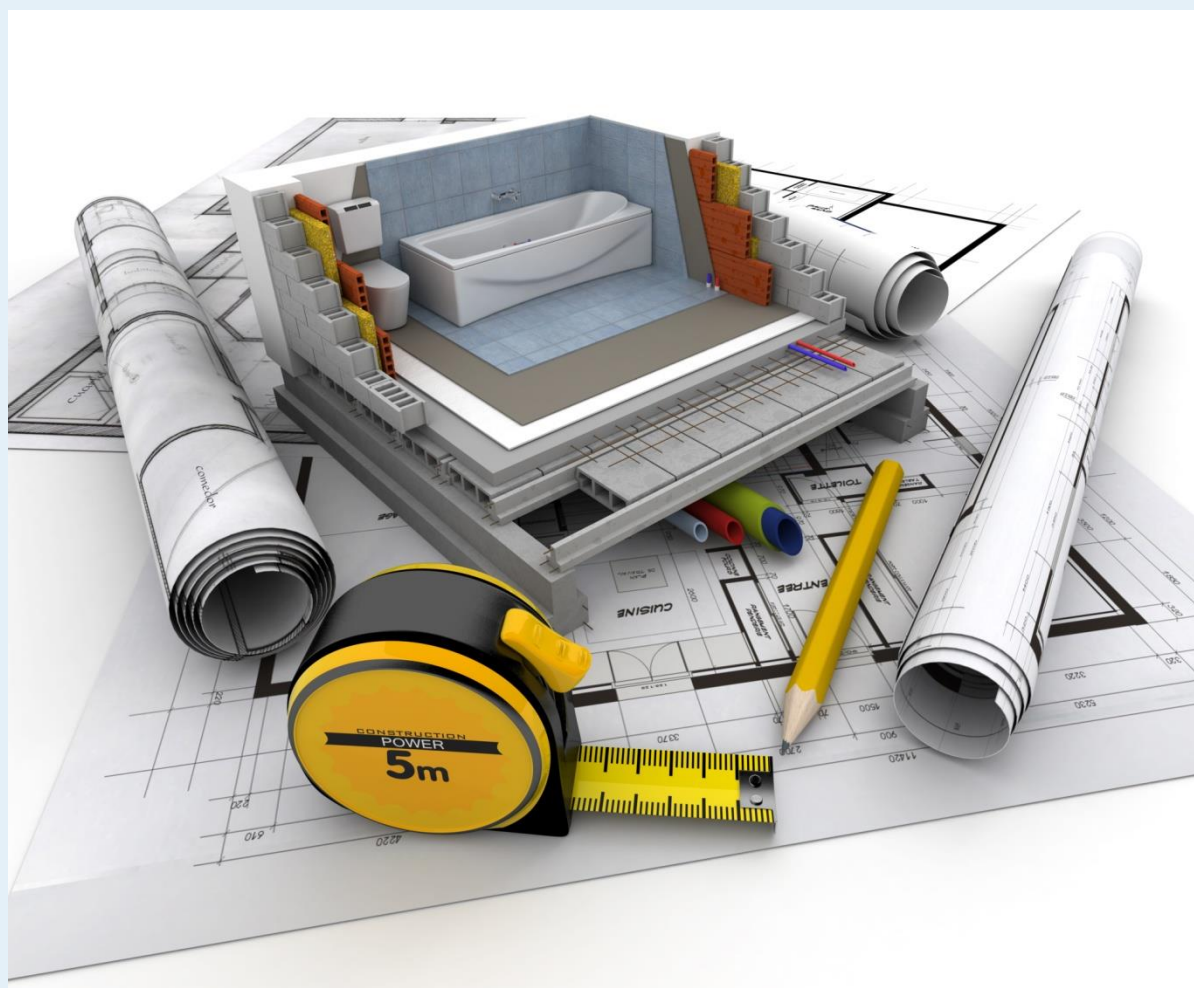




Źródło: www.fotolia.com

KURS

MSiUS

MODUŁ

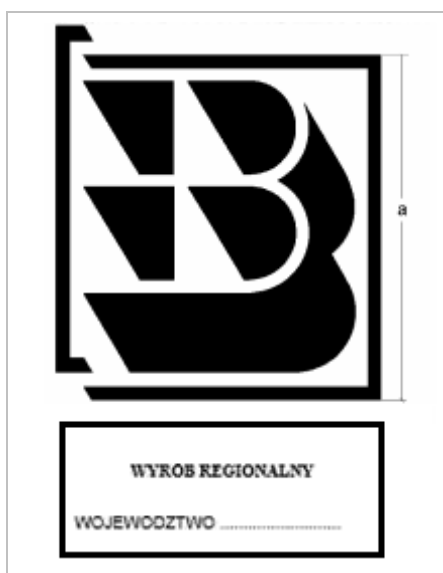
Materiały budowlane i ich zastosowanie

1 Materiały budowlane i ich zastosowanie

1.1 Wymagania stawiane materiałom budowlanym

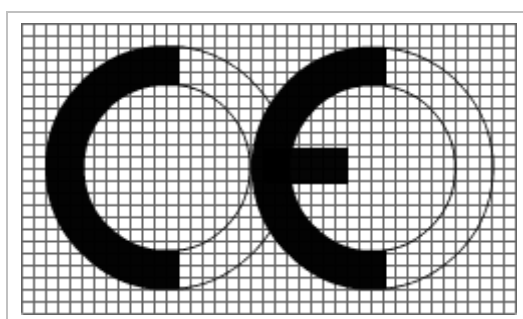
1.1.1 Przepisy dotyczące wyrobów budowlanych

Na mocy ustawy o wyrobach budowlanych i rozporządzeń Ministra Infrastruktury w Polsce wolno stosować wyłącznie takie wyroby budowlane, które mają certyfikat zgodności lub deklarację zgodności cech technicznych z odpowiednią normą albo aprobatą techniczną. Uznaje się, że wyrób mający cechy techniczne zgodne z opisem w normie lub aprobacie technicznej będzie przydatny do celów budowlanych niezależnie od tego, kto go wyprodukuje.



Rysunek 1.1 Znak budowlany

Źródło: załączniki do Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (poz. 881), Zał. nr 1



Rysunek 1.2 Znak CE

Źródło: załączniki do Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (poz. 881), Zał. nr 1

Aby dowiedzieć się więcej na temat wymagań stawianych materiałom budowlanym, przejdź do prezentacji.

1.2 Właściwości materiałów budowlanych

1.2.1 Właściwości fizyczne i fizykochemiczne materiałów budowlanych

Gęstość ρ (czytaj: ro) jest to stosunek masy wysuszonej próbki materiału m do jego objętości V_m bez uwzględniania wolnych przestrzeni (tzw. porów):

$$\rho = \frac{m}{V_m} \text{ [kg/m}^3\text{]}.$$

Gęstość pozorna (objętościowa) ρ_p jest ilorazem masy m wysuszonej próbki materiału do jego objętości V obliczonej z uwzględnieniem porów:

$$\rho_p = \frac{m}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]}.$$

Szczelność S to iloraz gęstości pozornej ρ_p danego materiału do jego gęstości ρ :

$$S = \frac{\rho_p}{\rho}.$$

Porowatość p jest właściwością materiału związaną z jego szczelnością S . Charakteryzuje strukturę materiału, gdyż wyraża zawartość wolnych przestrzeni w jego wnętrzu. Oblicza się ją za pomocą wzoru:

$$p = (1 - S)100\%.$$

Nasiąkliwość n jest to zdolność pochłaniania wody przez materiał. Ma często decydujący wpływ na wybór materiału. Jej wartość zależy od szczelności materiału, rodzaju i wielkości porów. Wyróżnia się nasiąkliwość¹:

- **wagową** – wyrażony w procentach stosunek masy wody, którą jest zdolny wchłonąć badany materiał, do masy tego materiału w stanie suchym:

$$n_w = \frac{m_w - m}{m} 100\%.$$

- **objętościową** – wyrażony w procentach stosunek masy wody wchłoniętej przez materiał do jego objętości w stanie suchym:

$$n_o = \frac{m_w - m}{V} 100\%.$$

W obu powyższych wzorach:

- n_w – nasiąkliwość wagowa materiału [%];
- n_o – nasiąkliwość objętościowa materiału [%];
- m_w – masa próbki nasyconej wodą [kg];
- m – masa próbki całkowicie wysuszonej [kg];
- V – objętość próbki [m³].

¹ Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 76

Wilgotność w jest to procentowa zawartość wody w materiale:

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

gdzie:

- m_w – masa materiału wilgotnego [kg];
- m_s – masa materiału wysuszonego do stałej wagi [kg].

Prześlakliwość jest to podatność materiału na przepuszczanie wody pod ciśnieniem (np. w ścianach zbiorników wody, w ścianach budowli posadowionych poniżej poziomu wód gruntowych). Stopień prześlakliwości mierzy się ilością wody przechodzącej przez 1 cm² powierzchni próbki w czasie 1 godziny w warunkach stałego ciśnienia. Prześlakliwość jest tym mniejsza, im mniej porowaty jest materiał.

Pęcznienie i kurczliwość to cechy, które zależą od wilgotności materiału, istotne podczas montażu obiektów budowlanych. Wraz ze wzrostem wilgotności wiele materiałów pęcznieje, a wysychając – kurczy się.

Higroskopijność to zdolność do pochłaniania pary wodnej z powietrza, która ogranicza możliwość stosowania materiału.

Kapilarność (włoskowatość) to zdolność materiału do podciągania wody przez kanaliki o bardzo małym przekroju poprzecznym. Materiały budowlane powinny mieć małą kapilarność.

Paroprzepuszczalność jest zdolnością materiału do przepuszczania pary wodnej. Stosowanie materiałów paroprzepuszczalnych zapewnia lepszy klimat w pomieszczeniach.

Mrozoodporność jest to właściwość materiału, która objawia się brakiem oznak zniszczenia lub znacznego zmniejszenia wytrzymałości pod wpływem wielokrotnie powtarzającego się zamrażania i rozmrażania. Mrozoodporność ma duże znaczenie w doborze materiałów stosowanych na zewnątrz budowli.

Rozszerzalność cieplna (liniowa lub objętościowa) jest to zdolność materiału do zmiany wymiarów pod wpływem zmian temperatury.

Przewodność cieplna jest to zdolność do przewodzenia ciepła przez materiał, którego przeciwległe powierzchnie mają różną temperaturę, np. ściana budynku w zimie. Miarą tej właściwości jest współczynnik przewodzenia ciepła λ . Jest to ilość ciepła przepływająca przez warstwę jednolitego materiału o powierzchni 1 m² w ciągu 1 godziny, gdy różnica temperatury po obu stronach tej warstwy wynosi 1 kelwin na każdy metr jej grubości. Wielkość tę wyraża się w watach na metr i kelwin, co zapisuje się w skrócie jako W/(m · K)².

Isolacyjność cieplną przegród budowlanych, tzn. zdolność do opierania się przewodzeniu ciepła, określa się wartością współczynnika przenikania ciepła U_k wyrażaną w watach na metr kwadratowy i kelwin – w skrócie W/(m · K). Jest to ilość ciepła przenikającego przez 1 m² elementu budowlanego o grubości s w czasie 1 godziny, gdy różnica temperatury między powierzchnią tego elementu i otaczającym

² Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 77

powietrzem jest równa 1 kelwinowi. Przegroda ma tym lepszą izolacyjność cieplną, im wartość jej współczynnika U_k jest mniejsza.

Odporność na korozję to czas, w jakim materiał zachowuje odporność na działanie czynników atmosferycznych, biologicznych, elektrochemicznych.

Palność wyrobów budowlanych jest to ich zdolność do zapalania się i palenia. Wyroby budowlane mogą być: niepalne, niezapalne, trudno zapalne lub łatwo zapalne.

Odporność ogniowa to właściwość dotycząca elementów budynków (ścian, stropów itd.), a nie poszczególnych materiałów. Odporność ogniową określa się, biorąc pod uwagę trzy kryteria: nośność (lub ugięcie), izolacyjność pożarową i szczelność pożarową. Uzyskanie odporności ogniowej polega na zapewnieniu odpowiedniej izolacji zapobiegającej nadmiernemu nagrzanemu konstrukcji, np. odpowiednio grubej otuliny zbrojenia w konstrukcjach żelbetowych³.

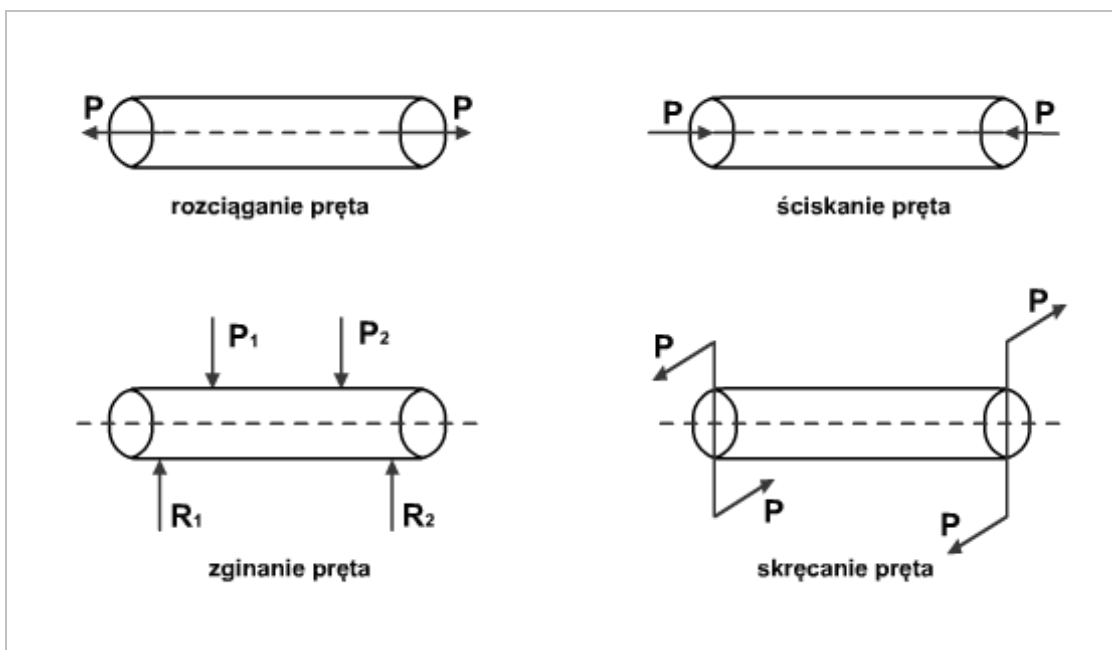
1.2.2 Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych

Wytrzymałość na ściskanie jest to maksymalny opór, jaki materiał stawia siłom ściskającym, przeciwstawiając się zniszczeniu (zgnieceniu lub sprasowaniu). Wytrzymałość wyraża się wartością naprężenia, jakie powstaje w strukturze materiału w momencie jego zniszczenia. Wytrzymałość na ściskanie oblicza się, dzieląc maksymalne obciążenie przenoszone przez próbkę materiału poddawaną próbom ściskania przez pierwotne pole przekroju poprzecznego tej próbki.

Wytrzymałość na rozciąganie jest to maksymalny opór, jaki stawia materiał siłom rozciągającym, dążącym do jego rozerwania.

Wytrzymałość na zginanie jest to maksymalny opór, jaki stawia materiał siłom zewnętrznym powodującym jego zginanie, aż do momentu złamania badanego elementu. W przekrojach elementów zginanych powstają naprężenia ściskające, rozciągające i styczne.

³ Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 78



Rysunek 1.3 Działania obciążeń

Źródło: <http://student.uci.agh.edu.pl/~wytrzm/2-1/2-1.htm>

Sprężystość to zdolność do powrotu do poprzednich wymiarów po usunięciu obciążenia odkształcającego.

Plastyczność to zdolność do zachowania odkształcenia mimo usunięcia obciążenia odkształcającego.

Ciągliwość to zdolność do zmiany przekroju bez zniszczenia materiału (przeciwnieństwem jest kruchość).

Twardość to odporność materiału na odkształcenia trwałe, wywołane wciskaniem w powierzchnię innego materiału o większej twardości.

Ścieralność to odporność na ścieranie zależna od struktury, twardości i elastyczności materiału.

Udarność to odporność na uderzenia powodujące stłuczenie lub przełamanie próbki⁴.

1.2.3 Właściwości chemiczne i biologiczne

Właściwości chemiczne 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 korozji⁵.

⁴ Tamże, s. 79

⁵ Gąsiorowska D., Klasyfikowanie materiałów budowlanych i gruntów 311[04].01.04, Instytut Technologii Eksploatacji Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005, s. 14

Właściwości biologiczne dotyczą głównie korozji biologicznej. Najmniej odporne na jej działanie jest drewno i materiały drewnopochodne. Korozja biologiczna materiału zachodzi w materiałach pochodzenia organicznego pod wpływem działania mikroorganizmów (takich jak: grzyby, pleśnie, bakterie) albo owadów. Korozji biologicznej drewna można zapobiegać, powlekając lub nasycając je różnego rodzaju środkami ochronnymi, tzw. impregnatami, albo stosując powłoki ochronne (farby, lakiery)⁶.

1.3 Klasyfikacja i zastosowanie materiałów budowlanych

Rozróżniamy wiele możliwości klasyfikacji materiałów budowlanych, oto kilka z nich:

1.3.1 Podział w zależności od sposobu otrzymywania:

- pochodzenia naturalnego (np. kamień, piasek, glina, drewno, trzcina);
- przetworzone (np. cement, cegły, wapno, beton, szkło, metale, tworzywa sztuczne).

1.3.2 Podział w zależności od budowy fizycznej materiałów, czyli rodzaju tworzywa (surowca), jaki wykorzystano do ich produkcji:

- naturalne materiały kamienne – wyroby ze skał i produkty otrzymywane z ich przerobu, jak np. kamień łamany, kruszywo, wełna mineralna;
- ceramikę budowlaną – np. cegły, pustaki, dachówki, kafle, umywalki, miski ustępowe;
- mineralne spoiwa budowlane – cement, gips, wapno;
- zaczyny i zaprawy budowlane – wapienne, cementowe, gipsowe, gliniane i mieszane;
- betony – zwykły, wysokowartościowy i beton specjalny;
- wyroby z zaczynów, zapraw i betonów – gipsowe, wapienno-piaskowe (silikatowe), cementowe;
- betony lekkie – kruszywowe, z wypełniaczami organicznymi, komórkowe autoklawizowane, pianobeton;
- szkło budowlane – np. szyby okienne, kształtki szklane (luksfery), szkło piankowe, wata szklana;
- drewno i materiały drewnopochodne – np. deski, bale, klepki podłogowe (parkiet), panele podłogowe, sklejka, płyty wiórowe, płyty spłśnione, okna, drzwi;
- tworzywa sztuczne i malarskie materiały budowlane – np. materiały do izolacji (m.in. styropian, folie), wykładziny podłogowe, tapety, kleje, farby;

⁶ Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 80

- lepiszcza bitumiczne i wyroby z nich – asfalt, smoła, papa, lepik;
- metale i wyroby z metali – wyroby stalowe, żeliwne, aluminiowe, miedziane, cynkowe – np. stal zbrojeniowa (do żelbetu), kształtowniki, rury, blachy, zawory hydrauliczne, wanny, grzejniki, okucia budowlane (m.in. klamki, zawiasy, zamki);
- materiały i wyroby instalacyjne oraz termoizolacyjne – rury (np. metalowe, betonowe lub z tworzyw sztucznych), otuliny (np. poliuretanowe, korkowe).

Klasyfikacja ze względu na przeznaczenie oraz funkcje, jakie pełnią w obiekcie budowlanym:

- materiały konstrukcyjne – przystosowane do przenoszenia obciążeń działających na obiekt budowlany, np. cegła, beton, żelbet (beton zbrojony), stal (m.in. pręty zbrojeniowe i kształtowniki), aluminium, drewno, tworzywa sztuczne;
- materiały izolacyjne:
 - do izolacji cieplochronnej (styropian, wełna mineralna, szkło piankowe, gazobeton);
 - do izolacji akustycznej – przeciwdźwiękowej (np. płyty korkowe, paździerzowe i styropianowe, wata szklana, wełna mineralna);
 - do izolacji przeciwwilgociowej i przeciwwodnej (np. papy, lepiki, smoły, folie z tworzyw sztucznych);
- materiały instalacyjne – np. rury i kształtki (stalowe, miedziane i z tworzyw sztucznych), przewody i oprawy elektryczne, armatura instalacji wodno-kanalizacyjnej (m.in. zawory hydrauliczne, krany, hydranty pożarowe, odpowietrzniki), centralnego ogrzewania (m.in. grzejniki, termostaty, zawory) i wentylacyjnej (m.in. kratki, dyfuzory, przepustnice, zawory);
- materiały wykończeniowe – do wykończenia ścian, podłóg i innych elementów, np. farby, lakiery, tapety, okładziny, deszczułki posadzkowe, panele podłogowe, ścienne i okucia budowlane.

W zależności od zastosowania w budynku:

- ścienne;
- stropowe;
- podłogowe;
- wykończeniowe;
- dachowe;
- pokryciowe;
- kominowe;
- dźwiękochłonne;
- do instalacji wodnych, gazowych, kanalizacyjnych itd.

Ze względu na pochodzenie⁷:

- nieorganiczne pochodzenia mineralnego, m.in. kamień budowlany, kruszywa (np. żwir, piasek), szkło, spoiwa mineralne (np. cement), ceramiczne wyroby murowe, a także metale (np. żelazo, miedź) i ich stopy (stal, brązy);
- materiały organiczne, mogą być pochodzenia naturalnego (drewno, asfalt naturalny) lub syntetycznego, czyli przetworzonego przez człowieka (np. tworzywa sztuczne);
- mineralno-organiczne, które powstają w wyniku połączenia lub zmieszania materiałów pochodzenia mineralnego i organicznego, np. papa dachowa (asfalt, posypka z mączki kamiennej, folia z tworzywa sztucznego jako osnowa).

1.4 Wyroby budowlane

1.4.1 Naturalne materiały kamienne

Grupy skał	Skały magmowe		Skały osadowe			Skały metamorficzne
	głębinowe	wylewne	okruchowe	organiczne	chemiczne	
Przykłady skał	granity sienity dioryty gabro	porfiry andezyty diabazy bazalty melafiry	piaskowce okruchowce zlepieńce gliny i iły żwiry piaski	wapienie dolomity	trawertyny gips alabastry	marmury kwarcyty gnejsy łupki metamorficzne

Rysunek 1.4 Klasyfikacja skał stosowanych w budownictwie

Źródło: wg PN-B-01080:1984

Skały (kamienie naturalne) służą do wyrobu:

- płyt surowych lub bloków;
- elementów murowych;
- kamienia polnego, łamanego, łupanego, łupanego zgrubnie obrobionego, wymiarowego, ciosów, bloczków murowych;
- płyt cokołowych;
- płyt posadzkowych;
- podokienników;
- elementów schodów;
- wyrobów włóknistych przeznaczonych na izolacje.

⁷ Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Materiały, WSiP, Warszawa 2010, s. 10

1.4.2 Kruszywa budowlane

Kruszywa to ziarniste materiały budowlane pochodzenia mineralnego (naturalne albo sztuczne, tj. otrzymywane w wyniku procesów przemysłowych), używane do produkcji zapraw budowlanych i betonów oraz w budownictwie drogowym.

Kruszywa naturalnie występujące w przyrodzie:

- piasek – ziarna do 2 mm;
- żwir – 2–63 mm;
- otoczaki – 63–250 mm;
- pospółka (mieszanka piasku i żwiru).

Kruszywo łamane

Czyli mechanicznie rozdrobnione skały. Rozróżnia się:

- kruszywo łamane zwykłe (o nieforemnych ziarnach): miał (ziarna do 4 mm), kliniec (4–31,5 mm), tłuczeń (31,5–63 mm), kamień łamany (63–250 mm);
- kruszywo łamane granulowane (o foremnych ziarnach ze stępionymi krawędziami): piasek granulowany (0–2 mm) i grys (2–31,5 mm).

Kruszywa lekkie

Czyli materiał ziarnisty z surowców mineralnych lub pochodzenia organicznego (np. torfu, wełny drzewnej, trocin) poddany obróbce termicznej lub mechanicznej:

- keramzyt – otrzymywany z ilów lub glin pęczniejących wypalanych w temperaturze ok. 1200°C;
- popiołoporyt – otrzymywany w wyniku wypalania popiołów lotnych i rozkruszania spieku;
- łupkoporyt – powstający w czasie spiekania łupków przywęglowych w temperaturze 1150°C;
- żużel paleniskowy i elporyt – produkty uboczne spalania węgla kamiennego w piecach rusztowych;
- żużel granulowany – zawierający krzemiany i glinokrzemiany z domieszkami związków magnezu, żelaza i siarki; otrzymywany w wyniku szybkiego studzenia żużla płynnego;
- pumeks hutniczy – otrzymywany z żużla płynnego szybko ostudzonego wodą;
- granulki styropianowe, trociny – do produkcji betonu izolacyjnego. Kruszywo z recyklingu otrzymuje się z materiałów budowlanych uprzednio zastosowanych w budownictwie (np. z betonu).

Kruszywo budowlane musi mieć odpowiednio dobrany skład, ponieważ wpływa to na wytrzymałość, mrozoodporność i urabialność mieszanki betonowej i zaprawy.

Uziarnienie [mm]	Zastosowanie
Piaski 0-2; 0-4.	• produkcja mieszanek betonowych i prefabrykatów oraz zapraw budowlanych; • budownictwo ogólne, drogowe i hydrotechniczne;
Żwiry: 2-4; 2-8; 8-16; 16-31,5; 2-16; 4-16; 16-32; 31,5-63. Mieszanka: 0-8; 0-16; 0-31,5; 0-63.	• produkcja mieszanek betonowych i prefabrykatów; • budownictwo ogólne, drogowe i hydrotechniczne;

Rysunek 1.5 Zastosowanie kruszyw w zależności od uziarnienia

Źródło: wg PN-EN 12620:2004

1.4.3 Spoiwa budowlane

Mineralne spoiwa budowlane

Spoiwo mineralne jest to wypalony i sproszkowany materiał mineralny, który po wymieszaniu z wodą wiąże i twardnieje w wyniku reakcji chemicznych, uzyskując cechy ciała stałego. Spoiwa można podzielić na:

- **hydrauliczne** (np. cement hutniczy i portlandzki, wapno hydrauliczne), które po zarobieniu wodą wiążą i twardnieją zarówno na powietrzu, jak i pod wodą;
- **powietrzne**, które po zarobieniu wodą twardnieją wyłącznie na powietrzu. Rozróżnia się np. wapno powietrzne, spoiwa gipsowe, spoiwa magnezytowe.

Wapienne spoiwa powietrzne

Nazywane też wapnem powietrznym, to grupa spoiw powietrznych składających się głównie z tlenku wapnia CaO lub wodorotlenku wapnia Ca(OH)_2 . Zgodnie z PN-EN 459-1:2003 rozróżnia się trzy rodzaje wapna powietrznego:

- wapno wapniowe (CL – wapno palone, wapno hydratyzowane);
- wapno dolomitowe (DL – wapno dolomitowe półhydratyzowane, wapno dolomitowe całkowicie zhydratyzowane);
- wapno pokarbidowe – hydratyzowane wapno wapniowe powstające jako produkt uboczny podczas produkcji acetyleny z karbidu. Stosowane wyłącznie do murowania (ze względu na małą przyczepność do tynku).

Spoiwa gipsowe

Otrzymuje się je z kamienia gipsowego ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) wyprażonego w specjalnych piecach w temperaturze ok. 200°C , a potem zmielonego. W prażonym materiale zachodzi reakcja chemiczna: $2(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \xrightarrow{\text{temp}} 2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} \uparrow$.

Gips jest spoiwem powietrznym. Zgodnie z PN-EN 13279-1:2007 produkuje się:

- gips do bezpośredniego stosowania na budowie;
- gipsy specjalne (szpachlowe, tynkarskie, autoklawizowane i kleje gipsowe).

Wiązanie gipsu budowlanego rozpoczyna się po upływie 3–6 minut i kończy po 30 minutach. Z gipsu wykonuje się zaczyny, zaprawy, wyroby ozdobne, płyty do budowy ścianek działowych, rzeźb (alabaster). Gipsu nie można stosować w wyrobach mających kontakt ze stałą, ponieważ powoduje jej korozję, ani w miejscach, gdzie może wystąpić zawilgocenie.

Spoiwa magnezytowe

Składają się z chlorku magnezu $MgCl_2$ oraz tlenku magnezu MgO . Chlorek magnezu jest dostarczany w postaci stałej lub roztworu wodnego. Czas wiązania zaczynu magnezytowego powinien rozpocząć się najwcześniej po 30 minutach i zakończyć najpóźniej po 5 godzinach.

Wapienne spoiwa hydrauliczne (wapno hydrauliczne) to:

- wapno hydrauliczne naturalne (NHL) – wytwarzane metodą wypalania bardziej lub mniej ilastego lub krzemionkowego kamienia wapiennego (wapieni marglistych lub margli), a następnie zgaszone ograniczoną ilością wody, sproszkowane podczas tego gaszenia i oferowane w handlu jako mielone lub niemielone;
- wapno hydrauliczne (HL) – składające się z wodorotlenku wapnia, krzemianów wapnia i glinianów wapnia, np. wapno hydrauliczne z dodatkami (sztuczne wapno hydrauliczne) – czyli wapno hydrauliczne naturalne z dodatkiem do 20% materiałów hydraulicznych lub pucolanowych.

Cement portlandzki jest spoiwem hydraulicznym otrzymywanym dzięki zmieleniu klinkieru cementowego z dodatkiem gipsu. Cement wchodzi z wodą w reakcję egzotermiczną (towarzyszy jej wydzielanie się ciepła). Ciepło hydratacji ma wpływ na powstawanie naprężeń termicznych, które mogą powodować powstawanie spękań zmniejszających wytrzymałość betonu.

Rozróżnia się 6 klas cementu: 32,5N, 32,5R, 42,5N, 42,5R, 52,5N i 52,5R. Wartość liczbowa danej klasy cementu oznacza minimalną normową wytrzymałość w MPa po 28 dniach twardnienia. Litera „R” oznacza, że cement ma wysoką wytrzymałość wczesną, tzn. szybko osiąga nominalną wytrzymałość. Literą „N” oznacza się cement normalnie wiążący.

Czas wiązania cementu zależy od jego klasy i zwykle rozpoczyna się po 1 godzinie, a kończy – po około 12 godzinach. Wysoka temperatura przyspiesza wiązanie, a niska – spowalnia je. Cement ulega korozji chemicznej pod działaniem kwasów, chlorków i siarczków.

Podział cementów portlandzkich:

- **cementy powszechnego użytku** to spoiwa otrzymywane w wyniku zmielenia klinkieru cementowego z kamieniem gipsowym (w ilości do 5%) i dodatkowymi składnikami hydraulicznymi (żużel wielkopiecowy, pył kamionkowy, pucolany, popiół lotny, wapienie oraz łupek palony), których ilości są różne i wynoszą 6–20% i 81–95%. Cementy te dzieli się na pięć rodzajów:
 - CEM I – cement portlandzki,
 - CEM II – cement mieszany,

- CEM III – cement hutniczy,
- CEM IV – cement pucolanowy (do 2009 r. nieprodukowany w Polsce),
- CEM V – cement wieloskładnikowy.

Cementy portlandzkie powszechnego użytku różnią się między sobą:

- cechami wytrzymałościowymi na ściskanie – oznacza się je za pomocą symboli cyfrowych, tzw. klas, które liczbowo odpowiadają minimalnym wymaganiom dotyczącym wytrzymałości zaprawy normowej na ściskanie, wyrażonej w MPa po 28 dniach wiązania i twardnienia,
- szybkością przyrostu wytrzymałości zaprawy normowej na ściskanie (istnieją cementy N – normalnie twardniejące lub R – szybko twardniejące);
- **cement murarski** (wg PN-EN 413-1:2005 oznaczany symbolem MC) to spoiwo uzyskiwane z klinkieru cementowego zmielonego razem z kamieniem gipsowym oraz dodatkami pucolanowymi (wiążącymi w czasie wiązania wolnego wapna) i kamieniem wapiennym;
- **cement portlandzki biały** produkuje się z białego klinkieru (o małej zawartości tlenku żelaza (III) Fe_2O_3 oraz innych tlenków barwiących) wypalanego z użyciem paliw bezpopiołowych (np. gazu ziemnego), a potem zmielonego z dodatkiem kamienia gipsowego (do 5%) oraz dodatkami wybielającymi. Wytwarza się też cement bez dodatków wybielających;
- **cementy specjalne** (PN-EN 19707:2003/Az 1:2006 oraz PN-EN 19707:2003) to spoiwa hydrauliczne spełniające specjalne wymagania dotyczące odporności na siarczany oraz zawartości alkaliów. Zgodnie z normami cement o wysokiej odporności na siarczany ma symbol HSR, a niskoalkaliczny – NA.

1.4.4 Lepiszczka

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

- glina – jest produktem wietrzenia skał zawierających skalenie (granitów, gnejsów), po wypaleniu w temperaturze powyżej $+900^{\circ}C$ traci wodę i spieka się, dając czerep o różnym zabarwieniu, zależnie od ilości i rodzaju domieszek;
- lepiszczka bitumiczne – 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, które są pozostałością po oddestylowaniu ciekłych frakcji ze smoły węglowej.

1.4.5 Zaczyny i zaprawy budowlane

Zaczyny budowlane

Zaczyn budowlany jest mieszanką spoiwa mineralnego z wodą lub innym roztworem. Rozróżniamy zaczyny:

- gipsowe;
- wapienne;
- wapienno-cementowe;
- gipsowo-wapienne;
- cementowe.

Zaprawy budowlane

Zaprawa budowlana jest mieszaniną spoiwa, drobnego kruszywa (o ziarnach wielkości maksimum 4 mm) i wody zarobowej.

Dozowanie składników

Kolejność dozowania tych składników zależy od rodzaju spoiwa. Dozowanie składników zapraw w wytwórniach jest wagowe, a na budowie – objętościowe (np. zaprawa wapienna o proporcji 1:3 zawiera 1 część wapna na 3 części piasku). Urabialność zaprawy reguluje się zawartością wapna i wody.

Zastosowanie zapraw budowlanych:

- do łączenia elementów budowlanych;
- do wypełniania spoin;
- do produkcji wyrobów budowlanych;
- do wykonywania tynków;
- do wyrównywania powierzchni oddziałujących na siebie elementów, co zmniejsza powstające naprężenia.

Rodzaje zapraw

Zaprawy murarskie produkowane fabrycznie stosuje się do budowy ścian i słupów murowanych. Zaprawa murarska jest mieszanką co najmniej jednego spoiwa mineralnego, kruszywa drobnego i wody. Zaprawy mogą być dostarczane jako:

- suche – których wszystkie składniki suche są wymieszane w wytwórni, a przed użyciem na budowie trzeba dodać je do wody i wymieszać;
- mokre – gotowe do bezpośredniego użycia.

Zaprawy murarskie ogólnego przeznaczenia wytwarzane na miejscu budowy są przeznaczone do łączenia mniejszych elementów, np. cegieł, pustaków, w większe elementy – mury. Warstwa zaprawy umożliwia równomierne przenoszenie naprężeń w murze. W zależności od składu zapraw rozróżnia się ich trzy rodzaje:

- cementową (C), która oprócz wody zawiera cement + piasek;
- cementowo-wapienną (CW), zawierającą oprócz wody, cement + wapno + piasek;
- wapienną (W), która oprócz wody zawiera wapno + piasek.

Zaprawy tynkarskie są produkowane fabrycznie jako mieszanki przeznaczone do zarabiania wodą. Zaprawy przeznaczone do wykonywania cienkich wypraw elewacyjnych dostarcza się także jako pasty zawierające spoiwa mineralne organiczne lub masę ze spoiwami przygotowanymi z polimerów lub roztworów żywic. Zaprawy tynkarskie powinny się charakteryzować dobrą przyczepnością do podłoża, elastycznością, ciepłochronnością, wodoszczelnością i mrozoodpornością. Produkuje się zaprawy:

- ogólnego przeznaczenia (o oznaczeniu GP);
- lekkie (LW) o gęstości pozornej do 1300 kg/m³;
- barwione (CR);
- jednowarstwowe zewnętrzne, czyli do stosowania na zewnątrz (OC);
- renowacyjne (R);
- izolujące cieplnie (T).

Zaprawy specjalne, czyli zaprawy o polepszonych właściwościach użytkowych, wśród których rozróżniamy:

- zaprawy szamotowe – używane do łączenia ceramicznych elementów palenisk; są wytwarzane ze zmielonego szamotu i 20–30% gliny ogniotrwałej;
- zaprawy krzemionkowe – stosowane do łączenia kształtek krzemionkowych narażonych na temperaturę 1200°C; zawiera zmielony kwarc, łupkę kwarcytową, piasek i 10–20% gliny ogniotrwałej;
- zaprawy ciepłochronne – stosowane do murowania ścian osłonowych lub ścian nośnych w budynkach o wysokości maksymalnej do dwóch kondygnacji; wyrabiane z cementów portlandzkich powszechnego użytku, wapna hydratyzowanego, popiołu lotnego, pyłu ze szlifowania płyt pilśniowych twardych, mączki gazobetonowej i glikocelu;
- zaprawy gipsowe – stosowane do produkcji wyrobów ściennych i do murowania ścian wznoszonych z elementów gipsowych oraz do tynkowania ścian w pomieszczeniach suchych; wykonuje się je z gipsu do bezpośredniego stosowania na budowie zmieszanego z wypełniaczem (np. piaskiem) i wodą;
- zaprawy do spoinowania płytek okładzinowych – stosowane do spoinowania płytek podłogowych i ściennych wewnętrznych i zewnętrznych wykonanych z ceramiki, kamienia i zapraw cementowych; ich spoiwem może być cement powszechnego użytku (zaprawa CG) lub żywica syntetyczna (zaprawa RG).

1.4.6 Betony

Beton jest to sztuczny kamień powstały z mieszanki betonowej twardniejącej w wyniku wiązania kruszywa za pomocą spoiwa albo lepiszcza.

Mieszanka betonowa to mieszanina:

- kruszywa frakcji drobnych (tzn. piasku) i grubych (np. żwiru) dobranych w odpowiednich proporcjach;
- spoiwa, czyli cementu;
- wody;
- dodatków mineralnych i domieszek chemicznych.

Domieszki chemiczne poprawiają właściwości mieszanek betonowych i stwardniałych betonów:

- domieszki napowietrzające pozwalają na uzyskanie większej mrozoodporności ze względu na tworzenie mikroporów;
- domieszki uszczelniające hamują zdolność podciągania kapilarnego betonu. Najczęściej używa się w tym celu bentonitu – osadowej skały ilastej, której główny składnik (minerał zwany montmorylonitem) ma duże zdolności pochłaniania wody;
- domieszki do iniekcji stosuje się do zaczynów cementowych używanych do napraw konstrukcji betonowych lub wzmacniania nośności gruntów;
- domieszki opóźniające wydłużają hydratację cementu, toteż stosuje się je do produkcji betonu w warunkach wysokiej temperatury lub gdy transport mieszanki betonowej trwa długo;
- domieszki przyspieszające zmniejszają czas przejścia z postaci plastycznej w stałą, dlatego stosuje się je do wykonywania napraw betonów lub w okresach niskiej temperatury (szkło wodne, inne preparaty sodowe) oraz podczas robót uszczelniających;
- domieszki przeciwmrozowe są stosowane w mieszankach betonowych wytwarzanych lub układanych w temperaturze poniżej 0°C;
- domieszki stabilizujące zwiększają przyczepność składników mieszanki, więc stosuje się je w betonach lekkich, natryskowych i jamistych;
- domieszki spęczniające uplastyczniają mieszanekę betonową, opóźniają jej wiązanie i powodują spęcznie. Stosuje się je do wykonywania elementów sprężonych i wypełniania szczelin w betonie;
- domieszki barwiące muszą być odporne na działanie zapraw wapiennych, cementowych i alkaliów.

Dodatki dodawane do mieszanki betonowej podczas jej produkcji pozwalają na zmianę właściwości betonu lub mogą być prawie obojętne. Krzemionkowe popioły lotne i pył krzemionkowy mogą:

- wiązać wolne wapno w zaczynie (krzemionka koloidalna);
- uodpornić beton na działanie wody (mielony granulowany żużel wielkopiecowy).

Rodzaje betonów

Klasyfikacja betonów ze względu na ich gęstość pozorną:

- ciężkie (o gęstości pozornej $> 2600 \text{ kg/m}^3$);
- zwykłe ($2000\text{--}2600 \text{ kg/m}^3$);
- lekkie ($800\text{--}2000 \text{ kg/m}^3$).

Podział betonów ze względu na pełnioną funkcję:

- betony konstrukcyjne – przeznaczone do wznoszenia budowli przenoszących obciążenia,
- betony specjalne – wodoszczelne, odporne na ścieranie, osłonowe, termicznie izolacyjne.

1.4.7 Ceramiczne materiały budowlane

Ceramiczne materiały budowlane (tzw. ceramikę budowlaną) wytwarza się z mieszanki odpowiednio uformowanej i wypalanej, zawierającej glinę, kaolin, kwarc, skalenie oraz tlenki metali. W temperaturze powyżej 700°C wypala się ceramikę o strukturze porowatej (tzn. o porowatości $5\text{--}20\%$), m.in.: cegły, pustaki, dachówki, rury drenarskie, płytki ściennie szklione. W temperaturze wypalania przekraczającej 1100°C powstają wyroby o strukturze zwartej (spieczonej, tzn. o porowatości mniejszej niż 5%), np. cegły i płytki klinkierowe, a w temperaturze 1300°C – wyroby kamionkowe. Większość wyrobów ceramicznych zawiera żelazo. Związki żelaza nadają ceramice czerwoną barwę.

Ze względu na cechy techniczne i strukturę wyrobów ceramicznych dzieli się je na trzy grupy:

- I – wyroby o strukturze porowatej i nasiąkliwości wagowej do 22% , czyli wyroby ceglarskie, wyroby szklone i wyroby ogniotrwałe;
- II – wyroby o zwartej strukturze i nasiąkliwości wagowej do 12% , czyli wyroby klinkierowe, kamionkowe i terakotowe;
- III – ceramika fajansowa.

1.4.8 Szkło

Szkło jest to przezroczysta bezpostaciowa substancja otrzymywana ze stopionych, a następnie ostudzonych składników.

Surowcem do produkcji tradycyjnego szkła jest piasek kwarcowy i dodatki: węglan sodu i węglan wapnia, topniki oraz pigmenty.

Wyroby ze szkła stosowane w budownictwie:

- szkło płaskie: zwykłe (szklenie okien i drzwi);

- hartowane (odporne na działania mechaniczne);
- ciągnione (antisol, pochłanianie promieniowanie podczerwone);
- refleksyjne (napylane przezroczystą powłoką metaliczną);
- walcowane wzorzyste;
- walcowane zbrojone (z wtopioną siatką, zabezpieczającą przed rozpryskiwaniem się kawałków potłuczonego szkła);
- emaliowane (okładziny);
- mozaika szklana (elewacje);
- klejone – szkło-folia-szkło;
- kształtki szklane (luksfery, pustaki ścienne).

1.4.9 Drewno i materiały drewnopochodne

Drewno jest to materiał otrzymywany ze ściętych drzew. W budownictwie stosuje się drewno z drzew iglastych i liściastych.

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 i innych.

1.4.10 Tworzywa sztuczne

Tworzywa sztuczne są to materiały zawierające jako podstawowy składnik substancje wielkocząsteczkowe (polimery) oraz dodatki w postaci wypełniaczy, plastifikatorów lub utrwalczy 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.

1.4.11 Wyroby metalowe

Metale żelazne

- **stal** – przetopiona surówka odtleniona. Zawiera do 2% węgla;
- **żeliwo** – przetopiona surówka z dodatkiem złomu. Zawiera 2–4% węgla i do 4% krzemu.

Zastosowanie metali żelaznych w budownictwie:

- pręty zbrojeniowe, siatki zbrojeniowe, szkielety zbrojeniowe, kształtowniki, liny, śruby, nity, elektrody, podkładki okrągłe, klinowe i sprężyste, nakrętki napinające, zaciski do lin, tuleje, pręty, walcówka, rury (przewodowe, instalacyjne, kielichowe, konstrukcyjne, wiertnicze itp.), taśmy i bednarka, blachy i inne.

Zastosowanie metali nieżelaznych w budownictwie:

- **aluminium** jest wykorzystywane do wykonywania elementów konstrukcyjnych (kształtowniki aluminiowe) okien, drzwi, ogrodów zimowych, świetlików, daszków oraz folii i powłok ochronnych;
- **cynk** jest stosowany do wyrobu blach cynkowych, wytwarzania powłok ochronnych (zabezpiecza stal przed korozją), produkcji farb cynkowych. Wchodzi w skład wielu stopów metali (mosiądzu, brązu);
- **miedź** – wytwarza się z niej blachy dachowe, rynny i rury spustowe, rury do instalacji wodnych;
- **mosiądz** jest stosowany do wyrobu okuć budowlanych, blach, rur, śrub, ozdób. Łatwo poddaje się obróbce plastycznej, dlatego wykorzystuje się go do wyrobu prętów, drutów, blach, rur;
- **brąz** jest stosowany do wyrobu elementów ozdobnych: krat, balustrad, poręczy, dzwonów;
- **spiż** stosuje się do wyrobu elementów dekoracyjnych;
- **nikiel** jest stosowany do powlekania innych metali w celu zwiększenia ich wytrzymałości i odporności na korozję.

1.5 Literatura

1.5.1 Literatura obowiązkowa

- Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009.

1.5.2 Literatura uzupełniająca

- Gąsiorowska D., Klasyfikowanie materiałów budowlanych i gruntów 311[04].01.04, Instytut Technologii Eksploatacji Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005;
- PN-B-01080:1984, Kamień dla budownictwa i drogownictwa;
- PN-EN-12620:2004, Kruszywa do betonu;
- Praca zbiorowa: Budownictwo ogólne, tom 1, Materiały i wyroby budowlane, Arkady, Warszawa 2005;
- Praca zbiorowa: Nowy Poradnik majstra budowlanego, Arkady, Warszawa 2003;
- Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo. Materiały, WSiP, Warszawa 2010;

- Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz. U. z 2002 r., nr 169, poz. 1386 z późniejszymi zmianami);
- Załączniki do ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (poz. 881), Załącznik nr 1 i Załącznik nr 2.

1.6 Spis rysunków

Rysunek 1.1 Znak budowlany.....	2
Rysunek 1.2 Znak CE	2
Rysunek 1.3 Działania obciążeń	6
Rysunek 1.4 Klasyfikacja skał stosowanych w budownictwie	9
Rysunek 1.5 Zastosowanie kruszyw w zależności od uziarnienia	11

1.7 Spis treści

1 Materiały budowlane i ich zastosowanie	2
1.1 Wymagania stawiane materiałom budowlanym.....	2
1.1.1 Przepisy dotyczące wyrobów budowlanych	2
1.2 Właściwości materiałów budowlanych	3
1.2.1 Właściwości fizyczne i fizykochemiczne materiałów budowlanych	3
1.2.2 Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych	5
1.2.3 Właściwości chemiczne i biologiczne.....	6
1.3 Klasyfikacja i zastosowanie materiałów budowlanych	7
1.3.1 Podział w zależności od sposobu otrzymywania:.....	7
1.3.2 Podział w zależności od budowy fizycznej materiałów, czyli rodzaju tworzywa (surowca), jaki wykorzystano do ich produkcji:	7
1.4 Wyroby budowlane	9
1.4.1 Naturalne materiały kamienne	9
1.4.2 Kruszywa budowlane	10
1.4.3 Spoiwa budowlane.....	11
1.4.4 Lepiszczka	13
1.4.5 Zaczyny i zaprawy budowlane	14
1.4.6 Betony	16
1.4.7 Ceramiczne materiały budowlane	17
1.4.8 Szkło	17
1.4.9 Drewno i materiały drewnopochodne	18
1.4.10 Tworzywa sztuczne.....	18
1.4.11 Wyroby metalowe.....	18
1.5 Literatura.....	19
1.5.1 Literatura obowiązkowa.....	19
1.5.2 Literatura uzupełniająca.....	19
1.6 Spis rysunków.....	20