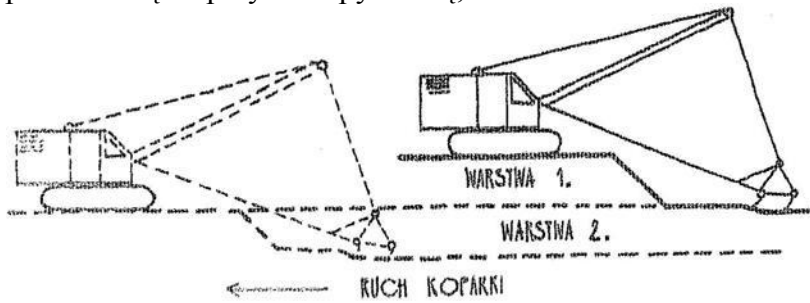
- **czołową (poprzeczną)** – przy wykopach o dużych głębokościach lecz małej szerokości, najczęściej przy użyciu koparek,



Rys. 7. Wykonywanie wykopu od czoła (metoda czołową) [23, s. 87]



- **warstwową (podłużną)** – warstwami przy użyciu spycharko-zgarniarek lub koparek z maszyną pomocniczą na przykład spycharką,



**Rys. 8.** Wykonywanie wykopu warstwami (metodą warstwową) [23, s. 87]

- **boczno-czołową (podłużną)** – warstwami przy użyciu koparek, robiących wykop szerokości i głębokości równej zasięgowi ramienia koparki. Podczas wykonywania robót ziemnych należy ogrodzić miejsca niebezpieczne i umieścić napisy ostrzegawcze. W razie przypadkowego odkrycia lub naruszenia instalacji należy niezwłocznie przerwać prace i skontaktować się z właściwą jednostką zarządzającą daną instalacją. Podczas **wykonywania robót ziemnych** należy przestrzegać następujących zasad:
  - zdjąć warstwę ziemi roślinnej, czyli humusu na głębokość jej zalegania (najczęściej 10–20 cm), złożyć na składowisko, aby można ją było wykorzystać po zakończeniu robót ziemnych jako urodzajną wierzchnią warstwę gruntu,
  - wykopy sposobem mechanicznym wykonuje się do głębokości równej 20 cm ponad żądaną rzędną, pozostałą warstwę usuwa się ręcznie,
  - w przypadku przekopania nie wolno zasypywać dna wykopu wydobytym gruntem czy gruzem, lecz wypełnić na przykład chudym betonem lub piaskiem stabilizowanym cementem w ilości 80–100 kg na 1 m<sup>3</sup> piasku; dotyczy to zarówno wykopów pod fundamenty budynków jak i wykopów do wszystkich rodzajów instalacji, które muszą zachować szczelność,
  - w przypadku wykonywania fundamentów obok istniejącego obiektu, dno wykopu powinno znaleźć się na tej samej głębokości (lub powyżej),
  - prace należy wykonać w jak najkrótszym czasie, aby uniknąć wpływu niekorzystnych warunków atmosferycznych oraz osuwania się skarp,
  - sprawdzać stan skarpy po deszczu, mrozie lub po dłuższej przerwie w pracy,
  - zasypanie fundamentów należy wykonać zaraz po ich wykonaniu, aby uniknąć naruszenia struktury gruntu pod wpływem niekorzystnych warunków atmosferycznych,

- do zasypywania wykopów i fundamentów należy użyć odspojonego wcześniej gruntu, odpowiednio go zagęszczając (warstwami max 20 cm przy zagęszczaniu ręcznym i 50 cm przy mechanicznym), chyba, że projekt przewiduje inaczej np. zasypanie piaskiem rzeczonym,
- wierzch wykopu wokół budynku należy pokryć warstwą gruntu spoistego np. łu lub gliny, a następnie wykończyć płytami kamiennymi lub betonowymi, ułożonymi ze spadkiem od budynku,
- do zasypywania wykopów nie wolno używać zamrożonego gruntu, ani zawierającego zanieczyszczenia i składniki organiczne, mogące spowodować procesy gnilne,
- nachylenie skarp zależy od rodzaju gruntu,
- nie należy wykonywać wykopów bez skarp lub rozparcia ściankami przy głębokościach:  $h > 1,0$  m – w gruntach piaszczystych i żwirowych,  $h > 1,25$  m – w gruntach gliniasto – piaszczystych i  $h > 1,50$  m – w gruntach gliniastych i iłach;
- odległość między zejściami do wykopów nie może przekraczać 20 m; wchodzenie do wykopu i wychodzenie po rozporach jest zabronione,
- należy unikać prowadzenia robót ziemnych w zimie z uwagi na wysokie koszty. **Wykonywanie nasypów** - podstawowe założenia:
- nasypy należy wykonywać z tych gruntów, które znajdują się na terenie budowy lub w najbliższej odległości,
- najlepiej nadają się rozkruszone i rozdrobnione skały, grunty kamieniste, żwiry, pospółki, piaski gliniaste; użycie innych gruntów (przemysłowe materiały odpadowe) jest możliwe pod warunkiem przestrzegania odpowiedniej technologii wykonania
- nie nadają się grunty organiczne, czyli piaski organiczne, namuły i torfy, ziemia urodzajna,
- przed budową nasypu należy usunąć ziemię roślinną,
- materiał użyty do budowy nasypu powinien być suchy lub znajdować się w stanie wilgotności naturalnej,
- wykonuje się przeważnie warstwami poziomymi lub skośnymi, o grubościach warstw zależnych od rodzaju użytego sprzętu: 15–25 cm spycharką, 15–35 cm zgarniarką i do 60 cm samochodami ciężarowymi wyładowczymi (wywrotkami),
- nie wolno dopuścić do wymieszania się w bryle nasypu gruntów o różnej wodoprzepuszczalności, gdyż może to doprowadzić do deformacji nasypu,
- stosować zagęszczanie gruntu ręczne (ubijakami warstwami 15 cm) lub mechaniczne (warstwami 50–100 cm – sprzęt gąsienicowy lub kołowy, ubijaki, walce),
- wysokość nasypu i szerokość jego korony powinna być większa od założonej o wielkość przewidzianą na osiadanie (najczęściej o 10%), odpowiednie zalecenia winny znajdować się w projekcie,
- po wykonaniu nasypu należy sprawdzić jego stopień zagęszczenia oraz sprawdzić dokładność wykonania, która została podana w projekcie.

Zagęszczanie mas ziemnych przebiega w sposób naturalny (ciśnienie gruntu położonego wyżej na niższe warstwy, wpływ opadów atmosferycznych, działanie wody w gruncie, czynnik czasu) albo w sposób sztuczny (wałowanie, ubijanie, wibrowanie, wibrowanie z jednoczesnym ubijaniem).

Zabezpieczanie ścian wykopów i nasypów będzie omówione w jednostce modułowej 311[04].Z2.01 Wykonywanie fundamentów.

## **Pytania sprawdzające**

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

1. Przy jakich robotach budowlanych występują roboty ziemne?
2. Jak się dzieli wykopy ze względu na wymiary?

3. Jakimi metodami można wykonywać roboty ziemne?
4. Jakie narzędzia są używane do ręcznego wykonywania robót ziemnych?
5. Jakie maszyny stosuje się do robót ziemnych?