

Technologie Materiałów Budowlanych

Wykład 3

Mineralne spoiwa budowlane

Społywa mineralne

- Materiały o właściwościach wiążących, wytwarzane przez wypalenie i sproszkowanie surowców skalnych
- **Po wymieszaniu z wodą wiążą i twardnieją**
- Proces wiązania i twardnienia społów mineralnych, zachodzący w wyniku reakcji chemicznych i przemian fizykochemicznych, jest NIEODWRACALNY

Spoiwa mineralne

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 odpady przemysłowe: żużle wielkopiecowe, popioły lotne, łupki przywęglowe, pyłu z pieców cementowych
Spoiwa magnezjowe	Magnezyt naturalny
Spoiwa krzemianowe	Piasek, soda, potaż

Spoiwa (klasyfikacja ze względu na zachowanie się spoiw w czasie ich twardnienia)

- **Spoiwa powietrzne** – wiążące i twardniejące w powietrzu (*po związaniu są wrażliwe na działanie wody*) – wapno budowlane powietrzne spoiwa gipsowe, magnezjowe i krzemianowe
- **Spoiwa hydrauliczne** – wiążące i twardniejące zarówno na powietrzu, jak i w wodzie (*po związaniu odporne na działanie wody*) – cementy i wapno hydrauliczne

Technologia produkcji spoiw

- Wydobycie surowców ze złoża
- Przygotowanie surowców
- Wypalenie
- Przeróbka produktu wypalonego (chłodzenie, rozdrabnianie, przemiał z dodatkami)

Społy mineralne – podstawowe pojęcia

- **Zaczyn** – mieszanina społy z wodą (zaczyn cementowy i gipsowy)
spoiwo + woda
- **Zaprawa** – zaczyn zmieszany z drobnym kruszywem (np. piaskiem)
spoiwo + woda + piasek
- **Mieszanka betonowa** – zaprawa zmieszana z grubym kruszywem (> 4mm) – po stwardnieniu staje się betonem
spoiwo + woda + drobne kruszywo + grube kruszywo

Spojwa wapienne

- **~12000 p.n.e.** – zaprawy wapienne do wykonania posadzek i tarasów (Turcja)
- **2600-1600 p.n.e.** – z wapna wykonywano tynki i podłoża pod malowidła ścienne (Kreta, cywilizacja mykeńska)
- **III w p.n.e.** – zaprawy wapienne do wykańczania i dekorowania ścian, zabezpieczania i uszczelniania zbiorników do przechowywania wody (Grecja, cysterny w Epidauros)

Cysterny w Epidauros



D.D.16.7H Epidauros.0083

Cysterny w Epidauros



Społywa wapienne



Piramida schodkowa w
Sakkarze



Mur chiński długości około 8000 km
(budowa 770-211 r. p.n.e.)

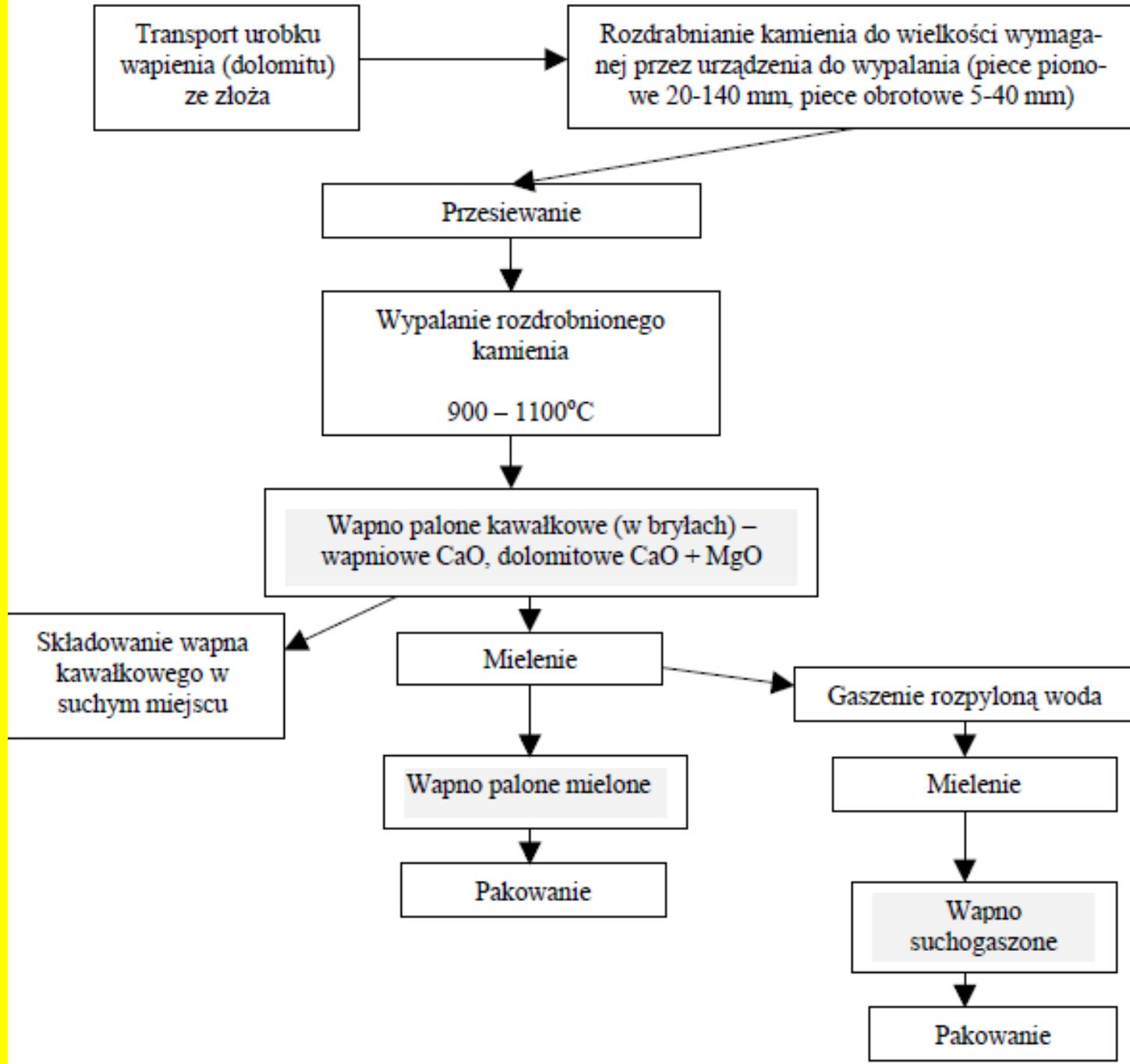
Spojwa wapienne

- **Rzymianie** mieszali wapno z popiołem lub mielonymi tufami wulkanicznymi lub mączką ceglana
- Po dodaniu piasku i grubszego kruszywa kamiennego uzyskiwali mieszanki twardniejące pod wodą i na powietrzu (pierwsze betony o właściwościach hydraulicznych)
- **Opracowali normy technologii wytwarzanie i użytkowania wapna** (policja budowlana)

Rodzaje wapna budowlanego

- **Wapno powietrzne** - spoiwo składające się głównie CaO lub Ca(OH)₂, po zarobieniu z wodą powoli twardniejące na powietrzu (w zasadzie nie twardniejące pod wodą), uzyskiwane w procesie wypalania wapieni lub wapieni dolomitowych
 - **Wapnoalone** (niegaszone)
 - **Wapno hydratyzowane** (gaszone) w postaci ciasta wapiennego, zawiesiny (mleka wapiennego), suchego proszku
- **Wapno hydrauliczne** – spoiwo wiążące i twardniejące w zetknięciu z wodą uzyskiwane z wypalenia wapieni gliniastych

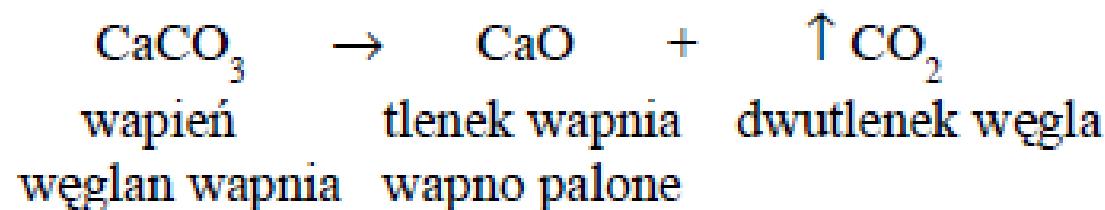
Produkcja społ wapiennych powietrznych



Wapno powietrzne

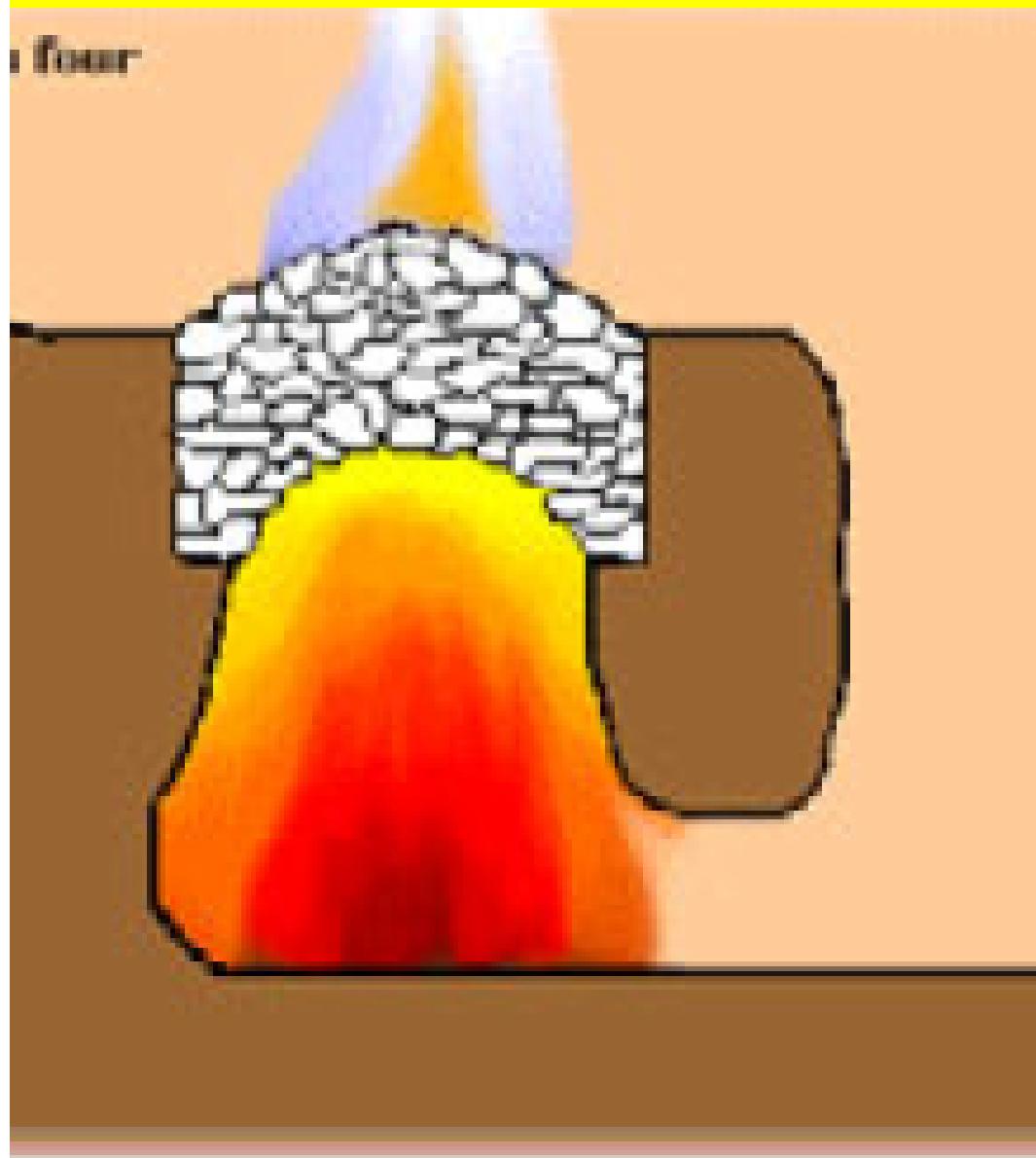
Wapnoalone z wapieni

Wypalanie wapieni

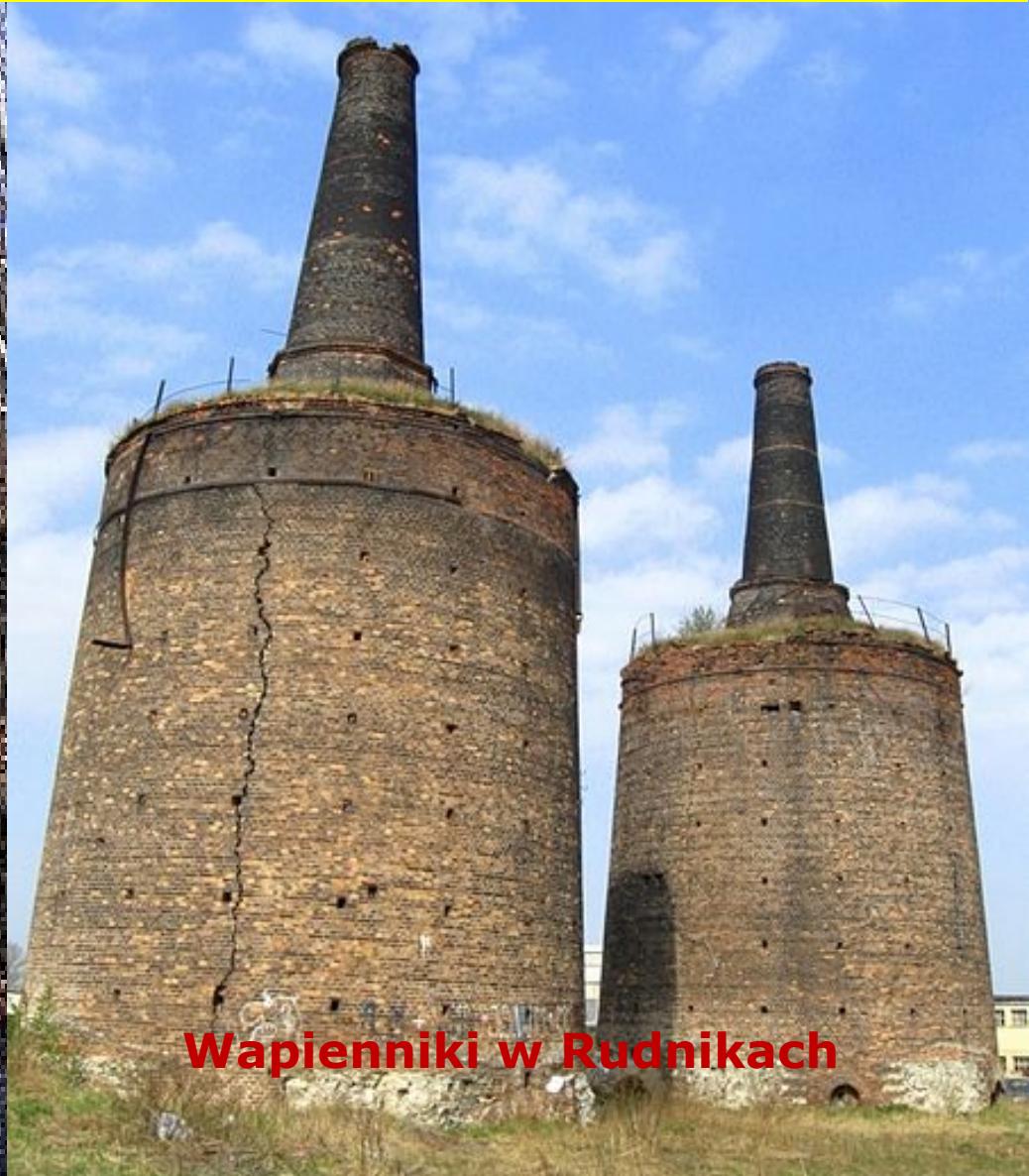


Reakcja endotermiczna wymagająca 425 kcal do rozłożenia 1 kg wapienia

Wapno powietrzne Piec polowy do wypalania wapna



Wapno powietrzne Wapienniki



Wapno powietrzne

Współczesny piec do wypalania wapna



Wapienie w Tyńcu



Charakterystyka skał wapiennych

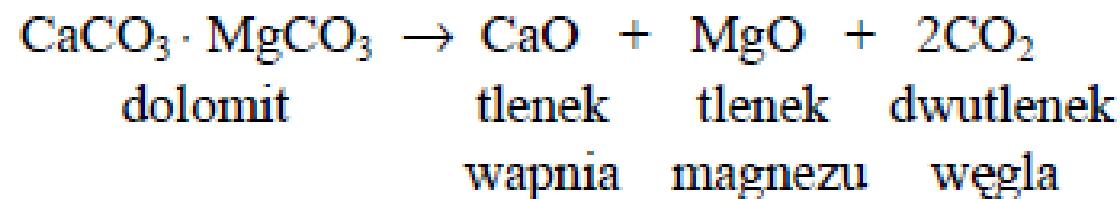
Rodzaj skały	Zawartość, %	
	CaCO ₃	minerały ilaste
Wapień czysty	100 – 98	0 – 2
Wapień wysokoprocentowy	98 – 95	2 – 5
Wapień czysty	95 – 90	5 – 10
Wapień ilasty	90 – 75	10 – 25
Margiel wysokoprocentowy	75 – 40	25 – 60
Margiel niskoprocentowy	40 – 25	60 – 75

Ruiny zamku w Ogrodzieńcu (Góry Świętokrzyskie)



Wapno powietrzne Wapno palone z dolomitu

Wypalanie dolomitu

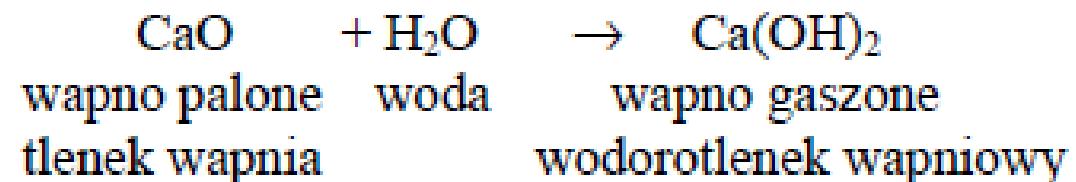


Wapno powietrzne Wapno gaszone (hydratyzowane)

Dla stosowania wapna w praktyce, a także z uwagi na właściwe prowadzenie procesu gaszenia, ważna jest reaktywność wapna. Reaktywność wapna oznacza czas, po jakim temperatura podczas gaszenia wapna wodą osiąga 60°C. Rozróżnia się:

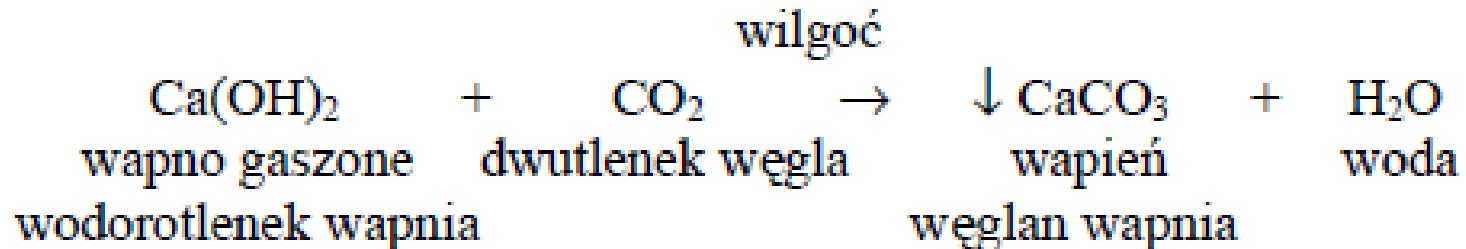
- *wapno bardzo reaktywne* – szybko gaszące się (przed upływem 6 minut), zbyt mała ilość wody może powodować przegrzanie (tzw. spalenie), co objawia się zbrązowieniem wapna, nadmiar wody jest tu mniej szkodliwy niż jej brak,
- *wapno średnio reaktywne* – umiarkowanie gaszące się (6–9 minut),
- *wapno słabo reaktywne* – wolno gaszące się (9-12 minut), zanieczyszczone lub zawierające większą ilość MgO.

Gaszenie wapna palonego (gasowanie)



Reakcja egzotermiczna wydzielająca 155 kcal z 1 kg wapna palonego

Wiązanie i twardnienie wapna powietrznego

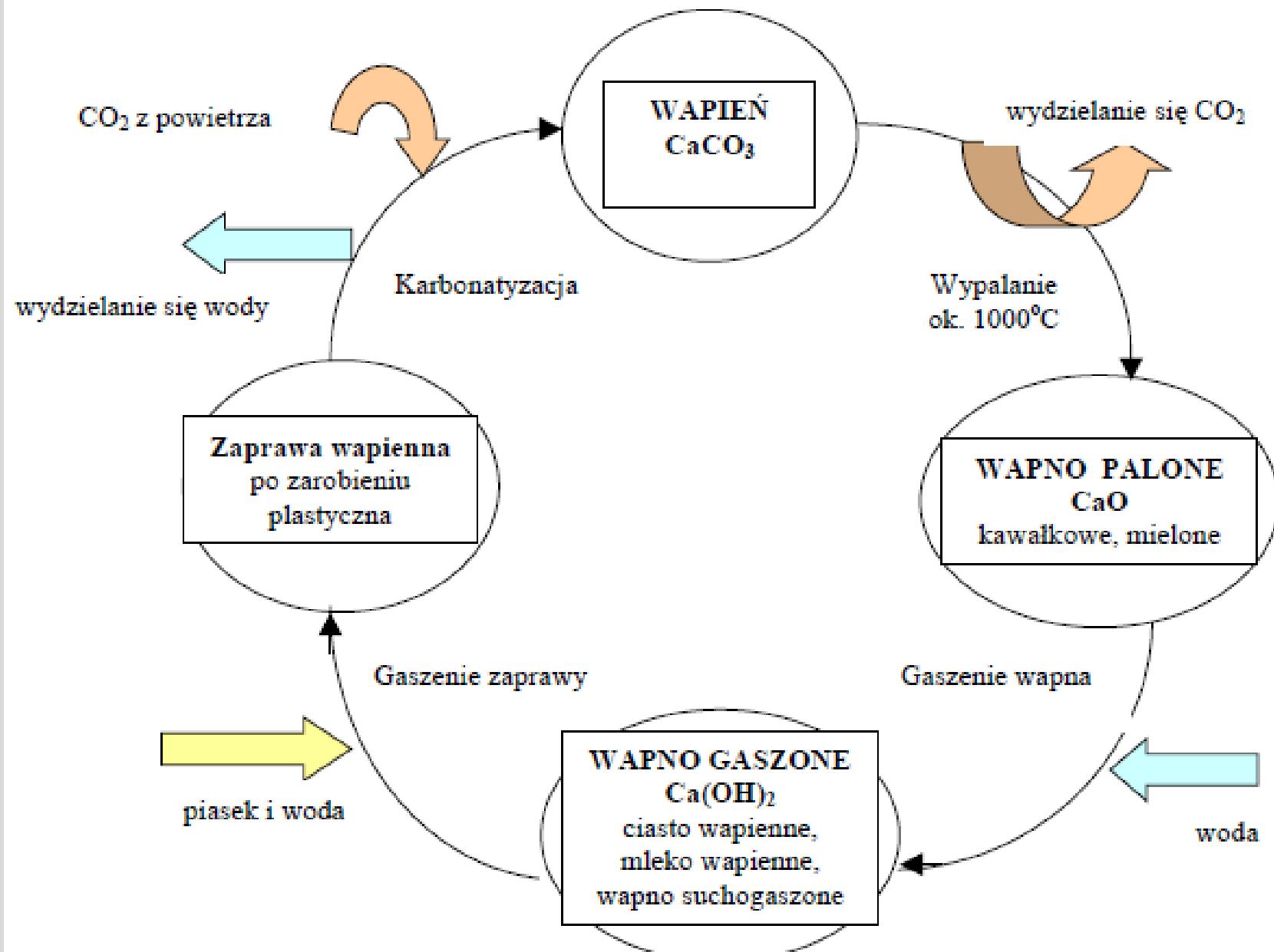


- Główny mechanizm wiązania wapna powietrznego to krystalizacja węglanu wapnia (karbonatyzacja) zachodząca w wyniku reakcji $\text{Ca}(\text{OH})_2$ z CO_2 z powietrza w obecności wilgoci

Wiązanie i twardnienie wapna powietrznego

- Powstające kryształy CaCO_3 i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ przerastają się wzajemnie i spajają ziarnka piasku, tworząc zwarty monolit (*karbonatyzacja przebiega stosunkowo szybko na powierzchni zaprawy; obecny w zaprawie piasek umożliwia wnikanie CO_2 i przebieg karbonatyzacji także w głębi zaprawy*)
- Odparowanie wody, powodujące zagęszczanie koloidalnego $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Bardzo powolna krystalizacja $\text{Ca}(\text{OH})_2$, którego kryształy łącząc się tworzą szkielet krystaliczny
- **Twardnienie jest procesem powolnym, długotrwałym (nawet do kilku lat)**

Cykl przemian wapna



Wapno hydrauliczne

- Ze względu na swoje właściwości jest spoiwem o charakterze pośrednim pomiędzy wapnem a cementem portlandzkim
- **Wypalone z wapieni marglistych (zawierające od 15 do 20% domieszek gliniastych)**
- Temperatura wypalania 900-1000°C

Wypalanie wapieni marglistych



Wiązanie i twardnienie wapna hydraulicznego

- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ wiąże - jak w wapnie powietrznym – przekształcając się pod wpływem CO_2 oraz wilgoci w CaCO_3 , ale **zasadniczy proces zachodzi w wyniku reakcji z wodą krzemianów i glinianów wapniowych z utworzeniem form uwodnionych**

Właściwości wapna budowlanego

BIAŁA BARWA

wapno jest stosowane jako dodatek do białych cementów, do betonu architektonicznego

BARDZO DUŻE ROZDROBNIENIE

powierzchnia właściwa od 800 do 3200 m²/kg; wapno dodane do zapraw, zaczynów lub betonów cementowych poprawia urabialność i plastyczność, wygląd po rozformowaniu, nadaje nieprzepuszczalność, dobrą przyczepność

SILNIE EGZOTERMICZNA REAKCJA Z WODĄ

wykorzystywana przy osuszaniu innych materiałów, przy robotach w zimie

SILNA ZASADOWOŚĆ

pozwala neutralizować inne materiały, kwaśne grunty, wpływa na właściwości bakteriobójcze wapna, przeciwdziała rozwojowi mikroorganizmów

ZDOLNOŚĆ ABSORBOWANIA ZNACZNEJ ILOŚCI WODY (40-50%)

właściwości retencyjne korzystne przy stosowaniu zapraw wapiennych, umożliwiają dobre wiązanie zapraw przeciwdziałając odciąganiu wody przez podłoż (ścianę)

NIEWIELKA WYTRZYMAŁOŚĆ

zaprawy wapienne (1:3) dojrzewające w normalnej temperaturze mają po 90 dniach dojrzewania wytrzymałość na ściskanie około 1–2 MPa

Właściwości wapna budowlanego

RYSOODPORNOŚĆ

wapno zapewnia pewną elastyczność i dobre przyleganie zapraw do podłoża,
z mniejszą podatnością do tworzenia się rys

ZDOLNOŚĆ DO REAKCJI CHEMICZNYCH Z MATERIAŁAMI PUCOLANOWYMI I HYDRAULICZNYMI , WŁAŚCIWOŚCI EKSPANSYWNE CaO

wykorzystane w produkcji spoiw, zapraw, betonów i domieszek ekspansywnych

ZDOLNOŚĆ DO TWORZENIA Z PIASKIEM (KRZEMIONKA) TRWAŁYCH KRZEMIANÓW WAPNIOWYCH

w warunkach autoklawizacji (nasycona para wodna ok. 180°C, ciśnienie ok. 1 MPa)
wykorzystywana w produkcji wyrobów wapiennopiaskowych i betonów
komórkowych

WPŁYW NA KSZTAŁTOWANIE ZDROWOTNYCH WARUNKÓW w pomieszczeniach budynków

Społy gipsowe – najstarsze zastosowania

- ~8000 p.n.e. podkłady z gipsu pod malowidła i posadzki w Syrii i Turcji
- Sposób wytwarzania gipsu prażonego opisał Teofrast uczeń Platona i Arystotelesa (*Traktat o kamieniu*, IV w p.n.e.)
- Berberowie w Afryce stosowali gips dużej wytrzymałości do budowy zapór wodnych i kanałów nawadniających

Społy gipsowe – surowce

- **naturalne** : kamień gipsowy - $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (95%)
anhydryt - CaSO_4
- **gipsy chemiczne** (syntetyczne) – gipsy z procesów odsiarczania spalin

Pustynia gipsowa

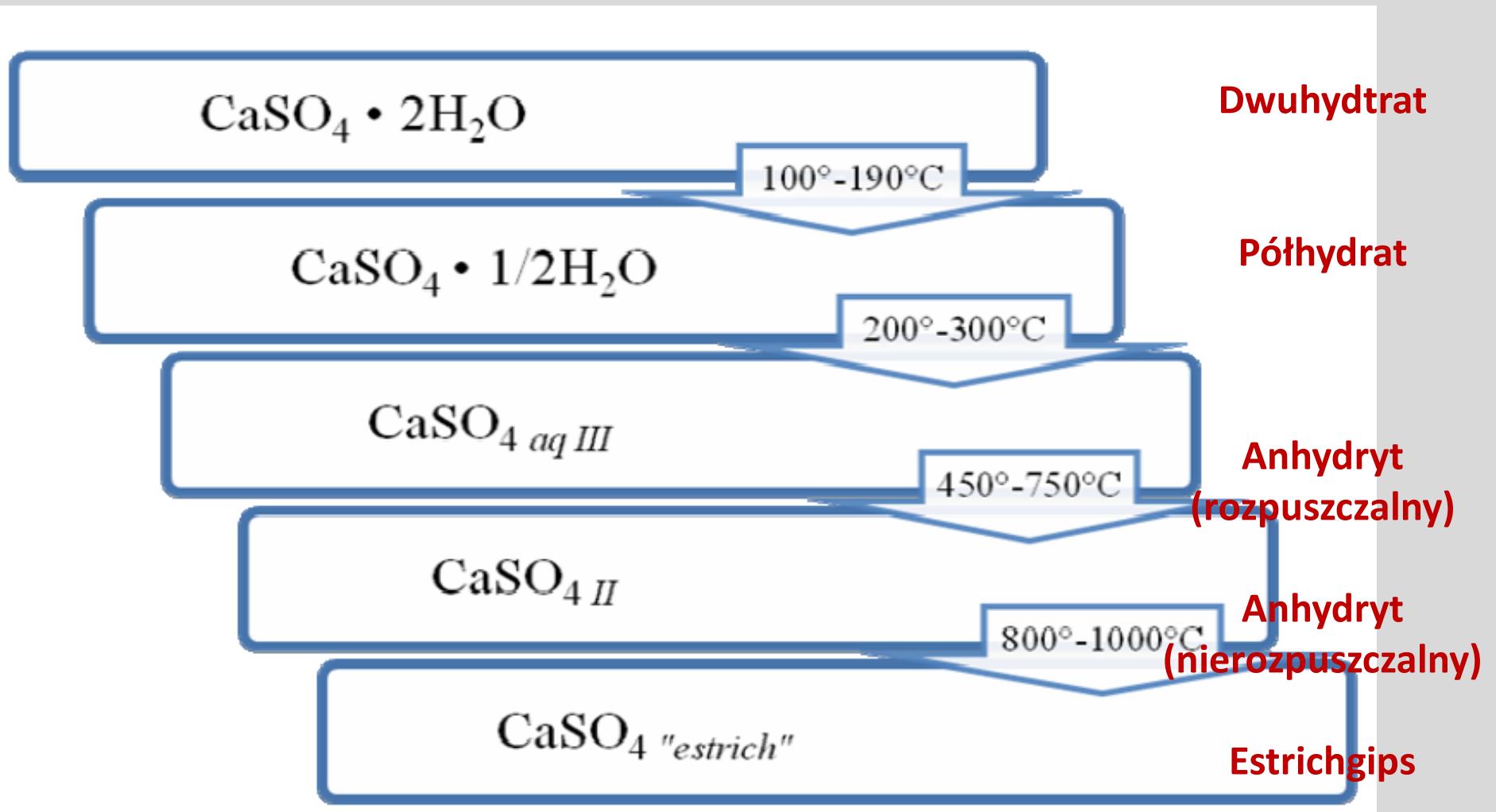
White Sands, New Mexico, 25x50km



Kryształ gipsu



Społy gipsowe – otrzymywanie (dehydratacja)



Wiązanie i twardnienie spojów gipsowych

- Wiązanie gipsu polega na ponownym uwodnieniu siarczanu wapnia półwodnego do siarczanu wapnia dwuwodnego



- **I etap:** rozpuszczenie półhydratu w wodzie (powstaje nasycony roztwór półhydratu, z którego zaczyna się wytrącać dwuhydrat)
- **II etap:** uwodnienie półhydratu do trudniej rozpuszczalnego dwuhydratu (roztwór nasycony w stosunku do półhydratu staje się przesycony względem dwuhydratu \Rightarrow dwuhydrat wytrąca się intensywniej)
- **III etap:** krystalizacja dwuhydratu – powstający szkielet krystaliczny „obrasta” nowymi utworami – proces ustaje z chwilą wyczerpania dwuhydratu