

# **Materialy budowlane**

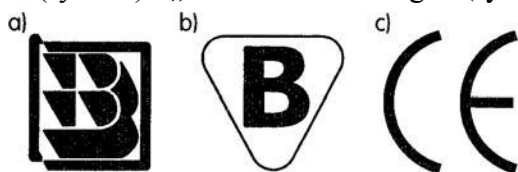


## **SPIS TREŚCI**

- 1. Materiały i wyroby budowlane oraz ich zastosowanie**
- 2. Właściwości techniczne materiałów i wyrobów budowlanych**
- 3. Zasady wykonywania badań laboratoryjnych materiałów i wyrobów budowlanych**
- 4. Materiały stosowane do produkcji zapraw i betonów**
- 5. Klasyfikacja zapraw budowlanych**
- 6. Wytwarzanie i transportowanie mieszanki betonowej**
- 7. Literatura**

# 1. Materiały i wyroby budowlane oraz ich zastosowanie

**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. 1.a).



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 spoiva:

- **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, pułolanowy i hydrotechniczny oraz rzadziej stosowane: cement anhydrytowy, magnezjowy, glinowy, ekspansywny.

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

**Glina** jest produktem wietrzenia skał zawierających cych 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 różni 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 ( $2700 \text{ kg/m}^3$ ), 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 zbrojone (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 utrwalaczy 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 lepiszcze 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 szalowych 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), wójlok 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-ciągnione – 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	
A-II	St3S-b	
	St50B	6–32
	18G2-b	6–28
A-III	20G2Y-b	6–40
	25G2S	6–20
	35G2Y	6–32
	34GS	6–28
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 znalazł o 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 ( $\gamma$ , 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.

## Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

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. Jakie zastosowanie ma drewno?
5. Czym charakteryzują się spoiwa budowlane i lepiszcza?
6. Jakie zastosowanie ma kruszywo?
7. Jakie wyroby zalicza się do ceramiki budowlanej?
8. Czym charakteryzuje się szkło?
9. Jakie zastosowanie mają tworzywa sztuczne?
10. Jakie materiały stosuje się do izolacji przeciwwilgociowych i cieplnych?
11. Jakie właściwości i zastosowanie ma stal?

## 2. Właściwości techniczne materiałów i wyrobów budowlanych

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 oziębieniu (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  $\lambda$ , który jest ilością ciepła przechodzącą przez powierzchnię  $1 \text{ m}^2$  materiału grubości  $1 \text{ m}$  w ciągu  $1 \text{ godz.}$ , przy różnicy temperatur  $1 \text{ K}$ . Zależy od zawartości porów i wilgotności materiału.

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

**Ognioodporność** 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.

**Kruczość** 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.

### **Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na podane pytania, sprawdzisz, czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Jak dzielą się właściwości materiałów budowlanych?
2. Jakie są właściwości fizyczne materiałów?
3. Jakie są właściwości mechaniczne materiałów?



### 3. Zasady wykonywania badań laboratoryjnych materiałów i wyrobów budowlanych

#### 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 sześcianu, 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 Boehme (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. Próbkę 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 równoległą oś 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,

- **przeiąkliwość** za pomocą rurki szklanej o określonych wymiarach napełnionej wodą, której ilość uzupełnia się w trakcie badań,
- **oznaczanie rys na szklwie** przez pokrycie powierzchni atramentem lub ciemną cieczą, a następnie starcie płynu,
- **wytrzymałość na ściskanie**: cegiel 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.

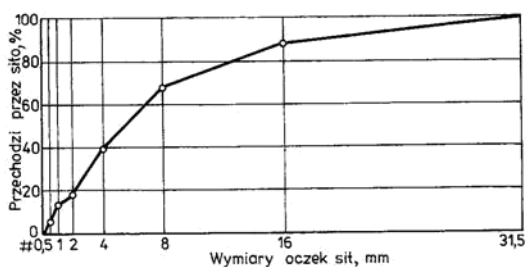
Badanie **spoiw budowlanych**. Bada się próbki pierwotne, ogólne i średnie. Próbka pierwotna stanowi część partii produktu pobranej jednorazowo z jednego opakowania worka. Próbka ogólna jest to łączna ilość produktu ze wszystkich próbek pierwotnych pobieranych z jednej partii. Próbka średnia – laboratoryjna 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 naparzanych.
- 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 słoju przyrostu rocznego), **na rozciąganie** (wzdłuż włókien), **zginanie i ścinanie** (wzdłuż i w poprzek włókien),
  - **twardość** metodą Janki (wciskanie stalowej kulki o przekroju 1 cm<sup>2</sup> na głębokość jej promienia) lub Brinella (wciskanie stalowej kulki o średnicy 10 mm przy ustalonej sile),
  - **nasiąkliwość** płyt pilśniowych, wiórowych i paździerzowych.

## Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Na czym polega badanie mrozoodporności?
2. Jakie są metody oznaczania właściwości drewna i materiałów drewnopochodnych?

## 4. Materiały stosowane do produkcji zapraw i betonów

### Mineralne spoiwa budowlane

**Spoivo 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.

#### Spoiva 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. Zmielone 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 ścislenie 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  $1800 \text{ kg/m}^3$ . 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  $3000 \text{ kg/m}^3$ ,
- zwykłe – o gęstości pozornej  $1800 - 3000 \text{ kg/m}^3$ ,
- lekkie – o gęstości pozornej poniżej  $1800 \text{ kg/m}^3$ .

**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  $0^\circ \text{C}$ , 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.

## **Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy odpowiednio przyswoiłeś materiał nauczania.

1. Jak dzieli się spoiwa mineralne?
2. Czym charakteryzują się spoiwa powietrzne i hydrauliczne?
3. Jakie są rodzaje kruszyw budowlanych?
4. Jakie warunki powinna spełniać woda do zapraw i betonów?

## 5. Klasyfikacja zapraw budowlanych

**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, 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/m<sup>2</sup>),
- 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 podłogi 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  $\lambda$ , 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.

## Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Co to jest zaczyn i zaprawa budowlana?
2. Na czym polega dozowanie składników zaprawy?
3. Jakie są kolejne czynności przy wykonywaniu zaprawy?



## 6. Wytwarzanie i transportowanie mieszanki betonowej

**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 mieszanka, i następnie dosypuje się żwir. Do tak przygotowanej suchej mieszanki dolewa się wodę i dokładnie miesza.

Przykładowa receptura robocza na 1 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>). 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/m<sup>3</sup>), **zwykłe** (2000–2600 kg/m<sup>3</sup>) i **lekkie** (800–2000 kg/m<sup>3</sup>).

Rozróżnia się betony:

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

- **ognioodporne** – do użytkowania w temperaturze powyżej 200° C,
- **hydrrotechniczne (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 ścienne 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 wolnotężący 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, umożliwiający 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/m<sup>3</sup>, uzyskują wytrzymałość na ściskanie od 50 do 90 MPa.

## Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Jaki skład i właściwości posiada mieszanka betonowa?
2. W jaki sposób transportuje się mieszankę betonową?
3. Co to jest klasa betonu i jakie są rodzaje klas?

## 7. 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