

Źródło: <http://pl.fotolia.com/id/42293306>

**KURS**

**Roboty malarskie**

**MODUŁ**

**Materiały budowlane i ich zastosowanie**

# 1 Materiały budowlane i ich zastosowanie

## 1.1 Rozróżnianie i analiza materiałów budowlanych

### 1.1.1 Wstęp

Wprowadzanie nowych technik budowlanych oraz wzrost popytu na materiały budowlane o coraz lepszych właściwościach i parametrach są wyzwaniem dla przemysłu materiałów budowlanych, który stanowi bardzo ważną dziedzinę gospodarki.

W ostatnich czasach bardzo duży wpływ na przydatność danego materiału mają względy ekologiczne – głównie te, które bezpośrednio wpływają na człowieka i jego otoczenie, a także na środowisko naturalne. Pod tym pojęciem kryją się również wszystkie te cechy, które decydują o tym, czy dany produkt może zostać wykorzystany ponownie w taki sposób, aby nie szkodził środowisku naturalnemu – proces odzyskiwania nazywamy recyklingiem. Materiały, które najbardziej pasują do tej kategorii, to materiały takie, jak:

- materiały nieorganiczne:
  - metale,
  - beton,
  - szkło,
  - ceramika,
  - materiały skalne;
- materiały organiczne (tylko niektóre):
  - drewno,
  - celuloza i jej pochodne.

Najtrudniejszą grupę materiałów nadających się do przetwarzania stanowią tworzywa sztuczne.

W nowoczesnym budownictwie istotną rolę odgrywają elementy wizualne o bardzo wysokiej estetyce. Aby nadać obiektom pożądany wygląd, stosowane są coraz doskonalsze materiały budowlane – mogą to być, np. materiały tynkarskie i kamienne, lekkie obudowy z metalu, elementy z tworzyw sztucznych, szkło oraz elementy dekoracyjne.

Klasyfikacja materiałów budowlanych jest potrzebą wynikającą z warunków gospodarki wolnorynkowej, w której dostęp do jakichkolwiek materiałów, zarówno tych produkowanych w kraju, jak i za granicą, jest nieograniczony.

Kryteriów podziału jest wiele. Jednym z nich może być rodzaj surowca, z którego wykonany jest dany materiał, oraz sposób, w jaki został on wytworzony (proces technologiczny). Według tego kryterium wyróżnić możemy:

- naturalne materiały kamienne;
- ceramikę;

- tworzywa sztuczne;
- inne.

### 1.1.2 Naturalne materiały kamienne<sup>1</sup>

**Aby dowiedzieć się więcej na temat naturalnych materiałów kamiennych, zapoznaj się z videocastem pt. „Naturalne materiały kamienne”.**

### 1.1.3 Ceramika budowlana

#### **Surowce**

Surowce stosowane w produkcji wyrobów ceramicznych dzieli się na surowce plastyczne i nieplastyczne.

Do surowców plastycznych zalicza się: gliny, łąy, kaolin, łupki ilaste itp. W zależności od stopnia plastyczności rozróżnia się: łąy i gliny tłuste oraz mało plastyczne – chude. Surowce te po zarobieniu wodą dają się formować, a pod obciążeniem odkształcają się plastycznie, zachowując nadany kształt. W wyniku wypalenia nieodwracalnie tracą zdolność do odkształceń plastycznych. W temperaturze 800–900°C w wyniku połączenia tlenków glinu i krzemu powstają nowe związki, które nadają wyrobom odporność mechaniczną i chemiczną.

Do surowców nieplastycznych należą dodatki schudzające i topniki. Do tej grupy zalicza się także szkliwa i surowce specjalne. Surowce schudzające to: piaski kwarcowe, łupki kwarcytowe, szamot i inne skały krzemionkowe. Surowce te ograniczają skurcz glin tłustych, a tym samym zmniejszają niebezpieczeństwo uszkodzenia wyrobów w czasie ich suszenia i wypalania. Topniki stosuje się w celu obniżenia temperatury spiekania mas i topienia szkliwa. Jako topniki stosuje się najczęściej skalenie: glinokrzemiany potasu czy sodu, rzadziej glinokrzemiany wapnia. Rolę topników spełniają także naturalne domieszki występujące w surowcach, takie jak tlenki żelaza, tlenek wapnia czy magnezu.

Szkliwo, zwane również glazurą, jest cienką warstwą masy szklanej, naniesioną na powierzchnię wyrobu, a następnie stopioną w odpowiedniej temperaturze. Szkliwo tworzy na powierzchni wyrobu warstwę nieprzepuszczalną dla cieczy i gazów, równocześnie zapewniając powierzchni gładkość i barwę.

#### **Ogólna klasyfikacja ceramiki budowlanej**

Stosowane w budownictwie wyroby ceramiczne klasyfikuje się w zależności od rodzaju surowców, stopnia wypalenia, technologii produkcji, przeznaczenia itp. Ze względu na skład surowców wyróżnia się takie wyroby ceramiczne, jak:

- ceramika czerwona – produkowana z niskotopliwych glin żelazistych i wapnistych z surowcami schudzającymi; temperatura wypalania jest rzędu 900°C; po wypaleniu otrzymuje się porowate wyroby o zabarwieniu od kremowego do ciemnoczerwonego;

---

<sup>1</sup> Małasiewicz A., Budownictwo ogólne – materiały i wyroby budowlane, t. 1, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2005



- ceramika czerwona poryzowana – otrzymywana przez dodanie do gliny składników łatwopalnych, jak np. trociny czy mączka drzewna, które w czasie wypalania wyrobu ulegają utlenieniu, pozostawiając mikropory zwiększające termoizolacyjność wyrobu;
- klinkier – otrzymywany zwykle z gliny jednego gatunku lub mieszanin glin z dodatkami schudzającymi; po spieczeniu w temperaturze 1150 – 1250°C uzyskuje się wyroby o bardzo małej nasiąkliwości i dużej wytrzymałości;
- kamionka – wytwarzana z glin kamionkowych z dodatkiem materiałów schudzających i topników; po spieczeniu w temperaturze 1160 – 1300°C otrzymuje się wyroby o dużej wytrzymałości, barwy od ciemnoczerwonej do brązowej; wyroby te są zwykle szkliwione;
- ceramika ogniotrwała – otrzymywana z glin ogniotrwałych z dodatkiem surowców mineralnych; w zależności od rodzaju dodatków otrzymuje się wyroby szamotowe, krzemionkowe, magnezytowe i inne; wyroby te odznaczają się wysoką ogniotrwałością, temperatura topnienia przekracza zwykle 1580°C;
- fajans – produkowany z białą wypalających się glin w temperaturze ok. 1350°C, z domieszką skaleni lub kwarcu; wyroby fajansowe są szkliwione;
- porcelana – wytwarzana z kaolinu, kwarcu i skaleni; po spieczeniu czerep w kolorze białym charakteryzuje się zwartością i dużą odpornością mechaniczną; wyroby porcelanowe są szkliwione;
- porcelit – otrzymywany z mas ceramicznych zawierających materiały ilaste, kwarc i węglan wapnia; wyroby te są zwykle szkliwione<sup>2</sup>.

Ze względu na strukturę rozróżnia się następujące rodzaje wyrobów ceramicznych stosowanych w budownictwie:

- wyroby o czerepie porowatym, o porowatości do 22%, zwane ceramiką czerwoną, do których zalicza się m.in.:
  - wyroby ceglarskie, jak cegły pełne, cegły kratówki i dziurawki, pustaki ścienne i stropowe, pustaki przewodów dymowych, dachówki i gąsiorzy, rurki drenarskie,
  - wyroby szkliwione, jak np. kafle, płytki ścienne i elewacyjne,
  - wyroby ogniotrwałe, jak cegły i kształtki szamotowe, krzemionkowe czy dolomitowe;
- wyroby o strukturze spieczonej i nasiąkliwości zwykle ok. 6%, maksymalnie do 12%, do których zalicza się: cegły kominowe, klinkier drogowy, płytki klinkierowe, płytki i kształtki ścienne kamionkowe, rury i kształtki kamionkowe kanalizacyjne, płytki kamionkowe;
- wyroby z ceramiki półszlachetnej, do których zalicza się:

---

<sup>2</sup> Małasiewicz A., Budownictwo ogólne – materiały i wyroby budowlane, t. 1, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2005

- wyroby fajansowe, np. płytki ścienne,
- wyroby sanitarne, jak umywalki, miski ustępowe, pisuary,
- wyroby ceramiki szlachetnej, np. porcelanowe.

#### 1.1.4 Mineralne spoiwa budowlane

##### Klasyfikacja spoiw wiążących

Ogólną nazwą „spoiwa wiążące” jest objęta grupa tworzyw, które – rozdrobnione do postaci pyłu i zarobione wodą – dają plastyczny zaczyn, który łatwo się układa i formuje oraz wiąże się po pewnym czasie i twardnieje na powietrzu lub w wodzie. Do tej grupy materiałów należą produkty przemysłowe, często znacznie różniące się między sobą składem chemicznym i właściwościami. Różnorodność tę należy uwzględnić przy klasyfikacji tych materiałów.

W literaturze fachowej spotyka się podziały spoiw oparte na różnych parametrach. Jako podstawę klasyfikacji przyjmuje się: rodzaj surowców, z których spoiwa wiążące są produkowane, skład chemiczny i właściwości fizyczne tych materiałów, zachowanie się ich w środowisku wodnym oraz wynikający z tego zakres ich stosowania.

Najczęściej dzieli się spoiwa wiążące na dwie grupy, różniące się wyraźnie pod względem ich zachowania w środowisku wodnym. Są to spoiwa powietrzne i hydrauliczne.

Spoiwo powietrzne po zarobieniu wodą może wiązać się i następnie twardnieć tylko na powietrzu, natomiast poddane – po związaniu i początkowym stwardnieniu – działaniu wody traci swoje właściwości wiążące i wytrzymałościowe.

Spoiwo hydrauliczne natomiast wiąże się i twardnieje zarówno na powietrzu, jak w wodzie bez dostępu powietrza.

W zależności od rodzaju surowca spoiwa powietrzne można podzielić na spoiwa wapienne i gipsowe<sup>3</sup>.

#### 1.1.5 Zaczyny i zaprawy budowlane

##### Definicje podstawowe i klasyfikacja

**Zaczyny budowlane** są to mieszaniny spoiw lub lepiszczy z wodą. Rozróżnia się zaczyny wapienne, gipsowe, cementowe oraz zawiesiny gliniane. Spoiwa charakteryzują się aktywnością chemiczną, lepiszcza zaś twardnieją w wyniku zachodzących procesów fizycznych.

**Zaprawy budowlane** są to materiały otrzymywane z mieszaniny: spoiwa lub lepiszczy (względnie obu tych materiałów), drobnego kruszywa, wody lub innej cieczy zarobowej oraz ewentualnie dodatków i domieszek poprawiających właściwości zaprawy świeżej lub stwardniałej.

---

<sup>3</sup> Stefańczyk B., Budownictwo ogólne, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2005



Woda – jako składnik zaczynów, zapraw i betonów – umożliwia proces wiązania spoiwa oraz twardnienia lepiszczy i pozwala uzyskać odpowiednią konsystencję mieszanki.

Zaczyny i zaprawy dzielą się na dwie podstawowe grupy:

- zaczyny i zaprawy budowlane zwykłe;
- zaczyny i zaprawy budowlane specjalne, modyfikowane.

Właściwości zapraw budowlanych zwykłych określone są w normie PN-90/B-14501. Normę należy stosować przy projektowaniu i wykonywaniu zapraw metodami tradycyjnymi na budowie. Zaprawa budowlana zwykła to mieszanka: spoiwa (cementowego, wapiennego, gipsowego i mieszanki tych spoiw, jak również mieszanki cementowo-glinianej), piasku i wody oraz ewentualnie domieszek i dodatków, stosowana do robót ogólnobudowlanych.

Ze względu na rodzaj spoiwa rozróżnia się obecnie sześć rodzajów zapraw:

- zaprawę cementową – c;
- zaprawę cementowo-wapienną – cw;
- zaprawę wapienną – w;
- zaprawę gipsową – g;
- zaprawę gipsowo-wapienną – gw;
- zaprawę cementowo-glinianą – cgl.

Zaprawy różnicuje się ze względu na ich cechy mechaniczne. Wytrzymałość zapraw na ściskanie stopniuje się od 0,3 do 20 MPa, nadając im symbol literowo-liczbowy Mn. Litera M oznacza markę zaprawy, symbol liczbowy n = 0,3; 0,6; 2; 4; 7; 12; 15 i 20 określa wytrzymałość na ściskanie w MPa, oznaczaną według PN-85/B-04500.

W PN-EN 998-2:2000 i w nawiązującej do niej PB-B-03002:1999 podana jest klasyfikacja zapraw według klas. Stosuje się symbol literowy M oraz liczbowy n = 1, 2, 5, 10 i 20 dla zapraw 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<sup>4</sup>.

Wartości gęstości objętościowej zaprawy wapiennej, cementowo-wapiennej i cementowej przyjmować można jako równe:

- zaprawy wapiennej 1700 kg/m<sup>3</sup>;
- zaprawy cementowo-wapiennej 1850 kg/m<sup>3</sup>;
- zaprawy cementowej 2000 kg/m<sup>3</sup>.

Obok tradycyjnie wykonywanych zwykłych zapraw budowlanych coraz częściej stosuje się zaprawy specjalne, modyfikowane. Dostępne są one w postaci produkowanych fabrycznie suchych zapraw budowlanych (workowanych) oraz w postaci gotowych zapraw upłynnionych. W zaprawach suchych spoiwem najczęściej są:

---

<sup>4</sup> [http://trucinska.zut.edu.pl/fileadmin/Zaczyny\\_i\\_zaprawy\\_budowlane.pdf](http://trucinska.zut.edu.pl/fileadmin/Zaczyny_i_zaprawy_budowlane.pdf)

cement, wapno i gips, a wypełniaczami są drobne kruszywo lub inne substancje mineralne oraz dodatki i domieszki chemiczne. W gotowych płynnych zaprawach budowlanych spoiwo stanowią wodne dyspersje żywic syntetycznych, np. dyspersje akrylowe, wysokiej jakości wypełniacze i modyfikatory. Zaprawy specjalne nowej generacji nie mają jednoznacznego nazewnictwa i trudno dokonać ich klasyfikacji. Zaprawy workowane określane są zwykle jako: suche mieszanki (PN-B-10109:1998), zaprawy pocienione (PN-B-10107:1998) i zaprawy klejowe. Zaprawy płynne nazywane są często wyprawami tynkarskimi, klejami, pastami lub nawet kremami.

### 1.1.6 Beton zwykły, wysokowartościowy i specjalny

Beton jest kompozytem wykonanym z: cementu, wody, kruszywa grubego i drobnego, domieszek chemicznych i dodatków mineralnych. Niekiedy dodaje się do niego krótkie, cienkie włókna stanowiące zbrojenie rozproszone. Zadaniem cementu, z ewentualnymi dodatkami i domieszkami, oraz wody (czyli zaczynu) jest utworzenie matrycy łączącej ziarna kruszywa (które jest wypełniaczem w kompozycie). Beton jest materiałem kruchym, dlatego jest wykorzystywany przede wszystkim do przenoszenia obciążenia ściskającego. W zależności od właściwości i składu rozróżnia się następujące rodzaje betonów:

- zwykły (BZ) – o gęstości objętościowej  $2000 < p_o \leq 2600 \text{ kg/m}^3$ ;
- lekki – o gęstości objętościowej  $800 < p_o \leq 2000 \text{ kg/m}^3$ ;
- ciężki – o gęstości objętościowej  $p_o > 2600 \text{ kg/m}^3$ ;
- wysokowartościowy (BWW) – o wytrzymałości na ściskanie  $60 \leq F_{ck} \leq 100 \text{ MPa}$ ;
- bardzo wysokowartościowy (BBWW) – o  $F_{ck} > 100 \text{ MPa}$ ;
- towarowy – będący mieszanką betonową dostarczaną na plac budowy<sup>5</sup>.

Istnieją również inne, bardziej szczegółowe, nazwy nieobjęte normą, np. beton mostowy, konstrukcyjny, izolacyjny, architektoniczny, żwirowy. Betonem zwykłym nazywa się beton wykonany z: cementu, kruszywa i wody o gęstości objętościowej  $2000 \leq p_o \leq 2600 \text{ kg/m}^3$  oraz wytrzymałości na ściskanie 15 – 60 MPa. W celu polepszenia właściwości mieszanki i betonu stosuje się domieszki chemiczne i, w wielu przypadkach, dodatki mineralne. Klasę wytrzymałości betonu, która stanowi symbol literowo-liczbowy przedstawiający wytrzymałość charakterystyczną betonu na ściskanie, określają PN-EN 206-1:2003 i PN-B-03264:2002. Według PN-EN 206-1:2003 rozróżnia się następujące klasy wytrzymałości betonu: C8/10, C12/15, C16/20, C20/25, C25/30, C30/37, C35/45, C40/50, C45/55, C50/60, C55/67, C60/75, C70/85, C80/95, C90/105 i C100/115.

## Beton zwykły

### Cement

**Cement portlandzki** jest drobno zmielonym spoiwem hydraulicznym, składającym się z nie mniej niż 95% klinkieru i co najwyżej 5% gipsu lub gipsu i anhydrytu. Głównymi składnikami klinkieru są: krzemiany wapnia  $C_3S$  (alit),  $\beta$ - $C_2S$

<sup>5</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

(belit), glinian wapnia  $C_3A$ , oraz glinożelazian wapnia  $C_4AF$  (brownmilleryt). Według PN-EN 197-1:2002 klinkier cementu portlandzkiego powinien zawierać co najmniej 2/3 krzemianów wapnia. Dodatek siarczanu wapnia służy jako opóźniacz reakcji faz glinianowych z wodą. Najważniejszą fazą cementu jest alit, którego zawartość zwykle przekracza 55%. Faza ta decyduje o przebiegu twardnienia zaczynu i wytrzymałości betonu w okresie początkowym do 20 – 30 dni. Natomiast belit, którego zawartość przeważnie wynosi do 20%, wpływa na wytrzymałość późniejszą (np. po 60, 90, 180 dniach). Zawartość  $C_3A$  i  $C_4AF$  stanowi zwykle około 20% i ich wpływ na wytrzymałość jest nieznaczny. Faza  $C_3A$  ma większy wpływ na właściwości reologiczne mieszanki betonowej oraz na skuteczność działania plastyfikatorów – związana z tym jest także ilość alkaliów znajdujących się w cemencie. Zawartość alkaliów w przeliczeniu na  $Na_2O_e = Na_2O + 0,658K_2O$  w cemencie portlandzkim wynosi zwykle 0,5 – 1,5%.

Cementy portlandzkie z dodatkami są klasyfikowane jako cementy CEM II.

**Cementy hutnicze** CEM III/A, CEM III/B i CEM III/C zawierają odpowiednio 36 – 65%, 66 – 80% i 81 – 95% granulowanego żużla wielkopieczowego.

**Cementy pucolanowe** CEM IWA i CEM IV/B mają odpowiednio 11 – 35% oraz 36 – 55% dodatku pucolanowego.

**Cementy wieloskładnikowe** CEM V/A i CEM V/B, produkowane od niedawna, zawierają odpowiednio 18 – 30% i 31 – 50% żużla wielkopieczowego, natomiast dodatków pucolanowych (pucolany naturalnej, wypalanej lub popiołu lotnego krzemionkowego) mają odpowiednio 18 – 30% i 31 – 50%<sup>6</sup>.

## Kruszywo

Kruszywo mineralne to zbiór ziaren zawierających różne minerały wchodzące w skład skał zwartych (litych) lub luźnych okruchowych. Te ostatnie występują w złożu w postaci zmieszanego piasku i żwiru, o przypadkowym procentowym udziale, nazywanych mieszanką kruszywa naturalnego (piaskowo-żwirowego lub żwirowo-piaskowego) lub pospółką. W skład betonu zwykłego wchodzi objętościowo 65 – 80% kruszywa, które w znacznym stopniu decyduje o jego właściwościach. Kruszywo o uziarnieniu 2 – 63 mm jest nazywane grubym (żwirem lub grysem), a o uziarnieniu 0,063 – 2 mm lub 0,063 – 4 mm – drobnym. Możliwe, że nastąpi zwiększenie granicy wielkości ziarna kruszywa drobnego z 2 mm do 4 mm. Ze skał zwartych produkuje się kruszywo łamane o uziarnieniu grubym 2 – 63 mm (4 – 63 mm), zwane grysem, i drobne kruszywo 0,25 – 2 mm (0,25 – 4 mm), nazywane piaskiem łamanym. Każdy rodzaj skały charakteryzuje się unikatowymi właściwościami. Skały niejednokrotnie bardzo się od siebie różnią składem mineralnym, chemicznym, fizycznym, petrograficznym lub strukturą.

### 1.1.7 Betony lekkie

#### Zapoznaj się z prezentacją pt. „Beton lekki”.

Betony z wypełniaczami organicznymi dzieli się ze względu na postać wypełniacza stosowanego do produkcji na trzy zasadnicze grupy:

<sup>6</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009





- betony z wypełniaczami organicznymi włóknistymi (wiórkami drzewnymi, słomą rzepakową, włókniną);
- betony z wypełniaczami w postaci rozdrobnionych cząstek substancji drzewnej lub roślinnej (takimi jak: strużka stolarniana, zrębki poekstrakcyjne, sieczka roślin słomiastych – rzepaku, trzciny, paździerzy lnianych i konopnych) oraz spienionego polistyrenu czy rozdrobnionych wyrobów gumowych;
- betony z wypełniaczami w postaci pyłów (trocin, mączki drzewnej).

Betony komórkowe dzielą się w zależności od metody wytwarzania w nich porów na:

- **gazobetony**, w których powstające pory są rezultatem wytwarzania się w masie zarobowej pęcherzyków gazu na skutek reakcji chemicznych;
- **pianobetony**, w których powstawanie porów odbywa się w wyniku wprowadzenia do zarobu piany wytworzonej mechanicznie;
- **pianogazobetony**, w których wytworzone pory są efektem współdziałania środków gazotwórczych i pianotwórczych.

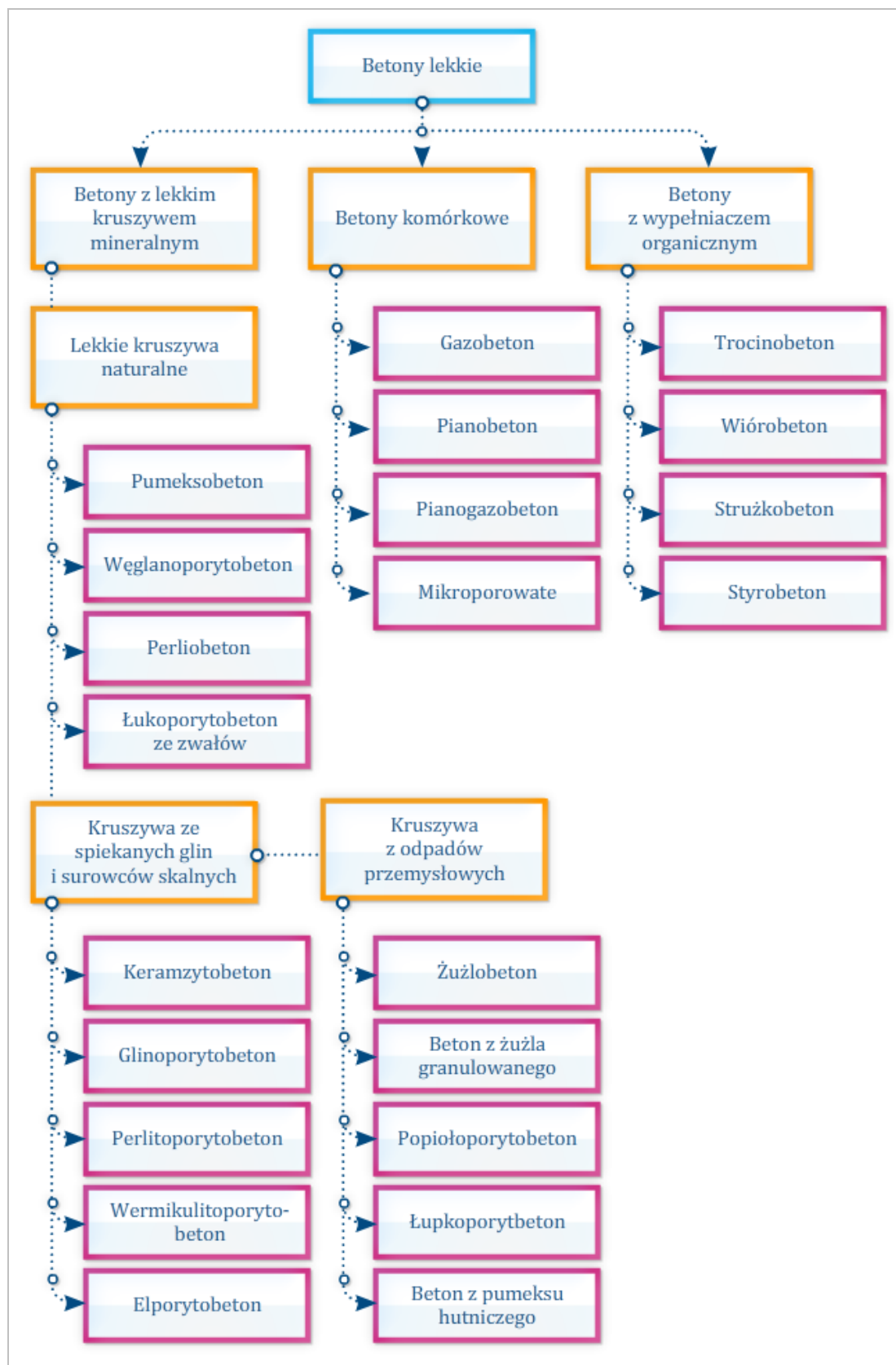
Betony lekkie można podzielić także ze względu na ich zastosowanie – z uwzględnieniem ich gęstości objętościowej – na:

- **betony izolacyjne** o gęstości objętościowej 300 – 1000 kg/m<sup>3</sup> i dobrej izolacyjności, charakteryzujące się współczynnikiem przewodzenia ciepła  $\lambda$  nie większym niż 0,35 W/(m·K); nie wprowadza się dla nich ograniczeń wytrzymałościowych (najczęściej wytrzymałość nie przekracza 3 MPa);
- **betony izolacyjno-konstrukcyjne** o gęstości objętościowej 1000 – 1400 kg/m<sup>3</sup>, wytrzymałości powyżej 3 MPa i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda$  nie przekraczającym 0,7 W/(m·K), zapewniające wystarczający komfort cieplny (jest to najczęściej wykonywany rodzaj betonu lekkiego);
- **betony konstrukcyjne** o gęstości objętościowej 1400 – 2000 kg/m<sup>3</sup> i wytrzymałości powyżej 14 MPa charakteryzujące się gorszymi właściwościami cieplnymi w stosunku do pozostałych betonów lekkich (współczynnik  $\lambda$  nie przekracza zasadniczo 1,1 – 1,2 W/(m·K)), lecz znacznie lepszymi parametrami wytrzymałościowymi, przez co znalazły zastosowanie przy zbrojeniu stalą lub sprężaniu<sup>7</sup>.

Oprócz podziałów ze względu na strukturę i przeznaczenie betony lekkie można pogrupować również z uwagi na ich wytrzymałość na klasy: LB 2,5; LB 5,0; LB 7,5; LB 10; LB 12,5; LB 15; LB 17,5; LB 20; LB 25; LB 30 oraz w zależności od gęstości objętościowej w stanie suchym na odmiany: 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8 i 2,0.

**Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej na temat betonów, wejdź na stronę [http://www.krzys.net/04\\_betony\\_klasyfikacja\\_index.htm](http://www.krzys.net/04_betony_klasyfikacja_index.htm).**

<sup>7</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

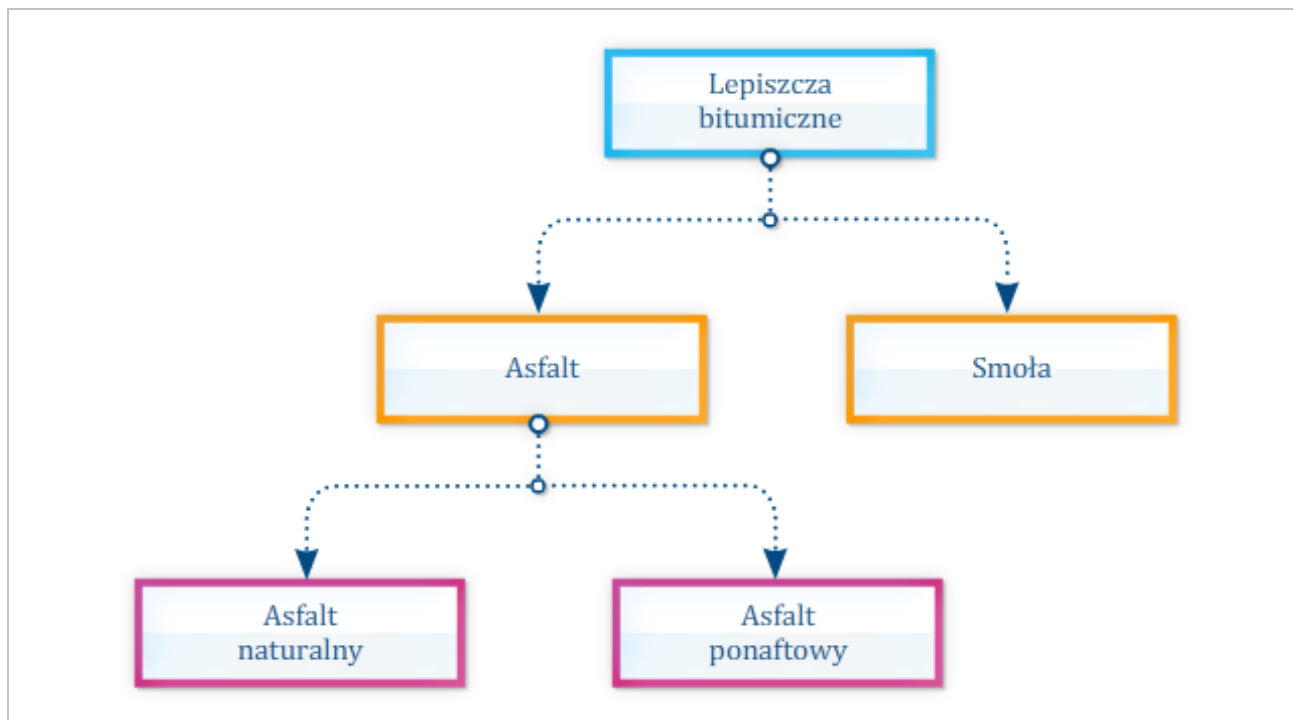


Rysunek 1.1 Betony lekkie

Źródło: [http://www.krzys.net/04\\_betony\\_klasyfikacja\\_index.htm](http://www.krzys.net/04_betony_klasyfikacja_index.htm)

### 1.1.8 Lepiszczta bitumiczne i ich wyroby

Aby dowiedzieć się więcej na temat lepiszczy bitumicznych, odsłuchaj audiocast pt. „Lepiszczta bitumiczne”.



Rysunek 1.2 Lepiszczta bitumiczne

Źródło: <http://www.inzynierbudownictwa.pl>

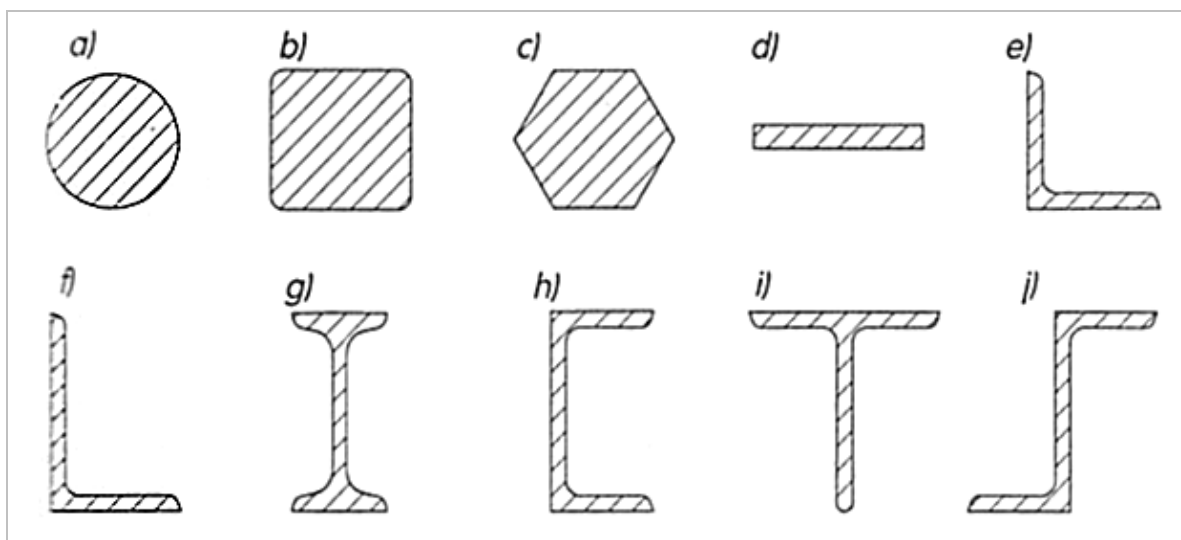
### 1.1.9 Metale i wyroby z metali

#### Kształtowniki

Do kształtowników stalowych stosowanych jako zasadnicze elementy konstrukcyjne zalicza się: dwuteowniki, ceowniki, teowniki oraz kątowniki i profile specjalne.

Dwuteowniki stosuje się głównie jako belki pracujące na zginanie. Ceowniki stosuje się w słupach oraz jako płatwie i belki w konstrukcjach ramowych. Zetowniki stosuje się najczęściej jako płatwie dachowe – ze względu na dużą sztywność w kierunku obu osi symetrii. Teowniki produkuje się w dwóch typach: wysokie i niskie szerokopasowe, których wysokość jest równa 1/2 szerokości pasa; są często stosowane przy budowie stropów. Kątowniki produkuje się w dwóch odmianach: równoramienne i nierównoramienne. Kątowniki są najczęściej stosowane w konstrukcjach stalowych. Kształtowniki te mogą być wykonywane jako walcowane na gorąco lub jako gięte na zimno<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010

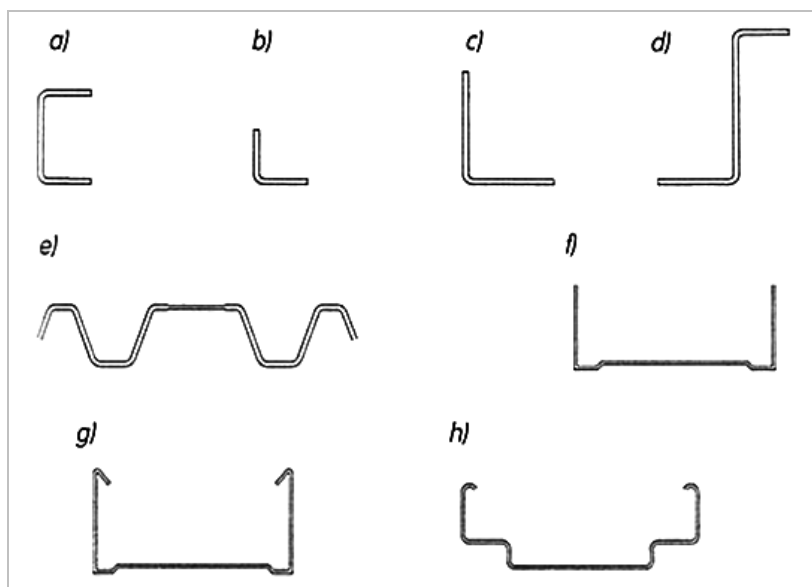


Rysunek 1.3 Profile stalowe walcowane na gorąco

a) pręt okrągły, b) pręt kwadratowy, c) pręt sześciokątny, d) pręt płaski (płaskowniki), e) kątownik równoramienny, f) kątownik nierównoramienny, g) dwuteownik, h) ceownik, i) teownik, j) zetownik

Źródło: Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010, s. 157

Kształtowniki gięte na zimno produkuje się z taśmy walcowanej na zimno ze stali niestopowej lub z bednarki walcowanej na gorąco. Łatwość produkowania kształtowników giętych na zimno sprawia, że odmian różniących się kształtem i wymiarem może być dowolnie dużo. Do najczęściej stosowanych należą kształtowniki przedstawione na rysunku 1.3<sup>9</sup>.



Rysunek 1.4 Profile kształtowników gięte na zimno

a) ceownik, b) kątownik równoramienny, c) kątownik nierównoramienny, d) zetownik, e) kształtownik do pionowej obudowy wykopów, f) kształtownik U na szkielety ścian działowych, g) kształtownik C na szkielety ścian działowych, h) kształtownik ościeżnicowy

Źródło: Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010, s. 157

<sup>9</sup> Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010

## Pręty do zbrojenia betonu

Stal przeznaczoną do zbrojenia konstrukcji betonowych dzieli się na pięć klas: A-0, A-I, A-II, A-III i A-IIIN. Właściwości mechaniczne prętów podano w tabeli 1.1.

Klasa stali zbrojenio- wej i jej rodzaj	Znak stali	Właściwości mechaniczne		
		Nominalna średnica pręta $d$ mm	Wytrzymałość na rozciąganie $F_m$ MPA	Wydłużenie minimalne $\Delta l$ %
A-0, okrągła, gładka	St0 St0S	5,5÷40	300÷540	18
A-I, okrągła, gładka	St3SX St3SY	5,5÷40	360÷520	24
A-II, okrągła, żebrowana	20G2Y	6÷28	490÷630	16
	St50B 18G2	6÷32		19
A-III, okrągła, żebrowana	34GS	6÷32	min. 590	18
A-IIIN, żebrowana dwuskośnie	20G2VY	6÷28	590÷780	13

Tabela 1.1 Właściwości mechaniczne prętów do zbrojenia betonu

Źródło: Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010, s. 158

**Stal zbrojeniowa klasy A-0.** Pręty okrągłe ze stali niestopowej gatunku St0 i St0S o średnicy 5,5 ÷ 8 mm są produkowane w kręgach, o średnicy 8 ÷ 14 mm – w kręgach lub w postaci prostych prętów, a o średnicy powyżej 14 mm – w postaci prętów prostych. Końce prętów oznacza się pojedynczym paskiem barwy czerwonej.

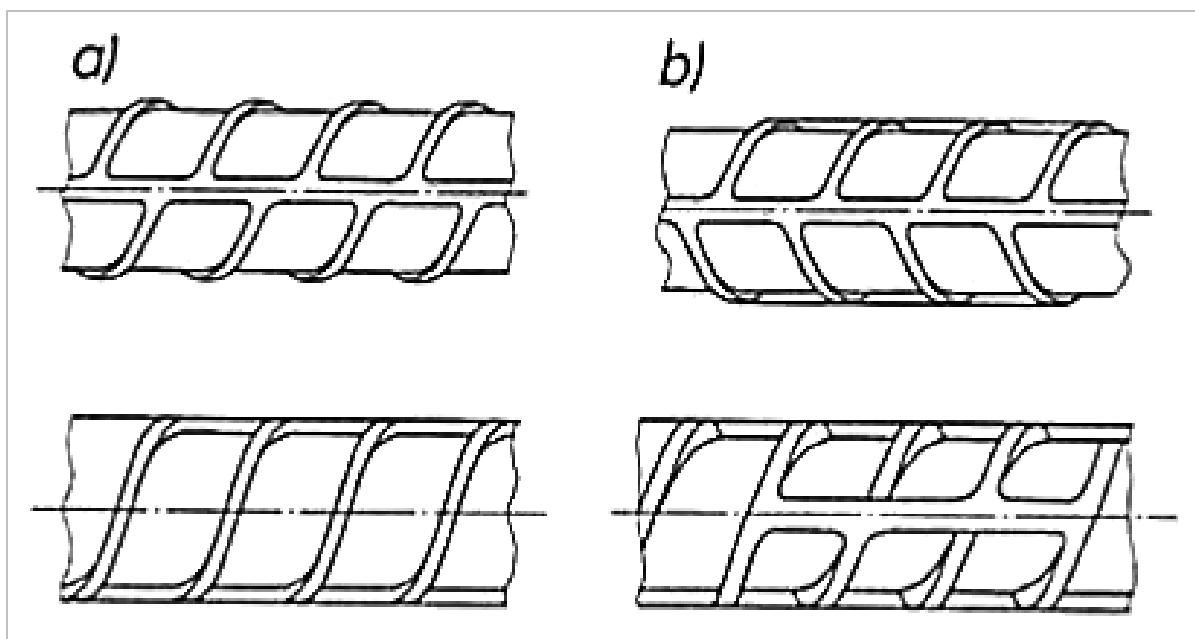
**Stal zbrojeniowa klasy A-I.** Pręty okrągłe tej klasy są walcowane ze stali niestopowej gatunków St3SX, St3SY. Średnice i postać prętów bądź kręgów są takie same jak w wypadku stali klasy A-0.

**Stal zbrojeniowa klasy A-II.** Pręty są walcowane na gorąco z niskostopowej stali gatunku St18G2 i ze stali 20G2Y. Pręty mają profil okrągły, a na bocznej powierzchni mają wykształcone żeberka nachylone jednoskośnie. Pręty stalowe o średnicy 6 ÷ 12 mm są dostarczane w kręgach, a pręty stalowe o średnicy 8 ÷ 32 mm – jako pręty proste.

**Stal zbrojeniowa klasy A-III.** Stal niskostopowa gatunku St34GS jest walcowana na gorąco i kształtowana w postaci prętów prostych o średnicy 10 ÷ 32 mm bądź prętów o średnicy 6 ÷ 9 mm dostarczanych w kręgach. Na powierzchni bocznej wytłoczone są

żeberka przeciwskośne połączone dwoma symetrycznie wytłoczonymi żeberkami podłużnymi po przeciwległych stronach.

**Stal zbrojeniowa klasy A-IIIIN.** Pręty są walcowane na gorąco ze stali gatunku 20G2VY i żebrowane dwuskośnie. Kształt powierzchni prętów żebrowanych stali zbrojeniowej przedstawiono na rysunku 1.3.



Rysunek 1.5 Pręty stalowe do zbrojenia betonu

a) żebrowane jednoskośnie, b) żebrowane dwuskośnie stali klasy A-IIIIN

Źródło: Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010, s. 159

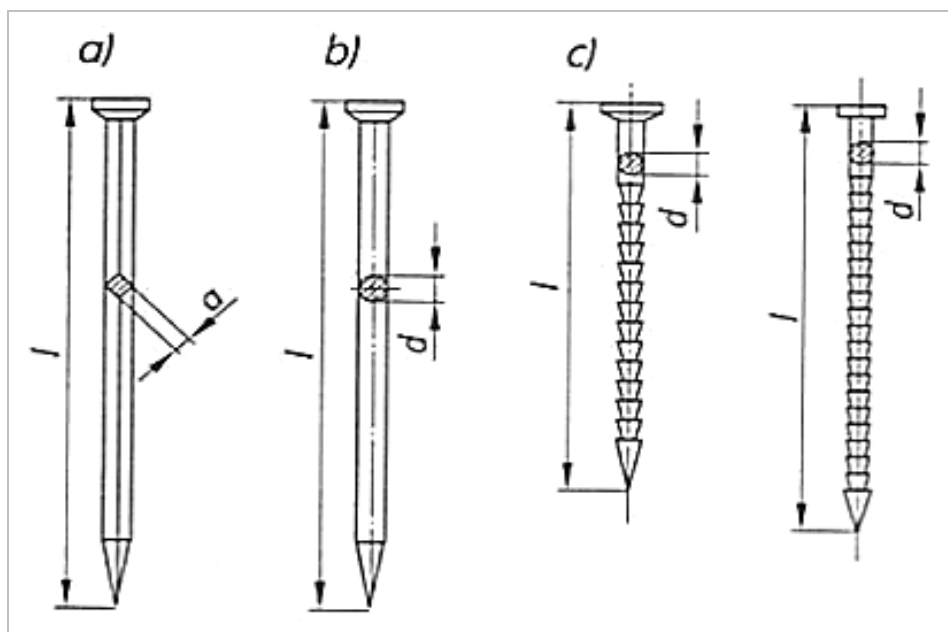
**Bednarka** to taśma, którą otrzymuje się przez walcowanie stali niestopowej. Ma grubość  $1,5 \div 5$  mm i szerokość  $20 \div 300$  mm. Na budowę jest dostarczana w kręgach o masie  $100 \div 120$  kg. Bednarkę stosuje się do zbrojenia nadproży, stropów Kleina lub ścianek działowych (z wyjątkiem gipsowych).

**Siatki** splatane mają oczka kwadratowe o wymiarach  $5 \div 50$  mm, a grubość ich drutu wynosi  $0,5 \div 2$  mm. Stosuje się je na ściany i stropy w miejscach narażonych na pęknięcie tynku.

**Gwoździe** budowlane produkuje się ze stali niestopowej. Najczęściej są to:

- gwoździe z trzpieniem kwadratowym  $axl = 2 \times 40$  do  $8 \times 300$  mm (rys. 1.6 a);
- gwoździe z trzpieniem okrągłym  $d \times l = 1 \times 13$  do  $9 \times 310$  mm (rys. 1.6 b);
- gwoździe walcowane pierścieniowo z główką płaską lub stożkową  $d \times l = 2,5 \times 25$  do  $3 \times 80$  mm (rys. 1.6 c)<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010



Rysunek 1.6 Gwoździe budowlane

a) z trzpieniem kwadratowym, b) z trzpieniem okrągłym, c) walcowane pierścieniowo

Źródło: Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSiP, Warszawa 2010, s. 15

### 1.1.10 Materiały i wyroby instalacyjne oraz termoizolacyjne

#### Rury

Rura jest to element konstrukcyjny o pierścieniowym przekroju poprzecznym i znacznej długości. Rury są stosowane jako przewody do prowadzenia cieczy i gazów oraz jako elementy maszyn, konstrukcji budowlanych itp. Przewody do prowadzenia cieczy określa się za pomocą średnicy i wielkości PN.

Średnicę opisuje się przez podanie wymiaru nominalnego DN (dotyczy rur stalowych i żeliwnych) lub przez podanie średnicy zewnętrznej i grubości ścianki.

Wymiar nominalny DN jest to literowo-cyfrowe oznaczenie części składowych instalacji rurociągowych, stosowane w celach informacyjnych. Składa się ono z liter DN, po których następuje bezwymiarowa liczba całkowita, która jest pośrednio związana z wymiarem fizycznym otworu lub średnicy zewnętrznej końcówek przyłączeniowych, wyrażonych w mm.

Wielkość PN jest to literowo-cyfrowe oznaczenie używane do celów informacyjnych, dotyczące charakterystycznych cech mechanicznych i wymiarów części składowych systemu rurociągowego. Ciśnienie dopuszczalne elementu składowego rurociągu zależy od: wartości PN, materiału i konstrukcji elementu oraz jego dopuszczalnej temperatury. Podawane jest w tablicach wartości znamionowych ciśnienie/temperatura zamieszczonych w odpowiednich normach<sup>11</sup>.

Rury, w zależności od przeznaczenia, są wytwarzane z różnych materiałów, takich jak: metale, ceramika, beton i tworzywa sztuczne.

<sup>11</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

Początkowo sieci wykonywano z rur żeliwnych, instalacje gazowe i ogrzewcze z rur stalowych, a instalacje wodociągowe z obecnie nieużywanych rur ołowianych. Od pewnego czasu powszechnie stosuje się rury miedziane, natomiast ostatnio korzysta się także ze stali nierdzewnej. Rury metalowe (oprócz ołowianych) mogą być używane do mediów o wysokiej temperaturze.

## Pompy

Pompa jest to urządzenie służące do przenoszenia cieczy (lub zawiesin) z poziomu niższego na wyższy lub przetłaczania jej z obszaru o ciśnieniu niższym do obszaru o ciśnieniu wyższym.

Pompa jest zasilana energią mechaniczną z silnika napędowego (najczęściej silnika elektrycznego lub spalinowego; jedynie pompy wyporowe o ruchu obrotowo-zwrotnym i posuwisto-zwrotnym mogą być napędzane ręcznie), którą przenosi na przepływającą przez nią ciecz za pośrednictwem elementu roboczego, np. tłoka, zębátky, wirnika. Przenoszenie cieczy odbywa się wskutek wytwarzania przez pompę różnicy ciśnień między jej stroną odpływową (tłoczną) a dopływową (ssawną). W zależności od sposobu wytwarzania różnicy ciśnień rozróżnia się pompy wyporowe i wirowe.

Pompy wyporowe są to urządzenia, których działanie polega na przetłaczaniu (wypieraniu) porcji cieczy z przestrzeni ssawnej do tłocznej wskutek ruchu elementu roboczego. W zależności od rodzaju ruchu elementu, wyróżnia się pompy: o ruchu posuwisto-zwrotnym (tłokowe, nurnikowe, wielotłoczkowe i przeponowe), obrotowo-zwrotnym (skrzydełkowe), obrotowym (łopatkowe, zębate, krzywkowe, śrubowe, ślimakowe i labiryntowe) i inne (np. mimośrodowe)<sup>12</sup>.

## Materiały termoizolacyjne

Według PN-89/B-04620 materiałem termoizolacyjnym jest materiał o współczynniku przewodzenia ciepła w temperaturze 20°C nie większym niż 0,175 W/(m·K), przeznaczony do izolacji termicznej budynków, urządzeń technologicznych, rurociągów, przemysłowych urządzeń cieplnych i chłodniczych.

Materiały termoizolacyjne stanowią substancje stałe, w których przestrzenie między cząstkami, włóknami czy przegrodami są wypełnione powietrzem lub innymi gazami, takimi jak: freon, dwutlenek węgla, cyklopentan. Podstawowym parametrem określającym techniczne właściwości materiałów termoizolacyjnych jest porowatość. Wolna przestrzeń materiału lub wyrobu i jej właściwości izolacyjne związane są głównie z przewodnością cieplną powietrza (albo gazu) znajdującego się w jego porach. W zależności od technologii wykonania można regulować porowatość materiału, nadając mu określone właściwości. Porowatość powinna zapewnić wymagane właściwości izolacyjne.

W materiałach termoizolacyjnych komórkowych, włóknistych i ziarnistych przepływ ciepła jest bardzo złożony. Odbywa się on przez przewodzenie w substancji stałej i przewodzenie w przestrzeni wypełnionej gazem. Współczynnik przewodzenia ciepła gazu wypełniającego pory jest znacznie mniejszy niż substancji stałej, zatem przy wzroście gęstości materiału (który jest równoznaczny ze zmniejszaniem współczynnika

<sup>12</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009





porowatości) zwiększa się również jego przewodność cieplna. Dlatego materiały termoizolacyjne mają stosunkowo małą gęstość objętościową. Wszystkie te materiały powinny charakteryzować się następującymi podstawowymi właściwościami:

- wytrzymałość mechaniczna wystarczająca do tego, aby zapewnić zachowanie kształtów i nienaruszalność struktury materiałów przy montażu i w procesie eksploatacji;
- wysoka stabilność biologiczna, a więc nieuleganie procesom gnilnym i zagrożeniom ze strony gryzoni;
- stabilność chemiczna, tj. odporność na oddziaływanie środowiska, w którym materiał jest umieszczony;
- brak właściwości higroskopijnych i możliwości absorbowania wilgoci, ponieważ zawilgocenie – oprócz podwyższenia współczynnika przewodności cieplnej – zmniejsza odporność na procesy gnilne (w przypadku substancji organicznych)<sup>13</sup>.

Wzrost temperatury ma duży wpływ na współczynnik przewodzenia ciepła materiałów termoizolacyjnych (powoduje jego wzrost). Taki charakter zależności jest widoczny szczególnie w przypadku materiałów włóknistych, ziarnistych i komórkowych. Efekt ten jest spowodowany zwiększeniem strumienia ciepłego przeniesionego przez promieniowanie w komórkach lub przestrzeniach wypełniających materiał pomiędzy ziarnami lub włóknami.

## 1.2 Właściwości i zastosowanie materiałów budowlanych

### 1.2.1 Właściwości fizyczne materiałów budowlanych

#### Gęstość

Gęstość, czyli masę jednostki objętości materiału, bez uwzględniania porów wewnątrz materiału, a więc w stanie zupełnej szczelności, określa się wzorem:

$$\rho = \frac{m_s}{v}, \text{ kg/m}^3$$

gdzie:

$m_s$  – masa suchej sproszkowanej próbki materiału [kg],

$v$  – objętość sproszkowanej próbki materiału [ $\text{m}^3$ ].

#### Gęstość objętościowa

Gęstość objętościową, czyli masę jednostki objętości materiału wraz z zawartymi w niej porami (w stanie naturalnym), określa się wzorem:

$$\rho_o = \frac{m_s}{v_o}, \text{ kg/m}^3$$

gdzie:

$m_s$  – masa suchej sproszkowanej próbki materiału [kg],

$v_o$  – objętość sproszkowanej próbki materiału wraz z porami [ $\text{m}^3$ ]<sup>14</sup>.

## Gęstość nasypowa

Gęstość nasypowa jest to masa jednostki objętości materiału sypkiego w stanie luźnym. Do jej oznaczenia stosuje się objętościomierze o różnej pojemności naczyń pomiarowych (najczęściej cylindrów metalowych), zależnie od rodzaju kruszywa. Warunki techniczne oznaczania gęstości nasypowej określa PN-EN 1097-3:1998<sup>15</sup>.

## Szczelność

Szczelność określa, jaką część całkowitej objętości badanego materiału zajmuje masa materiału bez porów. Wyraża się ją wzorem:

$$S = \frac{p_o}{p} 100\%$$

gdzie:

$p_o$  – gęstość objętościowa [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],

$p$  – gęstość [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ].

## Porowatość

Porowatość określa, jaką część całkowitej objętości materiału stanowi objętość porów. Wyraża się ją wzorem:

$$P = \frac{p - p_o}{p} 100\%$$

lub

$$P = (1 - S)\%$$

gdzie:

$p_o$  – gęstość objętościowa [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],

$p$  – gęstość [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],

$S$  – szczelność [%].

## Wilgotność

Wilgotnością nazywa się zawartość wody w materiale (w danej chwili). Określa się ją wzorem:

$$W = \frac{m_w - m_s}{m_s} 100\%$$

gdzie:

$m_w$  – masa próbki materiału w stanie wilgotnym [kg],

$m_s$  – masa próbki materiału w stanie suchym (kiedy kolejne ważenia w odstępach dobowych nie wykazują różnic) [kg].

## Nasiąkliwość wagowa (masowa)

Nasiąkliwością nazywa się zdolność pochłaniania wody przez materiał przy ciśnieniu atmosferycznym. Nasiąkliwość wagowa jest to stosunek masy wchłoniętej wody do masy próbki materiału suchego. Określa się ją wzorem:

<sup>14</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

<sup>15</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

$$n_w = \frac{m_n - m_s}{m_s} 100 \%$$

gdzie:

$m_n$  – masa próbki materiału w stanie nasycenia wodą [kg],

$m_s$  – masa próbki materiału w stanie suchym [kg].

### Nasiąkliwość objętościowa

Nasiąkliwość objętościowa jest to stosunek masy wchłoniętej wody do objętości próbki materiału suchego. Określa się ją wzorem:

$$n_o = \frac{m_n - m_s}{V} 100 \%$$

gdzie:

$m_n$  – masa próbki materiału w stanie nasycenia wodą [kg],

$m_s$  – masa próbki materiału w stanie suchym [kg],

$V$  – objętość próbki materiału suchego [m<sup>3</sup>].

### Higroskopijność

Higroskopijność jest to zdolność szybkiego wchłaniania przez materiał pary wodnej z otaczającego powietrza. Higroskopijność zależy od wilgotności względnej powietrza oraz od właściwości samego materiału. Zazwyczaj wilgotność materiału jest większa od wilgotności otoczenia. Higroskopijność jest przyczyną zawilgocenia materiałów, które znajdują się w pomieszczeniu i w ogóle nie stykają się z wodą. Wpływa ona na zmianę konsystencji lub wymiarów materiału. Do najbardziej higroskopijnych materiałów należy np. chlorek wapnia, a do najmniej higroskopijnych należą wyroby ceramiczne. W związku z tym w budownictwie należy stosować materiały, które nie zawierają składników higroskopijnych<sup>16</sup>.

### Podciąganie kapilarne

W materiałach budowlanych kanaliki utworzone z porów można uważać za kapilary. Jak wiadomo, jeśli włożymy szklaną rurkę o bardzo małej średnicy do wody, to poziom wody w rurce podniesie się nieco ponad poziom swobodnego zwierciadła wody, do którego ją wstawiliśmy. Wysokość kapilarnego podciągania wody jest tym wyższa, im węższa jest średnica rurki.

Największa kapilarność występuje w materiałach mikroporowatych z otwartymi i połączonymi ze sobą porami (o średnicy poniżej 10<sup>-7</sup>m). Na wielkość podciągania włoskowatego wpływa również rodzaj powierzchni materiału (skład mineralogiczny) i jej zwilżalność przez daną ciecz. W przypadku wody większe podciąganie kapilarne wykazują materiały hydrofilowe niż hydrofobowe. Wysokość podciągania kapilarnego zależy również od napięcia powierzchniowego wody:

$$H_k = \frac{2\sigma_{np}}{r\gamma_w}$$

gdzie:

$H_k$  – wysokość kapilarnego podciągania wody [m],

<sup>16</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

$\sigma_{np}$  – napięcie powierzchniowe wody [ $J/m^2$ ],

$\gamma_w$  – ciężar objętościowy wody [ $kN/m^3$ ],

r – średnica kapilary [m].

Kapilarność materiałów ściennych wymusza podczas wznoszenia budynków układanie warstwy poziomej izolacji przeciwwilgociowej, która uniemożliwia podciąganie wody z gruntu.

### Prześlakliwość

Prześlakliwość to zawilgocenie materiału pod wpływem wody pod ciśnieniem. Wyraża się ją ilością wody w gramach, która w ciągu 1 h przenika przez  $1\text{ cm}^2$  powierzchni próbki materiału przy stałym ciśnieniu.

Cecha ta zależy od szczelności i budowy wewnętrznej materiału. Materiały szczelne, jak np. szkło, bitumy czy stal, są nieprześlakliwe, tak samo jak materiały o porach zamkniętych, np. spieniony polichlorek winylu, szkło piankowe.

Prześlakliwość jest cechą szczególnie ważną dla materiałów hydroizolacyjnych i pokryć dachowych<sup>17</sup>.

### Stopień nasycenia

Stopień nasycenia wyraża się stosunkiem nasiakliwości objętościowej do porowatości materiału:

$$n = \frac{n_o}{P}$$

gdzie:

$n_o$  – nasiakliwość materiału [%],

P – porowatość [%].

### Zdolność odparowania

Zdolność odparowania określa czas, który jest potrzebny do wysuszenia materiału nasyconego wilgocią – do osiągnięcia stałej masy.

Oznaczenie zdolności parowania przeprowadza się w eksykatorze, tj. naczyniu szklanym ze środkiem silnie pochłaniającym wodę.

### Przepuszczalność gazów

Przepuszczalność gazów jest zaplanowaną właściwością materiałów budowlanych stosowanych głównie w budownictwie mieszkaniowym i użyteczności publicznej. Zdolność przenikania powietrza i pary wodnej przez materiały budowlane ma duże znaczenie dla naturalnej wentylacji, a tym samym sprzyja osuszaniu ścian i stropów.

Należy przez to rozumieć, że powietrze i para wodna z zewnątrz mogą przenikać przez przegrodę budowlaną i odwrotnie. W odniesieniu do pary wodnej obowiązuje zasada, że latem przenika ona przez ścianę z zewnątrz do wewnątrz, a zimą jest odwrotnie.

<sup>17</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

Przepuszczalność gazów zależy od porowatości materiału (rodzaju porów – otwarte czy zamknięte) i stopnia jego zawilgocenia (większe zawilgocenie – mniejsza przepuszczalność).

Należy przy tym podkreślić fakt, że zbyt duża przepuszczalność gazów materiałów budowlanych prowadzi do dużych strat ciepła. Z tego powodu przy projektowaniu i wznoszeniu obiektów ważne jest zoptymalizowanie parametrów cieplno-wilgotnościowych materiałów budowlanych i całej budowli.

### **Mrozoodporność**

Mrozoodporność to przeciwstawianie się materiału nasyconego wodą zniszczeniu jego struktury przy wielokrotnych naprzemiennych cyklach zamrażania i odmrażania. Podczas zamrażania woda w porach materiału zwiększa swoją objętość o ok. 10%, wywołując tym samym naprężenia mogące zniszczyć strukturę materiału. Wzrost objętości wody w czasie zamrażania zależy głównie od temperatury. Na rozmiar tego zjawiska ma wpływ wielkość porów, ich połączenie między sobą oraz stopień wypełnienia wodą.

### **Skurcz**

Skurcz jest to zmiana objętości (w %) lub wymiarów liniowych (w mm/m) materiału wilgotnego przy wysychaniu (drewno i materiały o budowie koloidalnej, np. glina), twardnieniu (betony, zaprawy) lub oziębianiu (materiały organiczne i nieorganiczne).

### **Odporność na korozję**

Korozja materiału to niezamierzone procesy chemiczne lub elektrochemiczne w wyniku oddziaływania środowiska zewnętrznego lub reakcji między składnikami materiału, zmieniające niekorzystnie jego właściwości i przydatność funkcjonalną.

Skutkiem korozyjnych procesów może być: zmiana połysku i barwy, zmniejszenie wytrzymałości mechanicznej, powstanie wykwitów na powierzchni, zarysowań, pęknięć, całkowite zniszczenie materiału. To, jaka jest budowa chemiczna materiałów budowlanych, decyduje o ich odporności lub wrażliwości na określone czynniki chemiczne<sup>18</sup>.

### **Odporność na starzenie**

Przez starzenie materiału rozumie się proces zmian właściwości w funkcji czasu. Destrukcję wywołują czynniki atmosferyczne, np. ciepło, światło, powietrze, promieniowanie ultrafioletowe. Struktura materiału decyduje w głównej mierze o tym, kiedy i w jakim stopniu materiał podda się procesom starzenia.

### **Rozszerzalność cieplna**

Pod wpływem zmian temperatury zmieniają się wymiary materiału. Zmiany wymiarów liniowych określa współczynnik rozszerzalności liniowej  $\alpha$ , natomiast zmiany objętości – współczynnik rozszerzalności objętościowej  $\beta$ .

### **Przewodność cieplna**

<sup>18</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

Przewodność cieplna jest to przewodzenie przez materiał ciepła w wyniku różnicy temperatur na jego przeciwległych powierzchniach. Określa ją współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$ , który jest ilością ciepła przechodzącą przez powierzchnię  $1 \text{ m}^2$  materiału grubości  $1 \text{ m}$  w ciągu  $1 \text{ h}$  przy różnicy temperatur obu powierzchni równej  $1 \text{ K}$ .

### **Żaroodporność**

Żaroodporność jest to odporność materiału na działanie podwyższonej temperatury (do  $350^\circ\text{C}$ ), powtarzającej się cyklicznie.

### **Żarowytrzymałość**

Żarowytrzymałość jest to zdolność materiału do zachowania właściwości wyjściowych w wysokiej lub podwyższonej temperaturze.

### **Odporność ogniowa**

Odporność ogniowa to niepodatność na niszczący wpływ ognia podczas jego samorzutnego i niekontrolowanego rozprzestrzeniania się na materiał w postaci zmian materiału, np. jego struktury, kształtu czy wytrzymałości mechanicznej. O odporności ogniowej materiału decydują takie cechy, jak palność i toksyczność.

**Palność** jest to podatność na zapalenie się. Materiały dzieli się na niepalne i palne. Niepalne materiały pod wpływem działania wysokich temperatur nie zapalają się, nie żarzą i nie zwęglają. Niektóre materiały ulegają nieznacznym deformacjom (np. stal) lub ulegają zniszczeniu (np. granit, marmur, gips, wapień). Wśród materiałów palnych rozróżnia się trudno zapalne i łatwo zapalne. Trudno zapalne zapalają się z trudnością, żarzą się i zwęglają, a usunięcie źródła ognia przerywa proces ich palenia. Łatwo zapalne zapalają się płomieniem lub żarzą i proces ten trwa nawet po usunięciu źródła ognia.

**Toksyczność** materiałów określa zdolność wydzielania przez nie szkodliwych gazów, oparów i dymów w podwyższonej temperaturze<sup>19</sup>.

## 1.2.2 Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych

### **Wytrzymałość na ściskanie**

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

Badanie wytrzymałości na ściskanie polega na przyłożeniu obciążenia, którego konsekwencją jest przybliżanie cząstek ciała do siebie. Określa się ją wzorem:

$$R_c = \frac{P_c}{F_c}, \text{MPa}$$

gdzie:

$F_c$  – pole przekroju próbki materiału przed przyłożeniem obciążenia [ $\text{m}^2$ ],

$P_c$  – siła ściskająca [ $\text{N}$ ].

---

<sup>19</sup> <http://www.tb.resman.pl/bud/technikum/04.pdf>, s. 15

O wytrzymałości na ściskanie decyduje kierunek działania siły w stosunku do włókien lub warstw materiału. W przypadku materiałów o niejednorodnej budowie zależy ona także od stopnia zawilgocenia materiału i temperatury<sup>20</sup>.

### Wytrzymałość na rozciąganie

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

Badanie wytrzymałości materiałów na rozciąganie polega na przyłożeniu siły, której konsekwencją jest oddalanie cząstek ciała od siebie. Wytrzymałość określa się wzorem:

$$R_r = \frac{P_r}{F_r}, MPa$$

gdzie:

$F_r$  – pole przekroju próbki materiału przed przyłożeniem siły [ $m^2$ ],

$P_r$  – siła rozciągająca [kN].

### Wytrzymałość na zginanie

Wytrzymałość na zginanie jest to największe naprężenie, jakie wytrzymuje próbka badanego materiału podczas zginania do momentu jej złamania. Belki o przekroju prostokątnym obciąża się jednostronnie. Wytrzymałość na zginanie określa się wzorem:

$$R_{cg} = \frac{M}{W}, MPa$$

gdzie:

$M$  – moment zginający próbkę materiału [ $N \cdot m$ ],

$W$  – wskaźnik wytrzymałości przekroju zginanego [ $m^3$ ].

### Podatność na rozmiękanie

Destrukcyjny wpływ wody na cechy wytrzymałościowe materiału określa się za pomocą współczynnika rozmiękania. Wyraża się go wzorem:

$$k = \frac{R_{c(n)}}{R_{c(s)}}$$

lub:

$$k = \frac{R_{zg(n)}}{R_{zg(s)}}$$

gdzie:

$R_{c(n)}$ ,  $R_{zg(n)}$  – wytrzymałość na ściskanie (zginanie) próbki materiału w stanie nasycenia wodą [MPa],

$R_{c(s)}$ ,  $R_{zg(s)}$  – wytrzymałość na ściskanie (zginanie) próbki materiału w stanie suchym [MPa].

<sup>20</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

## Sprężystość

Sprężystość jest to zdolność materiału do przyjęcia początkowej postaci z chwilą usunięcia działającej siły zewnętrznej, która spowodowała odkształcenie materiału. Określa ją współczynnik sprężystości wyrażony wzorem:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, Pa$$

gdzie:

$\sigma$  – naprężenia powstające przy rozciąganiu lub ściskaniu [Pa],

$\varepsilon$  – wydłużenie względne wywołane przez naprężenia, przy czym:

$$\sigma = \frac{P}{F}, Pa$$

gdzie:

P – siła ściskająca (rozciągająca) [N],

F – pole przekroju próbki ściskanej (rozciąganej) [m<sup>2</sup>].

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

gdzie:

$\Delta l$  – skrócenie (lub przyrost) długości [m],

$l_0$  – długość pierwotna próbki [m].

## Plastyczność

Plastycznością nazywa się zdolność materiału do zachowania trwałych odkształceń, tzn. do zachowania zmian kształtów i rozmiarów po usunięciu sił, które te odkształcenia spowodowały. Odkształcenie to jest skutkiem trwałego przemieszczenia atomów w materiale. Ma miejsce wówczas, gdy następuje przekroczenie określonego naprężenia, zwanego granicą plastyczności materiału. Mechanizm odkształceń plastycznych jest zdeterminowany przez budowę materiału. W materiałach krystalicznych następuje w efekcie poślizgu wzdłuż określonych płaszczyzn krystalicznych, w bezpostaciowych natomiast jest efektem ślizgania się na indywidualnych cząsteczkach lub grupach cząsteczek. Plastyczność w istotny sposób ulega zmianie w zależności od wilgotności, temperatury i szybkości narastania obciążenia. Na przykład bitumy przy obciążeniu wolno rosnącym są plastyczne, ale są kruche przy obciążeniu szybko rosnącym, gliny suche są kruche, natomiast wilgotne – bardzo plastyczne<sup>21</sup>.

## Pełzanie

Pełzanie to ciągły wzrost odkształceń plastycznych materiału bez zmiany wartości działającej siły zewnętrznej. Wywiera ono duży wpływ na wytrzymałość materiałów. Jest ściśle związane z budową materiału. Materiały krystaliczne charakteryzują się małym pełzaniem, natomiast bitumy bezpostaciowe i niektóre tworzywa sztuczne przy małych naprężeniach wykazują duże prędkości odkształcenia, zwłaszcza gdy towarzyszy temu podwyższona temperatura<sup>22</sup>.

## Lepkość

<sup>21</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

<sup>22</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009



Lepkość jest miarą tarcia wewnętrznego cząstek materiału. Zależy ona od temperatury, ciśnienia i rodzaju materiału. Charakterystyczne jest tzw. płynięcie, czyli natychmiastowe odkształcenie materiału pod wpływem działania nawet bardzo małego naprężenia stycznego.

### **Relaksacja**

Relaksacja jest to spadek naprężeń w materiale poddawany stałemu odkształceniu.

### **Ciągliwość**

Ciągliwość jest to zdolność materiału do osiągnięcia znacznych odkształceń plastycznych pod wpływem sił rozciągających – bez jego zniszczenia.

### **Kruchość**

Kruchość to zjawisko nagłego zniszczenia materiału pod wpływem działania sił, – bez wyraźnych oznak odkształceń poprzedzających zwykłe zniszczenie; określa się je wzorem:

$$k = \frac{R_r}{R_c}$$

gdzie:

$R_r$  – wytrzymałość na rozciąganie [MPa],

$R_c$  – wytrzymałość na ściskanie [MPa].

Krucze są np. szkło, żeliwo, ceramika, a także większość materiałów kamiennych. Materiały kruche po przekroczeniu pewnej wartości naprężenia ulegają zniszczeniu, nie wykazując żadnych odkształceń plastycznych. Charakteryzują się dużymi różnicami wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie, np. wytrzymałość na rozciąganie materiałów kamiennych wynosi 1/40 – 1/60 wytrzymałości na ściskanie<sup>23</sup>.

### **Twardość**

Twardość jest właściwością materiału charakteryzującą jego odporność na odkształcenia pod wpływem nacisku sił skupionych na jego powierzchnię. Nie ma prostej zależności między wytrzymałością a twardością. Materiały o różnych wytrzymałościach mogą mieć mniej więcej jednakową twardość.

### **Ścieralność**

Ścieralność jest to podatność materiału na zmniejszenia objętości lub masy pod wpływem działania sił ścierających. Ścieralność zależy od budowy materiału, jego twardości i elastyczności. Miarą ścieralności jest pomiar strat na wysokości lub ubytku masy próbki w wyniku ścierania.

Badaniu temu poddaje się materiały, które w warunkach eksploatacji w konstrukcjach budowlanych podlegają ścieraniu. Obejmuje ono: materiały na podłogi, stopnie schodowe, nawierzchnie drogowe i lotniskowe oraz okładziny zbiorników na materiały sypkie.

---

<sup>23</sup> Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009

## Odporność na uderzenia

Odporność na uderzenie jest to zdolność przeciwstawienia się nagłym siłom uderzeniowym. Określa się ją energią potrzebną do stłuczenia lub przełamania badanych próbek materiału. Właściwość ta jest ważna dla: materiałów posadzkowych, okładzin, nawierzchni drogowych i chodnikowych. Zależy ona głównie od struktury krystalicznej materiału.

### Tiksotropia

Przez to pojęcie rozumie się rozpad struktury szkieletowej żeluz pod wpływem czynników mechanicznych (wstrząsania lub mieszania) i ponowne jej odtworzenie w stanie spoczynku, a więc upłynnienie struktury pod wpływem sił ścinających, a następnie jej odbudowanie<sup>24</sup>.

## 1.3 Literatura

### 1.3.1 Literatura obowiązkowa

- Małasiewicz A., Budownictwo ogólne – materiały i wyroby budowlane, t. 1, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2005;
- Martinek W., Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Technologia, WSIP, Warszawa 2010;
- Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009;
- Stefańczyk B., Budownictwo ogólne, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2005.

### 1.3.2 Netografia

- <http://www.tb.resman.pl/bud/technikum/04.pdf>;
- [http://trucinska.zut.edu.pl/fileadmin/Zaczyny\\_i\\_zaprawy\\_budowlane.pdf](http://trucinska.zut.edu.pl/fileadmin/Zaczyny_i_zaprawy_budowlane.pdf).

## 1.4 Spis tabel i rysunków

Rysunek 1.1 Betony lekkie.....	10
Rysunek 1.2 Lepiszczaz bitumiczne .....	11
Rysunek 1.3 Profile stalowe walcowane na gorąco .....	12
Rysunek 1.4 Profile kształtowników gięte na zimno .....	12
Tabela 1.1 Właściwości mechaniczne prętów do zbrojenia betonu .....	13
Rysunek 1.5 Pręty stalowe do zbrojenia betonu.....	14
Rysunek 1.6 Gwoździe budowlane .....	15

## 1.5 Spis treści

1 Materiały budowlane i ich zastosowanie.....	2
---	---

<sup>24</sup> Stefańczyk B., Budownictwo ogólne, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2005



1.1	Rozróżnianie i analiza materiałów budowlanych .....	2
1.1.1	Wstęp .....	2
1.1.2	Naturalne materiały kamienne .....	3
1.1.3	Ceramika budowlana .....	3
1.1.4	Mineralne spoiwa budowlane .....	5
1.1.5	Zaczyny i zaprawy budowlane .....	5
1.1.6	Beton zwykły, wysokowartościowy i specjalny .....	7
1.1.7	Betony lekkie .....	8
1.1.8	Lepiszczą bitumiczne i ich wyroby .....	11
1.1.9	Metale i wyroby z metali .....	11
1.1.10	Materiały i wyroby instalacyjne oraz termoizolacyjne .....	15
1.2	Właściwości i zastosowanie materiałów budowlanych .....	17
1.2.1	Właściwości fizyczne materiałów budowlanych .....	17
1.2.2	Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych .....	22
1.3	Literatura .....	26
1.3.1	Literatura obowiązkowa .....	26
1.3.2	Netografia .....	26
1.4	Spis tabel i rysunków .....	26