

ROZDZIAŁ XIX

Spoiwa budowlane dawniej i obecnie

Spoiwa budowlane wykorzystywane były w bardzo odległych czasach. Badania archeologiczne prowadzone w Iraku oraz w Egipcie pozwoliły na odkrycie ruin murów pochodzących z okresu ok. 5000 do 4000 lat p.n.e. Mury te wzniesiono z wysuszonych na słońcu glinianych kształtek łączonych za pomocą ilitu. Odkrycie współcześnie używanych spoiw budowlanych miało ścisły związek z nabyciem przez człowieka umiejętności posługiwania się ogniem. Prawdopodobnie już wtedy nasi przodkowie zauważyli, że kamień gipsowy oraz kamień wapienny podgrzewany w ogniskach uzyskuje nowe, ciekawe właściwości – zwilżany wodą staje się plastyczny, daje się formować, po pewnym czasie jednak wiąże i twardnieje.

Praktyczne zastosowanie powietrznych spoiw budowlanych nastąpiło we wczesnych okresach cywilizacji. Przykładem zastosowania spoiwa gipsowego jest piramida schodkowa w Sakkarze koło Memfis w Egipcie, piramida powstała ok. 2650 r. p.n.e., podczas jej wznoszenia zastosowano lepiszcza pochodzące ze zmieszania lokalnego ilitu ze spoiwem gipsowym. Znajomość technologii produkcji wapna sięga ok. roku 3000 p.n.e. Już wtedy Egipcjanie używali wypalonego wapna do wytwarzania zaprawy murarskiej stosowanej do wznoszenia piramidy w Gizie.

Powietrzne spoiwa budowlane umożliwiały wznoszenie budowli, których pozostałości możemy podziwiać do dnia dzisiejszego. Spoiwa te miały jednak swoje wady - nie wiązały pod wodą, były nieodporne na działanie czynników atmosferycznych, sprawiały problemy w miejscach o wilgotnym klimacie. Kolejnym krokiem w produkcji spoiw budowlanych było zastosowanie wapna palonego zmieszanego z pucolaną. Pucolana (z j. włoskiego puzzolana) to ceramiczny materiał budowlany, stosowany jako wypełniacz w zaprawach hydraulicznych. Pucolana to bardzo drobny popiół pochodzenia wulkanicznego, jego głównym składnikiem jest czysta krzemionka. Cechą charakterystyczną pucolany jest zdolność do wiązania wapna także pod wodą, pucolana zwiększa wodoodporność zaprawy budowlanej. W efekcie mieszania wapna palonego z pucolaną powstaje spoiwo hydrauliczne.

Praktyczne zastosowanie zapraw wiążących hydraulicznie zainicjowali Rzymianie. W okresie panowania imperium rzymskiego zaprawę wapienną z domieszką pucolany używano podczas wznoszenia Świątyni Posejdona (ok. 460 r.p.n.e), najstarszego zachowanego mostu w Rzymie – mostu Fabrycjusza (ok. 62 r.p.n.e), Koloseum (69-82 r.n.e). Podczas budowy portu w Cezarei (w 22 r.n.e.) przez króla Herodota, do budowy fundamentów falochronów używano spoiwa wapienne mieszane z pucolanami. Pucolana używana podczas wznoszenia tych budowli wydobywana była w okolicy wulkanu Wezuwiusz na południu Włoch. Produkcję wapna i jego zastosowanie opisał wielki rzymski budowniczy i architekt Marcus Vitruwius Polio w dziele *De architectura Libri Decem*.

W wyniku ekspansji Cesarstwa Rzymskiego na północ tworzone nowe prowincje. Dolna Germania była prowincją rzymską, położoną na lewym brzegu Renu. Obejmowała swym zasięgiem terytorium obecnej Belgii, Luksemburga, część Holandii, skrawek Francji oraz zachodnie Niemcy. W prowincji rozpoczęło się osadnictwo rzymskie, powstawały nowe aglomeracje, stolicą prowincji została Kolonia. Potrzeby zmusiły Rzymian do intensywnego poszukiwania surowców budowlanych. Stosunkowo łatwo było pozyskać w tym rejonie surowiec do produkcji wapna. Sprowadzanie w dużych ilościach pucolany z okolic wulkanu Wezu-



wiesz było jednak nieopłacalne. Dlatego też Rzymianie zainteresowali się charakterystycznymi wzgórzami leżącymi w dorzeczu Renu i Mozeli. Jak się okazało odkryli około 100 wygasłych stożków wulkanicznych, które powstały w wyniku intensywnej erupcji wulkanicznych przed ok. 13 000 laty. Okolice wulkanicznego pasma górskiego Eifel na długie wieki stały się miejscem wydobycia surowca przewyższającego swoimi właściwościami włoskie pucolany. Kilka wieków później Holendrzy, specjaliści od budowania w podmokłych terenach, nadali mu nazwę tras. Na obszarze Dolnej Germanii Rzymianie używali tras reński do wznoszenia licznych budowli. Szczytowym osiągnięciem inżynierii Rzymian była budowa w I w.n.e. akweduktu doprowadzającego wodę do Kolonii. Akwedukt miał łączną długość ok. 95 km, pokonywał spadek ok. 360 metrów. Akwedukt zaopatrywał Kolonię w wodę pitną przez kilkadziesiąt lat. Do budowy akweduktu narażonego na stały kontakt z wodą użyto oczywiście zaprawy hydraulicznej – wapna palonego zmieszanego w odpowiedniej proporcji z trasem reńskim. Po upadku Cesarstwa Rzymskiego nastąpił spadek zainteresowania spoiwami wapiennymi w budownictwie. Rozwijało się za to budownictwo drewniane. Dopiero ok. XIV w. w Europie zaprawy wapienne zaczęły powracać do łask.

Liczne odkrycia w dziedzinie fizyki i chemii dokonane w XVIII w. otworzyły nową epokę w historii spoiw budowlanych. Badania prowadzone przez J. Parkera dowiodły, że w wyniku wypalania i rozdrobnienia kamienia wapiennego zanieczyszczonego gliną uzyskuje się spoiwo hydrauliczne – wapno hydrauliczne.

Badania prowadzone we Francji i opublikowane w 1818 r. przez L.J. Vicata dowiodły, że spoiwo hydrauliczne można otrzymać również poprzez wypalenie rozdrobnionej mieszaniny czystego wapienia i gliny. Jednak za wynalazcę cementu portlandzkiego uznaje się Anglika J. Aspena, który opatentował swoją technologię w roku 1824 r. Swoje spoiwo nazwał cementem portlandzkim.

W chwili obecnej wiodącym producentem trasu reńskiego dla potrzeb przemysłu materiałów budowlanych jest firma **TUBAG**. Od 2007 r. firma **TUBAG** należy do firmy quick-mix. Firma quick-mix Polska sp. z o.o. jest jedynym producentem i dystrybutorem na rynku polskim produktów produkowanych na bazie oryginalnego trasu reńskiego i oznaczonych logo **TUBAG**. Firma **TUBAG** podczas produkcji cementu trasowego oraz wapna trasowego stosuje oryginalną metodę podwójnego mielenia trasu reńskiego z wapnem oraz cementem. W wyniku takiej obróbki otrzymujemy produkt o wyjątkowym rozdrobnieniu i niespotykanych właściwościach.

Firma quick-mix oferuje swoim Klientom różnorodne produkty, zawierające tras reński. Produkty te przeznaczone są do wykorzystania przez profesjonalne firmy wykonawcze. Szczególnie dużym uznaniem cieszą się u naszych Klientów: wapno trasowe, cement trasowy oraz zaprawy na bazie wapna i cementu trasowego. Zaprawy zawierające naturalny tras reński służą do układania okładzin z kamienia naturalnego oraz do ich spoinowania. Szczególnie zalecane są do murowania murów kamiennych, do ich spoinowania oraz do tynkowania. Zaprawy zawierające tras reński **TUBAG** spełniają najwyższe wymagania konserwatorskie, charakteryzują się między innymi:

- zwiększoną wytrzymałością mechaniczną i odpornością na warunki atmosferyczne
- zwiększoną szczelnością z jednoczesnym zachowaniem jej paroprzepuszczalności
- odpornością na pojawianie się wykwitów wapiennych na powierzchni murów licowych z klinkieru
- właściwościami eliminującymi ryzyko przebarwień na powierzchni okładzin z kamienia naturalnego
- właściwościami poprawiającymi mikroklimat w pomieszczeniach mieszkalnych
- łatwością w obróbce, tras redukuje wewnętrzne tarcie w zaprawie
- optymalną porowatością i nasiąkliwością
- zmniejszonym skurczem



PODZIAŁ SPOIW BUDOWLANYCH

1. Spoiwa mineralne (nieorganiczne) znane i stosowane już od starożytności
2. Spoiwa sztuczne (organiczne) intensywny rozwój od połowy XIX w.
- 3.

PODZIAŁ SPOIW MINERALNYCH

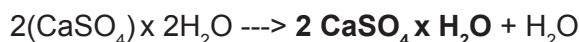
1. Spoiwa powietrzne – po zarobieniu wodą wiążą na powietrzu:
 - wapno palone CaO
 - wapno gaszone (hydratyzowane) Ca(OH)₂
 - gips CaSO₄ x 1/2H₂O
 - anhydryt CaSO₄
 - estrichgips CaSO₄
 - spoiwa magnezjowe MgO
 - spoiwa krzemianowe Na₂O x nSiO₂ oraz K₂O x nSiO₂
2. Spoiwa hydrauliczne – wiążą na powietrzu jak i pod wodą, są odporne na działanie wody.
 - wapno hydrauliczne
 - cement portlandzki
 - cement hutniczy
 - cement glinowy
 - cement romański

SPOIWA POWIETRZNE – Gips

Na potrzeby budownictwa produkuje się:

- gips budowlany (PN-B-30041:1997)
- gips specjalny: szpachlowy, tynkarski, klej gipsowy (PN-B-30042:1997)

Gips budowlany 2CaSO₄ x 2H₂O otrzymywany jest ze skały gipsowej CaSO₄ x 2H₂O wyprażonej w temperaturze ok. 200°C a następnie zmielonej. Podczas prażenia zachodzi reakcja:

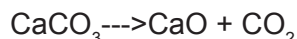


Gips powoduje korozję stali zbrojeniowej

Gips pod wpływem wilgoci traci wytrzymałość

SPOIWA POWIETRZNE – Wapno

Wapno budowlane niegaszone otrzymuje się przez wypalenie kamienia wapiennego w temperaturze 950-1050°C. Podczas wypalania zachodzi reakcja:



W zależności od pochodzenia (rodzaju surowca) różni się cztery rodzaje wapna budowlanego:

CL – wapno wapienne wytwarzane z czystych wapieni (odmiany 90, 80, 70)

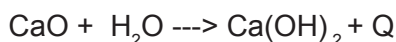
DL – wapno dolomitowe wytwarzane z wapieni zdolomityzowanych (odmiany 85, 80)

NHL – naturalne wapno hydrauliczne wytwarzane z wapieni ilastych. Odmiany NHL 2, NHL 3,5, NHL 5)

HL – sztuczne wapno hydrauliczne wytwarzane z wapna wapiennego zmieszanego z pucolanami, cementem, mączka kamienną (odmiany HL 2, HL 3,5, HL 5)

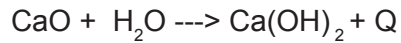
SPOIWA POWIETRZNE – Wapno gaszone

1. Wapno gaszone powstaje w wyniku reakcji tlenku wapniowego z wodą w nadmiarze:



2. Wapno suchogaszone (hydratyzowane) powstaje w wyniku reakcji tlenku wapniowego z wodą (w ilości ok. 65% masy wapna):





SPOIWA WAPIENNE – zastosowanie

Spoiva wapienne stosuje się do:

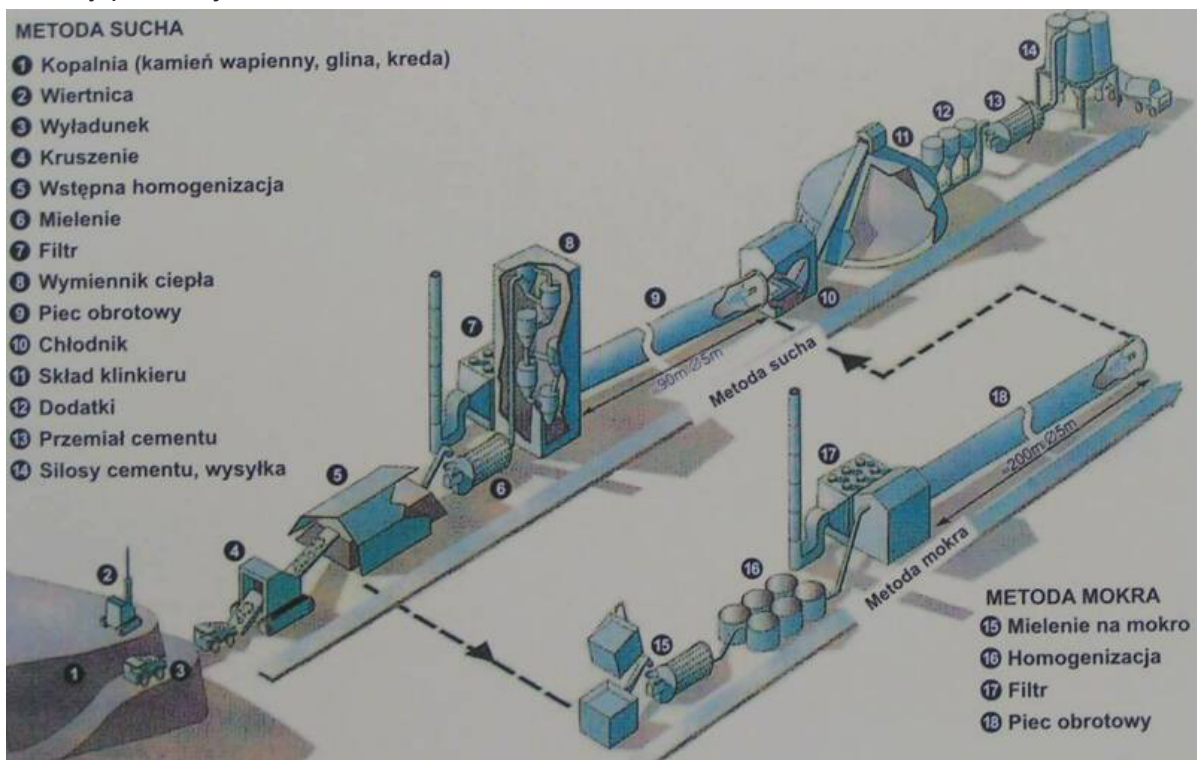
- budowy murów podziemnych przy obciążeniu 0,6 MPa
- wykonywania zaprawy w miejscach o dostatecznym dopływie CO_2 , w miejscach zabezpieczonych przed wilgocią
- wypraw zewnętrznych i wewnętrznych
- produkcja pustaków i prefabrykatów jako dodatek do cementu
- produkcja cegły wapienno-piaskowej
- produkcja betonu komórkowego
- produkcja suchych zapraw

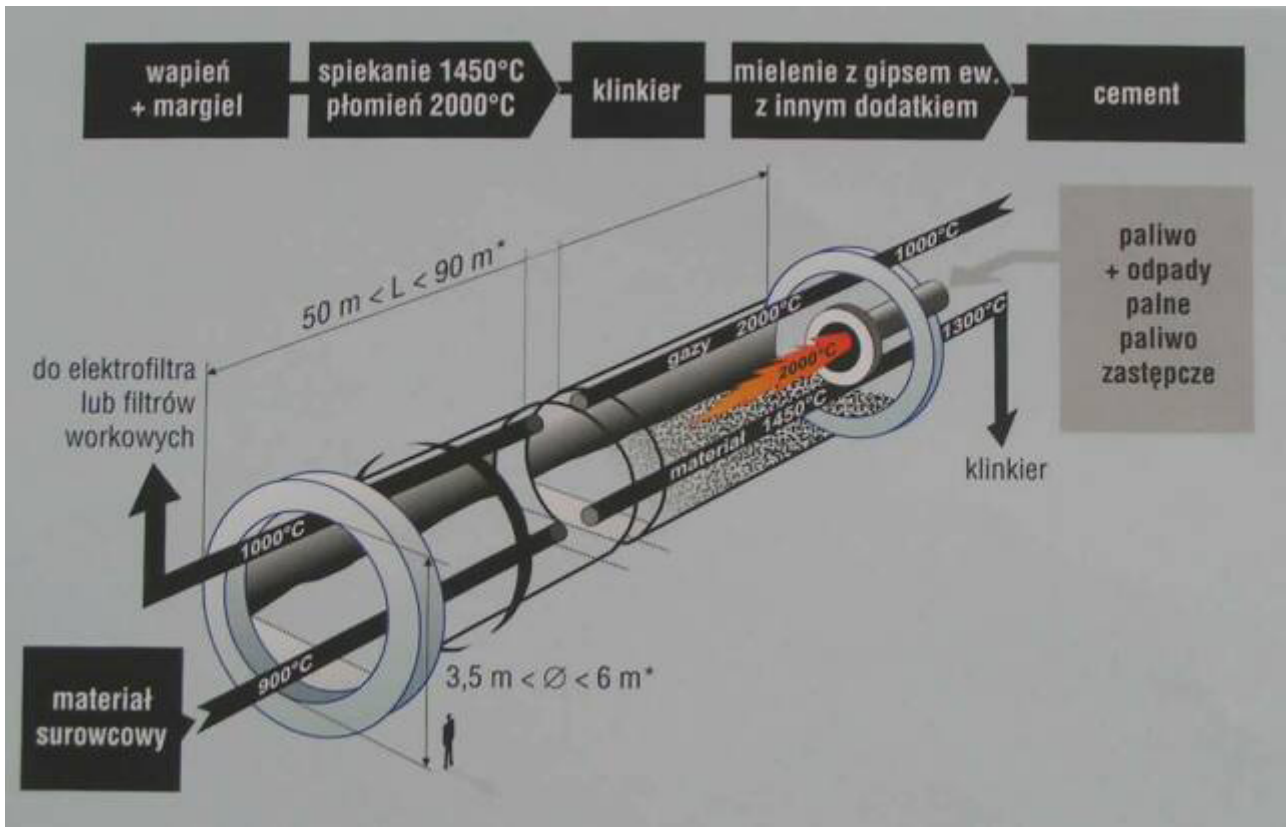
SPOIWA HYDRAULICZNE– cement

Produkcja cementu:

- metoda mokra
- metoda sucha

Metody produkcji cementu:





SPOIWA CEMENTOWE – podział

- **CEM I** – Cement portlandzki
- **CEM II** - Cement portlandzki wieloskładnikowy
- **CEM III** – Cement hutniczy
- **CEM IV** – Cement pucolanowy
- **CEM V** – Cement wieloskładnikowy

SPOIWA CEMENTOWE – zastosowanie

Spoiva cementowe stosuje się do:

- wykonywania zaczynów cementowych (wypełnianie kanałów w konstrukcjach kablobetonowych, wzmacnianie spękanych konstrukcji)
- wykonywania zapraw murarskich, zapraw tynkarskich, zapraw klejących, jastrychów, wylewek
- produkcji wyrobów i elementów budowlanych
- produkcji betonu towarowego

Opracował: M. Nocoń