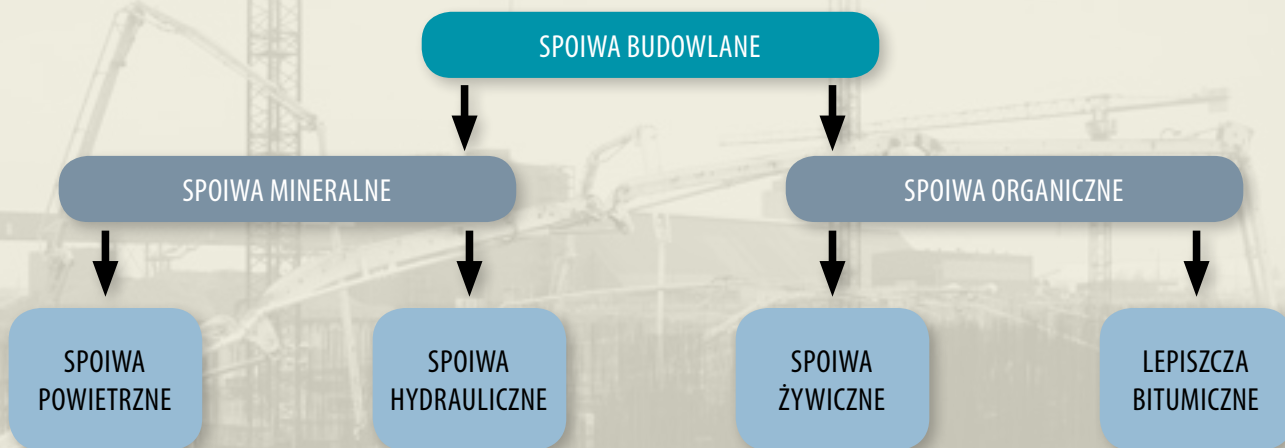


Spoiwo budowlane, to materiał wiążący, substancja organiczna lub nieorganiczna rozmieszczona pomiędzy ziarnami kruszywa, powodująca związanie składników.

Spoiwa budowlane można podzielić na mineralne i organiczne (rys. 1). W zależności od mechanizmu działania rozróżnia się:

- spoiwa – wiążące w wyniku reakcji chemicznej,
- lepiszcza – wiążące w wyniku przemiany fizycznej, np. krzepnięcia lub odparowania rozpuszczalnika,
- żywice - utwardzane według reakcji polimeryzacji bez wydzielania produktu ubocznego lub według reakcji polikondensacji z wydzieleniem produktu ubocznego, np. wody.

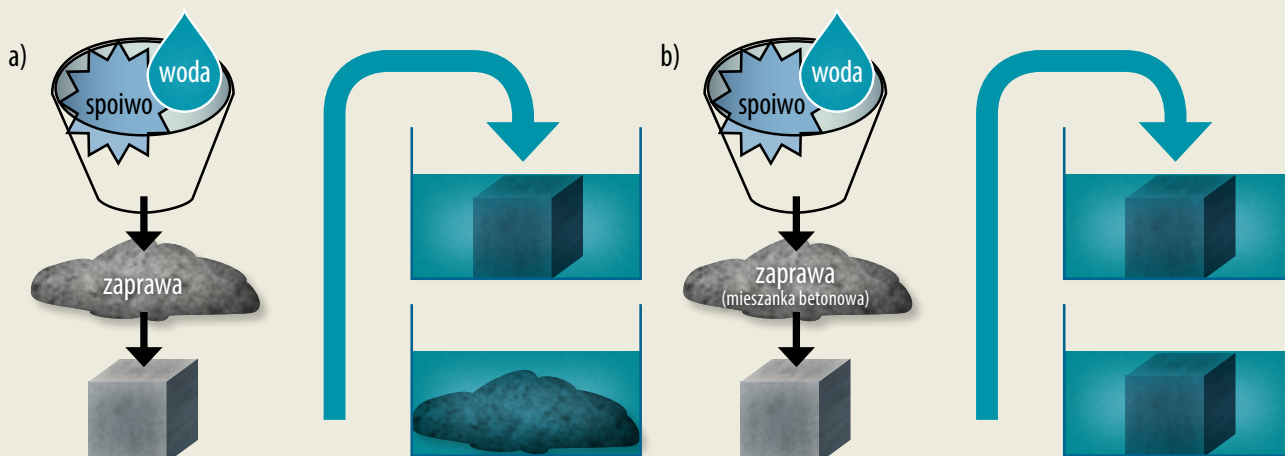


Rys.1. Klasyfikacja spoiw budowlanych

Spoiwa mineralne wytwarzane są przez wypalenie surowców skalnych i sproszkowanie (przemiał) uzyskanych spieków (tabela 1), które po wymieszaniu z wodą, na skutek reakcji chemicznych, wiążą i twardnieją. Proces wiązania i twardnienia spoiw mineralnych, zachodzący w wyniku reakcji chemicznych jest nieodwracalny. Ze względu na zachowanie się stwardniałych kompozytów (zaczynu, zaprawy, betonu) w środowisku wodnym, rozróżnia się spoiwa powietrzne i spoiwa hydrauliczne (rys. 2).

Tabela 1. Klasyfikacja spoiw według głównych składników surowcowych

Spoiwa budowlane	Surowce
Spoiwa wapienne	Wapień (CaCO_3)
Spoiwa gipsowe	Kamień gipsowy ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), anhydryt, gipsy z odsiarczania
Spoiwa cementowe	Wapienie, gliny, margle, kreda, surowce żelazonośne, żużle wielkopiecowe, popioły lotne, łupki przywęglowe



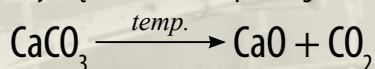
Rys. 2. Trwałość spoiw mineralnych w środowisku wodnym, a) spoiwa powietrzne, b) spoiwa hydrauliczne

SPOIWA POWIETRZNE

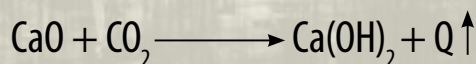
Spoiva powietrzne po zarobieniu wodą wiążą, twardnieją i osiągają właściwe cechy wytrzymałościowe tylko na powietrzu, mają niską odporność na działanie wody, tracą spoiwość, mięknią i ulegają zniszczeniu. Najczęściej stosowane spoiva powietrzne to:

- wapno budowlane składające się głównie z wodorotlenku wapnia, wyróżnia się:
 - wapno wapniowe (CL) – gaszone (hydratyzowane) lub palone,
 - wapno dolomitowe (DL),
- spoiva gipsowe, podstawowym składnikiem jest siarczan (VI) wapnia o różnym stopniu uwodnienia (gips budowlany, gips szpachlowy, klej gipsowy, tynki gipsowe),
- spoiva anhydrytowe, produkowane na bazie bezwodnego siarczanu wapnia z dodatkiem aktywatora (przyspiesza proces wiązania) lub ekspandora (zwiększa objętość tężącego zaczynu), ewentualnie z dodatkiem wypełniaczy. Do tej grupy spoiw zaliczamy także estrichgips (mieszanka CaSO_4 i 2-3% CaO).

Budowlane wapno niegaszone (CaO), otrzymuje się z kamienia wapiennego (CaCO_3), wypalanego w temperaturze $950 \div 1050$ °C. Podczas wypalania zachodzi reakcja (1):



Wapno w bryłach jest stosowane do otrzymywania **wapna gaszonego** (ciasta wapiennego). Gaszenie wapna polega na reakcji chemicznej tlenku wapnia (CaO) z wodą (w nadmiarze), wskutek czego, zgodnie z reakcją (2), powstaje wodorotlenek wapnia [Ca(OH)_2]:



Czas gaszenia wapna wynosi $10 \div 30$ min, ze względu na to, że jest to reakcja silnie egzotermiczna temperatura gaszenia powinna przekraczać 60 °C.

Spoiva wapienne (wapno budowlane) stosuje się do:

- budowy murów nadziemnych podlegających naprężeniom do $0,6\text{MPa}$,
- zapraw w miejscach o dostatecznym dopływie CO_2 , zabezpieczonych przed wilgocią (nie można ich stosować do fundamentów poniżej poziomu wody gruntowej),
- wypraw zewnętrznych i wewnętrznych budynków mieszkalnych i przemysłowych,
- produkcji pustaków i bloków ściennych – jako dodatek do cementu,
- produkcji pustaków stropowych – jako dodatek do cementu,
- produkcji autoklawizowanej cegły wapienno-piaskowej,
- produkcji wyrobów z autoklawizowanych betonów komórkowych,
- jako dodatek poprawiający urabialność zapraw cementowych.

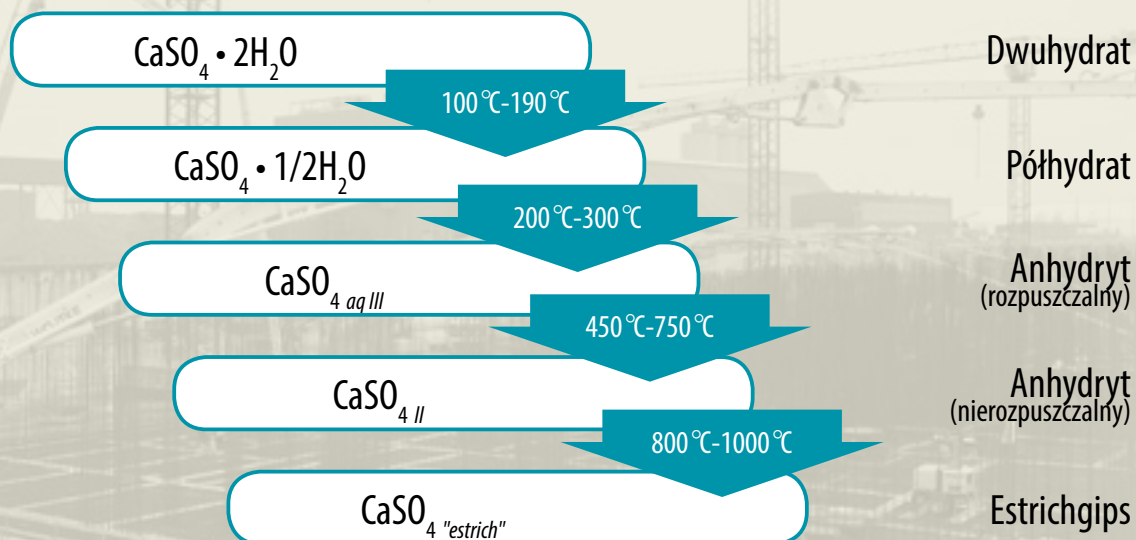
Produkcja **spoiw gipsowych** polega głównie na obróbce termicznej kamienia gipsowego (rys. 3) lub gips z instalacji odsiarczania spalin (metodą mokrą wapieniową) w różnego rodzaju prażakach, piecach obrotowych, kalcynatorach i urządzeniach mieląco-prażalniczych. Temperatura prażenia surowców w procesie produkcji gipsu budowlanego ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) wynosi $160 \div 180$ °C (rys. 4).



Rys. 3. Kamień gipsowy

Budowlane spoiwa gipsowe są przeznaczone do:

- bezpośredniego stosowania na budowie,
- dalszego przetwarzania na:
 - wyroby sypkie, jak kleje lub mieszanki gipsowe,
 - spoiwo do podkładów gipsowych,
 - zaprawy gipsowe,
 - płyty (gipsowe, gipsowo-kartonowe, warstwowe gipsowo-kartonowe oraz do robót wykończeniowych).



Rys. 4. Otrzymywanie spoiw gipsowych

Podstawowym składnikiem **spoiwa anhydrytowego** jest bezwodny siarczan wapnia CaSO_4 . Spoiwo anhydrytowe otrzymuje się w wyniku wypalania kamienia gipsowego w temperaturze $600^\circ\text{C}-700^\circ\text{C}$ (rys. 4) lub przeróbki anhydrytu naturalnego (rys. 5) i zmieleniu go z aktywatorami. Sam bezwodny siarczan wapnia nie wykazuje właściwości wiążących, staje się spoiwem dopiero po zmieleniu i zaktywizowaniu dodatkami (tlenki alkaliczne, tlenek magnezowy, wapno palone i hydratyzowane, siarczany, cement portlandzki). Estrichgips otrzymywany jest najczęściej z wypalania kamienia gipsowego, rzadziej anhydrytu, w temperaturze $800^\circ\text{C}-1000^\circ\text{C}$ (rys. 4).



Rys. 5. Kryształy naturalnego anhydrytu

SPOIWA HYDRAULICZNE

Spoiva hydrauliczne po zmieszaniu z wodą wiążą i twardnieją w wyniku reakcji i procesów hydratacji i po stwardnieniu pozostają wytrzymałe i trwałe także pod wodą. Zalicza się do nich:

- cement powszechnego użytku,
- wapno hydrauliczne, cement romański,
- cement murarski.

Cementy powszechnego użytku otrzymuje się w cementowniach z surowców mineralnych (margiel lub wapień i glina) wypalonych na klinkier portlandzki w piecu cementowym, który następnie mieli się z gipsem (regulatorem czasu wiązania) i innymi składnikami głównymi (tabela 3), np. popiołem lotnym (V), granulowanym żużlem wielkopieczowym (S), wapieniem (L, LL). Wyróżnia się 5 głównych rodzajów cementów powszechnego użytku (tabela 4).

Tabela 3. Składniki główne cementów powszechnego użytku wg PN-EN 197-1

Nazwa		Oznaczenie
Klinkier cementu portlandzkiego		K
Granulowany żużel wielkopieczowy		S
Pucolana	naturalna	P
	naturalna wypalana	Q
Popiół lotny	krzemionkowy	V
	wapienny	W
Łupek palony		T
Wapień (kamień wapienny)		L, LL
Pył krzemionkowy		D

Tabela 4. Rodzaje cementów powszechnego użytku wg PN-EN 197-1

Nazwa cementu	Oznaczenie wg PN-EN 197-1	Składnik	Zawartość składników nieklinkierowych [%]
cement portlandzki	CEM I	-	-
cement portlandzki wieloskładnikowy ^c	CEM II/A CEM II/B	wszystkie	6 – 20 ^{a,b} 21 – 35
cement hutniczy	CEM III/A CEM III/B CEM III/C	S	36 – 65 66 – 80 81 – 95
cement pucolanowy ^c	CEM IV/A CEM IV/B	D, P, Q, V, W	11 – 35 36 – 55
cement wieloskładnikowy ^c	CEM V/A CEM V/B	S + P, Q, V	36 – 60 62 – 80

a Udział pyłu krzemionkowego ograniczony jest do 10%

b Ilość dodatków mineralnych dla CEM II/A-M wynosi 12-20%

c Dla CEM II/A,B –M oraz pozostałych cementów składniki inne niż klinkier należy deklarować poprzez oznaczenie cementu

Wapno hydrauliczne otrzymuje się przez wypalenie wapieni marglistych lub margli, a następnie zgaszenie na sucho (ograniczoną ilością wody) i aktywację przez przemiał. Wapno o właściwościach hydraulicznych, odpowiednio zarobione i zmieszane z kruszywem i wodą, tworzy zaprawę lub beton, który zachowuje urabialność wystarczająco długo i po określonym terminie osiąga określoną wytrzymałość, a także długotrwałą stałość objętości.

Wyróżnia się następujące rodzaje wapna hydraulicznego:

- wapno hydrauliczne naturalne (NHL) otrzymywane przez wypalenie ilastego lub krzemionkowego kamienia wapiennego (łącznie z kredą), sproszkowane w procesie gaszenia, mielone lub niemielone, właściwości hydrauliczne wynikają wyłącznie ze szczególnego składu chemicznego surowca naturalnego, dopuszcza się zawartość aktywatorów mielenia do 0,1% (wapno NHL nie zawiera żadnych innych dodatków),
- wapno według przepisu (FL) jest to wapno hydrauliczne naturalne, składające się głównie z wapna powietrznego (CL) i/lub wapna hydraulicznego naturalnego z dodatkiem materiału hydraulicznego i/lub pucolanowego,
- wapno hydrauliczne (HL), wytwarzane przez mieszanie odpowiednich surowców, tzn. zawiera wapno i inne materiały, takie jak: cement, żużel wielkopiecowy, popiół lotny, wypełniacz z kamienia wapiennego i inne przydatne materiały.

Z wapna hydraulicznego sporządza się zaprawy do murów fundamentowych oraz zaprawy zastępujące zaprawy wapienno-cementowe i betony niskich marek.

Cement romański otrzymywany jest z margli lub wapieni marglistych zawierających od 6 do 20% domieszek gliniastych lub wapieni krzemiankowych przez wypalenie ich w temperaturze od 900 do 1100 °C oraz przez zgaszenie na sucho i zmielenie. Ma barwę szarą lub żółtawą. Stosowany jako materiał budowlany do zapraw murarskich, do murów fundamentowych i tynków narażonych na zawilgocenie (ze względu na odporność na działanie wody), do betonów o niewielkiej wytrzymałości i do farb wapiennych. Obecnie cement romański służy głównie do renowacji i konserwacji wypraw tynkarskich i sztukaterii zachowanych na oryginalnych fasadach zabytkowych budynków.

Cement murarski otrzymywany w sposób analogiczny, jak cementy powszechnego użytku, powinien składać się z klinkieru portlandzkiego, składników nieorganicznych (naturalnych materiałów mineralnych, wapna budowlanego, pigmentów, itp.) oraz ewentualnych dodatków, siarczan wapnia stosowany jest jako regulator czasu wiązania. Cement murarski w połączeniu z piaskiem i wodą, tworzy zaprawę murarską odpowiednią do stosowania jako obrzutka, do tynkowania i prac murarskich. Nie może być stosowany w składzie betonu.

Tabela 5. Rodzaje i skład cementów murarskich wg PN-EN 413-1

Rodzaj cementu murarskiego	Zawartość klinkieru portlandzkiego [%]
MC 5	≥ 25
MC 12,5 MC 12,5 X MC 22,5 X	≥ 40

