Zaprawy romańskie: mechanizm wiązania, właściwości, problemy konserwatorskie

Roman Kozłowski
Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie



Odlewy elementów dekoracyjnych–prefabrykacja na masową skalę







Cement romański - właściwości

krótki czas wiązania, zwykle 7 - 20 minutes

ciepły kolor (imitacja kamienia)

doskonała odporność na wpływy atmosferyczne

d. Akademia Handlowa, Kraków, 1904 -1906, Jan Zawiejski, konserwacja 2005-2007





Tynki oparte na cementach romańskim i portlandzkim zostały zastosowane przez architekta w strefie cokołu w celu imitacji różnych rodzajów kamienia

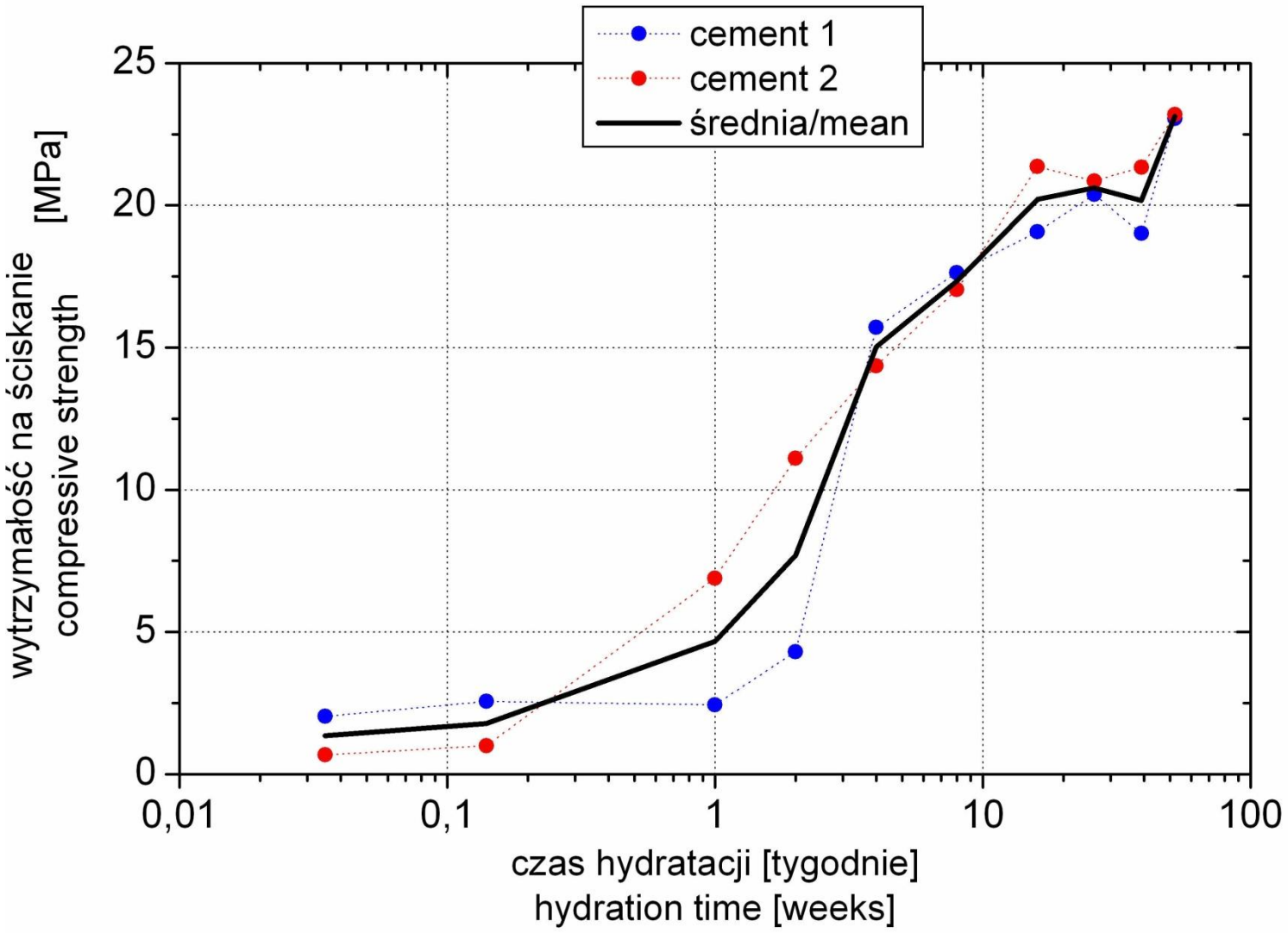


Cement romański - hydratacja

belit Ca_2SiO_4 → powolna reakcja → **C - S - H**

gliniany wapnia → szybka reakcja → **C - A - H**

Wiązanie – przyrost wytrzymałości

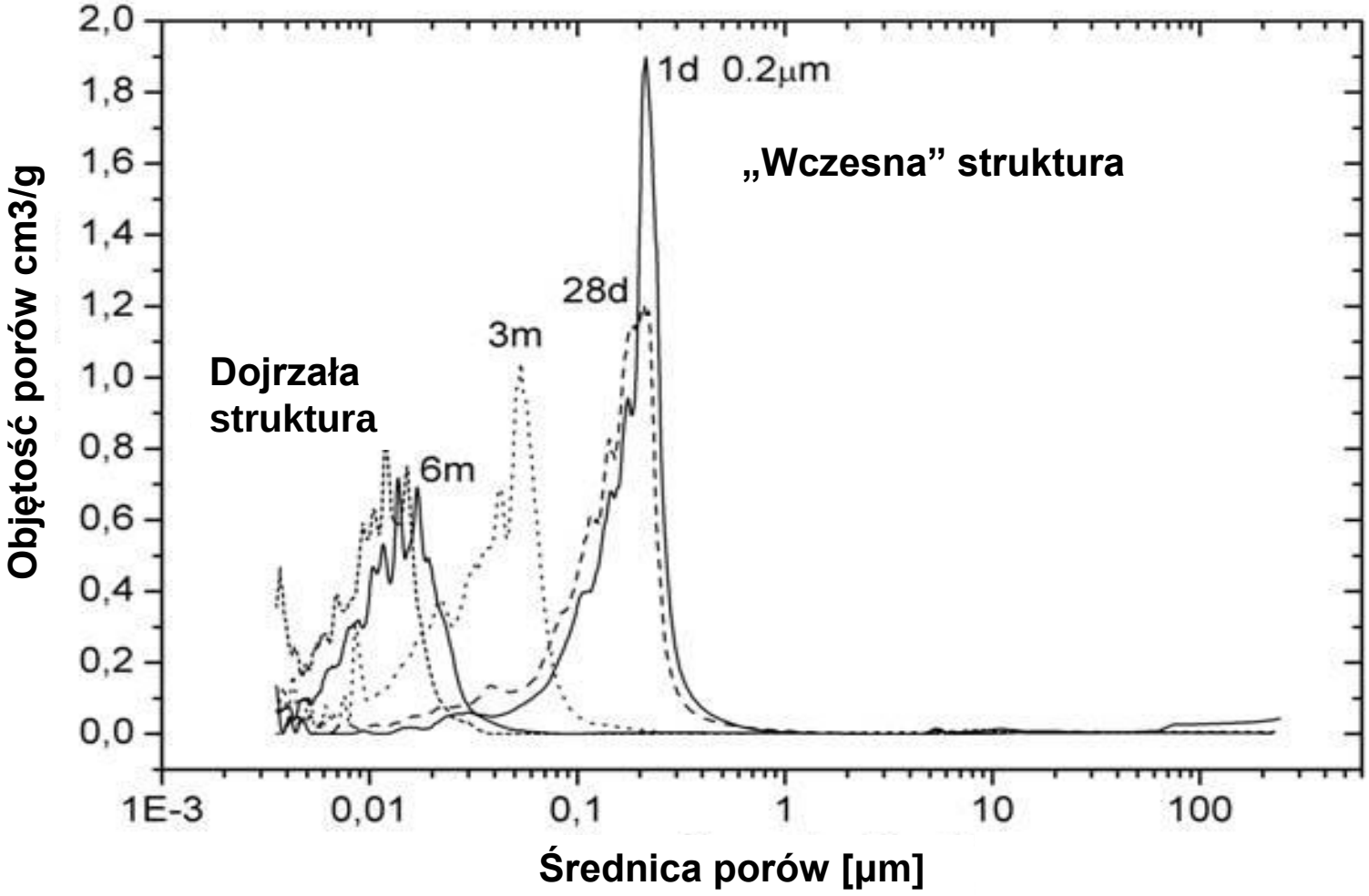


Hydratacja romańskich cementów sprzyja ich stosowaniu do prac sztukatorskich

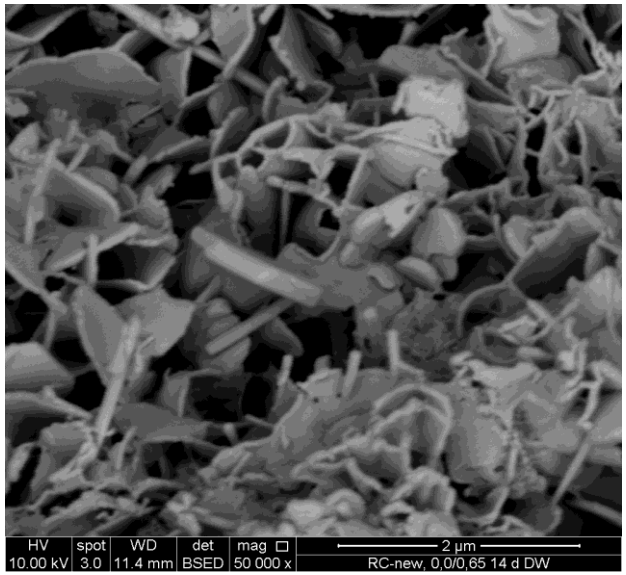
- wczesna wytrzymałość 1 – 5 MPa wystarczy do wyjęcia odlewu z formy po 15 minutach
- wysoka wytrzymałość długookresowa daje sztukateriom doskonałą odporność na niszczenie

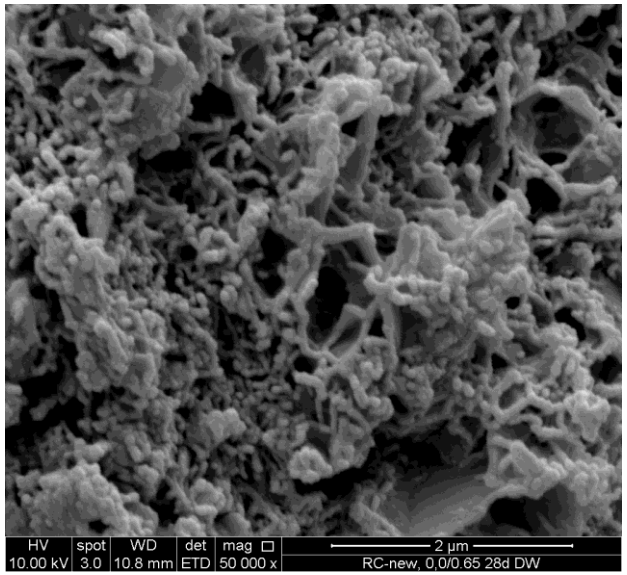


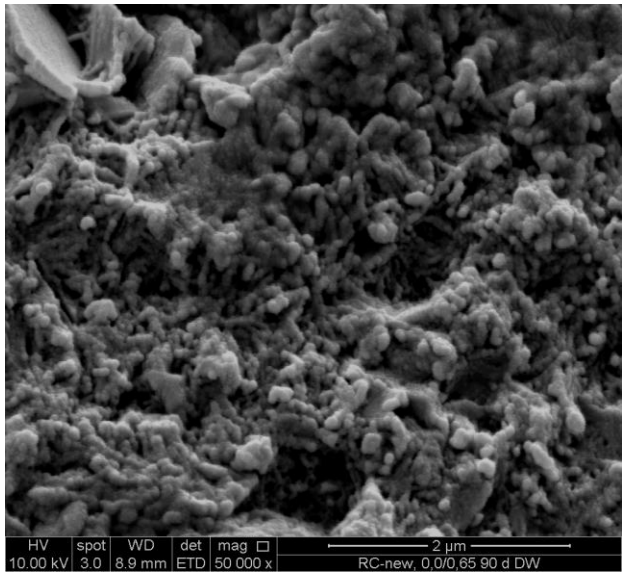
Ewolucja struktury porów w trakcie wiązania



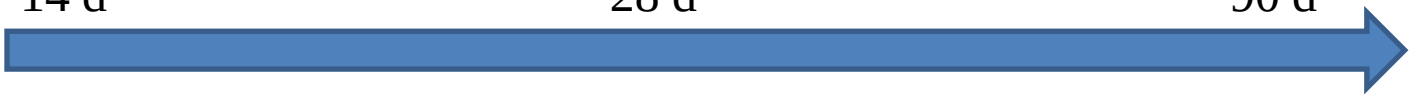
Ewolucja struktury porów w trakcie wiązania – warunki laboratoryjne





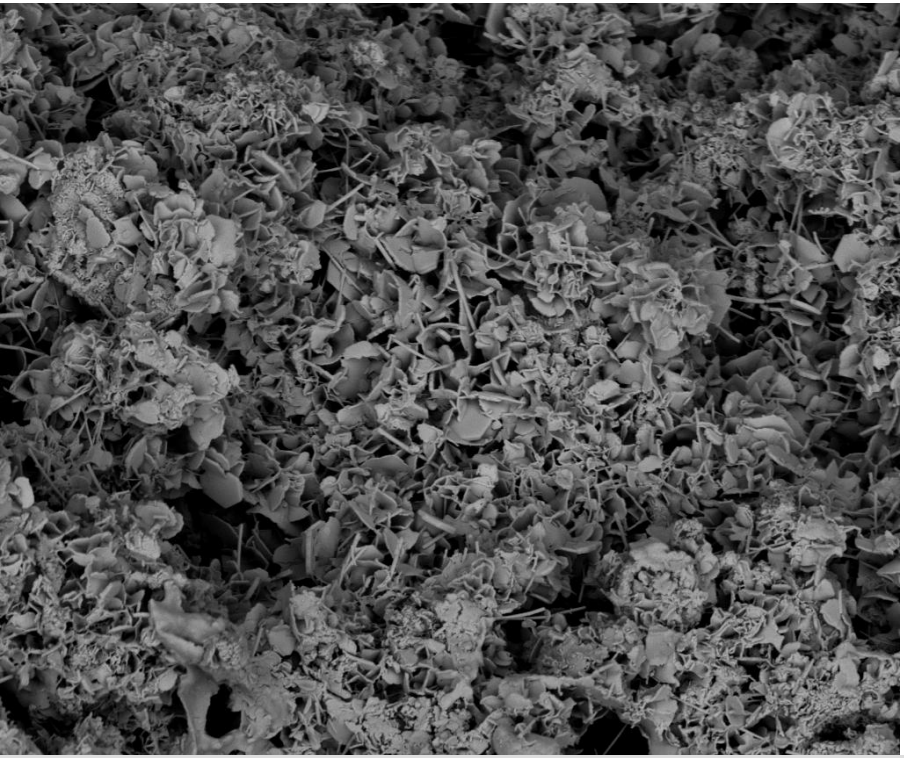


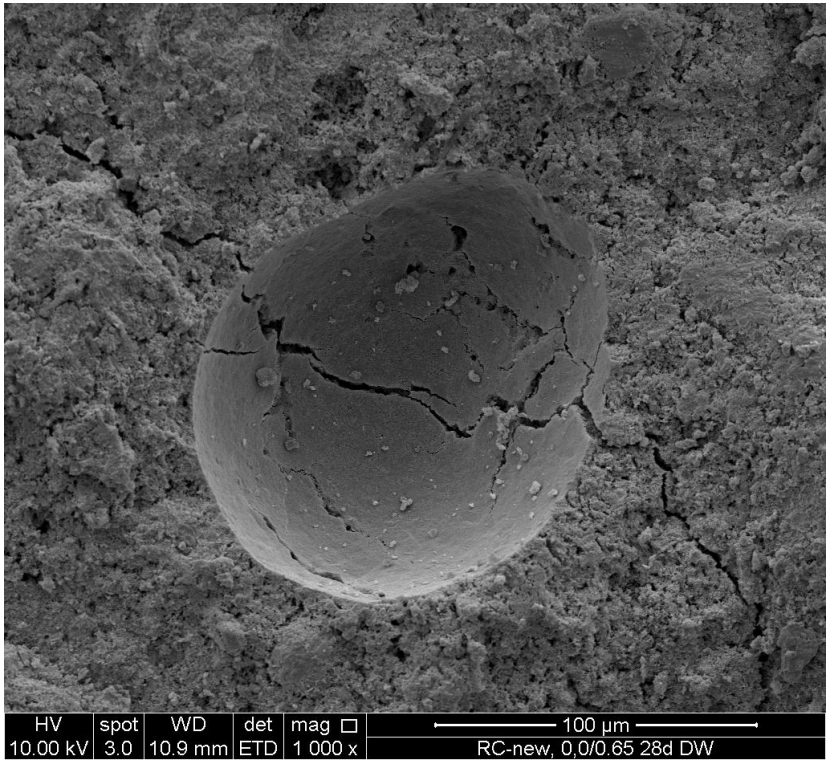
14 d 28 d 90 d



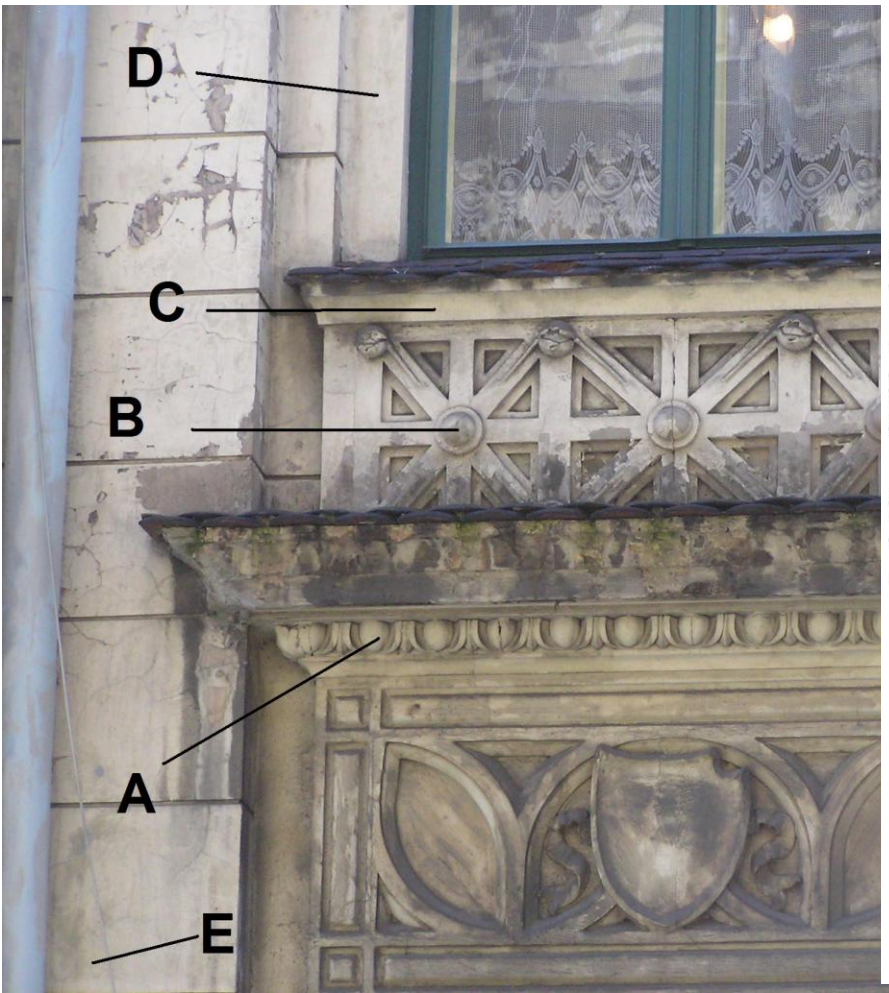
Struktura porów – zaprawy historyczne

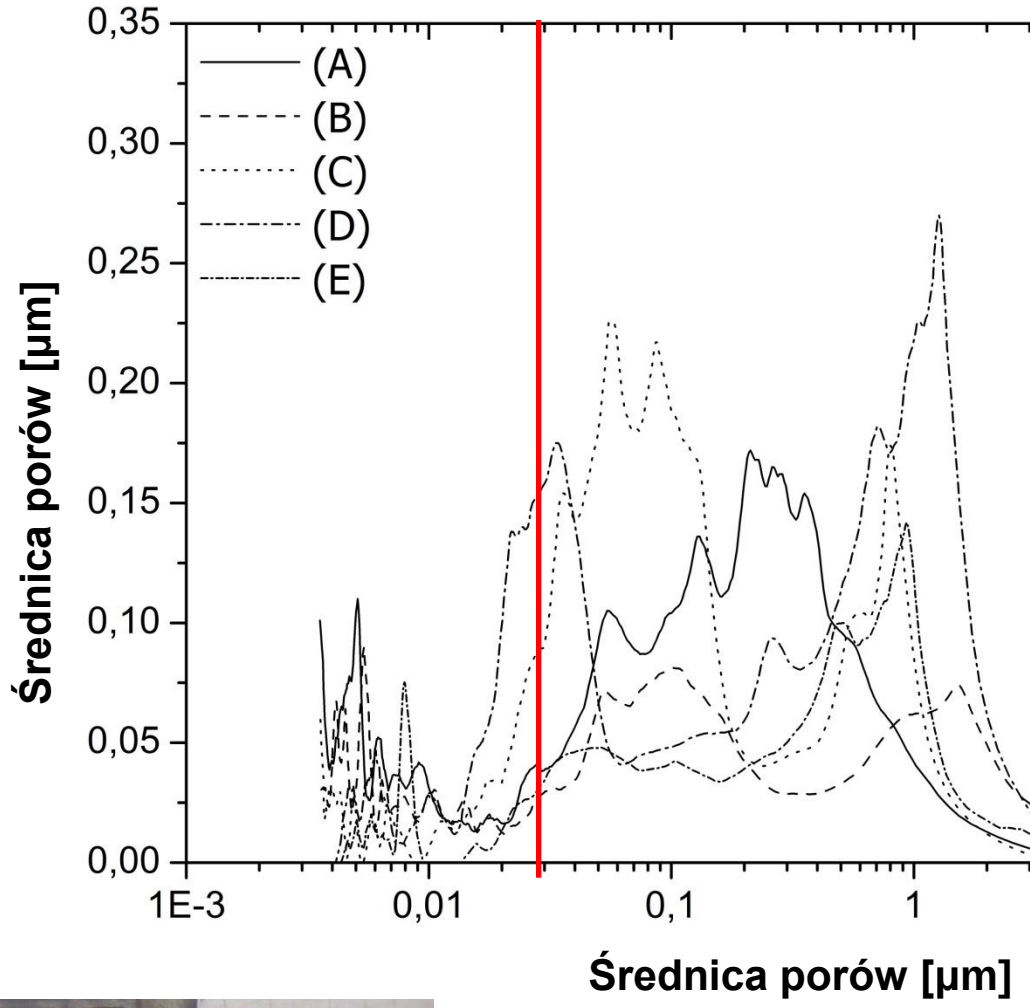
Dodatkowe pory „powietrzne” wynikające z odparowania wody – 1 – 5 µm, oraz duże pęcherze powietrza (do 500 µm





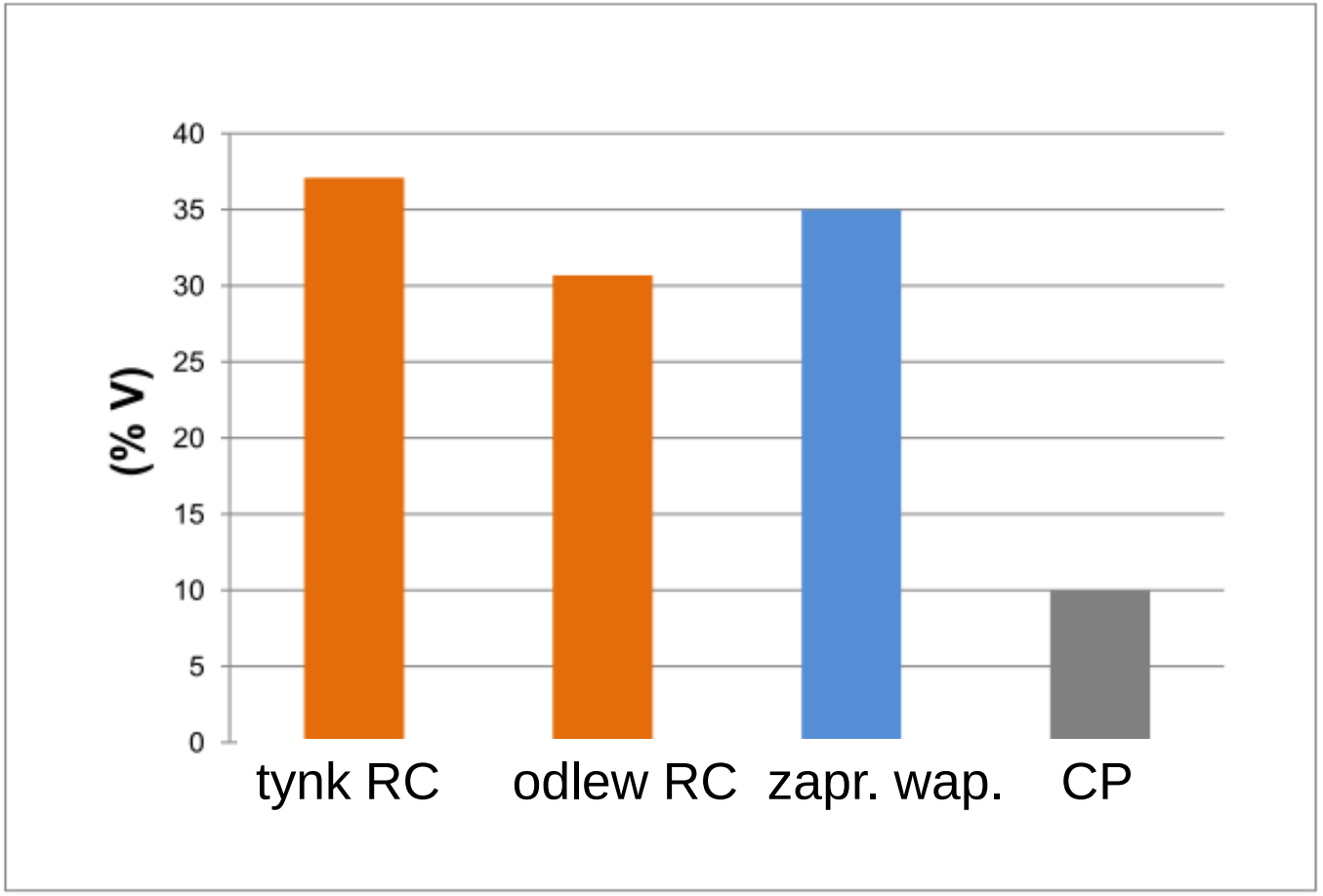
Struktura porów – zaprawy historyczne



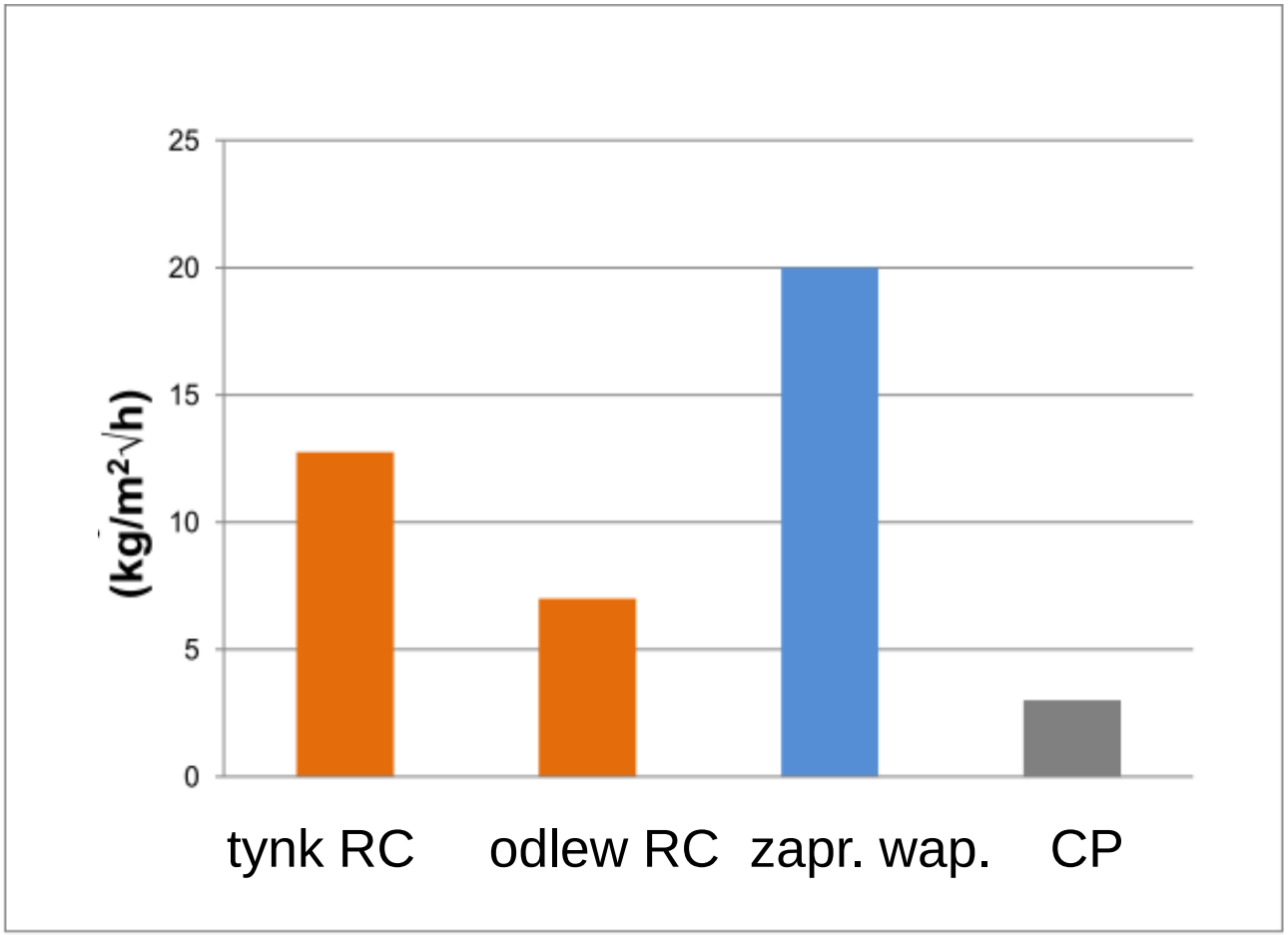


Porowatość otwarta dla wody

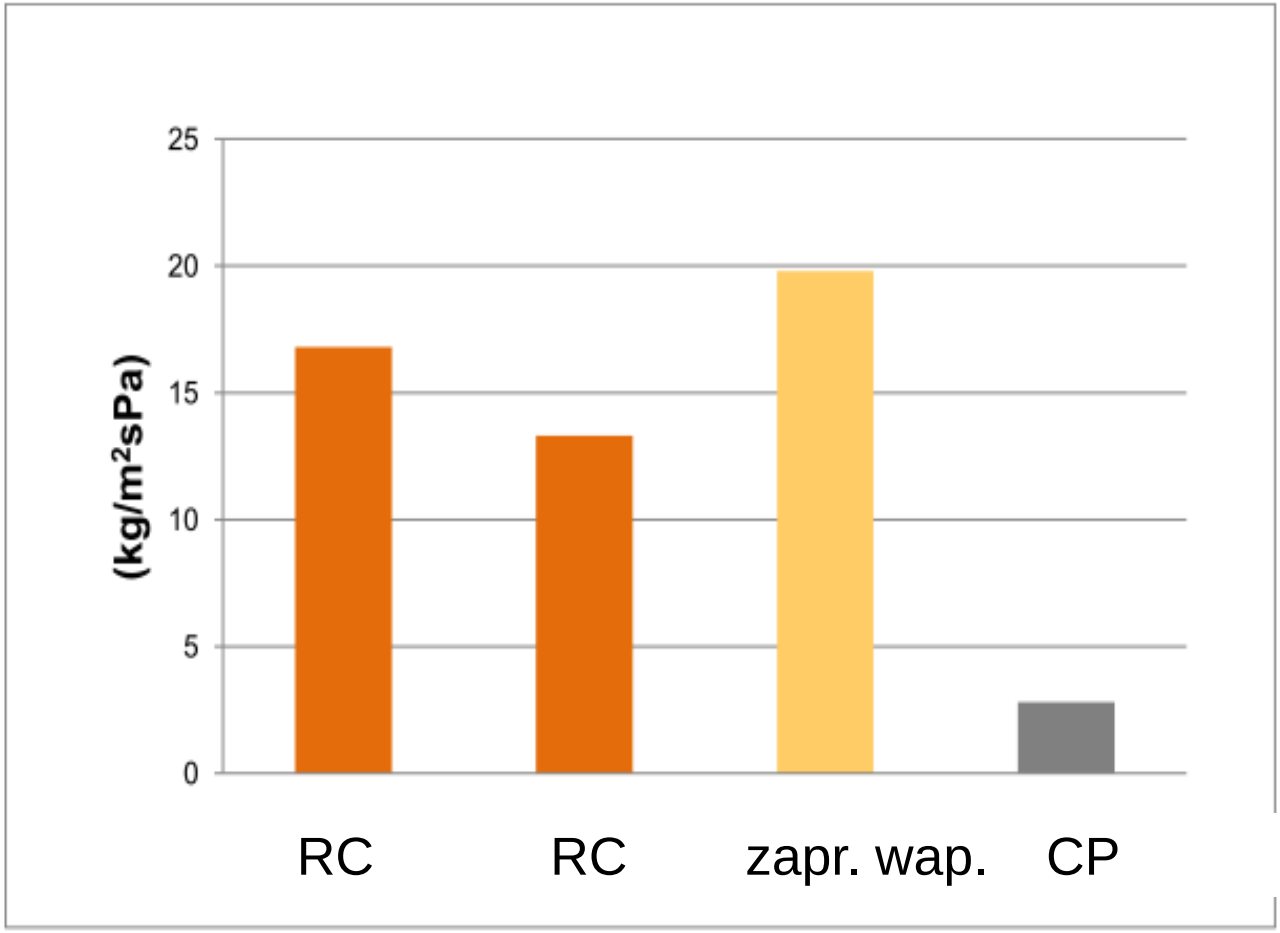
romańskie zaprawy zabytkowe i średnie wartości dla zapraw wapiennych i opartych na cemencie portlandzkim



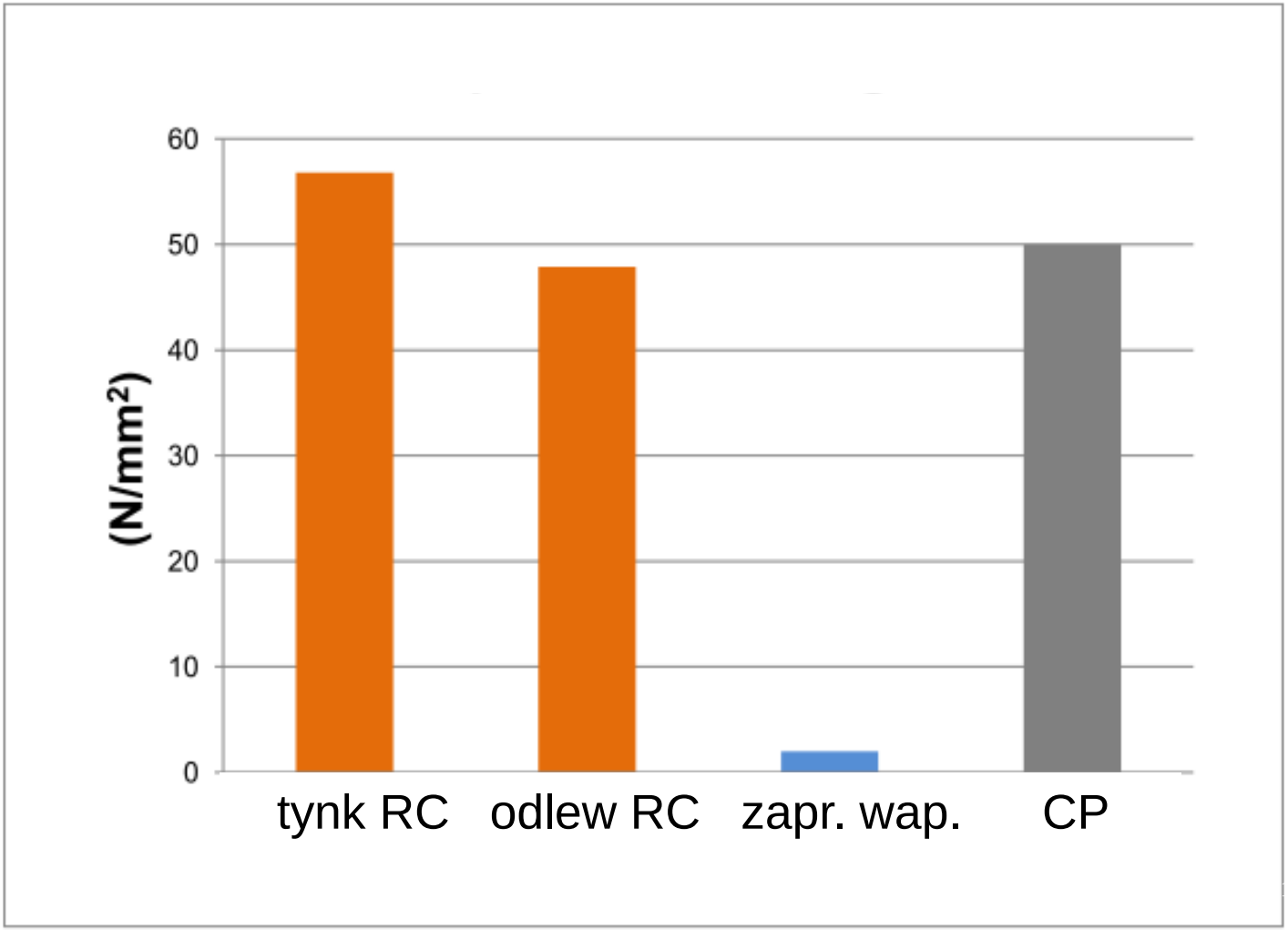
Współczynnik podciągania kapilarnego wody



Dyfuzja pary wodnej



Wytrzymałość na ściskanie



Historyczne cementy romańskie – grube zmielenie, nierównomierny wypał

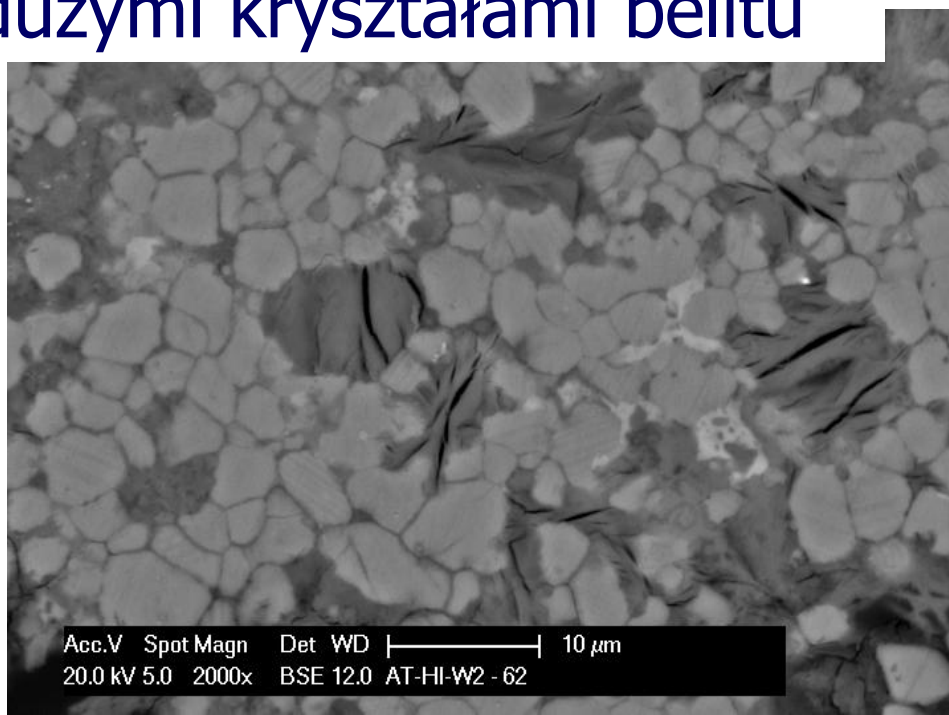
- w technologii historycznej każdy wypał składał się z kamieni o różnym stopniu wypalenia - kamienie przepalone (szkliste, o charakterze szlaki) odrzucano
- po grubym zmieleniu (uziarnienie do 1 mm) liczne ziarna cementu nie ulegały uwodnieniu lub reagowały powoli

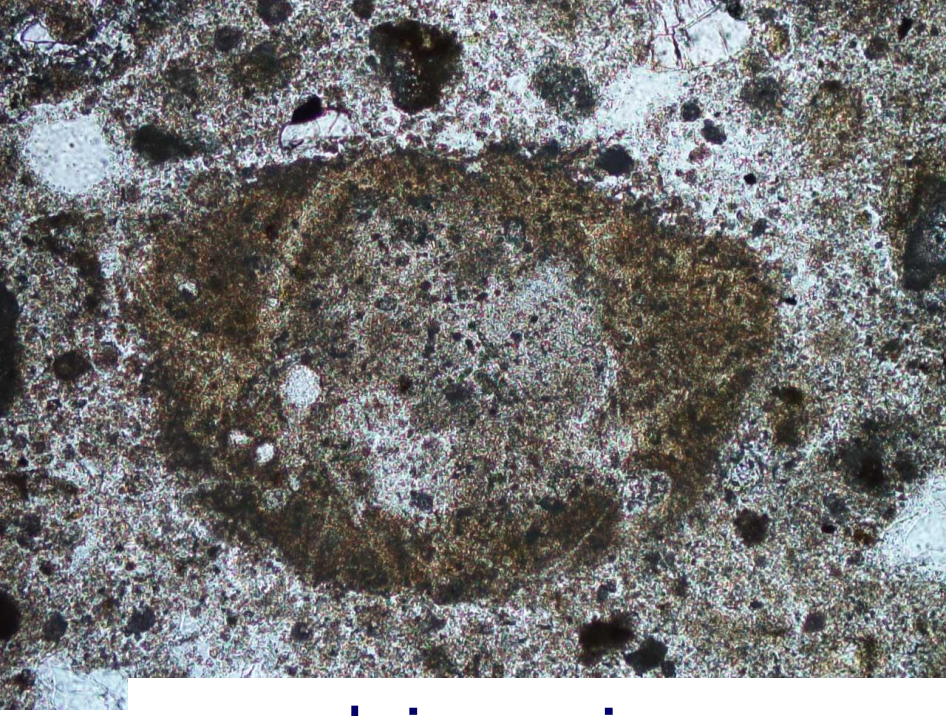


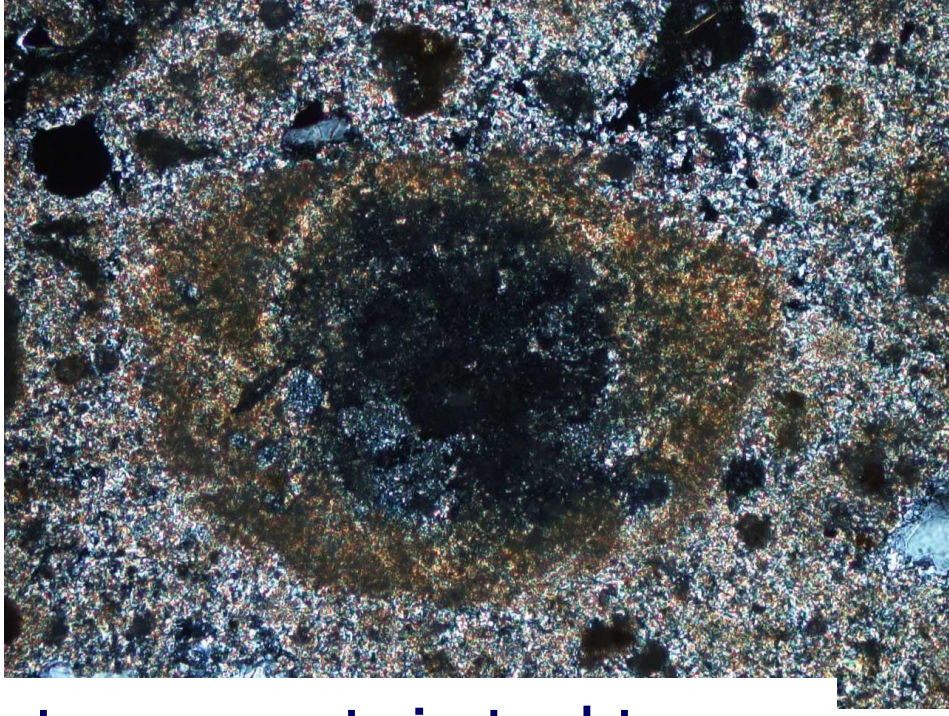


ziarna „przepalone” z dużymi kryształami belitu





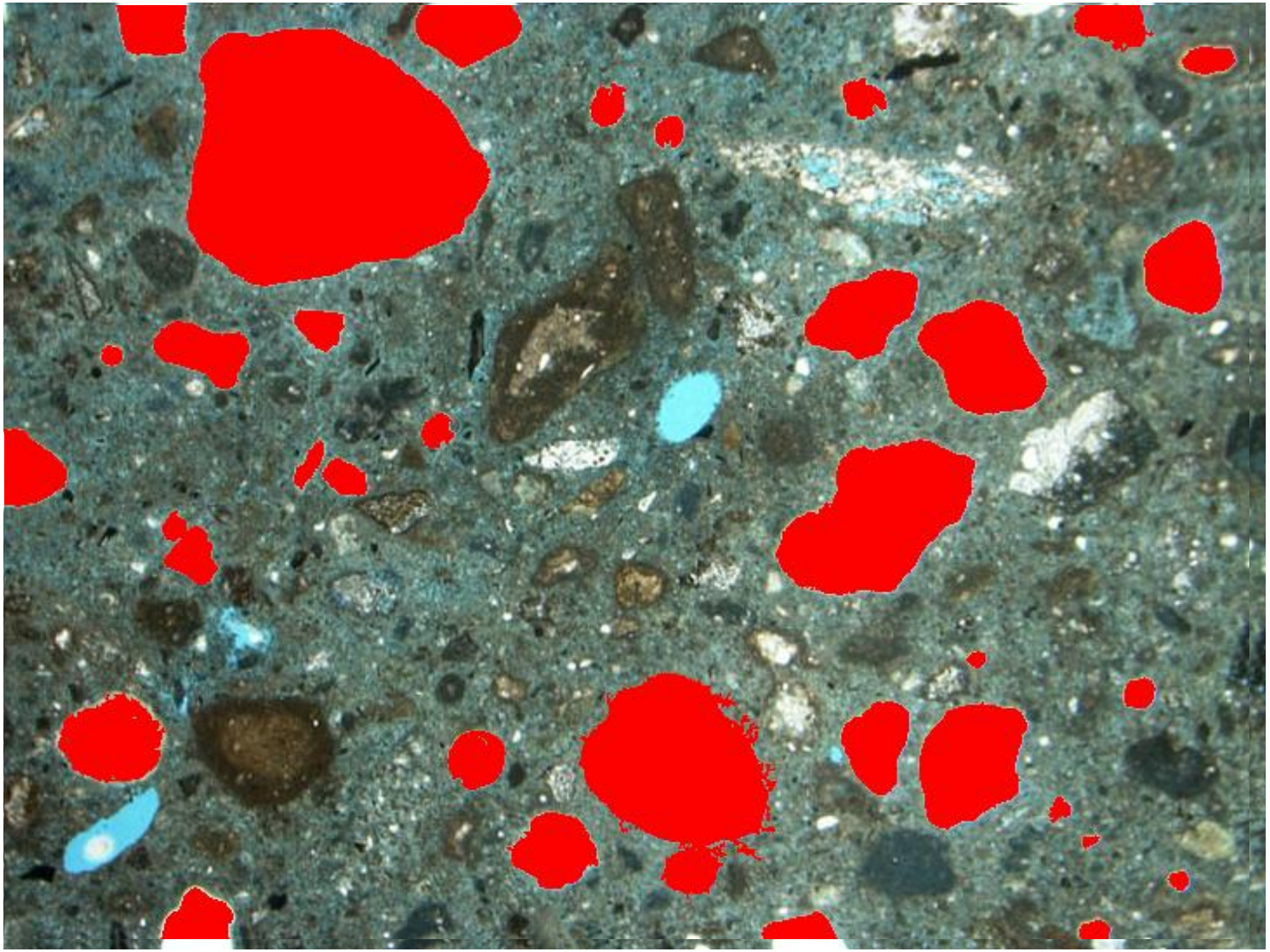




uwodnione ziarna cementu o zwartej strukturze







Zaprawa romańska

Przekrój przez zabytkowy odlew



Problemy konserwatorskie - spękania





Problemy konserwatorskie - spękania











WYSYCHANIE ZAPRAW

SKURCZ

ZATRZYMANIE SKURCZU ZAPRAW

NAPRĘŻENIA

PĘKNIĘCIA



czas wiązania	**7 dni**		**28 dni**	
	skurcz podczas schnięcia [mm/m]	poziom krytyczny [mm/m]	skurcz podczas schnięcia [mm/m]	poziom krytyczny [mm/m]
zaczyn	1,7	0,9	7,7	1,2
zaprawa	0,5	0,9	2,3	1,5

Unikatowe cechy zapraw romańskich - podsumowanie

- odporne mechanicznie, ale kruche
- porowate
- doskonały transport wody i pary wodnej (dobre wysychanie budynków)
- nieprzereagowane ziarna cementu są „aktywnym” kruszywem świetnie przewiązanym z uwodnioną matrycą

- nieregularna siatka cienkich rys skurczowych jest cechą charakterystyczną zabytkowych wypraw romańskich
- rysy skurczowe zazwyczaj nie prowadzą do zniszczeń.
- spękania można ograniczać przez:
  - dobór składu zaprawy (kruszywo/cement, woda/cement),
  - kontrolę struktury porów



Dziękuje za uwagę!