

Źródło: <http://pl.fotolia.com/>

KURS

Zaprawy i mieszanki betonowe

MODUŁ

**Materiały do zapraw i mieszanek
betonowych. Wiadomości podstawowe**

Kurs: Zaprawy i mieszanki betonowe

1 Materiały do zapraw i mieszanek betonowych. Wiadomości podstawowe

Rozwój budownictwa, a co za tym idzie – ciągle rosnące zapotrzebowanie na materiały budowlane stawiają przed producentami owych materiałów coraz większe wymagania. W dzisiejszych czasach oprócz trwałości i dobrej jakości materiałów o ich wyborze decyduje kryterium ekonomiczne. Do budowy obiektów wybiera się dziś materiały, które odznaczają się dobrą trwałością i w miarę możliwości jak najniższą ceną przy jednoczesnym zachowaniu ich dobrej jakości. Często, aby obniżyć koszt zakupu materiałów budowlanych, wiele z nich produkuje się bądź wytwarza na terenie placu budowlanego. W nowoczesnym budownictwie o wyborze materiałów budowlanych decyduje jeszcze jedno kryterium, którym jest efekt wizualny. Dziś nie wystarczy już, aby zastosowany materiał był solidny i trwały, musi być jeszcze ozdobą budowli. W obecnych czasach dobór odpowiedniego materiału nie jest prosty. Musi on spełniać wszystkie powyższe kryteria i być jak najmniej obciążający dla środowiska.

1.1 Definicja i klasyfikacje materiałów budowlanych

Pod pojęciem **wyrobu budowlanego** należy rozumieć ruchomą rzecz, bez względu na stopień przetworzenia tej rzeczy, która jest przeznaczona do wprowadzenia do obrotu. Celem produkcji wyrobu budowlanego jest zastosowanie go w obiekcie budowlanym w sposób trwały. Wyrób taki może zostać wprowadzony do obrotu jako wyrób pojedynczy bądź też jako zestaw wyrobów, które, działając we wzajemnym połączeniu, stanowią wspólną całość użytkową oraz mają wpływ na realizację podstawowych wymagań określonych w ustawie Prawo budowlane.

Łatwiejszą do przyswojenia definicję wyrobu budowlanego przedstawia Dyrektywa Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych. Mówi ona, że **wyrób budowlany** jest to każdy wyrób, który został wyprodukowany po to, aby wbudować go na stałe w obiekt budowlany, który obejmuje budowle nadziemne oraz podziemne.

Istnieje wiele podziałów materiałów budowlanych. Główny ich podział obejmuje grupy materiałów oznaczonych symbolem CE oraz grupę oznaczoną symbolem B.

Do wyrobów oznaczonych symbolem CE zaliczamy wyroby¹:

- objęte normami zharmonizowanymi, których założenia musi spełniać wyrób;
- objęte Europejskimi Aprobatami Technicznymi stworzonymi przez Komisję Europejską.

Do wyrobów oznaczonych symbolem B zaliczamy wyroby:

- dla których nie ustanowiono polskich norm;

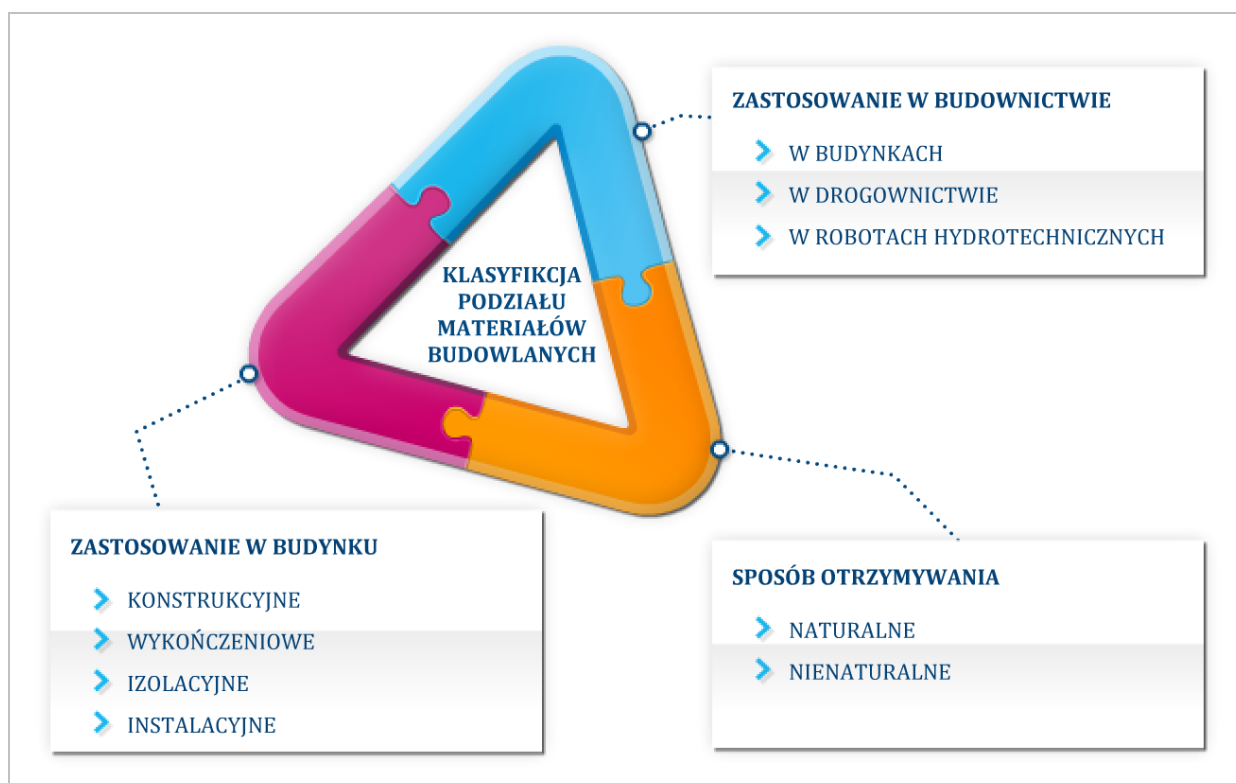
¹ <http://www.itb.pl/aprobaty/europejskie-aprobaty-techniczne-eta>.

- spełniające założenia polskich norm budowlanych;
- posiadające aprobatę techniczną.

Można wyróżnić trzy inne podziały, ze względu na:

1. Zastosowanie w budynku – w obrębie tej grupy można wyróżnić materiały:
 - konstrukcyjne: cegła ceramiczna, skały lite, stal, drewno, kamień, beton;
 - wykończeniowe, stosowane na podłogach, ścianach, sufitach;
 - izolacyjne, będące barierą ochronną dla wilgoci, mrozu, hałasu (papy, lepiki, styropian, wełnę mineralną, watę szklaną, płyty);
 - instalacyjne, np. rury, grzejniki, kształtki, różnego rodzaju zawory, kratki stosowane przy wentylacji.
2. Sposób otrzymywania – grupa ta zawiera podział na materiały pochodzenia naturalnego i nienaturalnego. Materiały otrzymywane w sposób naturalny to: piasek, glina, drewno, kamień. Materiały nienaturalne, czyli sztuczne, to wszystkie te, które zostały poddane obróbce, tj. przetworzeniu. Zaliczamy do nich: beton, stal, szkło i wszelkie inne tworzywa sztuczne.
3. Zastosowania w budownictwie – materiały stosowane w budynkach i budowlach, w robotach drogowych czy w robotach związanych z wodą (hydrotechnicznych).

Klasyfikacja materiałów budowlanych



Rysunek 1.1 Trzy podziały materiałów budowlanych

Źródło: opracowanie własne na podstawie Dyrektywy Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r.

Zaczyny są to mieszaniny spoiw z wodą. **Zaprawy budowlane** są to mieszaniny spoiw, drobnoziarnistych kruszyw, wody i innych dodatków. Woda, jako składnik zaczynów, zapraw i betonów, **umożliwia proces wiązania spoiwa i pozwala uzyskać odpowiednią konsystencję mieszanki**.

Beton – kompozyt powstały ze zmieszania spoiwa (cementu) i kruszywa oraz ewentualnych domieszek nadających pożądane cechy. Jest jednym z najbardziej powszechnych materiałów budowlanych we współczesnym budownictwie.

1.1.1 Charakterystyka składników zapraw murarskich i tynkarskich

Woda

Woda, aby mogła stanowić skład zapraw, musi spełnić szereg wymagań określonych w PN-88/B-32250. Pozyskiwać ją można z ogólnodostępnych akwenów, tj. rzek, jezior, stawów, oraz ze studni. Woda do picia może być stosowana jako składnik zapraw, woda mineralna natomiast już nie. Podstawowe wymagania dotyczące wody przedstawiono w tabeli poniżej²:

Barwa	taka sama jak wody wodociągowej
Zapach	brak zapachu gnilnego
Zawiesina	bez grudek i kłaczków oraz innych zanieczyszczeń
pH	≥ 4

Tabela 1.1 Podstawowe wymagania dotyczące wody do zapraw

Źródło: opracowanie własne na podstawie PN-88/B-32250

Oprócz podstawowych właściwości woda powinna odznaczać się również zawartością siarkowodoru, nie większą niż 20 mg/l. Zawartość siarczanów nie powinna przekraczać 600 mg/l. Cukrów powinno być nie więcej niż 500 mg/l, chlorków – nie więcej niż 400 mg/l. Twardość ogólna wody nie powinna być wyższa niż 10 mval/l, sucha pozostałość nie powinna przekraczać 1500 mg/l.

Piasek

Piasek stosowany jako składnik zapraw musi spełniać wymagania zawarte w PN-79/B-06711. Piasek dzieli się na dwie klasy petrograficzne:

- naturalny, który występuje w złożu naturalnie rozdrobniony;
- łamany, otrzymywany z rozdrobnienia skały litej.

² PN-88/B-32250, s. 1.

Rozróżnia się dwie odmiany piasku w zależności od składu ziarnowego – odmianę 1, z ziarnami do 2 mm, oraz odmianę 2, z ziarnami do 1 mm. Istnieją również dwa gatunki piasku – I i II.

Wymagania składu ziarnowego

Podział	Granice przesiewu [%]							Badanie wg
	Wymiary boku oczka kwadratowego sit kontrolnych [mm]							
	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	
Odmiana 1	0-8	0-20	0-40	20-80	50-100	90-100	100	PN-78/B-06714.15
Odmiana 2	0-5	0-25	0-50	20-95	95-100	100	-	

W przypadkach technicznie uzasadnionych dopuszcza się produkcję piasku o innym składzie ziarnowym.

Tabela 1.2 Odmiany piasku wg PN=79/B=06711

Źródło: Stefańczyk B. (red.), *Budownictwo ogólne, t. 1, Materiały i wyroby budowlane*, Arkady, Warszawa 2007, s. 296

Cechy fizyczne i chemiczne, które musi spełniać piasek do zapraw, przedstawia poniższa tabela³:

³ Stefańczyk B.(red.), *Budownictwo ogólne, t. 1, Materiały i wyroby budowlane*, Arkady, Warszawa 2007, s. 297.

Wymagania składu ziarnowego

Cecha	Wymaganie				Badanie wg
	Odmiana 1		Odmiana 2		
	Gatunek I	Gatunek II	Gatunek I	Gatunek II	
Wskaźnik uziarnienia	2,8-3,8	-	2,4-3,4	-	PN-79/B-06711
Zawartość pyłów mineralnych, nie więcej niż [%]	5	8	4	5	PN-78/B-06714.13
Zawartość zanieczyszczeń obcych, nie więcej niż [%]	0,10	0,25	0,10	1,00	PN-76/B-06714.12
Zawartość zanieczyszczeń organicznych	Barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa				PN-78B.06714.26
Zawartość siarki nie więcej niż [%]	1,0				PN-78/B-06714.28
Dopuszczalne odchylenia wskaźnika uziarnienia w ramach jednej dostawy piasku nie powinny przekraczać w odmianie 1 +/- 0,2 zadeklarowanego wskaźnika w odmianie 1 i +/- 0,15 w odmianie 2					

Tabela 1.3 Cechy fizyczne i chemiczne piasków

Źródło: PN-79/B-06711

Spoiwa

Spoiwa budowlane są to powszechnie stosowane w budownictwie materiały wiążące. Istnieje szereg ich klasyfikacji. Do najważniejszych zaliczamy podział:

- ze względu na zachowanie się spoiw w środowisku wodnym – spoiwa hydrauliczne i powietrzne;
- ze względu na użyty rodzaj surowca w spoiwach powietrznych – spoiwa wapienne i gipsowe.

Do wykonywania zapraw wykorzystuje się takie spoiwa jak: cement, wapno, gips, zawiesina gliniana oraz mieszaniny tych materiałów.

Cement

Obecnie producenci zapraw zawierających cement dysponują cementem, którego klasa wytrzymałościowa wynosi 32,5. Cement taki może być czysty (oznacza się go symbolem CEM I) lub z zawartością dodatków mineralnych (oznacza się go symbolem CEM II, CEM III lub CEM IV). Dodatkami mineralnymi mogą być:

- żużel wielkopiecowy;
- popiół lotny krzemionkowy;
- popiół lotny wapienny;
- pucolana naturalna;

- pucolana przemysłowa;
- wapień i pył krzemionkowy.

Cementy różnią się między sobą barwą, właściwościami mechanicznymi bądź składem. Przeznaczenie zaprawy określa nam, jakiego cementu należy użyć do jej produkcji. Do wyboru mamy:

- cement portlandzki zwykły;
- cement portlandzki modyfikowany z dodatkami mineralnymi.

Cement jest składnikiem zapraw:

- cementowych;
- cementowo-wapiennych;
- cementowo-glinianych.

Wapno

Wapno wchodzi w skład zapraw:

- cementowo-wapiennych;
- wapiennych;
- gipsowo-wapiennych.

Do wykonania zaprawy możemy użyć **wapna budowlanego niegaszonego**. Wypala się je z kamienia wapiennego w specjalnie do tego służących piecach w temperaturze 900 - 1250°C. Gaszenie takiego wapna następuje w czasie 30 - 120 minut. Jego kawałki charakteryzują się barwą żółtą, białą, aż do barwy szarej.

Innym rodzajem wapna jest **wapno niegaszone mielone**. Powstaje ono poprzez rozdrabnianie kawałków wapna niegaszonego. Po dostarczeniu takiego wapna na budowę należy pamiętać, żeby nie zalewać go wodą. W pierwszej kolejności należy zmieszać go z piaskiem, a potem dopiero zalać wodą.

Ciasto wapienne może być wykorzystywane do produkcji zapraw. Jest to produkt powstały w trakcie gaszenia wapna palonego wodą. Prawdopodobnie zgaszone ciasto wapienne charakteryzuje się barwą od białej do szarej. Barwa brązowa natomiast świadczy o tym, że jest ono „spalone”, czyli gaszone zbyt małą ilością wody. Prawdopodobnie wykonane ciasto wapienne ma homogenną konsystencję i jest tłuste.

Wapno suchogaszone jest kolejną możliwością zastosowania wapna w zaprawach. Powstaje ono w warunkach fabrycznych. Aby otrzymać takie wapno, należy wapno niegaszone zalewać wodą do momentu jego rozpadu na suchy proszek.

Ostatnią możliwością stosowania wapna jest użycie **wapna pokarbidowego**. Powstaje ono podczas produkcji acetylenu z karbidu. Powinno mieć homogenną konsystencję, tzn. jednolitą.

Gips

Stosuje się go do produkcji zapraw:

- gipsowych;
- gipsowo-wapiennych.

Gips budowlany powstaje poprzez zmielenie wcześniej uprażonego kamienia gipsowego. Dzieli się go na dwie grupy: gips grubo mielony (oznaczony symbolem GB-B), oraz drobno mielony (oznaczony symbolem GB-D).

Do zapraw wykorzystuje się również spoiwa gipsowe specjalnego przeznaczenia. Do takich spoiw zaliczamy:

- gipsy szpachlowe – stosowane są do czynności oznaczonych jako:
 - G – szpachlowanie powierzchni z materiałów otrzymanych z gipsu,
 - B – szpachlowanie powierzchni z materiałów otrzymanych z betonu,
 - F – do wykonywania spoin w płytach gipsowo-kartonowych;
- gipsy tynkarskie – wykonuje się z nich zaprawy tynkarskie nakładane mechanicznie (GTM) lub ręcznie (GTR);
- kleje gipsowe – klei się z nich gipsowe prefabrykaty oraz osadza się płyty gipsowo-kartonowe.

Zawiesina gliniana

Dodaje się ją do zapraw cementowo-glinianych.

Domieszki i dodatki

Są dodawane do zapraw w celu:

- uplastycznienia zapraw;
- przyspieszenia twardnienia zapraw;
- utwardzania zapraw;
- zabarwiania zapraw.

Jako dodatki stosuje się w szczególności:

- mączki kamienne;
- żużel zmielony;
- lotne popioły powstałe z węgla kamiennego.

1.2 Podstawowe wiadomości o materiałach stosowanych w mieszankach betonowych

Charakterystyka składników mieszanek betonowych

Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej o analizie właściwości materiałów oraz o tym, jakie materiały budowlane można zastosować, obejrzyj przygotowaną prezentację multimedialną „Charakterystyka składników mieszanek betonowych”.

Spoivo cementowe

Cement, jeden z głównych składników betonu, zaliczany jest do spoiw hydraulicznych. Powstaje z wypalonego i drobno zmielonego materiału mineralnego. Po zmieszaniu z wodą tworzy zaczyn, w którym zachodzą procesy umożliwiające wiązanie i twardnienie materiału, zarówno w środowisku powietrznym, jak i wodnym. Cement odgrywa bardzo ważną rolę w mieszance betonowej, ponieważ połączony z wodą wiąże ziarna kruszywa o różnej wielkości w jedną i trwałą monolityczną całość. W spoiwie cementowym wyróżnia się moment wiązania, który dzieli się na:

- czas początku wiązania;
- czas końca wiązania.

Czas początku wiązania jest istotny dla wykonawcy – określa czas od wymieszania suchych składników betonu z wodą do chwili ułożenia i zagęszczenia w miejscu wbudowania. Czas końca wiązania jest to czas liczony od chwili rozpoczęcia dodawania betonu do wody.

Do jednej z ważniejszych właściwości technicznych cementu zaliczamy wodożądność cementu określającą stosunek wody do cementu, przy którym zaprawa osiąga daną konsystencję.

Istotną cechą jest również wytrzymałość cementu na ściskanie (klasy wytrzymałościowe cementów), ponieważ to od spoiwa, w sposób bezpośredni, zależy wytrzymałość gotowego betonu na ściskanie. Wytrzymałość cementu na ściskanie bada się na normowej zaprawie wykonanej z tego cementu po 28 dniach dojrzewania. Obecnie cementy produkowane są głównie w trzech podstawowych klasach wytrzymałościowych: 32,5; 42,5; 52,5. Liczby oznaczają gwarantowaną wytrzymałość na ściskanie zaprawy normowej wyrażonej w MPa.

Kruszywo

Kruszywo do zapraw budowlanych składa się z ziaren, których największa średnica nie powinna przekroczyć 2 mm. W zależności od składu petrograficznego rozróżnia się dwie klasy: kruszywo występujące w złożu w stanie naturalnego rozdrobnienia oraz kruszywo łamane, uzyskiwane w wyniku rozdrobnienia litej skały. W zależności zaś od składu ziarnowego rozróżniamy ziarna do 2 mm i ziarna do 1 mm.

Rozróżnia się trzy grupy kruszyw mineralnych do betonu:

- piasek i piasek łamany;
- żwir, grys i grys z otoczków;
- mieszanka kruszywa naturalnego sortowanego, kruszywa łamanego i kruszywa z otoczków.

Kruszywo to materiał pochodzenia naturalnego, który pod względem objętościowym stanowi znaczący udział w mieszance betonowej. To materiał ziarnisty, stanowiący zbiór ziaren o wymiarach 0,063–63 mm. Uziarnienie określa udział ziarna różnych wielkości potrzebnych do produkcji mieszanki betonowej.

Ze względu na szeroki zakres wymiarowy ziaren kruszywa, na potrzeby określania średnic kruszywa stworzono zestaw sit znormalizowanych, które określają frakcje kruszywa.

Woda zarobowa

Wymagania dotyczące wody zarobowej do produkcji betonu zawarte są w normie PN-EN 1008:2004 „Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu”. Woda zarobowa w mieszankach betonowych spełnia dwa zadania. Po pierwsze, powoduje, że powierzchnia ziaren cementu i kruszywa jest zwilżona, dzięki czemu uzyskujemy mieszankę betonową o pożądanej konsystencji. Po drugie, pozwala osiągnąć stały stan skupienia – zaczyn stwardniały cementowy.

Woda zarobowa do mieszanek betonowych powinna spełniać wszystkie wymagania dotyczące wody do zapraw.

Domieszki

Domieszki są składnikiem mieszanki betonowej. Dodawane są w niewielkich ilościach. Ich zawartość powinna wynosić nie więcej niż 5% i nie mniej niż 0,2% masy cementu.

Wyróżniamy następujące domieszki:

- plastyfikatory – zmniejszają ilość potrzebnej wody o 8 - 18%;
- superplastyfikatory – zmniejszają ilość potrzebnej wody o 18 - 30%;
- domieszki przyspieszające twardnienie – obniżają temperaturę, w której woda zarobowa zamarza;
- domieszki opóźniające wiązanie – obniżają możliwości rozpuszczania poszczególnych składników cementu w wodzie;
- domieszki przeciwmrozowe – powodują, że cement może ulec hydratacji w temperaturze poniżej 0°C;
- domieszki napowietrzające – poprzez takie domieszki możemy kontrolować ilość i sposób wprowadzania powietrza.

Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej o charakterystyce składników mieszanek betonowych, zapoznaj się ze stroną:

<http://leksykon-budownictwa.pl/fundamenty-siany-stropy/beton>.

1.3 Właściwości materiałów budowlanych

1.3.1 Właściwości fizyczne materiałów budowlanych

Gęstość – jest to masa jednostki objętości materiału budowlanego, w której nie uwzględnia się porów znajdujących się wewnątrz materiału. Określa się ją w stanie zupełnej szczelności wzorem:

$$\rho = m_s/V \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

gdzie:

m_s – masa suchej sproszkowanej próbki materiału;

V – objętość sproszkowanej próbki materiału bez porów.

Gęstość objętościowa – jest to masa jednostki objętości materiału wraz z porami. Określa się ją wzorem:

$$\rho_o = m_s / V_o \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

gdzie:

m_s – masa suchej sproszkowanej próbki materiału;

V_o – objętość sproszkowanej próbki materiału wraz z porami.

Znajomość tej właściwości materiału budowlanego pozwala określić w przybliżeniu przydatność danego materiału do poszczególnych elementów budowanych obiektów.

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

Szczelność – służy do określenia, jaką część badanego materiału zajmuje materiał bez porów. Określa się ją wzorem:

$$S_z = \frac{\rho_o}{\rho} \cdot 100\%, [\%]$$

gdzie:

ρ_o – gęstość objętościowa badanego materiału [kg/m³];

ρ – gęstość materiałów bez porów [kg/m³].

Porowatość – służy do określenia części z całkowitej objętości materiału, którą stanowi objętość porów. Określa się ją wzorem:

$$P = \frac{\rho - \rho_o}{\rho} \cdot 100\% [\%]$$

lub

$$P = (1 - S) \cdot 100\% [\%]$$

gdzie:

ρ_o – gęstość objętościowa [kg/m³];

ρ – gęstość [kg/m³];

S – szczelność [%].

Wilgotność – określa ilościową zawartość wody w danym materiale w danej chwili. Zakres temperatury, w jakiej suszy się większość materiałów budowlanych, wynosi 100 - 150°C. Materiały z gipsu wysychają w temperaturze 70°C, z tworzyw sztucznych natomiast – w temperaturze 50°C.

Nasiąkliwość wagowa – oznacza umiejętność materiału do pochłaniania wody przy danym ciśnieniu atmosferycznym.

Nasiąkliwość objętościowa – oznacza proporcję masy wody wchłoniętej przez materiał do objętości próbki materiału suchego.

Higroskopijność – oznacza umiejętność szybkiego pochłaniania pary wodnej będącej w otoczeniu przez materiał budowlany.

Podciąganie kapilarne – oznacza zdolność danego materiału budowlanego do podciągania ku górze wody z użyciem sił kapilarnych.

Prześląkliwość – oznacza stopień zwilgocenia materiału wodą pod ciśnieniem.

Stopień nasycenia – oznacza zawartość wody w materiale porowatym podzieloną przez nasiąkliwość materiału.

Mrozoodporność – oznacza umiejętność unikania zniszczenia przez materiał nasycony parą wodną podczas zamrażania go i odmrażania trwającego określony czas.

Skurcz – określa zmianę objętości materiału budowlanego pod wpływem pewnych czynników.

Odporność na korozję – zdolność metalu do przeciwstawienia się niszczącemu działaniu określonego środowiska korozyjnego.

Rozszerzalność cieplna – określa zmianę wymiarów materiału budowlanego.

Przewodność cieplna – określa umiejętność przewodzenia ciepła przez poszczególne materiały budowlane z powodu różnicy temperatur po obu stronach materiału.

Pojemność cieplna – określa ilość pochłanianego i gromadzącego się ciepła w materiale budowlanym w czasie jego ogrzewania.

Ciepło właściwe – jest to ilość ciepła potrzebna do ogrzania materiału budowlanego o masie 1 kg o 1 K.

Żaroodporność – zdolność wytrzymywania przez materiał budowlany temperatury do 350°C powtarzającej się okresowo.

Żarowytrzymałość – oznacza umiejętność zachowania swoich właściwości przez materiał w podwyższonej temperaturze.

Odporność ogniowa – oznacza stopień niepodatności materiału na niszczycielski wpływ ognia.

1.3.2 Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych

Wytrzymałość na ściskanie – oznacza maksymalną wartość obciążenia, jaką jest w stanie wytrzymać materiał podczas ściskania aż do jego całkowitego skruszenia.

Wytrzymałość na rozciąganie – oznacza maksymalną wartość obciążenia, jaką jest w stanie wytrzymać materiał podczas rozciągania.

Wytrzymałość na zginanie – oznacza maksymalną wartość naprężenia, jaką jest w stanie wytrzymać materiał podczas zginania aż do całkowitego jego złamania.

Sprężystość – określa umiejętność materiału do powrotu do początkowej postaci po ustaniu działania sił zewnętrznych, które spowodowały jego odkształcenie.

Plastyczność – określa zdolność zachowania kształtów, które powstały w materiale podczas działania sił, a które zostały usunięte.

Pełzanie – oznacza zwiększanie się odkształceń plastycznych na materiale, mimo iż siła oddziałująca nie zmieniała swojej wartości.

Lepkość – określa tarcie wzajemne cząsteczek wewnątrz materiału.

Relaksacja – oznacza zmniejszenie naprężeń w materiale będącym pod wpływem stałych odkształceń.

Ciągliwość – określa zdolność materiału do znacznych odkształceń pod wpływem działających sił, które rozciągają materiał bez jego zniszczenia.

Kruchość – oznacza nagłą destrukcję materiału pod wpływem sił działających na materiał.

Twardość – określa odporność materiału na odkształcenia pod wpływem sił działających na jego powierzchnię.

Ścieralność – określa stopień zmniejszenia objętości lub masy danego materiału pod wpływem działających sił ścieralnych.

Tiksotropia – oznacza odwracalny proces zamiany żelu w zol pod wpływem działania czynników mechanicznych.

1.4 Literatura

1.4.1 Literatura obowiązkowa

- Mirski J.Z., Łącki K., Budownictwo z technologią 2, WSiP, Warszawa 1998, s. 7-24;
- Panas J., Nowy poradnik majstra budowlanego, Arkady, Warszawa 2004, s. 328-339;
- PN-79/B-06711 „Kruszywa mineralne. Piaski do zapraw budowlanych”;
- PN-88/B-32250 „Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw”;
- PN-EN 1008:2004 „Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu”;
- PN-EN 934-2:2010 „Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu”;
- Stefańczyk B., Budownictwo ogólne, t. 1, Materiały i wyroby budowlane, Arkady, Warszawa 2007, s. 87-889;
- Śliwiński J., Beton zwykły – projektowanie i podstawowe wiadomości, Polski Cement, Kraków 1999, s. 18-39.

1.4.2 Netografia

- <http://leksykon-budownictwa.pl/fundamenty-siany-stropy/beton;>



- <http://www.itb.pl/aprobaty/europejskie-aprobaty-techniczne-eta>.

1.5 Spis tabel i rysunków

Rysunek 1.1. Trzy podziały materiałów budowlanych.....	3
Tabela 1.1. Podstawowe wymagania wody do zapraw	4
Tabela 1.2. Odmiany piasku wg PN=79/B=06711	5
Tabela 1.3. Cechy fizyczne i chemiczne piasków.	6

1.6 Spis treści

1	Materiały do zapraw i mieszanek betonowych. Wiadomości podstawowe	2
1.1	Definicja i klasyfikacje materiałów budowlanych	2
1.1.1	Charakterystyka składników zapraw murarskich i tynkarskich	4
1.2	Podstawowe wiadomości o materiałach stosowanych w mieszankach betonowych	8
1.3	Właściwości materiałów budowlanych	10
1.3.1	Właściwości fizyczne materiałów budowlanych	10
1.3.2	Właściwości mechaniczne materiałów budowlanych	12
1.4	Literatura	13
1.4.1	Literatura obowiązkowa	13
1.4.2	Netografia	13
1.5	Spis tabel i rysunków	14