



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Danuta Gąsiorowska

Klasyfikowanie materiałów budowlanych i gruntów 311[04].O1.04

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Teresa Florczak

mgr inż. Alicja Zajączkowska

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr inż. Janusz Figurski

mgr inż. Mirosław Żurek

Korekta:

mgr inż. Mirosław Żurek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[04].O1.04
Klasyfikowanie materiałów budowlanych i gruntów 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. Materiały i wyroby budowlane oraz ich zastosowanie	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	11
4.1.3. Ćwiczenia	11
4.1.4. Sprawdzian postępów	12
4.2. Właściwości techniczne materiałów i wyrobów budowlanych	13
4.2.1. Materiał nauczania	13
4.2.2. Pytania sprawdzające	14
4.2.3. Ćwiczenia	14
4.2.4. Sprawdzian postępów	15
4.3. Zasady wykonywania badań laboratoryjnych materiałów i wyrobów budowlanych	15
4.3.1. Materiał nauczania	15
4.3.2. Pytania sprawdzające	18
4.3.3. Ćwiczenia	18
4.3.4. Sprawdzian postępów	19
4.4. Materiały stosowane do produkcji zapraw i betonów	19
4.4.1. Materiał nauczania	19
4.4.2. Pytania sprawdzające	21
4.4.3. Ćwiczenia	21
4.4.4. Sprawdzian postępów	22
4.5. Klasyfikacja zapraw budowlanych	22
4.5.1. Materiał nauczania	22
4.5.2. Pytania sprawdzające	25
4.5.3. Ćwiczenia	25
4.5.4. Sprawdzian postępów	26
4.6. Wytwarzanie i transportowanie mieszanki betonowej	26
4.6.1. Materiał nauczania	26
4.6.2. Pytania sprawdzające	28
4.6.3. Ćwiczenia	29
4.6.4. Sprawdzian postępów	29
4.7. Materiały wykończeniowe	29
4.7.1. Materiał nauczania	29
4.7.2. Pytania sprawdzające	31
4.7.3. Ćwiczenia	31
4.7.4. Sprawdzian postępów	32
4.8. Zasady i normatywy składowania, przechowywania i transportowania materiałów i wyrobów budowlanych	32
4.8.1. Materiał nauczania	32
4.8.2. Pytania sprawdzające	34
4.8.3. Ćwiczenia	34
4.8.4. Sprawdzian postępów	35

4.9. Klasyfikacja gruntów	35
4.9.1. Materiał nauczania	35
4.9.2. Pytania sprawdzające	36
4.9.3. Ćwiczenia	36
4.9.4. Sprawdzian postępów	37
4.10. Właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów	37
4.10.1. Materiał nauczania	37
4.10.2. Pytania sprawdzające	38
4.10.3. Ćwiczenia	39
4.10.4. Sprawdzian postępów	39
4.11. Badania gruntów	40
4.11.1. Materiał nauczania	40
4.11.2. Pytania sprawdzające	42
4.11.3. Ćwiczenia	42
4.11.4. Sprawdzian postępów	42
4.12. Nośność podłoża gruntowego	43
4.12.1. Materiał nauczania	43
4.12.2. Pytania sprawdzające	45
4.12.3. Ćwiczenia	45
4.12.4. Sprawdzian postępów	46
4.13. Roboty ziemne	46
4.13.1. Materiał nauczania	46
4.13.2. Pytania sprawdzające	49
4.13.3. Ćwiczenia	50
4.13.4. Sprawdzian postępów	50
5. Sprawdzian osiągnięć	51
6. Literatura	55

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o podstawowych materiałach budowlanych, ich właściwościach oraz gruntach budowlanych i robotach ziemnych.

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 podstawowymi pojęciami z zakresu ekologii i ochrony środowiska,
- określać zmiany w środowisku spowodowane działalnością człowieka,
- stosować zasady ochrony środowiska,
- klasyfikować obiekty budowlane w środowisku,
- rozpoznawać elementy i układy konstrukcyjne budynku,
- przestrzegać zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska obowiązujących w budownictwie,
- stosować procedury udzielania pierwszej pomocy w stanach zagrożenia zdrowia i życia,
- dobierać i stosować odzież ochronną oraz środki ochrony osobistej do określonych prac budowlanych,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- obsługiwać komputer na poziomie podstawowym,
- stosować zasady współpracy w grupie,
- uczestniczyć w dyskusji, prezentacji,
- określać swoje mocne i słabe strony w działaniach indywidualnych i zespołowych,
- stosować różne metody i środki porozumiewania się na temat zagadnień technicznych.

3. CELE KSZTAŁCENIA

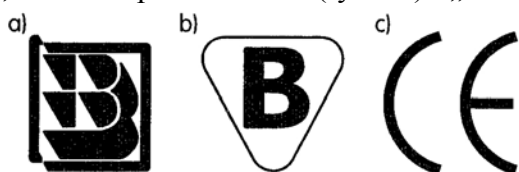
- W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:
- scharakteryzować materiały i wyroby budowlane,
 - określić właściwości techniczne materiałów i wyrobów budowlanych,
 - określić zasady wykonywania badań materiałów i wyrobów budowlanych,
 - posłużyć się sprzętem i aparaturą laboratoryjną,
 - wykonać badania laboratoryjne materiałów i wyrobów budowlanych,
 - rozróżnić zaprawy budowlane i betony,
 - scharakteryzować materiały do produkcji zapraw i betonów,
 - określić skład zapraw i betonów,
 - określić warunki wytwarzania i transportowania mieszanki betonowej,
 - scharakteryzować materiały wykończeniowe,
 - zastosować zasady składowania, przechowywania i transportowania materiałów budowlanych,
 - ocenić przydatność materiałów budowlanych z uwzględnieniem ich wpływu na środowisko,
 - dobrać materiały budowlane do określonych rozwiązań technicznych i warunków środowiskowych,
 - dokonać klasyfikacji gruntów,
 - zdefiniować właściwości gruntów,
 - scharakteryzować geotechniczne metody badania gruntów,
 - wykonać badania makroskopowe i laboratoryjne gruntów,
 - ocenić przydatność gruntów do celów budowlanych,
 - określić czynniki mające wpływ na rozkład naprężeń w gruncie,
 - określić rodzaje robót ziemnych,
 - scharakteryzować technologie wykonywania robót ziemnych,
 - określić wpływ przeobrażeń gruntu na stan środowiska.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Materiały i wyroby budowlane oraz ich zastosowanie

4.1.1. Materiał nauczania

Materiały budowlane są to wyroby, które zostały wytworzone w celu wbudowania, wmontowania, zainstalowania czy zastosowania w sposób trwały w obiektach budowlanych. Mogą to być elementy pojedyncze lub połączone w zestawy. Każdy materiał ma określone właściwości, które decydują o jego zastosowaniu, nazywa się je cechami technicznymi. Dotychczas materiały, które posiadały odpowiednie certyfikaty i aprobaty techniczne, otrzymywały znak dopuszczenia do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie. Obecnie stopniowo wprowadzany jest znak CE (rys.1c), który oznacza, że wyrób jest produkowany zgodnie z odpowiednią europejską normą zharmonizowaną. Wyroby budowlane oznaczone znakiem CE mogą być wprowadzone do obrotu bez ograniczeń, tym samym nie mają oznaczeń krajowych: „znaku bezpieczeństwa” (rys.1.b) i „znaku budowlanego” (rys.1a).



Rys. 1. Oznakowania wyrobów stosowane w budownictwie [7, s. 14]

Materiały budowlane można klasyfikować biorąc pod uwagę różne kryteria podziału:

1. W zależności od **sposobu otrzymywania**:
pochodzenia naturalnego: kamień, piasek, glina, drewno,
przetworzone: beton, stal, szkło, tworzywa sztuczne.
2. W zależności od **zastosowania w budynku**:
 - konstrukcyjne, czyli przenoszące obciążenia działające na budynek: cegła, beton, stal,
 - izolacyjne, czyli chroniące poszczególne elementy budynku przed: wilgocią (papy, folie, lepiki), hałasem (wełna mineralna, wata szklana, płyty korkowe) lub zimnem (wełna mineralna, styropian, gazobeton),
 - instalacyjne, czyli do wykonywania różnych instalacji wewnętrznych: rury, kształtki, zawory, przewody elektryczne, grzejniki, kratki wentylacyjne,
 - wykończeniowe, czyli służące do wykańczania ścian (wewnątrz i na zewnątrz), podłóg, sufitów.
3. W zależności od **zastosowania w budownictwie**: w budynkach, drogach, robotach hydrotechnicznych.

Materiały kamienne. Kamienie naturalne uzyskuje się ze złóż skalnych w kamieniołomach, kopalniach lub z głazów narzutowych, ich przydatność do robót budowlanych zależy od właściwości technicznych, wynikających z pochodzenia geologicznego oraz miejsca wbudowania w obiekcie. Kamienie naturalne dzielą się na: polne, łamane, łupane warstwowo, łupane rzędowo, ciosy, bloczki murowe.

Z kamieni naturalnych można wykonać:

- fundamenty i mury piwniczne,
- ściany nośne niewysokich budynków,
- gzymsy i pasy dekoracyjne,
- roboty okładzinowe,
- budowle inżynierskie: mury oporowe, filary mostowe.

Z **drewna** wykonuje się ściany konstrukcyjne, szkielety ścian, stropy, schody i dachy. Wyroby z drewna stosowane w budownictwie to przede wszystkim: materiały posadzkowe (deszczułki posadzkowe lite i klejone, płyty mozaikowe), stolarka budowlana (drzwi, okna), meble wbudowane, wykończenia stopni, balustrad. Drewno jako surowiec jest wykorzystywane do produkcji materiałów drewnopochodnych takich jak: sklejka, płyty stolarskie, pilśniowe i wiórowe (m.in. płyty OSB), fornir.

Spoiva budowlane (omówione będą dokładniej w p.4.5 niniejszego poradnika) są to drobno zmielone substancje pochodzenia mineralnego, które po zarobieniu wodą, dzięki zachodzącym reakcjom chemicznym, wiążą i twardnieją. Należą do nich spoiwa:

- **wapienne**: wapno palone (niegaszone), gaszone (ciasto wapienne), hydratyzowane (suchogaszone), hydrauliczne, pokarbidowe,
- **gipsowe**: gips budowlany, gipsy specjalne (szpachlowy, tynkarski, sztukatorski) i kleje gipsowe,
- **cementowe**: cement portlandzki, portlandzki z dodatkami, hutniczy, pucolanowy i hydrotechniczny oraz rzadziej stosowane: cement anhydrytowy, magnezjowy, glinowy, ekspansywny.

Lepiszcza są to materiały, które wiążą i twardnieją, podobnie jak spoiwa, ale na skutek zjawisk fizycznych, takich jak: odparowanie rozpuszczalnika, zmiana temperatury. Należą do nich: glina oraz lepiszcza bitumiczne.

Glina jest produktem wietrzenia skał zawierających skalenie (granitów, gnejsów), po wypaleniu w temp. powyżej + 900°C traci wodę i spieka się, dając czerep o różnym zabarwieniu, zależnie od ilości i rodzaju domieszek. Z gliny z domieszką piasku wykonywano dawniej tynki i klepiska. Można też wykonywać tynki cementowo-gliniane. Ze względu na pochodzenie, rodzaj glinokrzemianów i zawartość domieszek rozróżnia się rodzaje glin: ceglarską, kamionkową i ogniotrwałą.

Lepiszcza **bitumiczne** są to substancje organiczne, które dzielą się na:

- **asfalty**, które są pochodzenia naturalnego (ze skał bitumicznych lub ze złóż bitumicznych występujących w pobliżu źródeł ropy naftowej: w kraterach wygasłych wulkanów lub na obszarach o dużej aktywności tektonicznej) oraz otrzymywane są w wyniku przeróbki ropy naftowej,
- **smoły (preparowane)**, które uzyskiwane są w procesie suchej destylacji węgla kamiennego lub drewna,
- **paki** z węgla kamiennego, są pozostałością po oddestylowaniu ciekłych frakcji ze smoły węglowej.

Lepiszcza bitumiczne mają zastosowanie jako materiały izolacyjne przeciwwilgociowe i przeciwwodne (lepiki, papy, emulsje, kity) oraz do nawierzchni drogowych.

Kruszywem nazywa się mieszaninę rozdrobnionych materiałów (naturalnych lub sztucznych), która wchodzi w skład zapraw i betonów, bitumicznych mieszanek do budowy dróg, warstw nawierzchni drogowych, warstw filtracyjnych, urządzeń drenażowych. Kruszywami naturalnymi są: piasek, żwir, grys, a sztucznymi (lekkimi): keramzyt, glinoporyt, łupkoporyt, pumeks hutniczy, żużel granulowany i paleniskowy.

Zaprawy i beton omówione będą dokładniej w p.4.5 i 4.6 niniejszego poradnika.

Z betonów z **wypełniaczami organicznymi** (wiórowo-trocinowe) wyrabiane są drobnowymiarowe bloczki i pustaki ścienne oraz pustaki stropowe. Są używane do wznoszenia budynków do dwóch kondygnacji.

Beton **komórkowy** jest betonem lekkim, produkuje się z niego: bloczki, bloczki zbrojone, elementy ścienne (są to kompletne i wykończone płyty ścienne długości do 6 m, z osadzoną stolarką).

Wyroby z zapraw i betonów cementowych to: dachówki, gąsiorzy dachowe, pustaki ścienne i stropowe, belki i kształtki stropowe, płyty kanałowe, korytkowe i panwiowe, belki

nadprożowe, podokienniki (parapety), płyty chodnikowe, kostki brukowe i krawężniki, słupki i ogrodzenia.

Do **ceramicznych wyrobów budowlanych**, których podstawowym składnikiem jest glina, należą wszelkiego rodzaju cegły, pustaki ścienne i stropowe, dachówki i gąsiorzy, płytki ścienne, kafle. Materiały te odznaczają się dużą wytrzymałością na ściskanie, niską nasiąkliwością, średnią przewodnością cieplną, bardzo dobrą odpornością ogniową i mrozoodpornością.

Cegła może być: pełna zwykła, porowata, klinkierowa, drażona (dziurawki), kratówka, licówka i kształtki licówki, modułarna, kanalizacyjna, kominówka. Pustaki: szczelinowe, do ścian działowych, do wykonywania przewodów dymowych i wentylacyjnych, pustaki i kształtki stropowe; dachówki (karpiówka, zakładkowa, mnich i mniszka), gąsiorzy dachowe, płytki ścienne (glazura), kafle.

Szkło jest to przezroczysta bezpostaciowa substancja otrzymywana ze stopionych a następnie ostudzonych składników. Podstawowymi cechami technicznymi szkła budowlanego są: twardość (5–7 w skali Mohsa), gęstość pozorna (2700 kg/m^3), wytrzymałość na ściskanie ($>400 \text{ MPa}$) i współczynnik przewodzenia ciepła ($\lambda=1,05 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Wyroby ze szkła stosowane w budownictwie to przede wszystkim szkło płaskie: zwykłe (szklenie okien i drzwi), hartowane (odporne na działania mechaniczne, stosowane w bankach, muzeach, magazynach), ciągnięte (Antisol, pochłania promieniowanie podczerwone), refleksyjne (napylane przezroczystą powłoką metaliczną), walcowane wzorzyste (zwane ornamentowym, do szklenia drzwi i ścianek działowych), walcowane zbrojne (z wtopioną siatką, zabezpieczającą przed rozpryskiwaniem się kawałków potłuczonego szkła), emaliowane (okładziny), mozaika szklana (elewacje), klejone (szkło-folia-szkło, do stosowania tam, gdzie wymagane są szczególne względy bezpieczeństwa: przedszkola, kina, teatry). Ze szkła profilowanego wykonuje się ściany osłonowe rozpraszające światło. Kształtki szklane (luksfery, pustaki ścienne) stosowane są do wykonywania prześwitów w ścianach, stropach.

Tworzywa sztuczne są to materiały, zawierające jako podstawowy składnik substancje wielkocząsteczkowe (polimery) oraz dodatki w postaci wypełniaczy, plastyfikatorów lub utrwalaaczy oraz barwników. W budownictwie stosuje się: folie, materiały izolacyjne, okładzinowe i wykładziny, okna i drzwi, panele podłogowe, płyty dachowe, deskowania tracone z PCV w systemie RBS, masy szpachlowe i kity, lakiery, kleje, okucia budowlane, rury. Służą także jako lepszycze do produkcji sztucznego kamienia, marmuru na podokienniki i klejonego warstwowo drewna konstrukcyjnego.

Materiały do **izolacji przeciwwilgociowych**:

- materiały bitumiczne płynne: emulsje asfaltowe, roztwory asfaltowe, lepiki i masy asfaltowe, kity asfaltowe,
- materiały rolowe: papy asfaltowe (na tekturze, na osnowie z włókna szklanego, z tkanin technicznych, z tektury z naklejoną taśmą aluminiową, z taśmy aluminiowej, z wkładką z folii z tworzywa sztucznego, nawierzchniowe kolorowe) i smołowe (na tekturze), papy termozgrzewalne (na osnowie z włókna szklanego lub włókniny poliestrowej i asfaltu modyfikowanego elastomerem lub polimerem), papy samoprzylepne (od spodu pokryte są – wzdłuż obydwu brzegów – pasem samoprzylepnego kleju, zabezpieczonego papierem woskowym lub folią), folie płaskie z tworzyw sztucznych. Papy z folii polietylenowej obłożonej obustronnie papierem z włókien sisalowych są stosowane jako izolacje paro- i gazoszczelne oraz jako pokrycia dachowe,
- folie tłoczone, są grube, przeważnie czarne, szare lub brązowe, mają wytłoczenia w kształcie prostopadłościanów albo ściętych stożków, są mocniejsze od folii płaskich. Stosuje się je na pionowe izolacje ścian piwnic i ścian fundamentowych wtedy, gdy dom otoczony jest drenażem oraz do izolacji tarasów i zielonych dachów. Ze względu na wytrzymałość folii tłoczonych stosuje się je do izolacji płyt fundamentowych od spodu i – podobnie jak folie płaskie – w podłogach na gruncie.

Materiały do izolacji cieplnych:

- pochodzenia organicznego to: styropian (granulat, płyty, kształtki), płyty pilśniowe (porowate perforowane lub nacinane), płyty i maty korkowe oraz płyty wiórkowo-cementowe,
- pochodzenia mineralnego: wełna mineralna (maty, filce i płyty), wojłok z włókien szklanych (głównie do ocieplania stropów poddaszy nieużytkowych i stropodachów wentylowanych), maty z waty szklanej, szkło piankowe czarne.

Wyroby metalowe: metale żelazne (stal i żeliwo) i nieżelazne, czyli kolorowe (aluminium, miedź, cynk, cyna, ołów, mosiądz i inne).

Stale dzieli się na: niestopowe (węglowe) i stopowe. Produkuje się w wielu gatunkach, odpowiednio oznaczonych. W budownictwie do wyrobu blach, prętów zbrojeniowych i kształtowników używa się:

- stali węglowych (zawierających do 0,25% węgla) o symbolach: St0S, St3S, St3SX, St3SY,
- stali stopowych (zawierających oprócz żelaza i węgla, inne pierwiastki) o symbolach: 18G2, 18G2A, 34GS.

Stale odporne na korozję są używane do konstrukcji specjalnych, ze stali węglowych specjalnego przeznaczenia produkuje się rury i konstrukcje spawane, a do wyrobu nitów używa się stali węglowych.

W budownictwie stosuje się: stal zbrojeniową (walcówka, pręty, druty), blachy (płaskie, faliste, trapezowe), kształtowniki i rury walcowane, kształtowniki gięte na zimno, kraty i płyty pomostowe (wciskane, zgrzewane, profilowane), siatki (plecione – Rabitza, cięto-ciągnięte – Ledóchowskiego, ślimakowe), liny oraz łączniki (gwoździe, wkręty, kołki wstrzeliwane, śruby, kotwy, nity, złącza do drewna, tuleje stożkowe, kausze, zaciski linowe).

Tab.1. Klasy i gatunki stali zbrojeniowej wg PN-B-03264:2002

b – stosowane w budownictwie

Klasy stali	Gatunki stali	Nominalna średnica prętów [mm]
A-0	St0S-b	4,5 – 40
A-I	St3SX-b St3SY-b St3S-b	
A-II	St50B 18G2-b	6 – 32
	20G2Y-b	6 – 28
A-III	25G2S	6 – 40
	35G2Y	6 – 20
	34GS	6 – 32
A-IIIN	20G2VY-b	6 – 28

Ze stali klas A-0 i A-I wykonuje się pręty gładkie, natomiast ze stali wyższych klas pręty żebrowane: spiralnie A-II i w jodełkę A-III.

Żeliwo jest stopem żelaza zawierającym ponad 2% węgla oraz inne pierwiastki: krzem, mangan, fosfor i siarkę. W budownictwie znalazło zastosowanie jako: płyty kuchenne, drzwiczki piecowe, kratki wentylacyjne, rury i kształtki do instalacji wodociągowej i kanalizacyjnej, przybory sanitarne (wannы, zlewy, zlewozmywaki, płuczki ustępowe), grzejniki centralnego ogrzewania.

Aluminium jest to wyrób hutniczy wykonany z glinu (Al), w czystej postaci charakteryzuje się niezbyt dużą wytrzymałością i łatwo przechodzi w stan plastyczny, dlatego dla polepszenia właściwości mechanicznych stosuje się dodatki (miedź, magnez, mangan, cynk, krzem) i poddaje się obróbce plastycznej na zimno lub gorąco. W budownictwie wykonuje się z niego: blachy walcowane na zimno i gorąco, kształtowniki, profile i kształtowniki cienkościenne, taśmy, elementy dekoracyjne, pręty, druty, rury.

Wyroby z **innych metali i stopów metali nieżelaznych** to:

- z **miedzi** (stop miedzi z cynkiem to mosiądz, a miedzi z cyną to brąz): blacha, kształtowniki, pręty (okrągłe, kwadratowe, sześciokątne), ozdobne okucia budowlane, rury do instalacji wodociągowych, centralnego ogrzewania i gazowych, osprzęt do instalacji wodociągowych i elektrycznych,
- z **cynku**: blacha do pokryć dachowych, do pokryć gzymsów i parapetów oraz do wykonywania rynien i rur spustowych, okucia budowlane,
- z **ołowiu**: blachy i taśmy; ze stopów ołowiu: powłoki i przegrody osłabiające promieniowanie jonizujące krótkie (γ , rentgenowskie), warstwy izolacji i przeciwwilgociowych, uszczelnienia instalacji kanalizacyjnych (do rur kamionkowych i żeliwnych),
- z **cyny**: stop lutowniczy, powłoki ochronne antykorozyjne innych metali (miedzi, żelaza), produkuje się ją w postaci taśm i pasów zwijanych w kręgi.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to są materiały budowlane?
2. Jak dzielą się materiały budowlane w zależności od sposobu otrzymywania?
3. Jakie są rodzaje materiałów budowlanych w zależności od zastosowania w budynku i w budownictwie?
4. Czym charakteryzują się materiały kamienne?
5. Jakie zastosowanie ma drewno?
6. Czym charakteryzują się spoiwa budowlane i lepiszcza?
7. Jak dzielą się lepiszcza bitumiczne?
8. Jakie zastosowanie ma kruszywo?
9. Jakie wyroby zalicza się do ceramiki budowlanej?
10. Czym charakteryzuje się szkło?
11. Jakie zastosowanie mają tworzywa sztuczne?
12. Jakie materiały stosuje się do izolacji przeciwwilgociowych i cieplnych?
13. Jakie właściwości i zastosowanie ma stal?
14. Co to jest żeliwo i jakie ma zastosowanie?
15. Co to są metale nieżelazne?
16. Jakie zastosowanie mają metale nieżelazne?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przedstawione próbki materiałów budowlanych:

– kamień, beton, piasek, glina, stal, szkło, tworzywa sztuczne, drewno,
podziel na grupy w zależności od sposobu otrzymywania i uzasadnij podział.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaje materiałów w zależności od sposobu otrzymywania,
- 2) podzielić odpowiednio przedstawione materiały,
- 3) uzasadnić podział.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki materiałów budowlanych,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Na podstawie krótkiej charakterystyki:

- jest to przezroczysta bezpostaciowa substancja otrzymywana ze stopionych, a następnie ostudzonych składników, której podstawowymi cechami technicznymi są: twardość (5–7 w skali Mohsa), gęstość pozorna (2700 kg/m^3), wytrzymałość na ściskanie ($>400 \text{ MPa}$) i współczynnik przewodzenia ciepła ($\lambda = 1,05 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$).
 - jest mieszaniną rozdrobnionych materiałów (naturalnych lub sztucznych), która wchodzi w skład zapraw i betonów, bitumicznych mieszanek do budowy dróg, warstw nawierzchni drogowych, warstw filtracyjnych, urządzeń drenażowych
- określ rodzaj materiału budowlanego i podaj jego właściwości lub zastosowanie.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać dokładnie charakterystyki,
- 2) określić pierwszy materiał i podać jego zastosowanie,
- 3) określić drugi materiał i jego właściwości.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki materiałów budowlanych.

Ćwiczenie 3

Spośród próbek metali i stopów wskaż mosiądz oraz podaj jego skład i zastosowanie.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) obejrzyć próbki i określić rodzaj materiału,
- 2) wskazać mosiądz i podać jego skład,
- 3) określić zastosowanie mosiądzu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

próbki: stali, aluminium, miedzi, mosiądzu, brązu.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) sklasyfikować materiały budowlane ze względu na sposób
- 2) otrzymywania i zastosowanie?
- 3) scharakteryzować materiały budowlane?
- 4) określić ich zastosowanie?
- 5) scharakteryzować wyroby stosowane w budownictwie?

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. Właściwości techniczne materiałów i wyrobów budowlanych

4.2.1. Materiał nauczania

Właściwości techniczne materiałów dzielą się na trzy grupy: fizyczne, mechaniczne i chemiczne.

Właściwości fizyczne

Gęstość jest to stosunek masy materiału do jego objętości bez porów, a więc w stanie zupełnej szczelności.

Gęstość objętościowa jest to masa jednostki objętości materiału wraz z zawartymi w niej porami (w stanie naturalnym).

Gęstość nasypowa jest to masa jednostki objętości materiału sypkiego w stanie luźnym.

Szczelność jest ilorazem gęstości pozornej i gęstości badanego materiału, określa jaką część całkowitej objętości badanego materiału zajmuje masa materiału bez porów.

Porowatość jest to liczba określająca zawartość wolnych przestrzeni (porów) w jednostce objętości materiału.

Wilgotność jest to procentowa zawartość wody w jednostce objętości materiału.

Nasiąkliwość to zdolność materiału do wchłaniania i utrzymywania wody. Rozróżnia się nasiąkliwość wagową i objętościową.

Przeiąkliwość jest to podatność materiału na przepuszczanie wody działającej pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego.

Kapilarność (włoskowatość) jest to zdolność podciągania wody przez włoskowate, otwarte kanaliki materiału.

Higroskopijność jest to zdolność materiału do szybkiego wchłaniania pary wodnej z otaczającego go powietrza.

Mrozoodporność jest to odporność materiału na działanie niskich temperatur (podczas wielokrotnego zamrażania i odmrażania materiału).

Skurcz jest to zmiana objętości (w % obj.) lub wymiarów liniowych (w mm/m) materiału wilgotnego przy wysychaniu (drewno, glina), twardnieniu (zaprawa, beton) lub oziębianiu (materiały organiczne i nieorganiczne).

Przewodność cieplna jest to zdolność materiału do przekazywania ciepła z jednej jego powierzchni do drugiej w wyniku różnicy temperatur tych powierzchni. Określa ją współczynnik przewodzenia ciepła λ , który jest ilością ciepła przechodzącą przez powierzchnię 1 m² materiału grubości 1 m w ciągu 1 godz., przy różnicy temperatur 1 K. Zależy od zawartości porów i wilgotności materiału.

Ogniotrwałość jest to trwałość kształtu materiału podczas długotrwałego działania wysokiej temperatury.

Ogniodporność jest to niepodatność na niszczący wpływ ognia podczas jego samorzutnego i niekontrolowanego rozprzestrzeniania się na materiał, w postaci zmian: struktury, kształtu, wytrzymałości mechanicznej.

Palność: materiały niepalne pod wpływem płomienia lub wysokiej temperatury nie zapalają się płomieniem, nie tlą i nie ulegają zwęgleniu; materiały palne dzielą się na trudno zapalne (zapalają się z trudem, tlą i ulegają zwęgleniu) i łatwo zapalne (rozpalają się płomieniem lub tlą się, a proces ten przebiega nawet po usunięciu źródła ognia).

Rozszerzalność cieplna jest to właściwość materiału wyrażająca się zmianą wymiarów pod wpływem wzrostu temperatury.

Toksyczność materiałów określa zdolność wydzielania przez nie szkodliwych gazów, oparów i dymów w podwyższonej temperaturze.

Radioaktywność naturalna dotyczy materiałów, w których skład wchodzi żużle paleniskowe i hutnicze, popioły lotne. Stosując surowce odpadowe do produkcji materiałów budowlanych, należy badać zawartość radionuklidów w wyrobach i na tej podstawie dopuszczać do stosowania w budownictwie.

Do tej grupy właściwości należą też: dźwiękochłonność, czas wiązania spoiw, pęcznienie i kurczliwość.

Właściwości mechaniczne

Wytrzymałość na ściskanie jest to największe naprężenie, jakie wytrzyma próbka badanego materiału podczas ściskania do momentu jej skruszenia.

Wytrzymałość na rozciąganie jest to największe naprężenie, jakie wytrzyma próbka badanego materiału podczas rozciągania.

Wytrzymałość na zginanie jest to naprężenie, jakie wytrzyma próbka badanego materiału podczas zginania do momentu jej złamania.

Twardość jest to odporność danego materiału na wciskanie weń innego ciała o większej twardości.

Sprężystość jest to zdolność materiału do przyjmowania pierwotnej postaci po usunięciu siły, która spowodowała zmianę jego kształtu.

Plastyczność (odkształcalność plastyczna) jest zdolnością materiału do zachowania odkształceń trwałych, wywołanych przyłożeniem sił zewnętrznych, mimo usunięcia tych obciążeń.

Kruchość jest to stosunek wytrzymałości na rozciąganie do wytrzymałości na ściskanie.

Ścieralność jest to podatność materiału do zmniejszenia objętości lub masy pod wpływem działania sił ścierających.

Pelzanie jest to wzrost odkształceń plastycznych materiału bez zmiany wartości działającej siły zewnętrznej; ma duży wpływ na wytrzymałość materiałów.

Ciągliwość jest zdolnością materiału do odkształcania się, bez zerwania, a tylko przy zmniejszaniu się przekroju.

Odporność na uderzenia (udarność) mierzy się pracą potrzebną do stłuczenia lub przełamania próbki.

Właściwości chemiczne

Właściwości te związane są z procesami chemicznymi, które zachodzą wewnątrz materiałów lub pod wpływem ich styczności z powietrzem lub wodą. Jedne z nich są korzystne, wręcz konieczne, jak reakcje chemiczne w czasie wiązania i twardnienia zaprawy lub betonu; inne mogą grozić zniszczeniem lub obniżeniem wartości użytkowych materiału, jak proces korozji.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jak dzielą się właściwości materiałów budowlanych?
2. Jakie są właściwości fizyczne materiałów?
3. Jakie są właściwości mechaniczne materiałów?
4. Z jakimi procesami związane są właściwości chemiczne?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wymienione właściwości:

– gęstość, twardość, porowatość, odporność na korozję, higroskopijność, udarność, sprężystość, toksyczność,

podziel na: fizyczne, mechaniczne, chemiczne i podaj ich definicję.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) podać definicję właściwości,
- 2) podzielić je na grupy,
- 3) uzasadnić podział.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe dotyczące właściwości materiałów budowlanych.

Ćwiczenie 2

Spośród wymienionych materiałów:

- piasek, żwir, żużel paleniskowy, glina, drewno, popiół lotny, wskaż materiały charakteryzujące się radioaktywnością naturalną i uzasadnij wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować wymienione materiały,
- 2) wskazać materiał radioaktywny,
- 3) uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe dotyczące właściwości materiałów budowlanych.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) określić właściwości techniczne materiałów budowlanych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) rozróżnić materiały na podstawie ich właściwości? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) określić właściwości techniczne wyrobów budowlanych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.3. Zasady wykonywania badań laboratoryjnych materiałów i wyrobów budowlanych

4.3.1. Materiał nauczania

Badanie cech **fizycznych i mechanicznych**

Oznaczenie **gęstości** wykonuje się w piknometrze (pomiar dokładny) lub w objętościomierzu Le Chateliera (pomiar przybliżony).

Oznaczenie **gęstości pozornej** wykonuje się dwoma metodami: bezpośrednią – na próbkach w kształcie sześcianu lub walca, lub hydrostatyczną – materiałów, z których nie można pobrać próbek o kształcie regularnym.

Mrozoodporność materiału bada się przez wielokrotne poddawanie ich zamrażaniu i rozmrażaniu. Miarą mrozoodporności jest liczba cykli, po których materiał nie uległ zniszczeniu i nie stracił swej wytrzymałości.

Badanie **mieszanki betonowej** przeprowadza się według normy PN-EN 12350-1.

Badanie **konsystencji mieszanki betonowej** przeprowadza się PN-EN 12350-2 metodą stożka opadowego, metodą Vebe PN-EN 12350-3, metodą stopnia zagęszczalności PN-EN 12350-4, a metodą stolika rozpliwowego wg PN-EN 12350-5. Na podstawie tabeli przyjmuje się klasę konsystencji mieszanki betonowej.

Badanie **wytrzymałości na ściskanie** przeprowadza się metodą zgniatania próbek materiału o kształcie sześciangu, prostopadłościanu lub walca. Kształt i wymiary próbek zależą od rodzaju badanego materiału i są określone w normach. Siła niszcząca działa wzdłuż osi pionowej badanej próbki prostopadle do przekroju poprzecznego.

Badanie **wytrzymałości na rozciąganie** przeprowadza się w maszynie wytrzymałościowej, zamocowując końce próbki normowej w specjalnych uchwytach i poddając rozciąganiu siłą działającą wzdłuż osi próbki. Szybkość wzrostu siły jest ściśle określona. Wymiary i kształt próbek zależą od rodzaju badanego materiału: drewno – o kształcie wiosełek, stal – pręty, zaprawy – beleczki, beton – sześciang i walec.

Badanie **wytrzymałości na zginanie** przeprowadza się na normowych beleczkach, które są wolnopodparte i obciążone siłą skupioną w środku rozpiętości.

Badanie **twardości** materiału zależy od jego rodzaju. Twardość metali oznacza się wciskając w materiał kulkę z twardej stali lub stożek diamentowy, szkła – przez zarysowanie go wzorcem o znanej twardości. Wzorce te są uszeregowane według skali Mohsa, od bardzo miękkich (talk) do najtwardszych (diament).

Ścieralność określa się jako zmniejszenie grubości, masy lub objętości próbki podczas badania normowego, które zależy od rodzaju materiału. Oznaczenie ścieralności materiałów kamiennych i betonu przeprowadza się na specjalnej obracającej się tarczy ścierniej – tarczy Boehmego (wartość ścieralności określa się na podstawie pomiaru różnicy wysokości próbki w mm – przed i po badaniu), kruszywa do nawierzchni drogowych – wewnątrz obracającego się bębna zawierającego, oprócz badanego materiału, także stalowe kule o średnicy 48 mm, a materiały podłogowe – wahadłem powleczonym materiałem ściernym.

Materiały kamienne bada się w zależności od przewidywanych warunków pracy tych wyrobów, od ich zastosowania, czy będą pracować w niskich – chłodnie, czy bardzo wysokich temperaturach. Poddaje się je działaniu określonej temperatury w określonym czasie i sprawdza czy nie wykazują zmian w wyglądzie. Próbki pobiera się losowo z różnych miejsc.

Badanie cech technicznych **wyrobów ceramicznych** wykonuje się na próbkach pobieranych w sposób losowy. Należy opisać miejsce pobrania, ilość sztuk, wygląd zewnętrzny. Następnie określić równoległość płaszczyzn, spękania, wady strukturalne, barwę, dźwięk i wymiary. Po zaszeregowaniu do odpowiedniej grupy wykonuje się następujące badania:

- **nasiąkliwość** zwykłą, bada się w temperaturze pokojowej i pod normalnym ciśnieniem atmosferycznym, zanurzając badany materiał przez określony czas w wodzie; miarą nasiąkliwości jest stosunek masy wody wchłoniętej przez materiał do jego masy lub objętości w stanie suchym, wyrażony w procentach,
- **prześląkliwość** za pomocą rurki szklanej o określonych wymiarach napełnionej wodą, której ilość uzupełnia się w trakcie badań,
- **oznaczanie rys na szkliwie** przez pokrycie powierzchni atramentem lub ciemną cieczą, a następnie starcie płynu,
- **wytrzymałość na ściskanie**: cegieł bada się przez poddawanie ściskaniu ich w prasie hydraulicznej,
- **wytrzymałość dachówek na złamanie** bada się w prasach, wartość siły łamiącej jest miarą wytrzymałości na złamanie,
- **wytrzymałość pustaków stropowych na zgniatanie** bada się w prasie w ilości 8 sztuk (po wyrównaniu górnych i dolnych powierzchni zaprawą gipsową, a następnie jej stwardnieniu),

- **wytrzymałość płytek ceramicznych na zginanie** wykonuje się obciążając płytkę na całej szerokości siłą łamiącą, a jej wytrzymałość oblicza się według wzoru,
- **ścieralność kamionkowych płytek podłogowych** przeprowadza się na tarczy Boehmego.

Badanie cech technicznych **wyrobów z zaczynów, zapraw i betonów** wykonuje się na próbkach pobieranych w sposób losowy. Należy opisać miejsce pobrania, wygląd zewnętrzny, dokonać pomiaru wymiarów i kształtu. Następnie sprawdzić **masę** pustaków oraz ich **mrozoodporność**.

Potem wykonuje się kolejne badania:

- dla wyrobów **wapienno-piaskowych** wykonuje się oznaczenie gęstości pozornej, nasiąkliwości oraz wytrzymałości na ściskanie,
- dla wyrobów **z zaczynów gipsowych** wykonuje się pomiar długości, wysokości oraz kątów, sprawdzenie grubości, oznaczenie wilgotności,
- w **bloczkach i płytkach z betonu komórkowego** sprawdza się gęstość pozorną oraz wytrzymałość na ściskanie (na kostkach 15x15x15 cm lub walcach o średnicy 15 cm i wysokości 30 cm),
- **wytrzymałość pustaków stropowych (DZ-3) na obciążenia statyczne** bada się przez obciążenie równomierne ośmiu pustaków równocześnie. Pustaki powinny być ułożone w sposób odpowiadający ich położeniu po wmurowaniu.

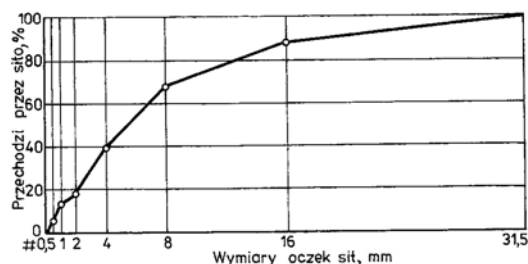
Badanie **spoiw budowlanych**. Bada się próbki pierwotne, ogólne i średnie. Próbka pierwotna stanowi część partii produktu pobranej jednorazowo z jednego opakowania worka. Próbka ogólna jest to łączna ilość produktu ze wszystkich próbek pierwotnych pobieranych z jednej partii. Próbka średnia – laboratoryjna stanowi część próbki ogólnej.

- 1) Jakość spoiwa bada się określając **stopień rozdrobnienia** (metodą analizy sitowej) oraz **konsystencję zaczynu** (aparatem Vicata).
- 2) **Początek i koniec wiązania zaczynu i zapraw** bada się aparatem Vicata.
- 3) **Stalność objętości cementu** bada się przy pomocy pierścienia Le Chateliera, określając zmianę grubości próbki zaczynu cementowego.
- 4) **Oznaczanie czasu i temperatury gaszenia budowlanego wapna niegaszonego** wykonuje się przez pomiar czasu, w którym temperatura próbki osiągnie maksymalną wartość.
- 5) **Zmianę objętości zapraw** bada się na plackach układanych nad wodą, a następnie suszonych i naporzanych.
- 6) **Konsystencję zapraw** określa się głębokością zanurzenia się w nich znormalizowanego stożka pomiarowego.
- 7) **Badanie wytrzymałości zaczynów i zapraw na ściskanie i zginanie** wykonuje się na beleczkach 4x4x16 cm.

Badania **lepiszcz** dotyczą oznaczania **penetracji asfaltów**, ich **temperatury mięknięcia** metodą „pierścienia i kuli”, **ciągliwości** w duktylometrze oraz **temperatury łamliwości** w aparacie Fraassa.

Badania **mineralnych kruszyw budowlanych**. Bada się próbki pierwotne, ogólne i średnie (laboratoryjne). Oznacza się:

- **gęstość nasypową** kruszywa w stanie luźnym (w cylindrze) i w stanie zagęszczonym (za pomocą stolika wibracyjnego Ve-Be),
- **uziarnienie**, czyli procentową zawartość poszczególnych frakcji w ogólnej masie kruszywa; badanie wykonuje się ręcznie, stopniowo przesiewając kruszywo przez zestaw sit; krzywa przesiewu jest to graficzne przedstawienie wyników tego oznaczenia,



Rys. 2. Wykres uziarnienia kruszywa [22, s. 304]

- **nasiąkliwość** (im większa jest nasiąkliwość, tym gorsze są właściwości techniczne kruszywa),
- **zawartość zanieczyszczeń organicznych,**
- **zawartość pyłów mineralnych,**
- **zawartość ziaren słabych,**
- **zawartość ziaren nieforemnych,**
- **wskaźnik rozkruszenia,**
- **mrozoodporność kruszywa lekkiego.**
- W badaniach **drewna i wyrobów drewnopochodnych** oznacza się:
 - **gęstość pozorną** próbek o wymiarach 2x2x3 cm,
 - **wilgotność** metodą suszarkowo-wagową lub metodą elektrometryczną,
 - **wytrzymałość na ściskanie** (wzdłuż włókien, w kierunku poprzecznym promieniowym i poprzecznym stycznym do słoików przyrostu rocznego), **na rozciąganie** (wzdłuż włókien), **zginanie i ścinanie** (wzdłuż i w poprzek włókien),
 - **twardość** metodą Janki (wciskanie stalowej kulki o przekroju 1 cm² na głębokość jej promienia) lub Brinella (wciskanie stalowej kulki o średnicy 10 mm przy ustalonej sile),
 - **nasiąkliwość** płyt pilśniowych, wiórowych i paździerzowych.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. W jaki sposób oznacza się gęstość i gęstość pozorną?
2. Na czym polega badanie mrozoodporności?
3. W jaki sposób bada się właściwości mieszanek betonowych?
4. Jakie są metody badania wytrzymałości betonu?
5. Jak się bada cechy techniczne wyrobów ceramicznych?
6. Jak się oznacza właściwości wyrobów z zaczynów, zapraw i betonów?
7. Na czym polega badanie spoiw i lepiszczy?
8. Jakie właściwości mineralnych kruszyw budowlanych należy badać?
9. Jakie są metody oznaczania właściwości drewna i materiałów drewnopochodnych?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ rodzaj i właściwości materiałów badanych aparatem Vicata oraz wykonaj badanie wybranego materiału.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaj materiałów,
- 2) określić badane właściwości,

- 3) przeprowadzić badania,
- 4) zapisać wyniki badań.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- aparat Vicata,
- materiały budowlane do badań.

Ćwiczenie 2

Określ rodzaj i właściwości materiałów badanych metodą analizy sitowej oraz wykonaj badanie wybranego materiału.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaj materiałów,
- 2) określić badane właściwości,
- 3) przeprowadzić badania,
- 4) zapisać wyniki badań.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw sit,
- materiały budowlane do badań.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) określić zasady wykonywania badań materiałów i wyrobów budowlanych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) posłużyć się sprzętem i aparaturą laboratoryjną?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wykonać badania laboratoryjne materiałów i wyrobów budowlanych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Materiały stosowane do produkcji zapraw i betonów

4.4.1. Materiał nauczania

Mineralne spoiwa budowlane

Spoiwo mineralne jest to drobno zmielony materiał, który po wymieszaniu z wodą, dzięki reakcjom chemicznym, wykazuje zdolność wiązania i twardnienia. Spoiwa powietrzne – wiążą, twardnieją i osiągają odpowiednią wytrzymałość tylko na powietrzu, a spoiwa hydrauliczne – zarówno na powietrzu jak i pod wodą.

Spoiwa powietrzne:

- **wapno niegaszone (palone)** otrzymuje się przez wypalanie kamienia wapiennego w temperaturze 1000° C. W bryłach stosowane jest do otrzymywania wapna gaszonego lub przeznaczone do przemiału. Zmielone używane jest do produkcji cegły silikatowej, betonu komórkowego lub zmieszane z trocinami może być stosowane jako izolacja cieplna.

- **wapno gaszone (ciasto wapienne)** otrzymuje się przez zalanie wapna palonego dużą ilością wody (reakcja chemiczna nosi nazwę gaszenia wapna), a następnie spuszcza się go do dołu. Czas dołowania zależy od rodzaju robót, w których będzie stosowane.
- **wapno hydratyzowane (suchogaszone)** otrzymuje się przez zalanie wapna niegaszonego małą ilością wody w warunkach przemysłowych. Zmieszane dostarczane jest na budowę w workach papierowych; stosuje się go do zapraw.
- **wapno pokarbidowe** jest produktem ubocznym powstającym przy produkcji acetylenu z karbidu; stosuje się go do zapraw (tylko do murowania).
- **gips budowlany** otrzymuje się przez prażenie skały gipsowej w temperaturze około 200° C, a następnie zmielenie. Rozróżnia się gips budowlany grubo (G) i drobno (D) mielony. Marki: GB-6 i GB-8. Używa się go do zaczynów, zapraw oraz niewielkich wyrobów.
- **gipsy specjalne: szpachlowe** (do szpachlowania i spoinowania), **tynkarskie** (do tynków wewnętrznych) i **kleje gipsowe** (P – do klejenia prefabrykatów gipsowych, T – do osadzania płyt kartonowo-gipsowych).

Spoiva hydrauliczne:

- **wapno hydrauliczne** jest produkowane z wypalonych i zmielonych wapieni marglistych lub krzemionkowych, po gaszeniu ograniczoną ilością ciepłej wody, jest mielone. Stosuje się do zapraw do murów grubych, fundamentowych, piwnicznych, tynków zewnętrznych, do farb wapiennych.
- **cement** otrzymywany jest ze zmielenia klinkieru cementowego z gipsem i dodatkami hydraulicznymi (żużel wielkopiecowy, popiół lotny). Rozróżnia się: **cement portlandzki**, **cement portlandzki z dodatkami**, **cement hutniczy**, które mają powszechne zastosowanie w budownictwie ogólnym, przemysłowym, drogowym, oraz **cement pucolanowy i cement hydrotechniczny**, o specjalistycznym zastosowaniu. Ponadto (rzadziej stosowane): cement anhydrytowy, magnezjowy, glinowy, ekspansywny. Rozróżnia się klasy wytrzymałości: 32,5; 42,5 i 52,5 (wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach w MPa), a te same oznaczenia z literą R oznaczają cementy szybkotwardniejące. Dostarcza się je na budowy luzem cementowozami lub w workach papierowych trzywarstwowych odpowiednio oznakowanych. Mogą być popielate, białe lub kolorowe.

Glina jest materiałem wiążącym na skutek działania zjawiska fizycznego, jakim jest wyparowanie wody.

Kruszywa budowlane

Kruszywa są to ziarniste materiały pochodzenia naturalnego lub sztucznego, które stosuje się jako składnik zapraw i betonów, bitumicznych mieszanek do budowy dróg, warstw nawierzchni drogowych, warstw filtracyjnych. Dzieli się na:

- **kruszywa mineralne** dzieli się na **naturalne** (powstałe w wyniku naturalnych procesów przyrodniczych takich jak wietrzenie skał i erozyjne działanie wody, mają kształt zaokrąglony) i **łamane** (powstałe w wyniku mechanicznego kruszenia skał). Należą do nich: piasek zwykły i łamany, żwir, grys.
- **kruszywa sztuczne** otrzymuje się z surowców mineralnych w wyniku obróbki termicznej, ich gęstość objętościowa jest mniejsza niż 1800 kg/m³. Dzieli się je na trzy grupy: z surowców mineralnych poddawanych obróbce termicznej (keramzyt), z odpadów przemysłowych poddawanych obróbce termicznej (łupkoporyt, żużel granulowany) oraz z odpadów przemysłowych nie poddawanych dodatkowej obróbce termicznej (żużel paleniskowy, popiół lotny).

Kruszywa dzieli się w zależności od gęstości pozornej na trzy grupy:

- ciężkie – o gęstości pozornej powyżej 3000 kg/m³,
- zwykłe – o gęstości pozornej 1800 – 3000 kg/m³,
- lekkie – o gęstości pozornej poniżej 1800 kg/m³.

Woda stosowana do zapraw i betonu (woda zarobowa) powinna być czysta, nie zawierać dodatkowych związków chemicznych (nie może to być woda mineralna) ani związków organicznych. Woda wydzielająca zapach lub nieprzezroczysta musi być zbadana laboratoryjnie.

Domieszki do zapraw cementowych i betonów wpływają na zmianę właściwości zapraw cementowych, mieszanek betonowych i stwardniałych betonów:

- polepszają urabialność mieszanek – domieszki uplastyczniające nazywane superplastyfikatorami, Abiesod,
- regulują warunki wiązania i twardnienia, czyli przyspieszają lub opóźniają wiązanie i twardnienie, Retarbet, chlorki wapnia, sodu i potasu oraz szkło wodne,
- napowietrzają mieszanki i beton, przez co uzyskuje się znaczną poprawę mrozoodporności, glina bentonitowa,
- uszczelniają mieszanki i beton w celu poprawy wodoszczelności i zmniejszenia nasiąkliwości, co powoduje zwiększenie ich trwałości, pyły mineralne,
- umożliwiają wykonywanie betonu w temperaturze bliskiej 0° C, chlorek wapnia,
- barwią (winny być odporne na działanie alkaliów), mielona cegła.

Chlorek wapnia i domieszki zawierające chlorki nie powinny być dodawane do betonu zbrojonego, ponieważ powodują korozję stali.

Dodatki do betonów – mineralne popioły lotne, które muszą być sprawdzone czy nie zawierają naturalnych pierwiastków promieniotwórczych, ich ilość nie powinna przekraczać 1% masy cementu zawartego w mieszance; mikrokrzemionka, dodawana w postaci pyłów w ilości 7,5–10% w stosunku do masy cementu.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jak dzielą się spoiwa mineralne?
2. Czym charakteryzują się spoiwa powietrzne i hydrauliczne?
3. Jakie są rodzaje kruszyw budowlanych?
4. Jak się je otrzymuje?
5. Jakie warunki powinna spełniać woda do zapraw i betonów?
6. Jakie domieszki stosuje się do zapraw cementowych i betonów?
7. Jakie dodatki można stosować do betonów?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opisz sposób oraz przebieg procesu gaszenia wapna.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić materiały potrzebne do gaszenia wapna,
- 2) określić potrzebne narzędzia i sprzęt,
- 3) opisać sposób gaszenia,
- 4) zapisać reakcję chemiczną gaszenia wapna.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe dotyczące gaszenia wapna,
- próbki wapna palonego i gaszonego.

Ćwiczenie 2

Wymienione spoiwa:

- wapno hydratyzowane,
 - cement portlandzki,
 - cement hutniczy,
 - gips budowlany,
 - klej gipsowy P lub T,
- podziel na powietrzne i hydrauliczne i uzasadnij podział.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić sposób wiązania i twardnienia spoiw,
- 2) podzielić je na powietrzne i hydrauliczne,
- 3) uzasadnić podział.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki materiałów budowlanych.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) określić materiały do produkcji zapraw i betonów? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) scharakteryzować te materiały? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) określić rodzaj i ilość domieszek i dodatków do betonów? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.5. Klasyfikacja zapraw budowlanych

4.5.1. Materiał nauczania

Zaczyn budowlany jest to mieszanina spoiwa lub gliny z wodą.

Zaprawa budowlana jest mieszaniną zaczynu budowlanego z drobnym kruszywem (piasek o ziarnach do 4 mm). Zaprawa świeża to zaprawa w stanie plastycznym przed rozpoczęciem wiązania spoiwa, a zaprawa stwardniała to zaprawa w stanie stałym po okresie twardnienia.

Nazwa zaczynu lub zaprawy pochodzi od użytego spoiwa, zaprawa wapienna.

Zaprawy budowlane stosuje się do:

- łączenia elementów przegród budowlanych (cegieł, bloczków, pustaków),
- wypełniania spoin w celu równomiernego rozkładu naprężeń w murze,
- wykonywania tynków,
- produkcji wyrobów budowlanych.

Podstawowym parametrem określającym właściwości wytrzymałościowe zaprawy jest jej wytrzymałość na ściskanie, badana w sposób podany w PN-85/B-04500, którą stopniuje się od 0,3 do 20 MPa, nadając im oznaczenia (klasę) Mn. Litera M oznacza **markę zaprawy**, symbol liczbowy $n = 0,3; 0,6; 1, 2, 3, 4, 7, 12, 15, \text{ i } 20$ określa wytrzymałość na ściskanie w MPa. W PN-B-03002:1999 podana jest klasyfikacja zapraw według klas oznaczonych literą M i liczbą odpowiadającą wyrażonej w MPa średniej wytrzymałości zaprawy. Wyróżniono **zaprawy klas: M1, M2, M5, M10 i M20** o zakresie zmian wytrzymałościowych w MPa odpowiednio: M1 = 1,0–1,5; M2 = 1,5–3,5; M5 = 3,6–7,5; M10 = 7,6–15,0; M20 = 15,1–30,0.

Dozowanie składników zapraw określa się stosunkiem objętościowym (wagowy stosuje się w wytwórniach zapraw) spoiwa do piasku na przykład: zaprawa wapienna 1:3 oznacza, że należy użyć 1 objętość spoiwa i 3 objętości piasku.

Kolejność czynności przy wykonywaniu zapraw:

- przy mieszaniu mechanicznym: należy najpierw dokładnie wymieszać składniki sypkie, a następnie dodać wodę do uzyskania odpowiedniej konsystencji; w razie użycia ciasta wapiennego lub innych dodatków należy je rozprowadzić w wodzie przed dodaniem do mieszaniny składników sypkich,
- przy mieszaniu ręcznym: należy najpierw dokładnie wymieszać składniki sypkie, następnie stopniowo dodawać wodę, cały czas mieszając; w przypadku użycia ciasta wapiennego – należy go najpierw rozprowadzić z wodą do gęstości śmietany, następnie dodawać piasek i dolewać wodę, cały czas mieszając.

Zaprawa wapienna składa się z wapna (ciasto wapienne, wapno hydratyzowane), piasku oraz wody. Ilość wody zależy od rodzaju zaprawy i od porowatości podłoża. Czas zużycia zaprawy od chwili zmieszania składników nie powinien przekroczyć 8 godzin, a w temperaturze otoczenia wyższej od 25° C należy go skrócić do 4 godzin.

Stosuje się ją do:

- murowania ścian konstrukcyjnych, działowych w budynkach jednokondygnacyjnych i prowizorycznych,
- wznoszenia murów naziemnych o niedużych obciążeniach (do 60 N/m²),
- murowania fundamentów w gruntach suchych pod niskie i nieduże budynki,
- wykonywania warstwy narzutu pod tynki,
- wykonywania warstwy gładzi tynków wewnętrznych.

Zalety: dobry izolator ciepła, bardzo dobra urabialność.

Wady: niska wytrzymałość, duża nasiąkliwość, długi okres twardnienia.

Zaprawa gipsowa i gipsowo-wapienna. Zaprawa gipsowa składa się z gipsu, wody oraz drobnego kruszywa, a zaprawa gipsowo-wapienna zawiera dodatek ciasta wapiennego lub wapna hydratyzowanego. Czas zużycia zależy od czasu wiązania spoiwa gipsowego i od ilości dodanego opóźniacza wiązania gipsu, wynosi od 15 minut do 1 godziny.

Stosuje się je do:

- wznoszenia ścian z cegieł ceramicznych i elementów gipsowych nienarażonych na działanie wilgoci,
- wykonywania tynków wewnętrznych.

Zalety: lepsza przyczepność do drewna niż zapraw wapiennych, szybciej od nich wiążą i twardnieją, osiągają wyższą wytrzymałość.

Wady: nie można stosować w miejscach o dużej wilgotności (wilgotność względna w pomieszczeniu nie powinna przekraczać 65%).

Zaprawa cementowa składa się z cementu, piasku oraz wody. Stosuje się również dodatki uplastyczniające, uszczelniające, przyspieszające wiązanie, barwiące, zmniejszające ścieralność. Czas zużycia zaprawy od chwili zmieszania składników nie powinien przekroczyć 2 godzin, a w temperaturze otoczenia wyższej od 25° C należy go skrócić do 0,5 godziny.

Składniki:

- sypkie nierozpuszczalne w wodzie należy zmieszać na sucho z cementem przed zmieszaniem z piaskiem,
- suche rozpuszczalne w wodzie należy stosować w postaci roztworów,
- ciekłe należy rozprowadzić w wodzie przed dodaniem do składników sypkich.

Stosuje się ją do:

- murowania silnie obciążonych elementów budynku (fundamenty, ściany, słupy, nadproża),
- murowania łuków i sklepień,

- mocowania kotew i elementów złączy,
- wykonywania podłoży pod posadzki,
- wykonywania wszystkich warstw tynku.

Zalety: duża wytrzymałość, dobra przyczepność.

Wady: zła urabialność, małoplastyczna, słaby izolator ciepła.

Zaprawa cementowo-wapienna składa się z cementu, wapna, drobnego kruszywa (piasek lub żużel) oraz wody. Czas zużycia zaprawy od chwili zmieszania składników nie powinien przekroczyć 5 godzin, a w temperaturze otoczenia wyższej od 25° C należy go skrócić do 1 godziny.

Stosuje się ją do:

- murowania fundamentów, ścian, łuków i sklepień,
- układania posadzek kamiennych,
- wykonywania wszystkich warstw tynku.

Zalety: średnia wytrzymałość, dobra przyczepność, lepsza urabialność i izolacyjność cieplna od zaprawy cementowej,

Wada: nieco niższa wytrzymałość od zaprawy cementowej.

Zaprawa cementowo-gliniana składa się z cementu, zawiesiny glinianej, piasku oraz wody. Czas zużycia zaprawy od chwili zmieszania składników nie powinien przekroczyć 5 godzin, a w temperaturze otoczenia wyższej od 25° C należy go skrócić do 1 godziny.

Stosuje się ją do:

- murowania fundamentów w gruntach podmokłych,
- murowania ścian z przewodami dymowymi i wentylacyjnymi,
- budowy sklepień,
- izolacji zbiorników na wodę,
- wykonywania tynków zewnętrznych i wewnętrznych.

Zalety: średnia wytrzymałość, dobra przyczepność, wodochłonność,

Wada: niższa wytrzymałość od zaprawy cementowej.

Zaprawa ciepłochronna przygotowywana jest fabrycznie, składa się z suchych składników, które na budowie zarabia się wodą do żądanej konsystencji.

Stosuje się ją do wykonywania tynków oraz łączenia wyrobów (płyt, bloczków, kształtek) ciepłochronnych:

- w murowanych ścianach osłonowych,
- w murowanych ścianach nośnych w budynkach do dwóch kondygnacji.

Zaleta: bardzo niski współczynnik przewodzenia ciepła λ , mrozoodporność.

Wada: mała urabialność.

Zaprawy ogniotrwałe: szamotowe, krzemionkowe, termalitowe. Stosuje się je do budowy mieszkaniowych pieców ogrzewczych, trzonów kuchennych, pieców piekarniczych i niektórych pieców przemysłowych; zaprawy termalitowe służą do łączenia cegieł termalitowych jako wewnętrznych wykładzin przewodów kominowych.

Zaprawy do cienkich spoin są przeznaczone do łączenia elementów murowych na spoiny grubości 1–3 mm; otrzymuje się je przez wymieszanie z wodą na placu budowy przygotowanej fabrycznie suchej mieszanki. Stosuje się je w murach z cegieł, pustaków i bloczków, w budownictwie powszechnym i specjalnym.

Zaprawy do tynków pocienionych składają się ze spoiwa, wypełniaczy, dodatków modyfikujących, ewentualnie pigmentów – są przygotowane fabrycznie, na budowie należy je zarobić wodą. Najczęściej stosowane są zaprawy akrylowe.

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to jest zaczyn i zaprawa budowlana?
2. Co to jest marka zaprawy?
3. Co to jest klasa zaprawy?
4. Na czym polega dozowanie składników zaprawy?
5. Jakie są kolejne czynności przy wykonywaniu zaprawy?
6. Jakie właściwości i zastosowanie ma zaprawa wapienna?
7. Czym charakteryzują się zaprawy gipsowe i gipsowo-wapienne?
8. Gdzie się je stosuje?
9. Jakie właściwości i zastosowanie ma zaprawa cementowo-wapienna?
10. Jakie właściwości i zastosowanie ma zaprawa cementowa?
11. Czym charakteryzuje się zaprawa ciepłochronna?
12. Jakie zastosowanie i właściwości mają zaprawy ogniotrwałe?
13. Czym charakteryzują się zaprawy do cienkich spoin i tynków pocienionych?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Spośród wymienionych zapraw:

- wapienna,
- cementowa,
- cementowo-gliniana,
- cementowo-wapienna

wskaż zaprawę, którą stosuje się do murowania silnie obciążonych słupów i nadproży oraz uzasadnij swój wybór.

Ćwiczenie 2

Spośród wymienionych zapraw:

- wapienna,
- gipsowa,
- cementowo-gliniana,
- cementowo-wapienna,

dobierz odpowiednią zaprawę do murowania fundamentów w gruntach podmokłych.

Sposób wykonania ćwiczenia 1 i 2.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować wymienione zaprawy,
- 2) określić wymagania jakie powinna spełniać zaprawa do murowania silnie obciążonych elementów,
- 3) określić wymagania stawiane zaprawie do murowania fundamentów w gruntach podmokłych,
- 4) wskazać odpowiednią zaprawę,
- 5) uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza poglądowa dotycząca rodzajów i właściwości zapraw.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) rozróżnić zaprawy budowlane? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) określić rodzaj i skład zapraw? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) dobrać odpowiednią zaprawę do wykonywanych robót? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.6. Wytwarzanie i transportowanie mieszanki betonowej

4.6.1. Materiał nauczania

Mieszanka betonowa składa się z cementu, drobnego (piasku) i grubego (żwir) kruszywa oraz wody, ewentualnie dodatków i domieszek, jest w stanie umożliwiającym ułożenie jej w formie i zagęszczenie wybraną metodą (ręcznie przez sztychowanie i ubijanie lub mechanicznie przez wibrowanie, ubijanie, prasowanie, wibroprasowanie). Na skutek zachodzących w niej reakcji chemicznych wiąże i twardnieje, w ten sposób powstaje beton.

Najważniejszymi **cechami mieszanki betonowej** są: konsystencja i urabialność. Konsystencja zależy od ilości i jakości cementu, ilości wody zarobowej i stosunku w/c zaczynu cementowego, uziarnienia i rodzaju kruszywa i ilości ewentualnych domieszek oraz dodatków.

Według normy PN-EN 206-1 **wytrzymałość charakterystyczną** f_{ck} (odpowiada wytrzymałości gwarantowanej w PN-88/B-0620) określa się po 28 dniach dojrzewania betonu i oznacza na próbkach walcowych o średnicy 15 cm i wysokości 30 cm ($f_{ck,cyl}$) lub na próbkach sześciennych o krawędzi 15 cm ($f_{ck,cube}$). Jest to wartość, poniżej której może znaleźć się nie więcej niż 5% wyników wszystkich pomiarów wytrzymałości danego betonu.

Klasa betonu według normy PN-88/B-0620 na przykład B30 to symbol literowo-liczbowy (30-oznaczenie wytrzymałości gwarantowanej). Rozróżniano następujące klasy betonu: B7,5; B10; B12,5; B15; B17,5; B20; B25; B30; B35; B40 i B50. W normie PN-EN 206-1 wprowadzono klasy wytrzymałościowe na ściskanie dla betonów zwykłych i ciężkich (na przykład C20/25) oraz lekkich (na przykład LC20/22). Po symbolu C (lub LC) pierwsza liczba oznacza minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną na próbkach walcowych, druga liczba – na próbkach sześciennych.

Tab.2. Klasy wytrzymałościowe na ściskanie betonów zwykłych i ciężkich.

Klasa wytrzymałości na ściskanie według PN-EN 206-1	Wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach walcowych $f_{ck,cyl}$ [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach sześciennych $f_{ck,cube}$ [MPa]	Klasa betonu według PN-88/B-0620
C8/10	8	10	B10
C12/15	12	15	B15
C16/20	16	20	B20
C20/25	20	25	B25
C25/30	25	30	B30
C30/37	30	37	-
C35/45	35	45	-
C40/50	40	50	B50
C45/55	45	55	-
C50/60	50	60	-

C55/67	55	67	-
C60/75	60	75	-
C70/85	70	85	-
C80/95	80	95	-
C90/105	90	105	-
C100/115	100	115	-

Klasy wytrzymałościowe na ściskanie betonów lekkich mieszczą się w granicach od LC8/9 do LC80/88.

Skład mieszanki betonowej zależy od przeznaczenia i warunków użytkowania betonu, jego klasy, ewentualnie stopnia mrozoodporności i wodoszczelności. Receptura powinna zawierać:

- rodzaj i ilość poszczególnych składników (dostosowane do rodzaju i pojemności betoniarki),
- dozowanie składników wyrażone w jednostkach odpowiadających przyjętemu sposobowi dozowania (objętościowo lub wagowo),
- stopień zawilgocenia kruszywa,
- przeznaczenie betonu i jego konsystencję,
- dopuszczalny najkrótszy czas mieszania wszystkich składników po ich załadunku do betoniarki,
- kolejność dozowania składników.

Stosunek wodno-cementowy w/c powinien odpowiadać wymaganiom normowym. Uważa się, że minimalna ilość wody niezbędna do prawidłowego przebiegu procesu hydratacji cementu odpowiada wskaźnikowi w/c = 0,2. Ze względów technologicznych przyjmuje się zazwyczaj w/c = 0,4–0,6.

Dwa sposoby mieszania składników

Przy niewielkiej ilości betonu składniki można wymieszać **ręcznie** w szczelnej skrzyni lub taczce za pomocą łopaty. Równomiernie rozkłada się warstwę piasku, a na niej cement. Przegarnia się składniki do momentu, aż powstanie jednobarwna mieszanina, i następnie dosypuje się żwir. Do tak przygotowanej suchej mieszanki dolewa się wodę i dokładnie miesza.

Przykładowa receptura robocza na 1 m³ betonu B15 (C12/15):

- cement CEM I (32,5) 255 kg,
- woda 159 l,
- piasek 784 kg,
- żwir 1227 kg.

Najczęściej jednak przy wykonywaniu betonu korzysta się z **betoniarki** o pojemności 150, 200 lub 250 litrów (0,15, 0,20 lub 0,25 m³). Kolejność łączenia składników jest nieco inna, gdyż ziarna cementu przykleiłyby się do wilgotnych ścianek betoniarki. Część wody wlewa się do betoniarki i wysypuje cement. Stopniowo do zaczynu dosypuje się piasek i żwir, dolewając jednocześnie resztę wody. Wygodnie jest przeliczyć skład mieszanki stosownie do pojemności betoniarki, dopasowując go jednocześnie do wielkości worków cementu (25 lub 50 kg).

Mieszanka betonowa powinna być **transportowana** w taki sposób, aby nie nastąpiło rozsortowanie składników, przekroczenie czasu początku wiązania cementu, zanieczyszczenie mieszanki i aby nie nastąpiło zwiększenie ilości wody przez padający deszcz. W zależności od konsystencji mieszanki i odległości przewiezienia dobiera się środki transportu. Mogą to być wózki lub taczki do transportu ręcznego, pojemniki z uchylnym dnem, przenośniki taśmowe, wózki elektryczne, samochody wywrotki (do 5 km), betonomieszarki lub pompy hydrauliczne z wysięgnikiem na podwoziu samochodowym.

Betony dzieli się na: **ciężkie** (o gęstości pozornej > 2600 kg/m³), **zwykłe** (2000–2600 kg/m³) i **lekkie** (800–2000 kg/m³).

Rozróżnia się betony:

- **konstrukcyjne (zwykłe)** – do przenoszenia obciążeń,

- **ognioodporne** – do użytkowania w temperaturze powyżej 200° C,
- **hydrotechniczne (wodoszczelne)** – do wykonywania zbiorników na ciecze,
- **odporne na ścieranie** – na nawierzchnie,
- **osłonowe (promieniochronne)** – do osłabiania promieniowania jonizującego.

Betony lekkie kruszywowe wykonuje się z lekkim, porowatym kruszywem: keramzytem, łupkoporytem, glinoporytem, pumeksem hutniczym, żużlem paleniskowym, kruszywem z wapieni lekkich, pumeksem naturalnym.

Betony z **wypełniaczami organicznymi** na przykład wiórowo-trocinowe, z których wyrabiane są drobnowymiarowe bloczki i pustaki ściennie oraz pustaki stropowe.

Beton **komórkowy** produkuje się najczęściej w autoklawach z mieszaniny cementu, zmielonego piasku lub popiołu lotnego, rozdrobnionego kruszywa i środka spulchniającego. Można też używać spoiwa wapiennego i z kruszyw popiołowych z dodatkiem gipsu. Beton ten ma strukturę porowatą, w Polsce produkuje się cztery rodzaje: BLB – lekki beton belitowy, PGS – pianogazosilikat, SW – silikat wolnotężejący i Unipol – ze spoiwem mieszanym.

Betony wysokich wytrzymałości (BWW) są to betony klasy wytrzymałości na ściskanie wyższej niż C50/60 (do C100/115) w przypadku betonu zwykłego lub ciężkiego oraz wyższej niż LC50/55 (do LC80/88) w przypadku betonu lekkiego. Stosowane są w konstrukcjach, w których oprócz dużej wytrzymałości wymagany jest wczesny przyrost wytrzymałości, umożliwiające szybsze tempo prac budowlanych. Ponadto betony te są dobrze urabialne, mają dużą trwałość i szczelność, a także dużą odporność na ścieranie, mrozoodporność, uderzenia, agresję chemiczną. Ich zastosowanie umożliwia zmniejszenie przekrojów poprzecznych, zmniejszenie masy elementów oraz zmniejszenie ilości zbrojenia. Stosowane są do:

- wznoszenia konstrukcji mostów, tuneli, nawierzchni drogowych, konstrukcji morskich, wysokich budynków użyteczności publicznej, stadionów, a także konstrukcji nuklearnych,
- wznoszenia konstrukcji sprężonych,
- produkcji słupów energetycznych i trakcyjnych,
- wznoszenia dźwigarów dachowych o dużych rozpiętościach,
- wykonywania fundamentów.

Beton bardzo wysokowartościowy (BBWW) o wytrzymałości na ściskanie od 120 do 180 MPa. Materiał ten jest stosowany w nielicznych krajach, ponieważ do jego produkcji wymaga się użycia składników bardzo wysokiej jakości: cementy powinny charakteryzować się starannie dobranym składem i wysokim stopniem rozdrobnienia, kruszywo jest z granitów, sjenitów lub diabazów. Technologia wytwarzania BBWW nie odbiega od ogólnych zasad obowiązujących dla wszystkich betonów konstrukcyjnych.

Najnowszą generację materiałów zawierających cement stanowią **betony ultrawysokowartościowe (BUWW)** o wytrzymałości na ściskanie powyżej 180 MPa. Podczas badań stwierdzono, że betony z dodatkiem mikrozbrojenia oraz poddane specjalnej obróbce cieplno-wilgotnościowej uzyskują wytrzymałości nawet ponad 800 MPa.

Lekkie betony wysokowartościowe (LBWW) to betony powstałe z użyciem kruszyw lekkich, a przede wszystkim kruszyw sztucznych (ze spęcznionych glin lub ze spiekanych popiołów lotnych). Betony te, gęstości od 1850 do 2000 kg/m³, uzyskują wytrzymałość na ściskanie od 50 do 90 MPa.

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki skład i właściwości posiada mieszanka betonowa?
2. Od czego zależy jej skład?
3. Jakie są sposoby mieszania składników betonu?

4. W jaki sposób transportuje się mieszankę betonową?
5. Co to jest klasa betonu i jakie są rodzaje klas?
6. Jakie są rodzaje betonów w zależności od gęstości pozornej?
7. Jak dzielą się betony w zależności od zastosowania?
8. Jakie dodatki stosuje się do betonów lekkich i komórkowych?
9. Czym charakteryzują się betony wysokich wytrzymałości?
10. Jakie mają zastosowanie te betony?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie

Spośród wymienionych rodzajów betonu:

- konstrukcyjny,
- ognioodporny,
- hydrotechniczny,
- odporny na ścieranie,

dobierz beton, który powinien być stosowany do wykonania basenu i uzasadnij wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) określić wymagania, które powinien spełniać beton przeznaczony do budowy basenu,
- 2) określić właściwości wymienionych betonów,
- 3) dobrać odpowiedni beton i uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

plansza pogładowa dotycząca rodzajów betonu.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) określić rodzaje betonów?
- 2) określić skład i właściwości betonu?
- 3) określić warunki wytwarzania mieszanki betonowej?
- 4) określić warunki transportowania mieszanki betonowej?
- 5) określić zastosowanie różnych rodzajów betonu?

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

4.7. Materiały wykończeniowe

4.7.1. Materiał nauczania

Roboty wykończeniowe obejmują roboty tynkarskie, malarskie, tapeciarskie, podłogowe, okładzinowe i inne. Roboty te mają na celu wykonanie elementów wykończeniowych, nakładanych na ustrój nośny budynku.

Tynki, zwane też wyprawami, są to powłoki grubości kilku mm do kilku cm nakładane na elementy budynku w celu nadania im estetycznego wyglądu oraz zabezpieczenia ich przed ogniem i szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych. Omówione będą w jednostce modułowej 311[04].Z3.02.

Podłoga jest elementem wykończeniowym poziomych przegród budowlanych (stropów). Składa się najczęściej z kilku warstw różnych materiałów. Nadaje podłozu wymagane cechy użytkowe i estetyczne, a także uzupełnia właściwości izolacyjne. Materiały i roboty podłogowe omówione będą w jednostce modułowej 311[04].Z3.03.

Malowanie polega na pokrywaniu powierzchni tynków i innych elementów w budynku (stolarce, przewodów, urządzeń instalacji) płynnymi farbami, które po wyparowaniu lotnych składników tworzą trwałą powłokę. Celem malowania jest nadanie malowanym powierzchniom estetycznego wyglądu oraz ochrona przed wpływami atmosferycznymi, gniciem i rdzewieniem. Materiały i roboty malarskie omówione będą w jednostce modułowej 311[04].Z3.04.

Tapetowanie polega na naklejaniu na podłozu pasów (brytów) tapety, w wyniku czego na powierzchni elementu powstaje rodzaj powłoki. Przewyższa trwałością i jakością powłoki malarskie, dają duże możliwości dekoracyjne z uwagi na bogaty wybór tapet. Materiały i roboty tapeciarskie omówione będą w jednostce modułowej 311[04].Z3.04.

Zasadniczym wyróżnikiem **stolarce budowlanej** jest materiał, z którego została wykonana. Obecnie często montuje się okna i drzwi zrobione z tworzyw sztucznych i aluminium, ale wciąż największym uznaniem cieszą się okna i drzwi drewniane. Omówione będą w jednostce modułowej 311[04].Z3.01.

Materiały okładzinowe

Okładziny wykonuje się na ścianach zewnętrznych lub wewnętrznych z elementów sztywnych mocowanych kotwami, wkrętami, zaprawą lub klejem. Są trwałe, znacznie poprawiają estetykę wewnątrz i elewacji. Produkuje się je z kamienia, szkła, tworzyw sztucznych, materiałów ceramicznych i metalowych.

Okładziny **ceramiczne** stosowane są powszechnie w pomieszczeniach o podwyższonej wilgotności (łazienki, kuchnie, pralnie), w salach operacyjnych, laboratoriach. Wykonywane są z płytek na zaprawie cementowo-wapiennej lub na zaprawie klejowej. Stosuje się: płytki i kształtki ściennie fajansowe szklone (glazura), płytki i kształtki kamionkowe (zwykle i kwasoodporne), płytki klinkierowe i płytki ceramiczne elewacyjne.

Okładziny z **kamienia naturalnego** charakteryzuje duża trwałość. Mniejsze i cieńsze mocuje się na zaprawie. Większe natomiast wymagają osadzania na kotwach. Na okładziny zewnętrzne najlepiej nadaje się kamień naturalny (piaskowiec, wapień, granit, marmur). Płyty produkowane są o szerokościach 300–800 mm i długościach 300–1200 mm. Płyty z konglomeratu poliestrowo-marmurowego, otrzymanego ze spojenia żywicami poliestrowymi okruchów kamienia łamanego, kruszywa i mączki kamiennej, mają grubość minimum 8 mm.

Okładziny z **drewna i materiałów drewnopochodnych** zwane **boazeriami** przeznaczone są do ścian wewnętrznych. Wykonuje się je z desek, listew lub płyt (sklejka, płyty wiórowe, pilśniowe, laminowane, fornirowane) oraz paneli ściennych. Boazerię mocuje się do łat wcześniej przytwierdzonych do ściany.

Okładziny z **tworzyw sztucznych** wykonuje się głównie z PVC. Dużą popularnością cieszą się panele do ścian wewnętrznych oraz siding do zewnętrznych. Stosowane są też laminaty okładzinowe, na przykład Unilam, a z żywic poliestrowych, wzmocnionych włóknem szklanym, produkowane są płyty płaskie, faliste oraz różnego rodzaju elementy przestrzenne. Okładziny z tworzyw sztucznych mogą być albo przyklejane bezpośrednio do podłozu albo przymocowane do specjalnych ram.

Okładziny **ze szkła** występują w postaci płytek (2x2 cm naklejane na arkusze papieru), mozaiki (vitromozaika) lub płyt (vitrolit). Płytki i mozaikę układa się podobnie jak ceramiczne. Natomiast płyty duże, na przykład marblit, przytwierdza się za pośrednictwem kotwi.

Okładziny z **metal** wykonuje się z blach profilowanych aluminiowych lub stalowych powlekanych na przykład powłoką z tworzywa sztucznego (akrylową lub emalią poliestrowo-

silikonową). Przymocowuje się nitami do zetowników, które wcześniej mocowane są do ściany za pomocą wkrętów i kołków rozporowych. Stosowane są jako elewacyjne lub wewnętrzne.

Okładziny z **korka** mogą być dwojakiego rodzaju: z płyt ściennych lub tapet. Płyty ścienne wykonane są z dwóch warstw: podkładowej, aglomeratu, czyli drobno mielonego korka i wierzchniej – z grubego korka dekoracyjnego. Tapety składają się z cienkiej warstwy korka naklejonej na papierowy podkład. Okładziny korkowe mają wiele zalet: trwałość, odporność na atak grzybów, pleśni i innych mikroorganizmów, odporność na wilgoć, elastyczność i sprężystość, łatwość czyszczenia, bezpieczeństwo przeciwpożarowe, stanowią bardzo dobrą izolację akustyczną i ciepłą.

Tapeta z **włókna szklanego** jest odporna na uderzenia, zadrapania i szorowanie – może wytrzymać nawet 30 lat. W sklepach dostępne są tapety różniące się grubością, fakturą i kolorem. Mogą być gładkie lub z wypukłymi, geometrycznymi wzorami: jodełką, prążkami, rombami. Tapety z włókna szklanego są zwykle jednobarwne: białe, jasnokremowe albo jasnoszare, wymagają malowania farbami w dowolnych kolorach. Bardzo cienkie odmiany „szklanych tapet” nadają się do tapetowania sufitów. Rolki tapet z włókna szklanego mają nietypowe wymiary: 1 x 25 m lub 1 x 50 m.

Kasetony sufitowe wykonuje się z polistyrenu spienionego lub ekstrudowanej pianki polistyrenowej jedną z trzech metod: tłoczenia, wtryskiwania lub ekstruzji. Kasetony z ekstrudowanej pianki polistyrenowej wyglądają inaczej niż zwykle – ich powierzchnia jest gładka, bez śladu charakterystycznych perełek. Oprócz szczególnie gładkiej powierzchni, kasetony te mają ciekawe wzory (faktura kamieni lub drewna) oraz są barwione farbami odpornymi na ścieranie i trudno płowiejącymi pod wpływem słońca. Ponadto, ten rodzaj pianki skuteczniej ociepla i tłumi dźwięki. Powierzchnia kasetonów może być biała, pokryta wzorzystym laminatem lub kolorowym nadrukiem. Najczęściej spotykane są białe, niezadrukowane kasetony. Nierzadko spotyka się również faktury imitujące drewno lub kamień na przykład marmur. Niektóre firmy oferują także kasetony w kształcie sześcioboku. Ciekawe efekty dekoracyjne wykończenia ścian otrzymuje się stosując masy szpachlowe, mieszanki wapienne, tynki dekoracyjne lub farby strukturalne. Preparaty te występują w postaci gotowych mas albo proszku (do rozrabiania z wodą).

4.7.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie roboty budowlane należą do robót wykończeniowych?
2. Na czym polega malowanie i tapetowanie?
3. Jakie materiały okładzinowe stosuje się do wykańczania ścian wewnętrznych i zewnętrznych?
4. Czym charakteryzują się te materiały?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Spośród wymienionych materiałów okładzinowych:

- siding,
- glazura,
- boazeria,
- panele z PCV,

dobierz odpowiedni materiał do wykonania okładziny ścian zewnętrznych i uzasadnij wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić wymagania, które powinien spełniać materiał do okładzin zewnętrznych,
- 2) scharakteryzować wymienione materiały,
- 3) dobrać odpowiedni materiał i uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:
katalog materiałów okładzinowych.

Ćwiczenie 2

Spośród przedstawionych próbek materiałów okładzinowych wskaż materiały, z których wykonuje się boazerie i uzasadnij swój wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) obejrzeć próbki materiałów,
- 2) określić ich zastosowanie,
- 3) wskazać odpowiednie materiały,
- 4) uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:
— próbki materiałów okładzinowych: glazura, panele z PCV, sklejka, siding, marblit, płyty laminowane
— katalog materiałów okładzinowych.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) scharakteryzować materiały wykończeniowe? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) określić ich zastosowanie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) dobrać odpowiedni materiał do wykonywanych robót? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.8. Zasady oraz normatywy składowania, przechowywania i transportowania materiałów i wyrobów budowlanych

4.8.1. Materiał nauczania

Ogólne zasady:

- Przemieszczanie ładunków za pomocą środków transportowych powinno odbywać się po drogach komunikacyjnych o maksymalnym nachyleniu: 4% dla wózków szynowych, 5% dla wózków bezzynowych i 10% dla taczek. Dopuszczalna masa towaru przewożona na taczkach nie może przekraczać 100 kg po nawierzchni twardej i 75 kg po nietwardzonej.
- Przy składowaniu materiałów w stosach należy: zapewnić ich stateczność, wysokość nie powinna przekraczać 2 m i 10 warstw materiałów w workach, zachować odległość między stosami umożliwiającą bezpieczne układanie i przemieszczanie materiałów, a od

innych miejsc odległości nie powinny być mniejsze niż: 0,75 m od ogrodzeń i budowli, 1,50m od najbliższej szyny kolejowej, 5,0 m od stałego stanowiska pracy.

- Przy składowaniu materiałów sypkich luzem należy zapewnić powierzchnię składową z zachowaniem naturalnego kąta zsypania i możliwością zachowania przejść i przejazdu wokół zwał.
- Składowanie materiałów w pobliżu napowietrznych sieci energetycznych jest możliwe pod warunkiem zachowania odległości od skrajnych przewodów: 2 m od linii niskiego napięcia, 5 m od linii wysokiego napięcia do 15 kV i 10 m od linii wysokiego napięcia powyżej 15 kV.

Mineralne spoiwa budowlane powinny być składowane w pomieszczeniach przewiewnych i suchych, na drewnianych podkładach, przy czym czas składowania nie powinien być dłuższy niż 3 miesiące. Spoiwa pakowane w worki papierowe należy pobierać w takiej kolejności w jakiej były przywożone. Odległość ułożonego stosu od ścian magazynu nie może być mniejsza niż 60 cm. Cement dostarczany luzem magazynuje się w silosach.

Kruszywa budowlane można przewozić dowolnymi środkami transportu. Składowanie powinno odbywać się w dostosowanych do tego celu zbiornikach, zasiękach lub hałdach. Nie wolno dopuścić do ich zanieczyszczenia lub zawilgocenia, a w zimie do powstania zamrożonych brył.

Drewno. Składowisko drewna powinno być zlokalizowane w miejscu suchym i otwartym, pozbawionym roślinności oraz odpadów drzewnych (ściółka leśna, wióry, trociny). Obszar należy podzielić na kwatery, na których rozmieszcza się sztaple (długości około 40 m) materiałów tartych. Odległość między sztaplami w kwaterze 2–2,5 m. Drewno układa się na słupkach betonowych o wysokości około 50 cm. W magazynach krytych należy przechowywać wyroby z drewna takie jak: płyty, sklejki, prefabrykaty drzewne. Płyty laminowane należy przechowywać w pomieszczeniach suchych i przewiewnych. Mogą być układane na płask na paletach lub paczkowane, krawędzie i narożniki powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami i pokryte substancją hydrofobową, na przykład parafiną. Sklejkę można transportować luzem w krytych wagonach lub samochodach, grubsze sklejki układa się w stosach na gęsto ułożonych suchych podkładach. W magazynie powinna się znajdować gaśnica wodno-pianowa, a w pobliżu magazynu hydrant.

Stolarkę budowlaną należy układać na legarach ułożonych na równej podłodze, w pozycji pionowej, mniejsze elementy można układać poziomo do wysokości zasięgu ręki człowieka. Należy chronić ją przed wilgocią, obijaniem krawędzi i naroży, obłamywaniem wystających okuć. Stolarka powinna być transportowana w pozycji pionowej.

Wyroby ze stopów metali mogą być transportowane i magazynowane bez opakowania. Opakowania są wymagane w wypadku wyrobów z metali nieżelaznych i niektórych asortymentów stali specjalnych. Stal zbrojeniową w prętach i kształtowniki należy składać na podkładach z drewna lub na stojakach metalowych, a stal w kręgach – w zasiękach. Zbrojenie w kręgach można składować warstwami: kręgi w warstwie powinny być ustawione pod kątem około 60° do podłoża, w drugiej warstwie nachylone w kierunku przeciwnym. Należy je chronić przed opadami atmosferycznymi.

Elementy stalowe (kształtowniki) o długości powyżej 4 m i masie powyżej 30 kg muszą być przenoszone przez dwóch lub więcej pracowników, przy czym masa przypadająca na jednego pracownika nie może przekraczać 25 kg, gdy praca ma charakter stały, i 42 kg przy pracy dorywczej. Transport powinien odbywać się, w miarę możliwości, przy pomocy specjalnych kleszczy lub innych urządzeń technicznych.

Wyroby z zapraw i betonów nie wymagają zadaszenia, z wyjątkiem materiałów wrażliwych na opady atmosferyczne (gips) i tych, które nie powinny być nadmiernie zawilgocone przed wbudowaniem (np. beton komórkowy). Płyty gipsowe do ścian działowych

należy ustawić w ilości maksymalnie 3 warstw ustawionych płyt, a w przypadku płyt gipsowo-kartonowych dopuszcza się jedną warstwę.

Podczas transportu wszystkie wyroby powinny być tak zabezpieczone, aby nie powstały pęknięcia, wyszczerbienia, odłamania, natomiast dopuszcza się przewożenie wyrobów z zapraw cementowych i betonu niezabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi.

Wyroby ceramiczne składa się na podłożu wyrównanym, utwardzonym i odwodnionym. Cegły układa się w bloki po 200 lub 250 sztuk. Dachówki układa się w stosy po 2–3 rzędy do wysokości 4 warstw, po 250 sztuk w rzędzie. Warstwy dachówek należy przekładać słomą, matami lub przekładkami drewnianymi. W okresie jesienno-zimowym cegły i dachówki należy osłonić matami lub plandeką, zabezpieczając przed opadami atmosferycznymi i oblodzeniem.

Prefabrykaty żelbetowe składa się na wyrównanym terenie, najlepiej o niewielkim pochyleniu, w celu odprowadzenia wód opadowych. Składowiska powinny znajdować się w zasięgu pracy żurawi. Zasadą jest składowanie (i transport) gotowych elementów żelbetowych w pozycji w jakiej będą wbudowane, ścienne elementy – pionowo (w stojakach), płyty stropowe – poziomo na podkładach, następne warstwy oddziela się przekładkami drewnianymi. Elementy z wbudowaną stolarką należy chronić przed działaniem opadów atmosferycznych.

Wyroby do izolacji cieplnych: płyty styropianowe i pilśniowe składa się na wyrównanym podłożu, do wysokości 2 m. Styropian granulowany należy składować w workach z dala od ognia. Wyroby pochodzenia mineralnego składa się w pomieszczeniach suchych, w temperaturze dowolnej, na przykład od -30°C do $+40^{\circ}\text{C}$.

Papy w rolkach należy składować w pomieszczeniach suchych, dobrze wentylowanych, o równym i twardym podłożu, zabezpieczone przed działaniem promieni słonecznych. Rolki papy należy ustawiać w pozycji pionowej. W magazynie powinna znajdować się gaśnica.

Materiały malarskie. Płynne materiały malarskie należy składować w szczelnych, fabrycznych pojemnikach. Materiały łatwopalne (emalie, lakiery, rozpuszczalniki, rozcieńczalniki) powinny być przechowywane w pomieszczeniach z oknami osłoniętymi przed działaniem promieni słonecznych. Materiały w balonach i gąsiorach powinny być umieszczane w specjalnych stojakach, materiały w beczkach – na drewnianych podkładach, materiały w puszkach – na półkach regałów.

4.8.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są dopuszczalne nachylenia dróg komunikacyjnych przy przewożeniu ładunków za pomocą środków transportowych?
2. Jakie warunki powinny być zachowane przy składowaniu materiałów w stosach i materiałów sypkich?
3. W jaki sposób powinny być składowane mineralne spoiwa budowlane?
4. W jaki sposób należy przechowywać i składować drewno i wyroby drewniane?
5. Jakie zasady obowiązują przy transporcie i magazynowaniu wyrobów metalowych?
6. W jaki sposób składa się materiały ceramiczne i prefabrykaty żelbetowe?
7. W jaki sposób należy składować materiały do izolacji cieplnych i papy?
8. W jakich warunkach powinny być przechowywane i składowane wyroby malarskie?

4.8.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ, które z wymienionych materiałów:

- stolarka drewniana,
- papa w rolkach,

- dachówki,
- pręty zbrojeniowe,
- gips,

powinny być składowane w pomieszczeniach zamkniętych i w jaki sposób oraz uzasadnij wybór.

Ćwiczenie 2

Określ miejsce i sposób składowania wymienionych materiałów:

- prefabrykaty żelbetowe,
- cegły,
- drewno.

Sposób wykonania ćwiczenia 1 i 2

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić miejsce składowania wymienionych materiałów,
- 2) określić sposób składowania.
- 3) uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:
plansza poglądowa dotycząca składowania materiałów budowlanych.

4.8.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) określić zasady składowania, przechowywania i transportu materiałów budowlanych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zastosować te zasady?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.9. Klasyfikacja gruntów

4.9.1. Materiał nauczania

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:				
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	- żwir, żwir gliniasty, pospółka, pospółka gliniasta
	drobnoziarniste		- niespoiste (piasek) i spoiste (gliny, iły)	
	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 odpajanie i ładowanie:

- I – grunt najłatwiejszy do odpajania: 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.

4.9.2. 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?
6. Jakie są kategorie gruntu ze względu na odpajanie i ładowanie?

4.9.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ rodzaje gruntów rodzimych, a następnie wskaż te grunty, na których najchętniej posadawia się budynki i uzasadnij dlaczego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaje gruntów rodzimych ze względu na zawartość części organicznych i odkształcalność podłoża,
- 2) określić rodzaje tych gruntów ze względu na cechy dodatkowe,
- 3) wskazać odpowiednie grunty,
- 4) uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Polskie Normy,
- literatura.

4.9.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) sklasyfikować grunty budowlane? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) określić sposób powstawania gruntów rodzimych i nasypowych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) określić kategorie gruntów ze względu na odspajanie i ładowanie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) określić przydatność gruntów do posadowienia fundamentów? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.10. Właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów

4.10.1. Materiał nauczania

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/cm³.

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.

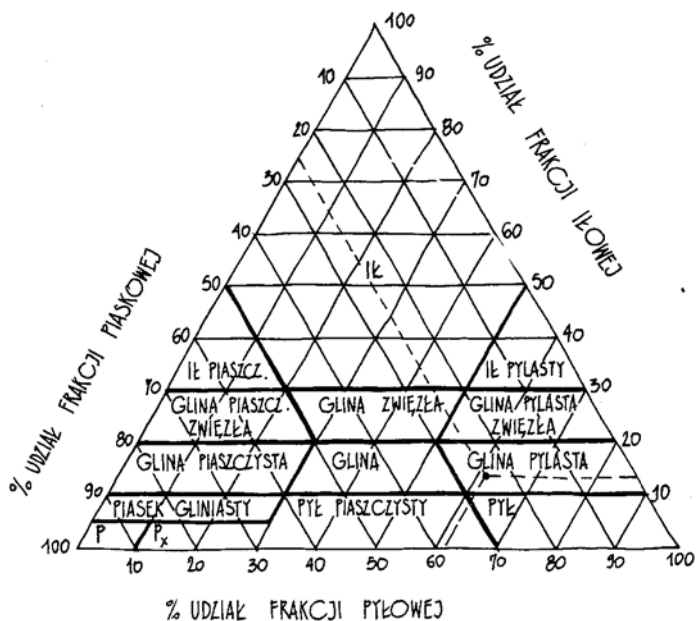
Porowatość gruntu jest to stosunek objętości porów w próbce gruntu do jej całkowitej objętości. Zależy od struktury gruntu, grunty o strukturze ziarnistej (piaski, żwiry) mają mniejszą porowatość niż grunty spoiste, których cząstki tworzą przeważnie strukturę komórkową lub kłaczkową.

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]

Stożenie 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.

Stożenie plastyczności określa procentową zawartość wody w gruncie, mierzona 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 spoiste osiadają znacznie wolniej niż grunty niespoiste (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 stożki 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.

4.10.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są właściwości fizyczne gruntów?
2. Czym różni się gęstość właściwa od pozornej?
3. Do czego służy trójkąt Fereta?

4. Jak dzielą się grunty ze względu na stopień zagęszczenia i plastyczności?
5. Jak oznacza się wilgotność gruntu?
6. Jakie są właściwości mechaniczne gruntu?
7. Na co ma wpływ ścisłość gruntu?
8. Co to jest kąt stoku naturalnego?

4.10.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Mając uziarnienie gruntu:

- zawartość frakcji pyłowej $f_{\pi} = 15\%$,
- zawartość frakcji piaskowej $f_p = 85\%$

za pomocą trójkąta Fereta określ jego rodzaj oraz przydatność do posadowienia budynków.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) odczytać rodzaj gruntu za pomocą trójkąta Fereta,
- 2) scharakteryzować grunt ze względu na posadowienie budynków,

Wyposażenie stanowiska pracy:

- PN-86/B-02480

Ćwiczenie 2

Na podstawie krótkiej charakterystyki:

- 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,
 - jest to zdolność do przenoszenia największego obciążenia na jednostkę powierzchni gruntu bez spowodowania uszkodzenia jego struktury wewnętrznej,
- określ właściwości gruntu i zalicz je do fizycznych lub mechanicznych oraz uzasadnij swój pogląd.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować dokładnie powyższe charakterystyki,
- 2) określić rodzaj właściwości,
- 3) określić, czy są to właściwości fizyczne czy mechaniczne,
- 4) uzasadnić swój pogląd.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Polskie Normy,
- literatura.

4.10.4. Sprawdźan postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) zdefiniować właściwości gruntów? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) określić rodzaj gruntu za pomocą trójkąta Fereta? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.11. Badania gruntów

4.11.1. Materiał nauczania

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 m² 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 m² 5–8 punktów badawczych, przy rozstawie nie większym niż 30 m,
- projektowana zabudowa o powierzchni do 5000 m² 8–12 punktów badawczych, przy rozstawie 30–50m,
- projektowana zabudowa o powierzchni do 20000 m² 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. Ocena 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 **szttywnej płyty** o kształcie koła lub prostokąta o powierzchni 0,5 m² 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.

4.11.2. Pytania sprawdzające

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

1. W jakim celu wykonuje się badania geotechniczne podłoża budowlanego?
2. Na czym polega badanie gruntu?
3. W jaki sposób wykonuje się badania polowe?
4. Kiedy i w jaki sposób wykonuje się wykopy badawcze?
5. Na czym polegają wiercenia badawcze?
6. Kiedy wykonuje się sondowanie gruntu?
7. W jakim celu wykonuje się badania makroskopowe?
8. Jak się je wykonuje?
9. Jakie są zasady wykonywania badań laboratoryjnych?
10. W jaki sposób wykonuje się obciążenia próbne?
11. Co określają kategorie geotechniczne?
12. W jakim celu opracowuje się dokumentację geotechniczną?

4.11.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj próbę waleczkowania gruntu i określ jego spoistość.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) pobrać próbkę gruntu,
- 2) uformować normową kulkę,
- 3) uformować normowy waleczek,
- 4) wykonać badanie,
- 5) określić spoistość gruntu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Polskie Normy,
- literatura.

4.11.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

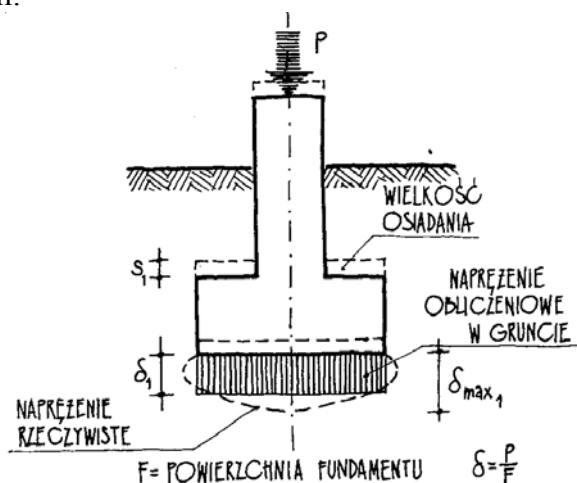
- | | Tak | Nie |
|---|------------|------------|
| 1) scharakteryzować geotechniczne metody badania gruntów? | @ | @ |
| 2) wykonać badania makroskopowe i laboratoryjne gruntów? | @ | @ |

4.12. Nośność podłoża gruntowego

4.12.1. Materiał nauczania

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 wzrastają coraz bardziej ku środkowi fundamentu i krzywa naprężeń przyjmuje kształt paraboli.



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

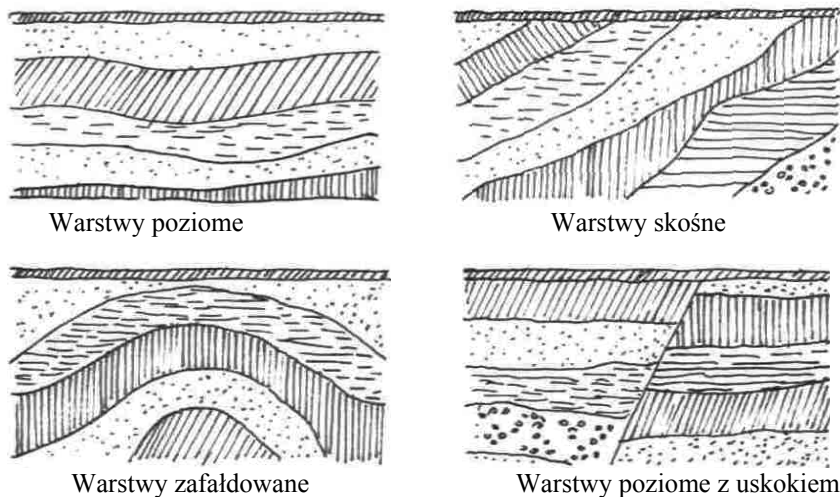
Rozkład naprężeń w gruncie w poziomie posadowienia zależy od wytrzymałości gruntu i wartości obciążenia oraz od szerokości fundamentu.

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 przenoszeniu 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 zafałdowaniem, poziomo 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: wapień, 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.

Grunty mineralne mało spoiste:

- 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 odpajania 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 odpajania zależy od struktury i stopnia zawilgocenia gruntu.

Grunty o dużej spoistości, czyli ciężkie gliny i ropy, 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, namuły, 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.

4.12.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to jest podłoże gruntowe?
2. Od czego zależy rozkład naprężeń pod fundamentem?
3. Co to jest nośność gruntu?
4. Na czym polega osiadanie fundamentu?
5. Jak mogą być ukształtowane warstwy gruntu?
6. W jaki sposób określa się przydatność gruntów do celów budowlanych?
7. Jakie czynniki należy brać pod uwagę przy posadowieniu budynku na gruntach skalistych?
8. Jak zachowują się pod obciążeniem grunty mineralne?
9. Dlaczego grunty organiczne nie są korzystne do posadowienia budynku?
10. Od czego zależy przydatność gruntów nasypowych do celów budowlanych?

4.12.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie rysunku otrzymanego od nauczyciela, przedstawiającego ułożenie warstw gruntu, określ przydatność tego gruntu do posadowienia budowli i uzasadnij swój pogląd.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić jaki układ warstw gruntu jest najkorzystniejszy do budowy,
- 2) określić najniekorzystniejszy układ,
- 3) przeanalizować układ warstw na rysunku,
- 4) określić przydatność tego gruntu do posadowienia,
- 5) uzasadnić swój pogląd.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rysunek przedstawiający układ warstw gruntu,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Określ przydatność wymienionych gruntów do posadowienia budynku:

- mineralne skaliste,
 - organiczne skaliste,
 - nasypowe organiczne
- oraz uzasadnij swój pogląd.

Sposób wykonania ćwiczenia.

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować wymienione grunty,
- 2) określić ich przydatność do posadowienia,
- 3) uzasadnić swój pogląd.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- Polskie Normy,
 - literatura.

4.12.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) ocenić przydatność gruntu do celów budowlanych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić czynniki mające wpływ na rozkład naprężeń w gruncie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.13. Roboty ziemne

4.13.1. Materiał nauczania

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.

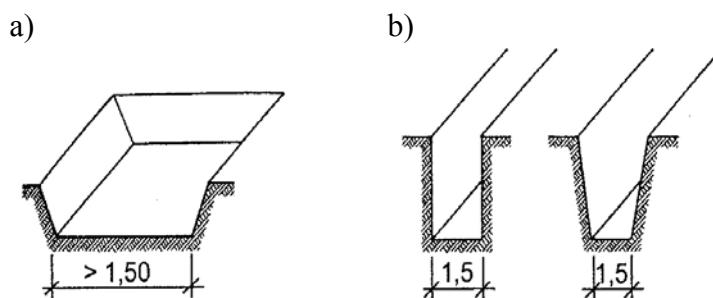
Roboty ziemne występują przy:

- 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.



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

Roboty ziemne można wykonywać następującymi metodami:

- metoda **mechaniczna** polega na wykonaniu czynności zasadniczych i pomocniczych przy zastosowaniu różnego rodzaju sprzętu i maszyn,
- w metodzie **ręczno-mechanicznej** odspojenie i załadunek gruntu do środków wydobywczych następuje ręcznie, a transport na odkład lub środki transportowe mechanicznie (transportery taśmowe, wyciągi skipowe, lekkie żurawie);
- w metodzie **ręcznej** wszystkie czynności są wykonywane siłą mięśni ludzkich i za pomocą narzędzi,
- w wyjątkowych wypadkach stosuje się metodę **hydromechaniczną**, która polega na odspajaniu, transporcie i osadzaniu 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: odspajają 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 odspajania 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 odspajać grunt.

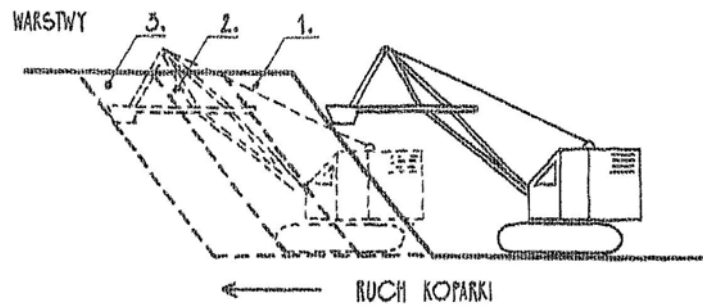
Równiarki służą do wyrównywania terenu o niewielkich różnicach poziomów, profilowania nasypów, usuwania zewnętrznych warstw ziemi roślinnej.

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

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

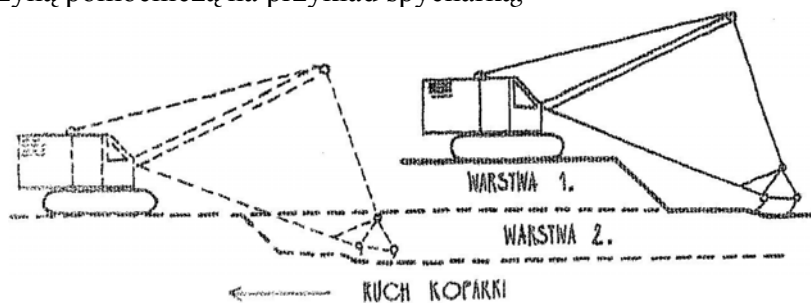
Wykonywanie robót ziemnych przeprowadza się metodami:

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



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

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



Rys. 8. Wykonywanie wykopu warstwami (metoda 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 żadaną 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 m³ 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.

4.13.2. 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?
6. Jakie zasady obowiązują przy wykonywaniu robót ziemnych?
7. Z jakich gruntów można wykonywać nasypy?
8. W jaki sposób zagęszcza się masy ziemne?

4.13.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Którą metodę wykonywania robót ziemnych:

- czołową,
- warstwową,
- boczno-czołową,

zastosujesz do wykopów o dużych głębokościach lecz małych szerokościach, wykonywanych za pomocą koparek? Uzasadnij swój wybór.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) scharakteryzować wymienione metody,
- 2) określić ich zastosowanie,
- 3) wskazać odpowiednią metodę i uzasadnić wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza pogładowa dotycząca robót ziemnych,
- literatura.

4.13.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) określić rodzaje robót ziemnych?
- 2) scharakteryzować sposoby wykonywania wykopów?
- 3) scharakteryzować sposoby wykonywania nasypów?

Tak	Nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<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 pytań. Do każdego pytania 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 jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
- 8) Na rozwiązanie testu masz 40 minut.

Powodzenia!

Zestaw zadań testowych

1. Cegła ceramiczna należy do materiałów budowlanych:
 - a) wykończeniowych
 - b) konstrukcyjnych,
 - c) instalacyjnych,
 - d) izolacyjnych.
2. Wapno hydratyzowane to inaczej wapno:
 - a) palone,
 - b) hydrauliczne,
 - c) pokarbidowe,
 - d) suchogaszone.
3. W procesie suchej destylacji węgla kamiennego lub drewna otrzymuje się:
 - a) kity,
 - b) smoły,
 - c) lepiki,
 - d) asfalty.
4. Keramzyt to:
 - a) spoiwo,
 - b) lepiszcze,
 - c) kruszywo,
 - d) wypełniacz organiczny.
5. Podstawowym składnikiem wyrobów ceramicznych jest:
 - a) gips,
 - b) glina,
 - c) piasek,
 - d) cement.

6. Mosiądz to stop miedzi z:
- cyną,
 - cynkiem,
 - krzemem,
 - aluminium.
7. Zdolność materiału do wchłaniania pary wodnej z powietrza to:
- porowatość,
 - wilgotność,
 - prześlakliwość,
 - higroskopijność.
8. Stosunek wytrzymałości na rozciąganie do wytrzymałości na ściskanie to:
- kruchość,
 - twardość,
 - ciągłość,
 - ścieralność.
9. Oznaczenie rys na szklonie bada się przez:
- zanurzenie badanego materiału w wodzie,
 - obciążenie płytki na całej szerokości siłą łamiącą,
 - poddawanie płytki ścisaniu w prasie hydraulicznej,
 - pokrycie powierzchni atramentem, a następnie starcie płynu,
10. Metodą Janki bada się:
- twardość drewna,
 - penetrację asfaltu,
 - uziarnienie kruszywa,
 - nasiąkliwość płyt pilśniowych.
11. Stożek opadowy stosuje się do badania:
- gęstości,
 - konsystencji,
 - wytrzymałości,
 - mrozoodporności.
12. Chlorek wapnia nie powinien być dodawany do betonu, ponieważ:
- powoduje korozję stali,
 - zwiększa nasiąkliwość,
 - pogarsza urabialność,
 - zabarwia beton.
13. Wytrzymałość na ściskanie powyżej 180 MPa osiąga beton:
- zwykły,
 - wysokich wytrzymałości,
 - ultrawysokowartościowy,
 - bardzo wysoko wartościowy.

14. W pomieszczeniach suchych, zabezpieczone przed działaniem promieni słonecznych, powinny być składowane:
- papy w rolkach,
 - płyty pilśniowe,
 - wyroby ceramiczne,
 - wyroby ze stopów metali.
15. Przy określaniu rodzaju gruntu na podstawie trójkąta Fereta trzeba znać:
- wilgotność,
 - uziarnienie,
 - zagęszczenie,
 - wytrzymałość.
16. Podczas próby waleczkowania gruntu określa się jego:
- osiadanie,
 - spoistość,
 - rozmakanie,
 - wytrzymałość,
17. Wchodzenie do wykopu i wychodzenie po rozporach jest:
- konieczne,
 - zalecane,
 - dozwolone,
 - zabronione.
18. Najniekorzystniej jest posadawiać budynek na gruntach o warstwach:
- skośnych,
 - poziomych,
 - zafałdowanych,
 - poziomych z uskokiem.
19. Przy zasypywaniu wykopów i fundamentów odspojonym wcześniej gruntem, warstwy gruntu zagęszczane ręcznie powinny wynosić maksimum:
- 20 cm,
 - 30 cm,
 - 40 cm,
 - 50 cm.
20. Zdolność gruntu do zmniejszania objętości pod wpływem obciążenia to:
- wytrzymałość na ściskanie,
 - wytrzymałość na ścinanie,
 - plastyczność,
 - ściśliwość.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Klasyfikowanie materiałów budowlanych i gruntów

Zakreśl poprawną odpowiedź

Nr zadania	<i>Odpowiedź</i>				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. Deja J., Kijowski P.: ABC betonu. Polski Cement, Kraków 1998
2. Frankiewicz D.: Magazynowanie, składowanie i transportowanie materiałów budowlanych. KOWEZ, Warszawa 2002
3. Frankiewicz D.: Rozpoznawanie podstawowych materiałów budowlanych. KOWEZ, Warszawa 2002
4. Gąsiorowska D., Horsztyńska B.: Posługiwanie się podstawowymi pojęciami i terminami z zakresu budownictwa. KOWEZ, Warszawa 2002
5. Kettler K.: Murarstwo część 1. REA, Warszawa 2002
6. Kettler K.: Murarstwo część 2. REA, Warszawa 2002
7. Letkiewicz W., Lichnowski Z.B.: O materiałach budowlanych. WSiP, Warszawa 2002
8. Maj T.: Obiekty w środowisku Cz.1. Rozwój techniki budowlanej, Budynki. WSiP, Warszawa 2003
9. Martinek W., Szymański E.: Technologia. Murarstwo i tynkarstwo. WSiP, Warszawa 1999
10. Michalak H., Pyrak S.: Domy jednorodzinne, Konstruowanie i obliczanie. Arkady, Warszawa 2005
11. Mirski J.Z.: Budownictwo z technologią 3. WSiP, Warszawa 1995.
12. Moj E., Śliwiński M.: Podstawy budownictwa. Politechnika Krakowska, Kraków 2000
13. Pierzchlewicz J., Jarmontowicz R.: Budynki murowane – materiały i konstrukcje. Arkady, Warszawa 1993
14. Pisarczyk S.: Mechanika gruntów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999
15. Podawca K.: Zarys budownictwa ogólnego. WSiP, Warszawa 2003
16. Praca zbiorowa: Budownictwo ogólne, tom 1, materiały i wyroby budowlane. Arkady, Warszawa 2005
17. Praca zbiorowa: Nowy Poradnik majstra budowlanego. Arkady, Warszawa 2003
18. Praca zbiorowa: Vademecum budowlane. Arkady, Warszawa 1994
19. Praca zbiorowa: Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych, Poradnik projektanta, kierownika budowy i inspektora nadzoru. Verlag Dashofer, Warszawa 2005
20. Pyrak S., Włodarczyk W.: Posadowienie budowli, konstrukcje murowe i drewniane, 3 – Konstrukcje budowlane. WSiP, Warszawa 2000
21. Roj-Chodacka A.: Przestrzeganie przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska. KOWEZ, Warszawa 2002
22. Szymański E.: Materiałoznawstwo budowlane. WSiP, Warszawa 1999
23. Tauszyński K.: Budownictwo z technologią 1. WSiP, Warszawa 1998
24. Wojewoda K.: Wykonywanie zapraw budowlanych i betonów. KOWEZ, Warszawa 2002

Polskie Normy:

- PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
- PN-B-03002:1999 Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie
- PN-85/B-04500 Zaprawy budowlane. Badanie cech fizycznych i wytrzymałościowych
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
- PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne
- PN-B-06050:1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne
- PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
- PN-EN ISO 22476-2:2005(U) Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 2: sondowanie dynamiczne