

BADANIA MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNE KAFLI Z PIECÓW ZAMKÓW PODKRAKOWSKICH

Maciej PAWLIKOWSKI*, Andrzej KARBOWSKI,
Edyta SŁOWIOCZEK*****

**/ Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii, Akademia Górniczo-Hutnicza,, al.*

Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail:pawlik@agh.edu.pl

***/ 30-086 Kraków ul. Halczyna 3, e-mail; zabytki@adres.pl*

****/ Studentka Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii, Akademia Górniczo-Hutnicza,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e- mail:sheogorath@wp.pl*

Streszczenie

Wykonano badania kaflí pochodzących ze zbiorów Zygmunta i Teresy Holzerów. Za udostępnienie materiału do badań jak też dyskusje naukowe autor składa Im serdeczne podziękowania.

Próbki przeznaczone do badań reprezentują różnej wielkości fragmenty kaflí pozyskane przez p. Holzerów podczas powierzchniowych prac terenowych prowadzonych w rejonie zamków w Tenczynie, Olsztynie i in. Z dużego zbioru fragmentów kaflí do szczegółowych badań wytypowano te które różniły się makroskopowo charakterem masy ceramicznej oraz pokryte były różnymi barwnymi odmianami szkliwa zwracając mniejszą uwagę na ich klasyfikację z punktu widzenia historii sztuki,

Badania miały na celu charakterystykę mas ceramicznych wykorzystywanych do produkcji kaflí oraz chemiczne i mineralogiczne rozpoznanie pokrywającego je barwnego szkliwa.

W badaniach stosowano mikroskopie polaryzacyjną i skaningową, analizy chemiczne (metoda EDS).

Charakterystyka kaflí

Kafle cieszyły się zainteresowaniem badaczy praktycznie już od momentu kiedy zaczęto je stosować w budowie pieców tzn. około pierwszej połowy XIII w na co wskazuje najstarszy zachowany statut garncarzy z roku 1406 (Moskal K., 2010), choć już w XII w używano tzw. pieców drażonych których fragmenty odkryto m.in. we Wrocławiu i Gdańsku (Dąbrowska 1987, Buśko 1995 i in.). Uważa się, że istotną rolę w rozpowszechnieniu się kominków i pieców odegrały zakony (Międzyński 1956)

Badaniami kafla posiadają bogatą literaturę. Zajmowano się nimi zarówno od strony ich historii i historii sztuki (Chmiel 1907, Ambrosiani 1910 Miączyński 1956, Piątkiewicz-Dereniowa 1958, 1960) jak i technologii wytwarzania (Dąbrowska 1987, 2007, 2008) przy czym zagadnienia surowcowe nie posiadają zbyt bogatej literatury i opracowań zwłaszcza prowadzonych z zastosowaniem najnowocześniejszych technik badawczych (Trepka 1921, Poświk 1932, Święchowska 1955, Pavulik, Vitanovski 2004, Moskal 2007).

Klasyfikacja kafla z punktu widzenia historii sztuki może zostać – w oparciu o dane literaturowe – następująco:

1. kafle o motywach figuralnych

- k. z młodym królem
- k. ze starym królem
- k. z popiersiem młodzieńca z arkadą
- k. z halabardnikiem
- k. fryzowy z aniołem- tarczownikiem
- k. narożnikowy z tarczownikiem

2. kafle o motywach roślinnych

a) kompozycja współśrodkowa

- rozety wielopłatkowe
- kwiaty
- owoce
- gałązki
- motywy kandelabrowe o układzie poziomym
- motywy kandelabrowe o układzie pionowym

motywy kandelabrowe o układzie przekątnym

b) kompozycja jednoosiowa

kafle z motywem rozety:

- odmiana I- rozety złożone z trzech pięciopłatkowych okółków mięsistych płatków
- odmiana II- rozeta siedmiopłatkowa o trzech okółkach płatków wpisana w okrąg
- odmiana III- rozeta dziewięciopłatkowa o jednym okółku
- odmiana IV- osiem ząbkowatych płatków rozety ułożonych symetrycznie we wgłębionej czworobocznej misie

- odmiana V- okrągła misa podzielona falistym konturem na dwanaście równych pól
- odmiana VI- wpisany w kwadratowe pole kafla wypukły pierścień, którego powierzchnię wypełniają koliste wgłębienia

kafle ze stylizowanym motywem roślinnym:

- odmiana I- kwadratowe pole kafla z fantazyjną kompozycją kwiatowo-owocową
- odmiana II- kafle podobne do odmiany I, różnią się jednak środkową częścią ornamentu- koszyczkiem
- odmiana III- oś ornamentu leży na przekątnej kafla
- odmiana IV- połówka ściennego kafla narożnego posiada prostszy ornament
- odmiana V- kafel fryzowy o kształcie leżącego prostokąta o podniesionych podłużnych bokach z motywem laski oplecionej gałązką
- odmiana VI- kafel fryzowy, posiada krótsze boki od poprzedniego i są one pozbawione obramowania

3. kafle architektoniczne

- a) Kafle o dekoracji architektonicznej
 - b) Bazy i fiale- kafle o kształcie naśladującym element architektoniczny
- Odmiana I- dolny pas pokrywają owalne wypukłości, środkowy ozdobiony jest ukośną kratką a górny rzędem listków
 - Odmiana II- dolny pas tworzy wstęga, środkowy żłobek nie posiada ornamentu, u góry biegnie łaciński napis
 - Odmiana III- nie ma dekoracji reliefowej oraz napisów

Z punktu widzenia elementów konstrukcyjnych pieca wśród ich elementów obok kafla można wyróżnić:

zwieńczenia („koronki”):

- odmiana I- trójkątny kwiaton osadzony na łodydze wyrastającej z prostokątnej ścianki
- odmiana II- trzy ażurowe trójliscie osadzone na wspólnej podstawie
- odmiana III- niemal całkowicie zatraciła związek z formami roślinnymi wskutek stylizacji

Materiał do badań

Do badań wytypowano 15 fragmentów kafli pochodzących z różnych obiektów architektonicznych oraz takie których miejsca pochodzenia nie udało się ustalić. Te ostatnie poddano badaniom pomimo braku ich lokalizacji ponieważ można było ustalić ich wiek. Zestawienie badanych fragmentów zaprezentowano poniżej w układzie historycznym

Metody badań

1. Obserwacje przy pomocy mikroskopu cyfrowego
2. Badania mikroskopowe przy pomocy mikroskopu do przechodzącego światła spolaryzowanego
3. badania przy pomocy mikroskopu skaningowego z analizatorem do chemicznych analiz szkliv metodą EDS

Wyniki obserwacji:

- A. makroskopowych**
- B. prowadzonych przy pomocy
mikroskopu cyfrowego (powiększenia 5 x)**
- C. prowadzonych przy pomocy
mikroskopu polaryzacyjnego
(polaroidy częściowo X, powiększenia 80 x)**

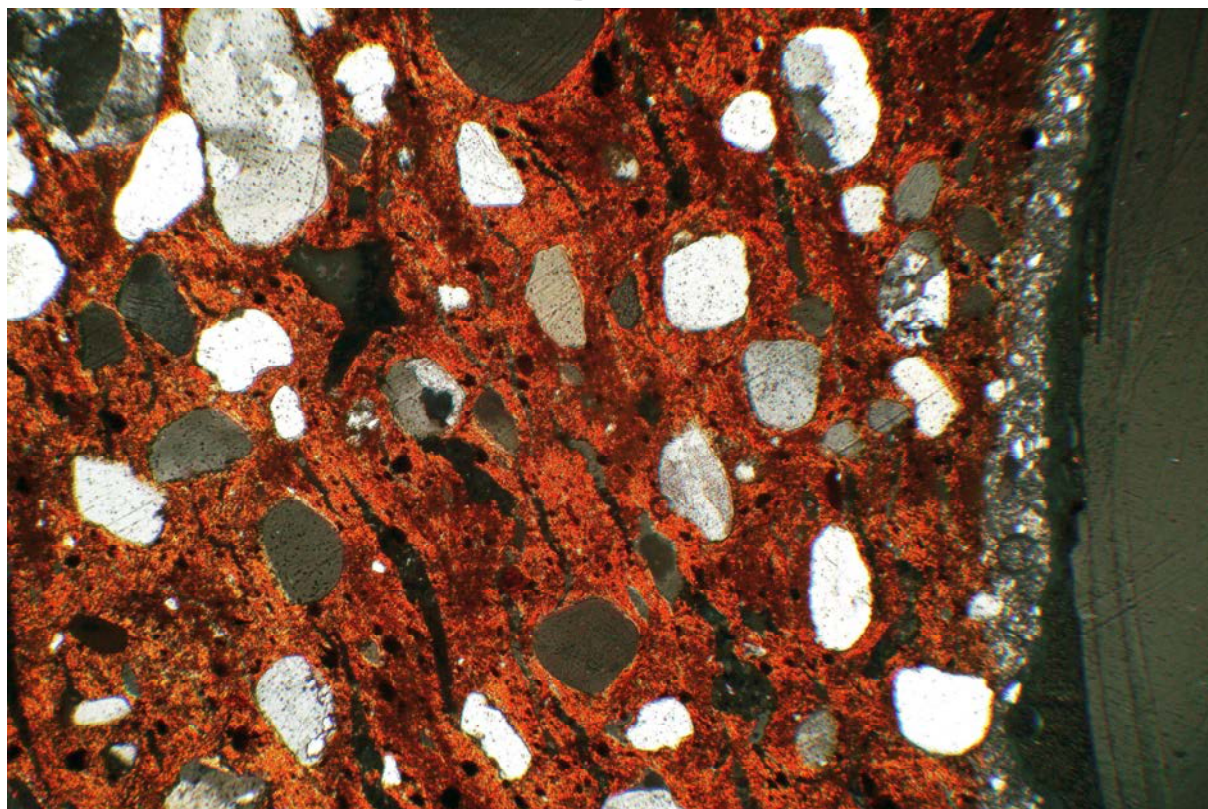
Kafle - wiek XV



A



B



C

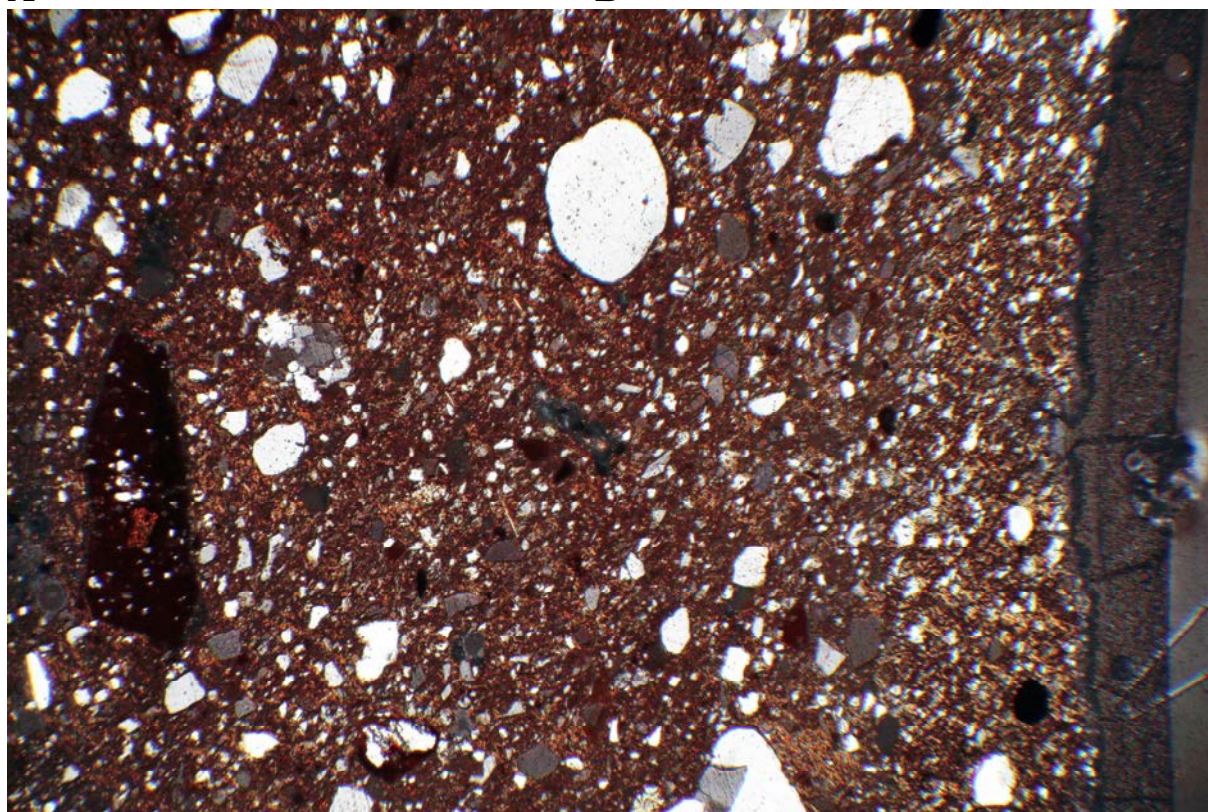
Pr 1. **A** - fragment gotyckiego kafla półcylindrycznego z maswerkiem – XV w. – Zamek Olsztyn. **B** – masa ceramiczna kafla. Kafel wypalony w atmosferze utleniającej, w temperaturze 800°C . **C**- obraz mikroskopowy masy garncarskiej pod szklwioną powierzchnią. Masa ceramiczna zbudowana ze zmienionych termicznie minerałów ilastych (czerwone), dużych ziaren kwarcu (ziarna szare). Kafel pokryty cienką polewą kwarcowo-ilastą oraz izotropowym szkliwem - ciemna smuga z prawej strony fot.



A



B



C

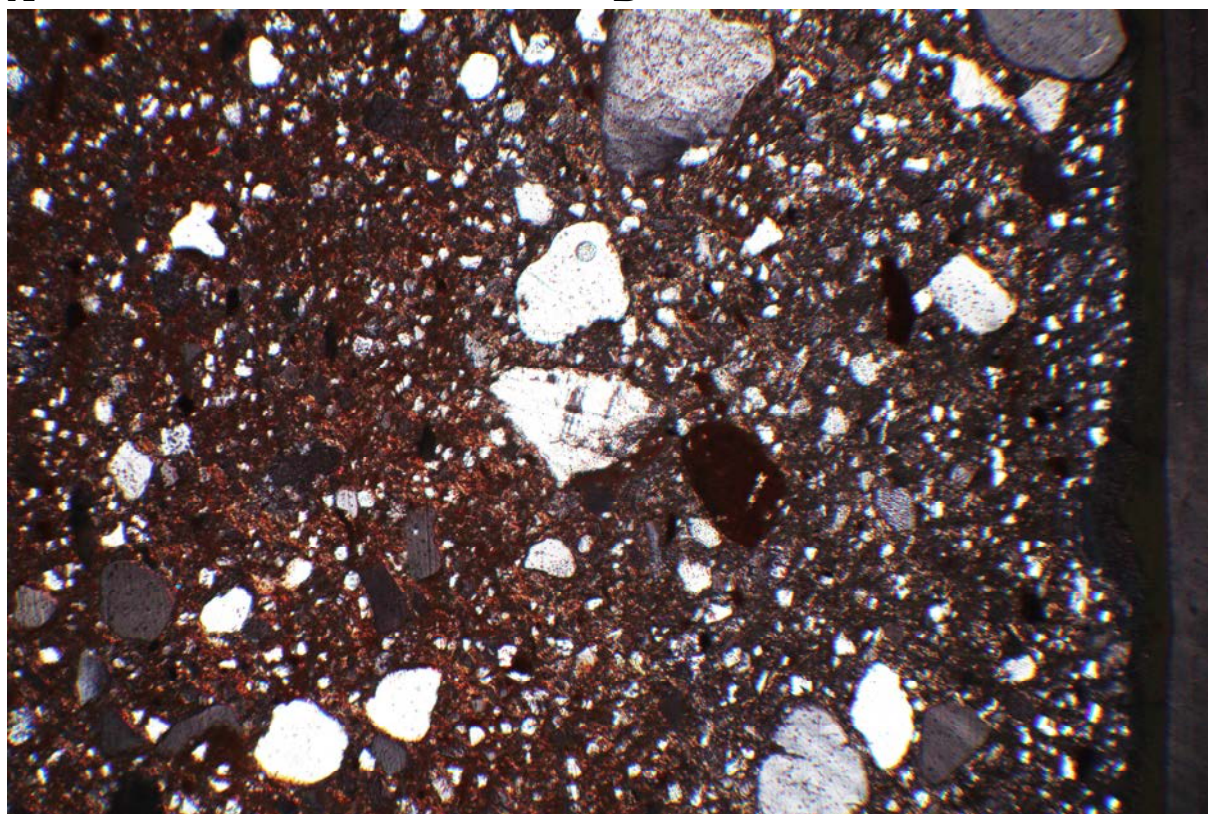
Pr. 2 **A** – fragment gzymsu pieca gotyckiego z rybią łuską - gotyk XV w. Zamek Tenczyn. **B** – widok przełamanej ścianki kafla. Widoczna schudzana masa ceramiczna wypalona w temperaturze 750-800° C przy zmiennym dostępie powietrza. Powierzchnia kafla pokryta białą masą oraz zielonym szkliwem (prawa strona fot.). **C** – mikroskopowy obraz jednorodnej, dobrze rozmieszanej masy ceramicznej zbudowanej ze zmienionych termicznie minerałów ilastych i drobnego kwarcu. Z prawej strony widoczna izotropowe szkliwo.



A



B



C

Pr. 3 A – fragment kafla półcyldrycznego – XV w. – Zamek w Lipowcu. B – obraz przełamu masy ceramicznej kafla – widoczna niejednorodna masa ceramiczna wypalona w temperaturze około 700°C z dostępem powietrza. C – mikroskopowy obraz termicznie zmienionej masy ceramicznej kafla. Widoczne większe i mniejsze białe, obtoczone ziarna kwarcu oraz większe ostrokrawędziste ziarna skaleni. Z prawej strony widoczna cienka czarna, izotropowa warstwa szkliwa użytego do szkliwienia kafla.

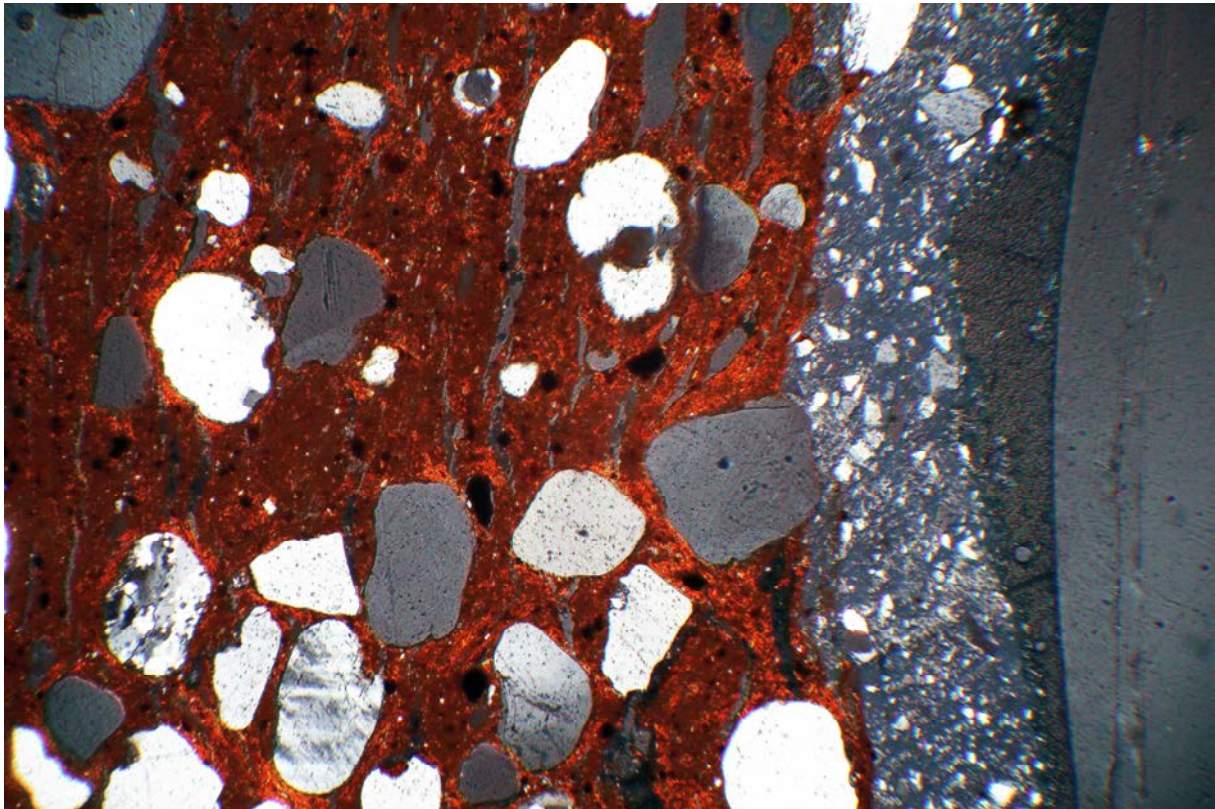
Kafle - wiek XVI



A



B

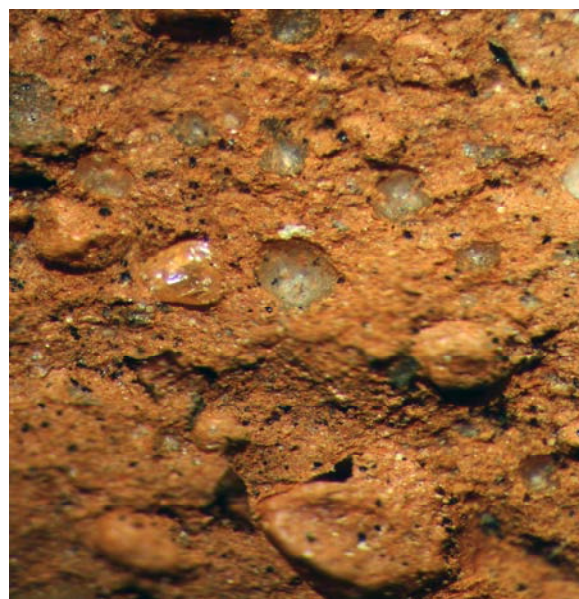


C

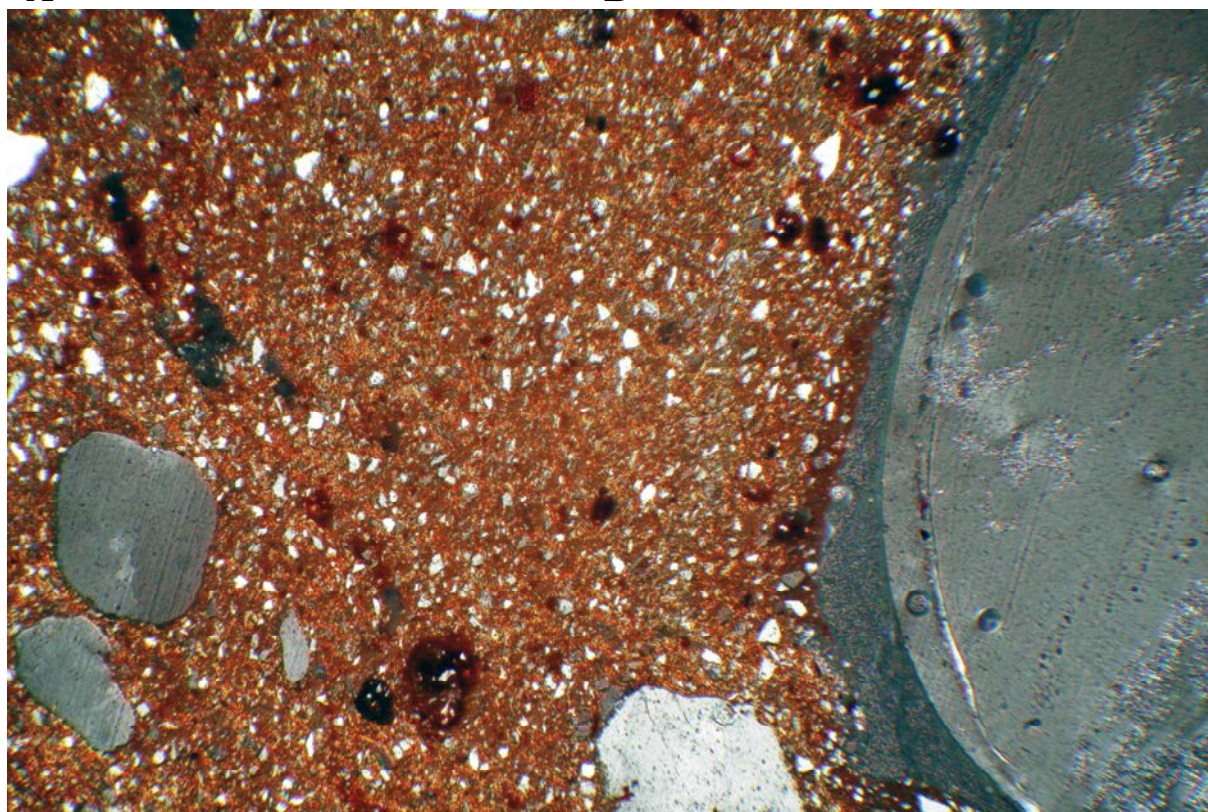
Pr. 4 **A** – fragment kafla renesansowego – XVI w. – Zamek Olsztyn. **B** – obraz przełamu kafla. Widoczne większe ziarna piasku kwarcowego tkwiące z zmienionej termicznie masy ilastej wypalanej z dostępem powietrza w temperaturze około 800° C. **C**- obraz masy ceramicznej kafla tuż pod powierzchnią szkliwienia. W masie termicznie zmienionych minerałów ilastych (czerwonych) widoczne ziarna gruboziarnistego piasku kwarcowego z domieszką okruszków skał. Powierzchnia kafla - prawa część fot. Pokryta drobnoziarnistym podkładem - warstwa z drobnymi jasnymi punktami i szkliwem – jednolita izotropowa warstewka szara.



A



B



C

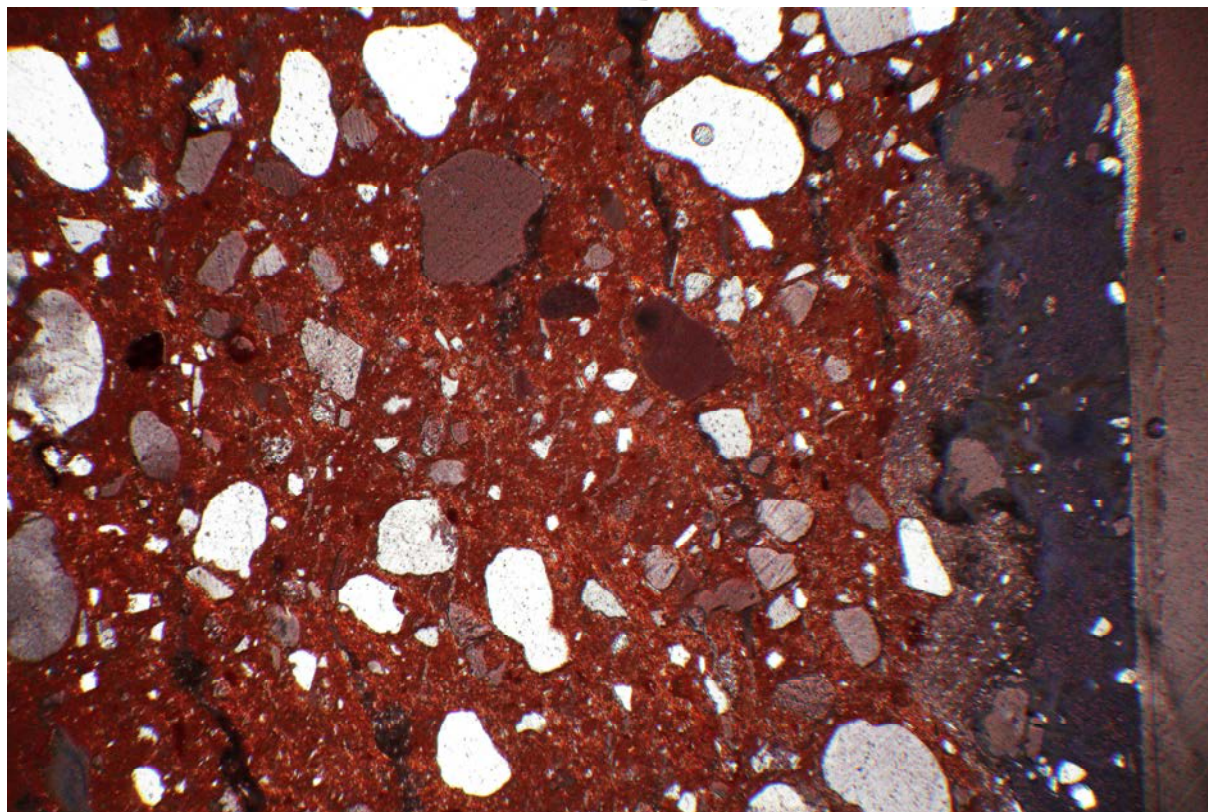
Pr. 5 **A** – fragment zdobionego, szkliwionego kafla, druga połowa XVI w. zamek Olsztyn. **B** – obraz masy ceramicznej wypalanej w temperaturze około 750 - 800° C w atmosferze utleniającej. Duże ziarna kwarcu tkwią w jednorodnej, dobrze rozmieszanej masie ceramicznej. **C** – masa ceramiczna w powiększeniu. Z prawej strony fotografii widoczne zagłębienie zdobionej powierzchni kafla wypełnione niejednorodną masą szklistą.



A



B



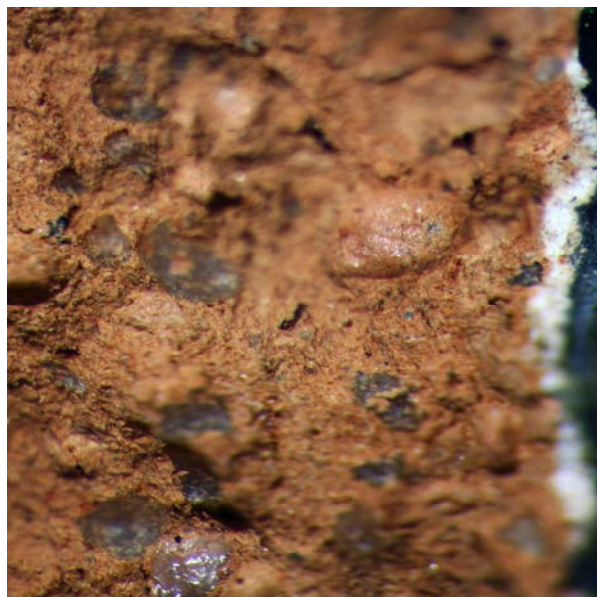
C

Pr. 6 **A** – fragment kafla zdobionego barwnikami szarym i niebieskawym – XVI w. zamek Olsztyn. **B** – Przekrój przez kafel. Z prawej strony widoczny bogaty, skomplikowany przekrój zdobionej powierzchni kafla. Masa ceramiczna jednorodna, równomiernie i dobrze wypalona w temperaturze około 800° C w atmosferze z dostępem powietrza. **C** – Mikroskopowy obraz masy ceramicznej. Czerwone zmienione termicznie minerały ilaste zmieszane ze schudzającym piaskiem kwarcowy. Z prawej strony widoczne dwie warstwy jaśniejsza – barwna, ciemniejsza – szkliwo.

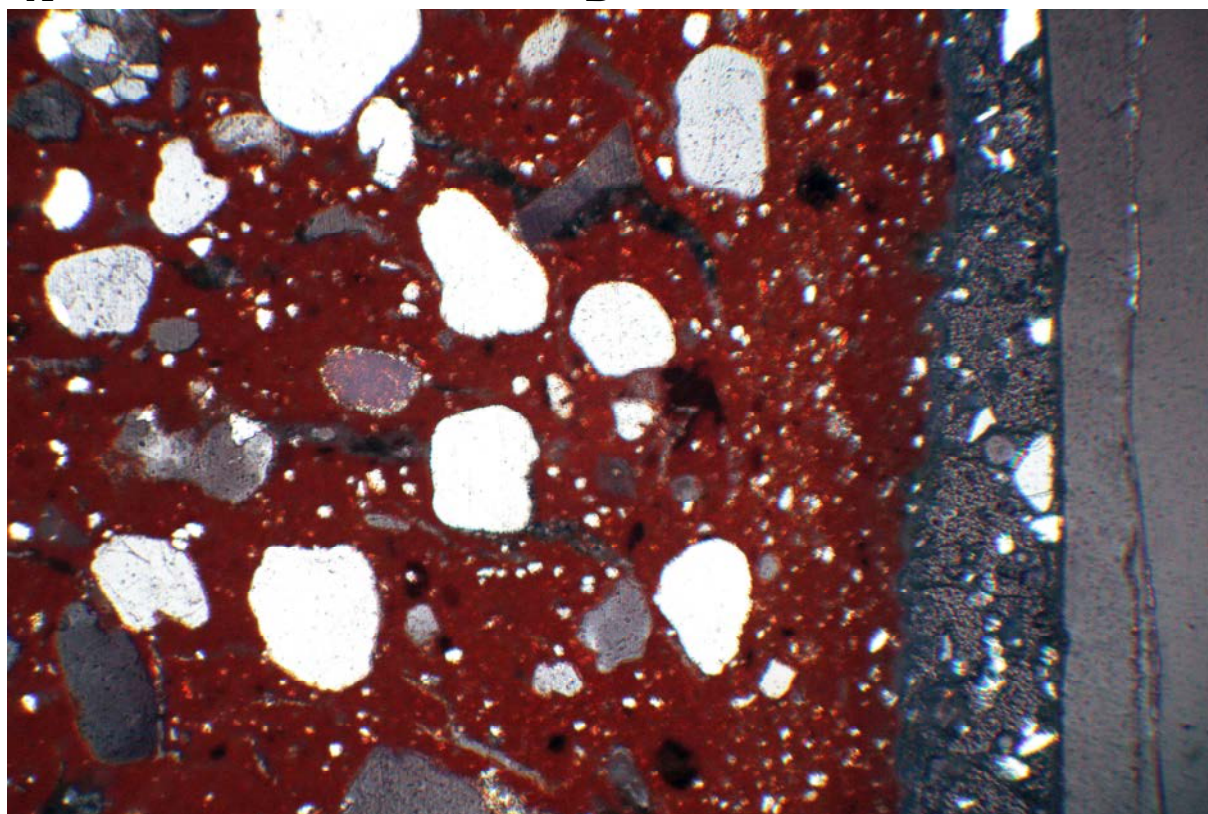
Kafle – przełom XVI/XVII w.



A



B

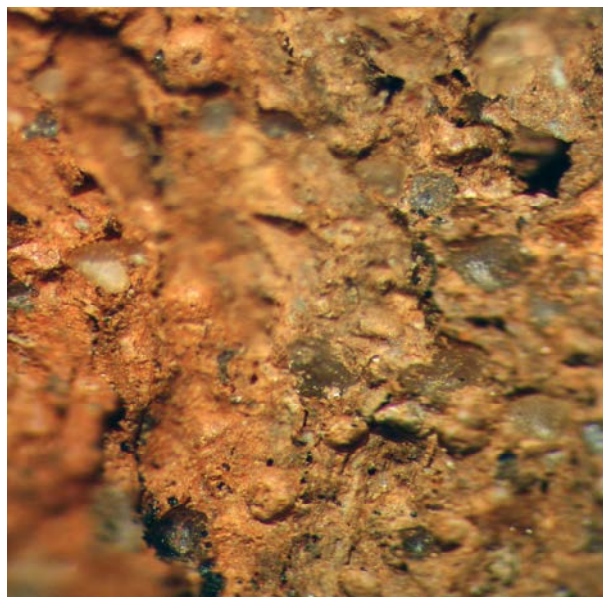


C

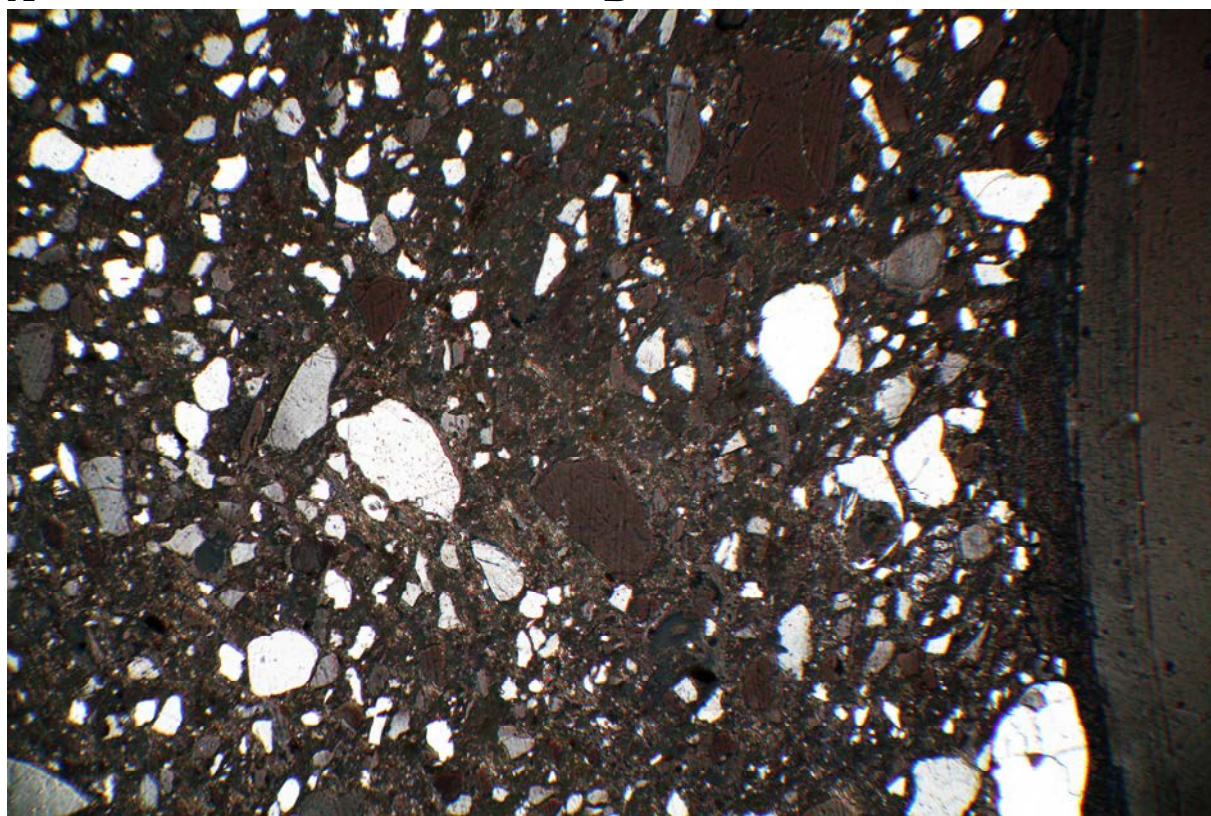
Pr. 7 **A** – fragment kafla - środkowego gzymsu pieca– XVI-XVII w. barwnik szary – cyna, barwnik ciemny – kobalt – Zamek w Korzkwi. **B** – powiększony obraz przełamu kafla. Jednorodna masa ceramiczna schudzana grubszym piaskiem głównie kwarcowym, wypalona z dostępem powietrza w temperaturze około 750- 800° C. Z prawej strony w przekroju kafla widoczny biały podkład. **C** – obraz masy ceramicznej widziany w przekroju ścianki kafla. Z prawej strony na masie ceramicznej widoczny szary podkład z białymi ziarenkami kwarcu na którym znajduje się warstwa przezroczystego szkliva.



A



B



C

Pr. 8 **A** – pieczęć ze świętym lub środek kafla – XVI/XVII w. Zamek Olsztyn. **B** – oraz masy ceramicznej przedmiotu w powiększeniu 5 x. Masa ceramiczna zbudowana z termicznie zmienionych minerałów ilastych i zmieszanych z ziarnami kwarcu oraz ciemniejszymi fragmentami łupka. Wypał w temperaturze $>800^{\circ}\text{C}$ co przejawia się izotropizacją minerałów ilastych w niejednorodnej atmosferze utleniającej (patrz fot. C). **C** – obraz masy ceramicznej widziany w szlifie cieniym przy powiększeniu 80 x. Z prawej strony widoczna cienka, ciemna warstewka szkliwa.

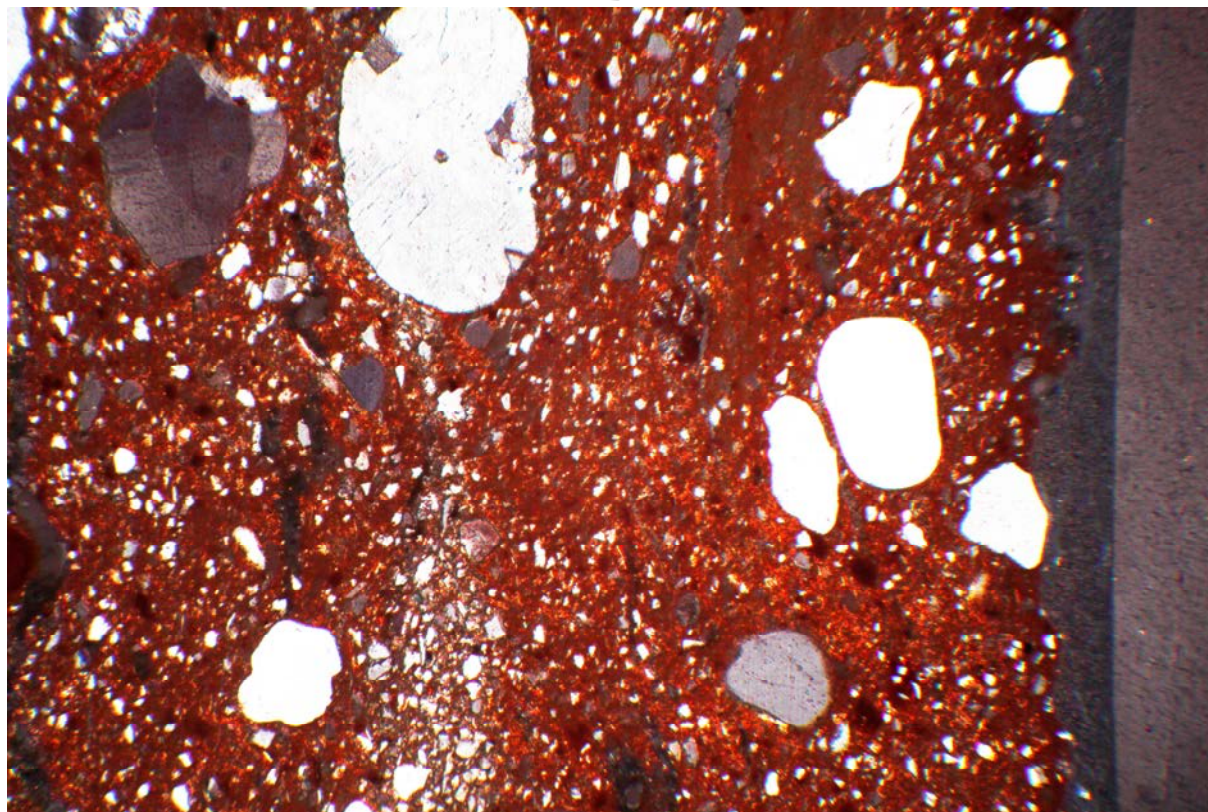
Kafle - wiek XVII



A



B



C

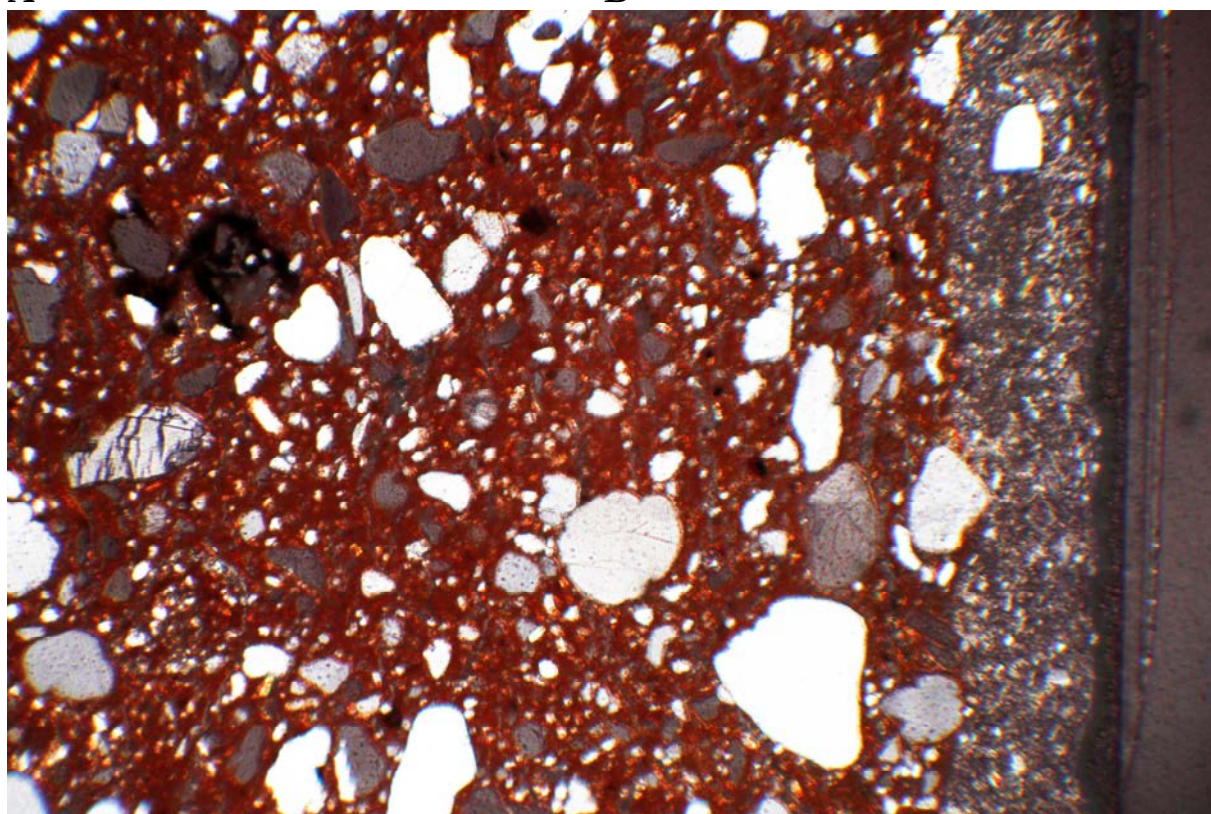
Pr. 9 **A** - fragment kafla - początek XVII w. Zamek w Korzkwi. **B** – obraz przełamu kafla. Widoczna jednorodna masa ceramiczna z domieszką grubszych ziarn piasku kwarcowego. Wypał w około 750-800° C z dostępem powietrza. **C** – obraz masy ceramicznej w szlifie cieniym. W masie ceramicznej z drobnym kwarcem widoczne duże s\ziarna piasku dodane jako materiał schudzający. Z prawej strony fot widoczna na masie ceramicznej cienka ciemna warstewka szkliwa.



A



B



C

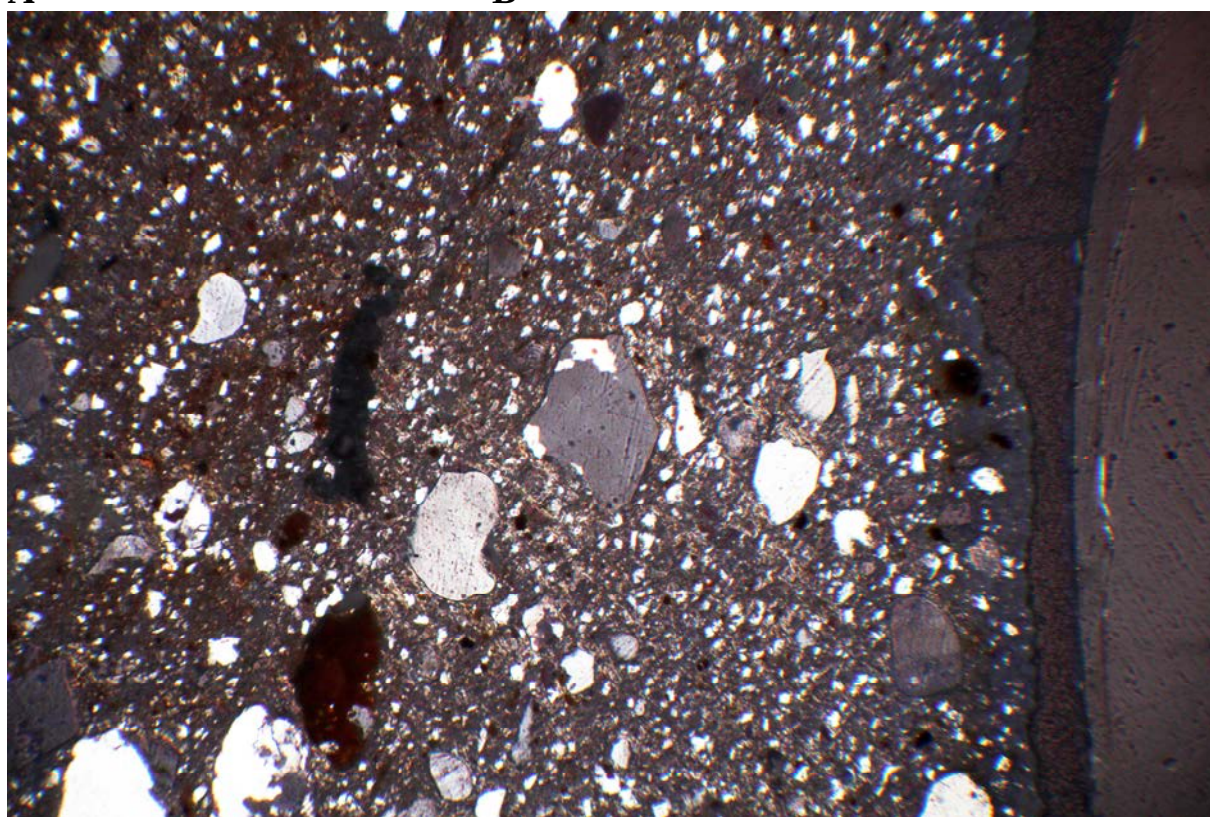
Pr. 10 **A** - fragment gzymsu z lilijkami – XVII w. Zamek Teczyn. **B** - obraz przełamu kafla. Widoczna ciemniejsza centralna część przełamu świadczy o jego wypale przy słabym dopływie powietrza. Temperatura wypału około 750° C. **C** – obraz masy ceramicznej kafla w szlifie cienki, Masa ceramiczna pokryta dwoma warstewkami (prawa część fot.) jaśniejszym drobnoziarnistym podkładem z żółtym barwnikiem oraz cienką warstewką szkliwa (warstewka czarna).



A



B

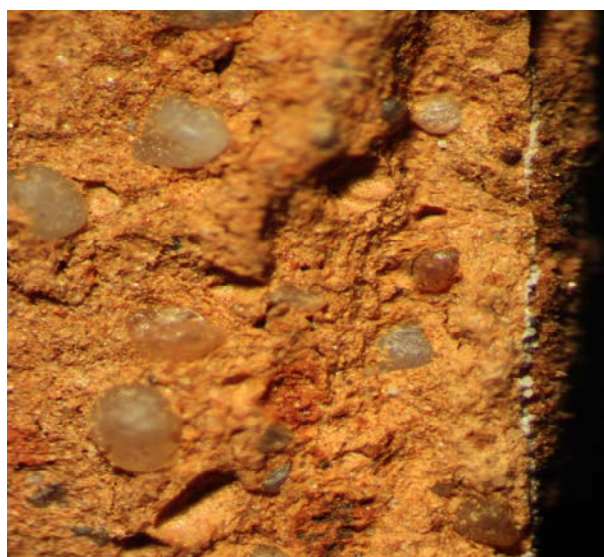


C

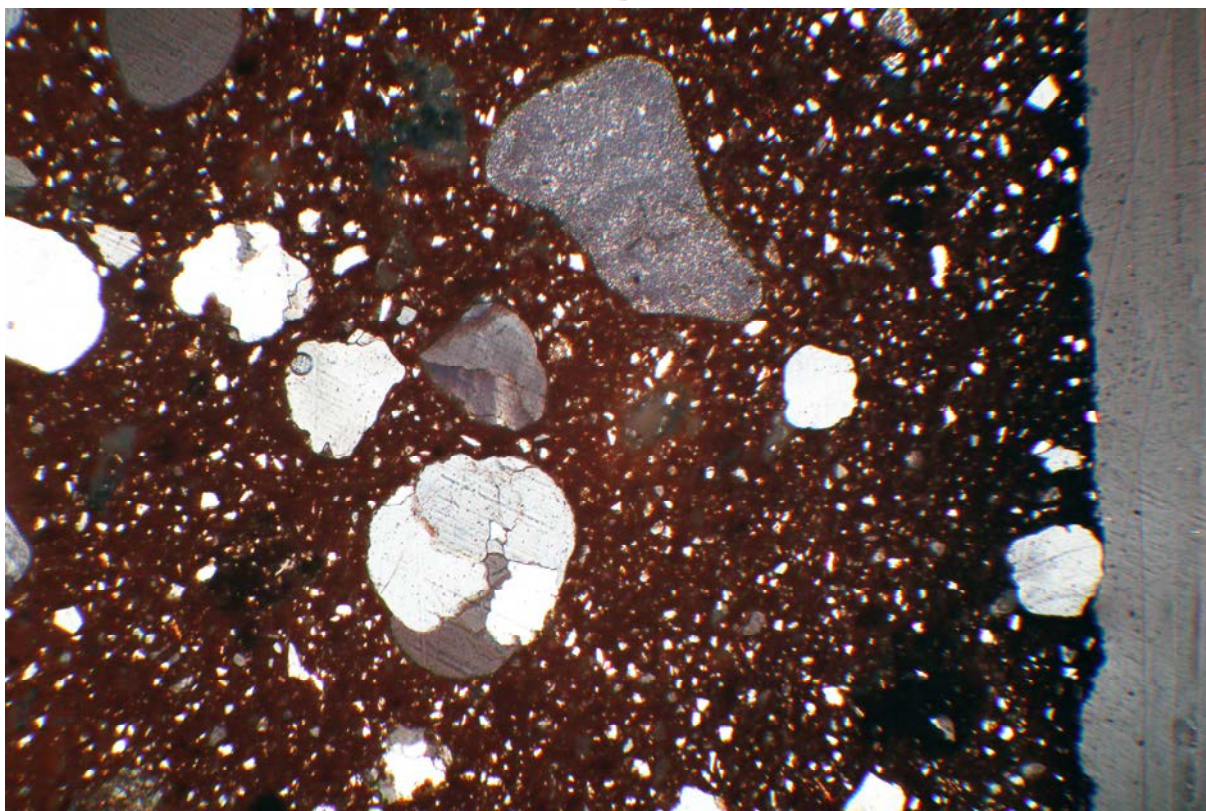
Pr. 11 **A** – fragment kafla typu montsee – XVII w. Zamek Teczyn. **B** – struktura przełamu kafla. Obok innych składników widoczne czarne fragmenty spalonego węgla drzewnego. Wypał przy umiarkowanej i zmiennej ilości powietrza w temperaturze około 700° C. **C** – Mikroskopowy obraz masy ceramicznej. Obok jasnych ziarn kwarcu widoczne czarne fragmenty węgla. Z prawej strony fot. widoczna ciemnoszara warstwa szkliwa.



A



B

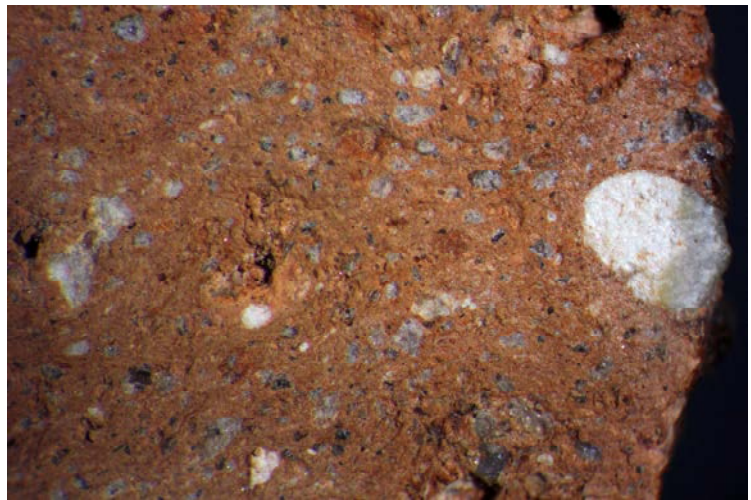


C

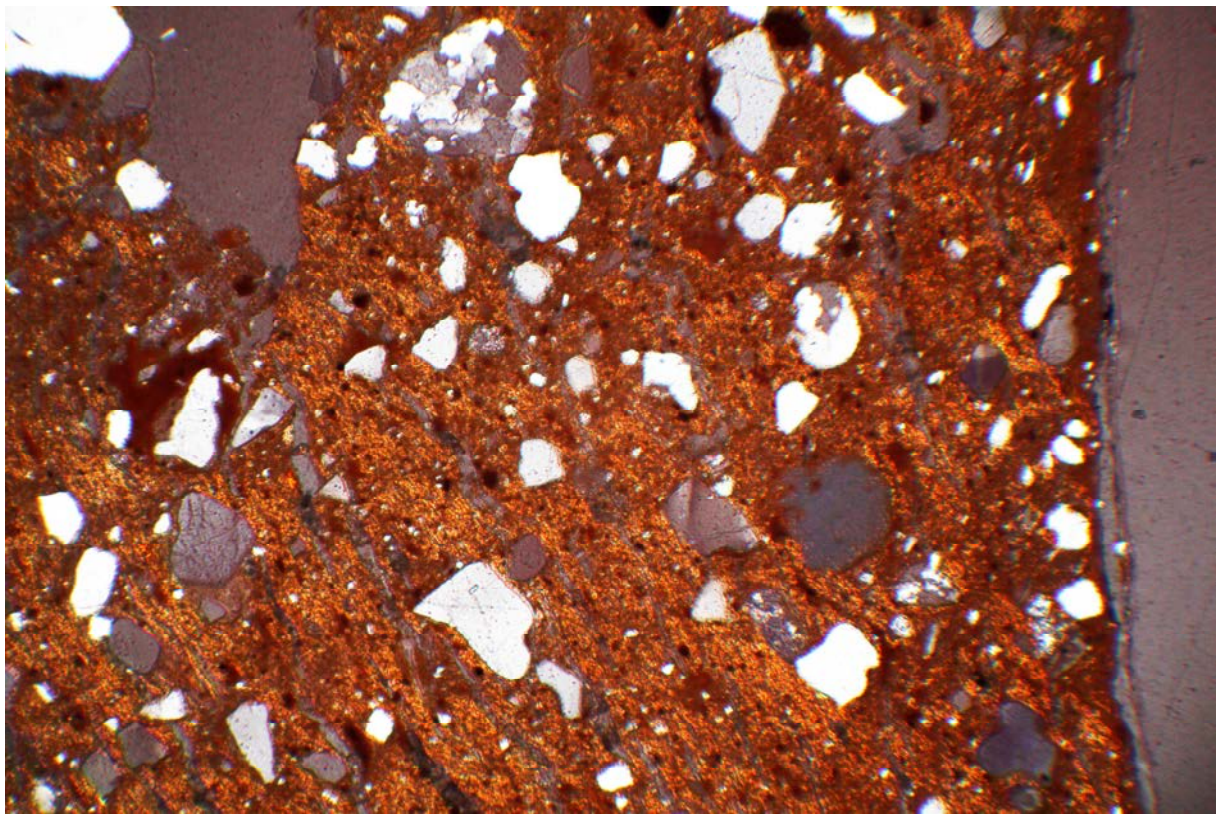
Pr. 12 **A** - fragment biskwitu – XVII w. Zamek w Bobolicach. **B** - obraz masy ceramicznej w przełamie kafla. Widoczne duże ziarna piasku dodawane jako materiał schudzający masę ceramiczną. Wypał w warunkach utleniających w temperaturze około 750°C . **C** – obraz masy garncarskiej w szlifie mikroskopowym. Duże ziarna piasku kwarcowego zawierającego różne domieszki zmieszany z masą ilastą zawierającą pelit kwarcowy.



A



B

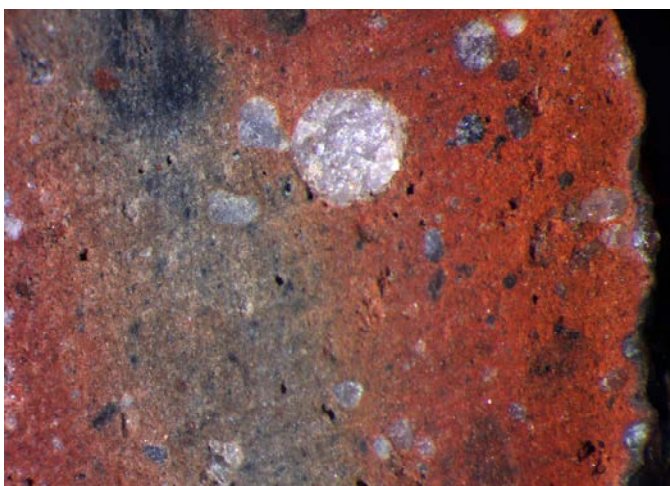


C

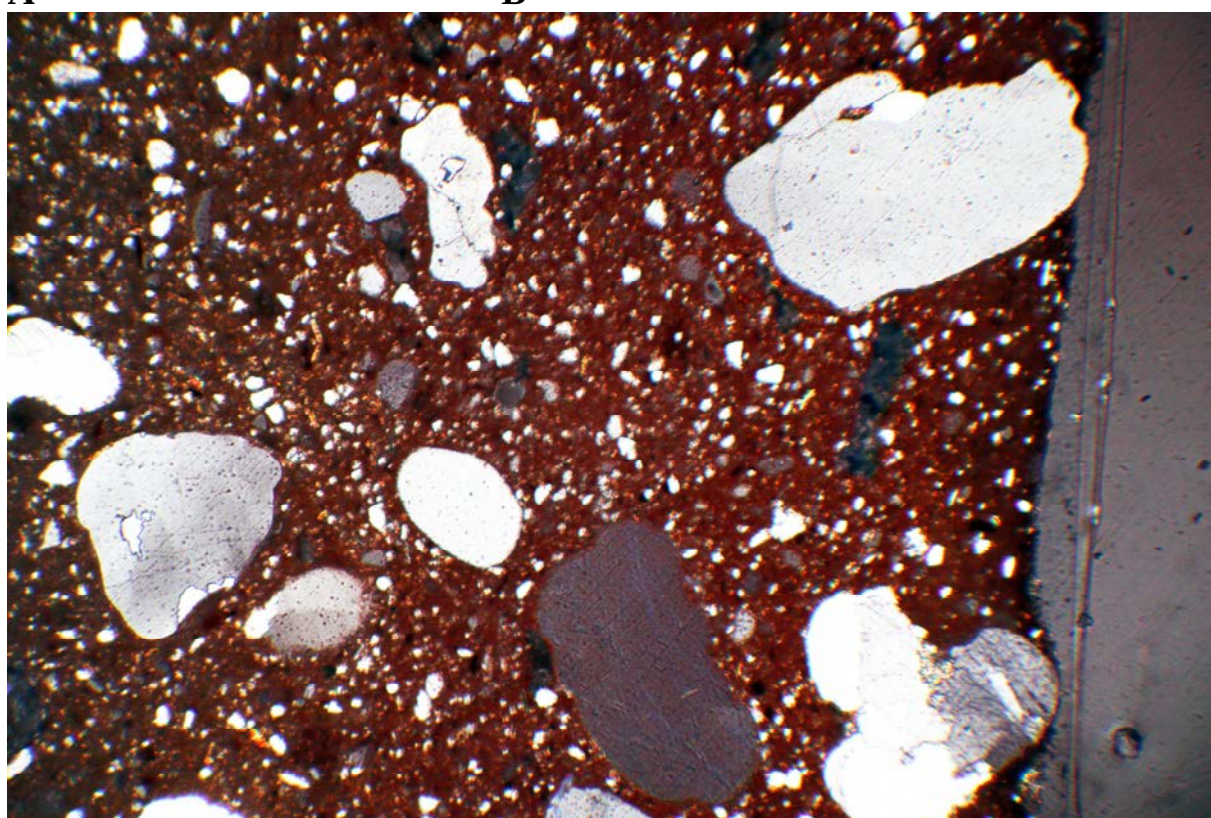
Pr. 13 **A** - fragment biskwitu - XVII w. Zamek w Bobolicach. **B** – struktura masy ceramicznej w przełamie kafla. Wypał utleniający ze stałym dopływem powietrza, temperatura wypału około 750°C . **C** – struktura masy ceramicznej z wyraźną kierunkowością wynikająca z formowania kafla. Masa ceramiczna schudzana piaskiem kwarcowym



A



B



C

Pr. 14 **A** - fragment biskwitu zdobionego wypukłą ramką i listkiem – XVII w. Zamek w Bobolicach. **B** – powiększony obraz fragmentu przełamu kafla. Widoczne niejednorodne wybarwienie związane z niewielkim dostępem powietrza do pieca podczas wypału. Wypał w temperaturze około 700° C. **C** - masa ceramiczna zbudowana z termicznie zmienionych minerałów ilastych zawierających pelit kwarcowy schudzana gruboziarnistym piaskiem kwarcowym zawierającym okruchy skał.

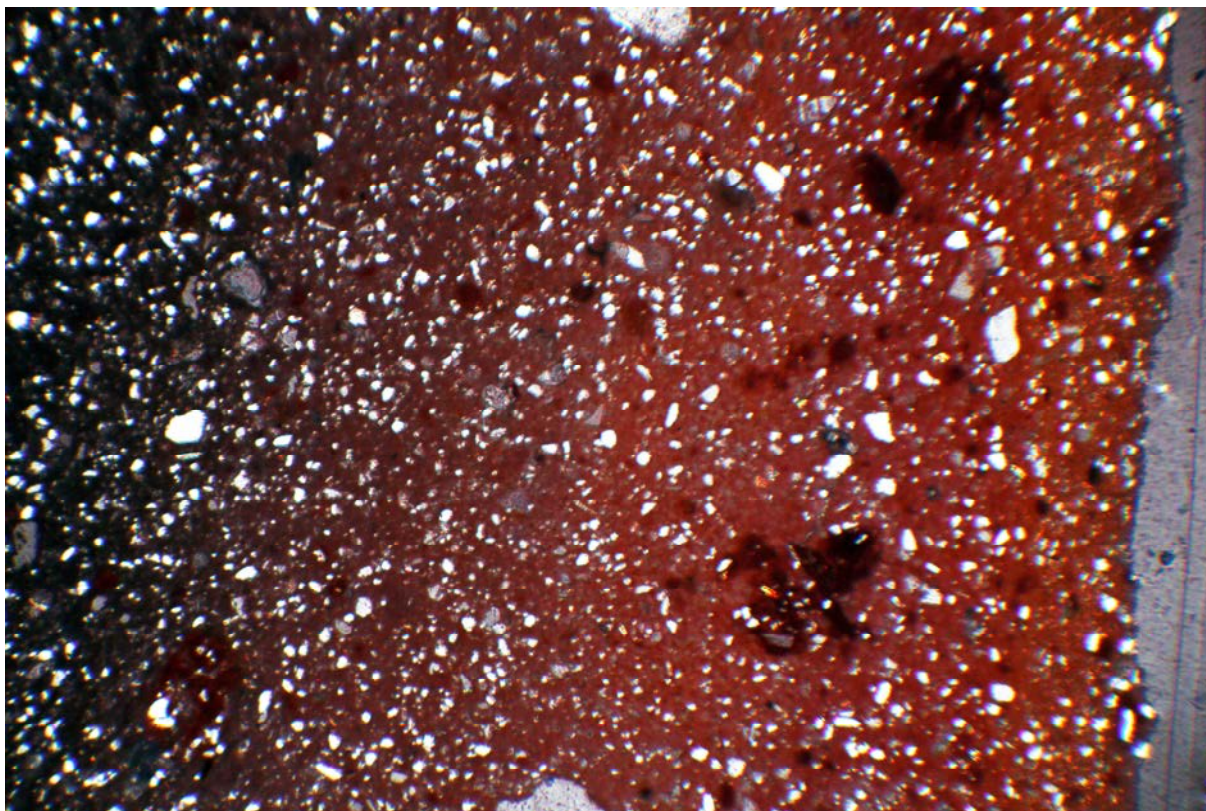
Kafle - przełom XVII/XVIII w.



A



B

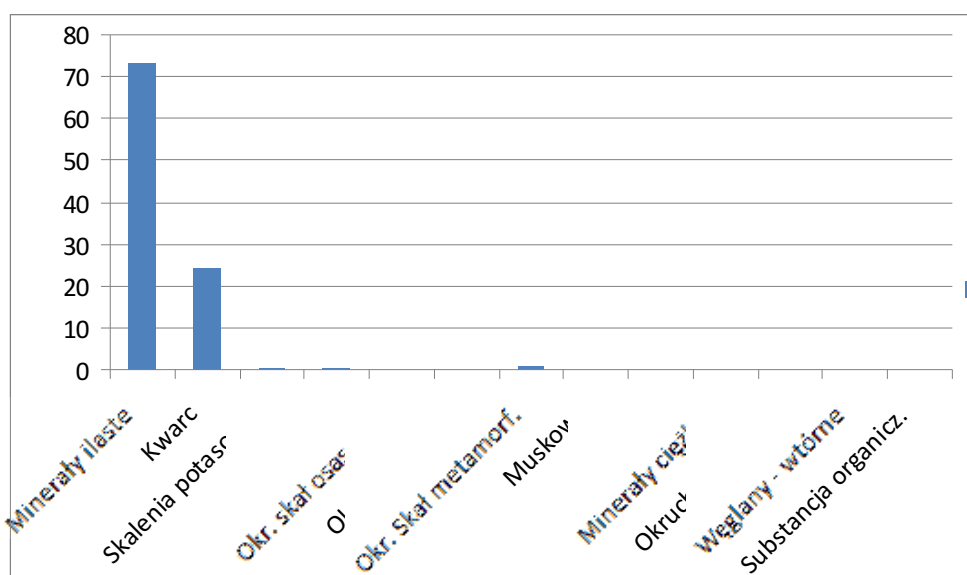


C

Pr. 15 **A** – profil półwałek – XVII/XVIII w. Zamek Teczyn. **B** – powiększony obraz przełamu półwałka. Widoczna zmienna barwa wynika z braku dostępu powietrza podczas wypalania do głębszych partii masy ceramicznej podczas. Wypał w temperaturze około 800° C. **C** – Mikroskopowy obraz jednorodnej masy ceramicznej zawierającej domieszkę drobnych okruchów węgla

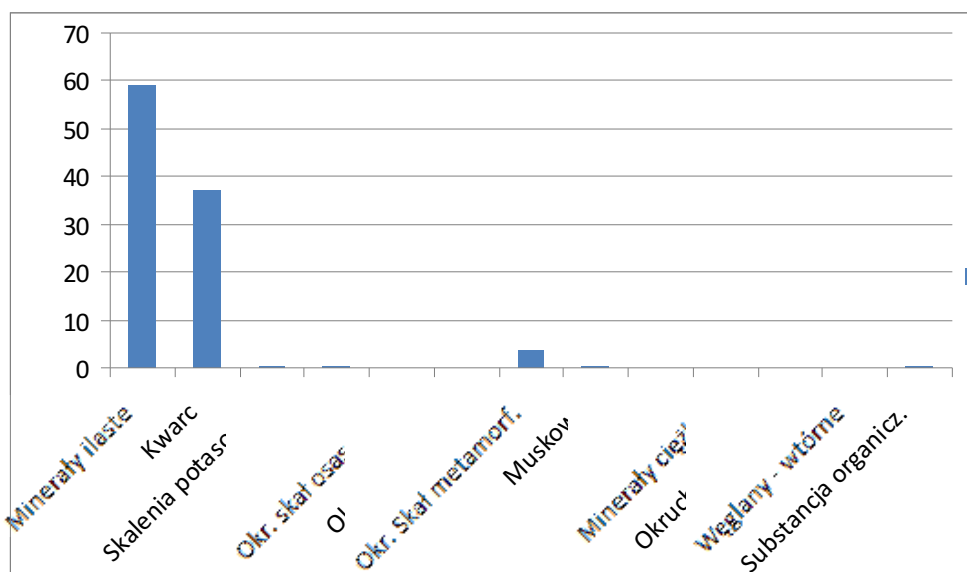
Wyniki analiz składu mineralnego mas ceramicznych kafli

Próbka nr	1
Skład mineralny masy ceramicznej	
	Zawartość (%)
Składnik	obj.)
Minerały ilaste	73
Kwarc	24,3
Skalenia potasowe	0,6
Plagioklasy	0,3
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	0,8
Muskowit	
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	
Atmosfera wypału	utleniająca



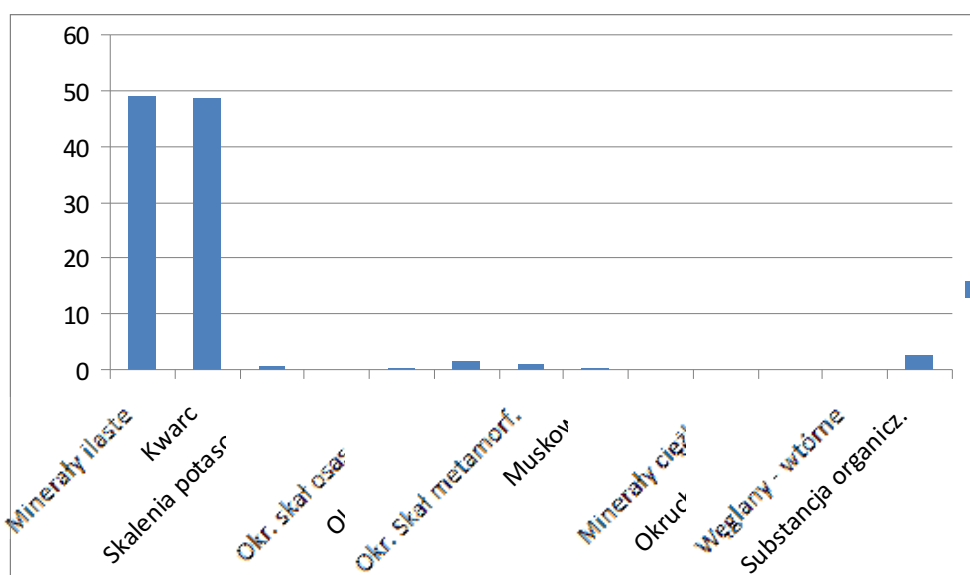
Próbka nr 1. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	2
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	59
Kwarc	36,9
Skalenia potasowe	0,4
Plagioklasy	0,2
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	3,6
Muskowit	0,3
Biotyt	
Minerały ciężkie	0,1
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,5
Atmosfera wpału	utleniająca



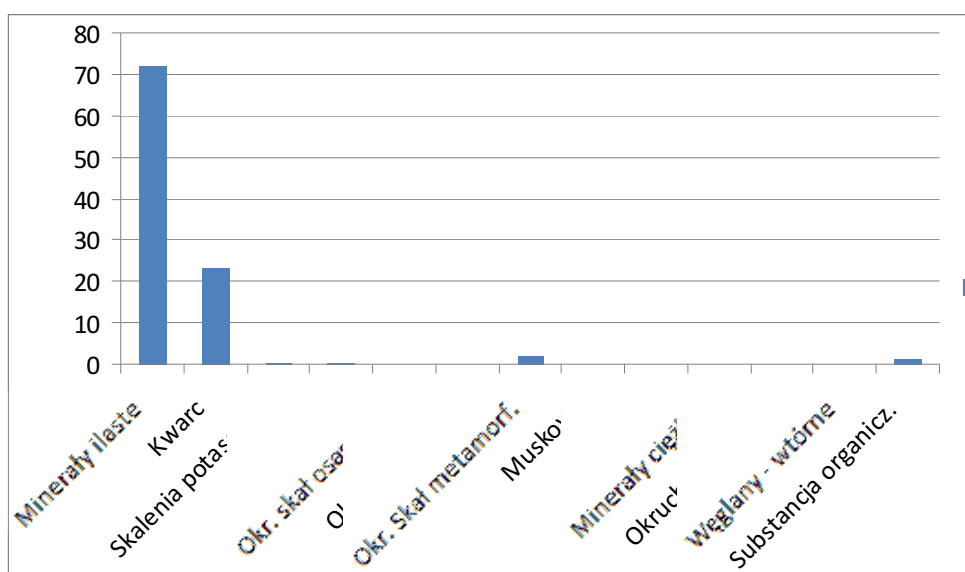
Próbka nr 2. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	3
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	49
Kwarc	48,8
Skalenia potasowe	0,5
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	0,4
Okr. skał magm	1,5
Okr. Skał metamorf.	1
Muskowit	0,3
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	2,5
Atmosfera wypołu	utleniająca



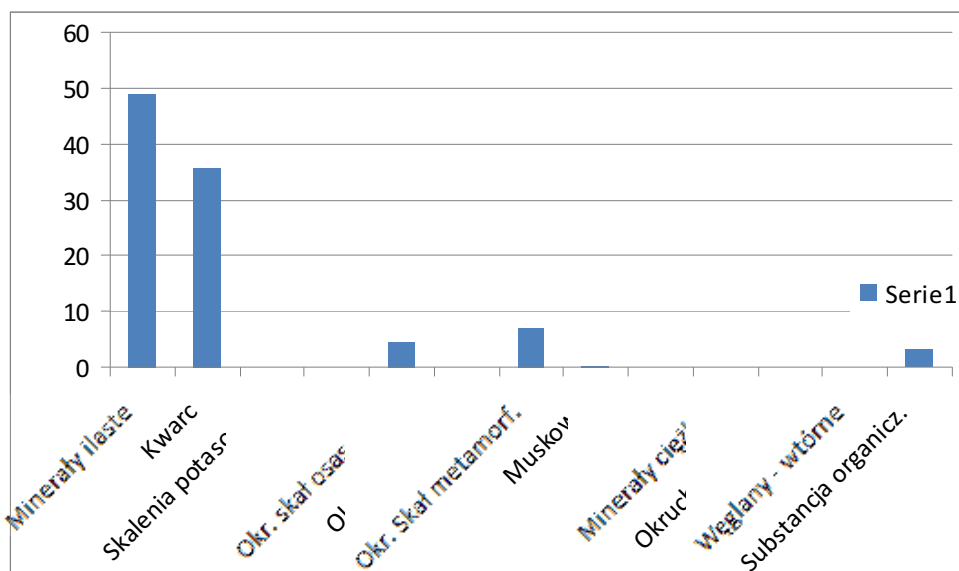
Próbka nr 3. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	4
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	72
Kwarc	23,3
Skalenia potasowe	0,6
Plagioklasy	0,5
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	2,4
Muskowit	
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	1,2
Atmosfera wypołu	utleniająca



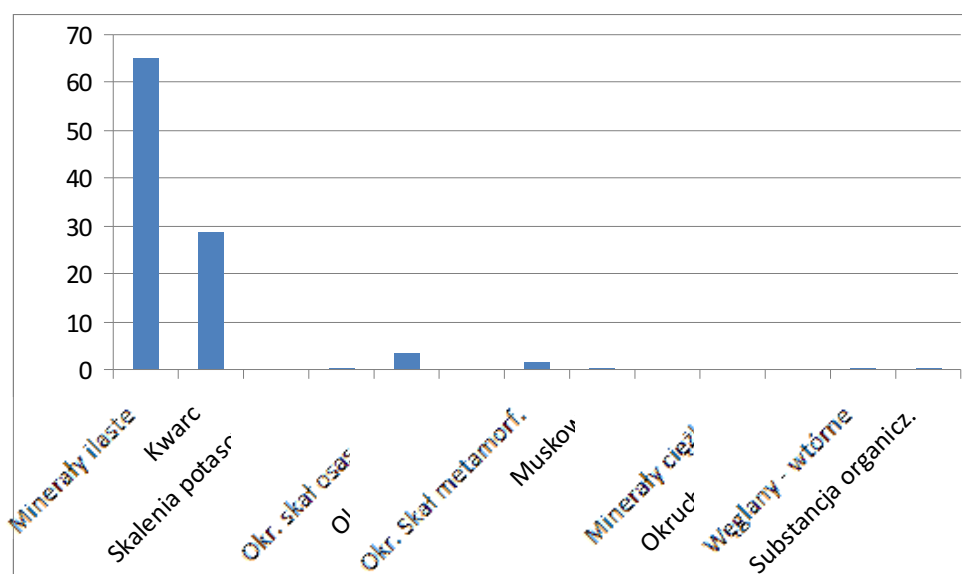
Próbka nr 4. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	5
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	49
Kwarc	35,6
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	4,7
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	7
Muskowit	0,4
Biotyt	
Minerały ciężkie	0,1
Okruchy ceramiki	0,1
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	3,1
Atmosfera wypału	utleniająca



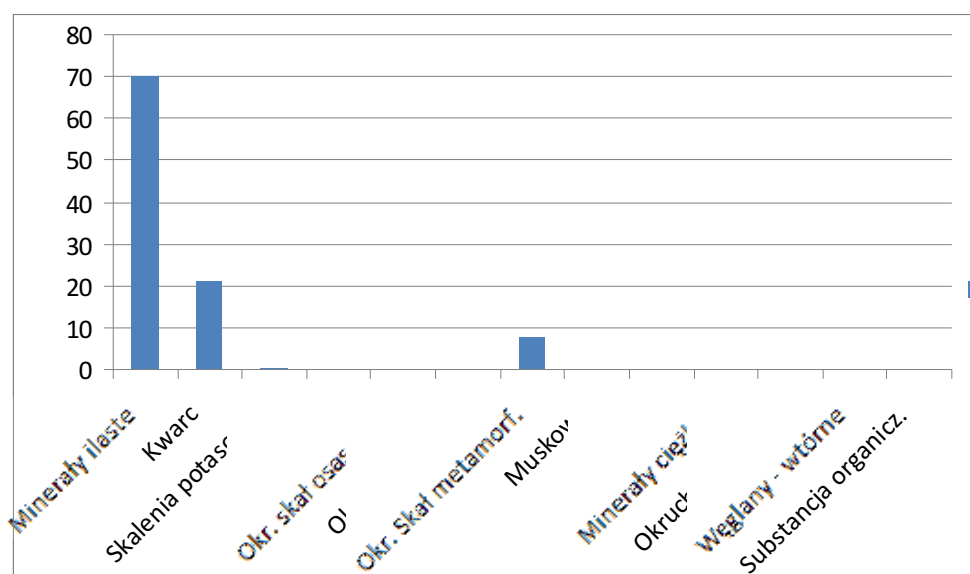
Próbka nr 5. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	6
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	65
Kwarc	28,9
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	0,2
Okr. skał osadow.	3,5
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	1,7
Muskowit	0,2
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	0,2
Substancja organicz.	0,3
Atmosfera wypału	utleniająca



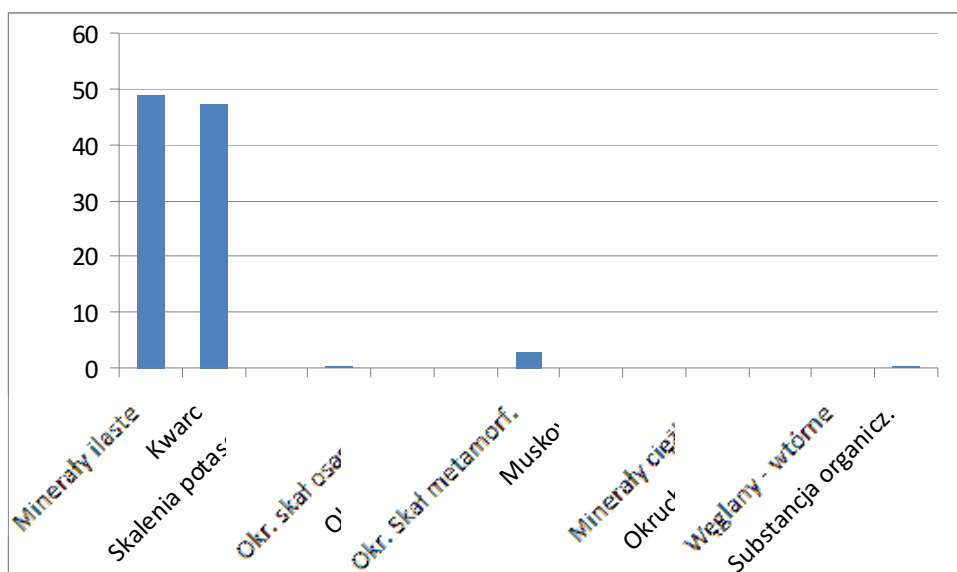
Próbka nr 6. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	7
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	70
Kwarc	21,4
Skalenia potasowe	0,3
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	7,8
Muskowit	0,2
Biotyt	0,1
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,2
Atmosfera wypału	utleniająca



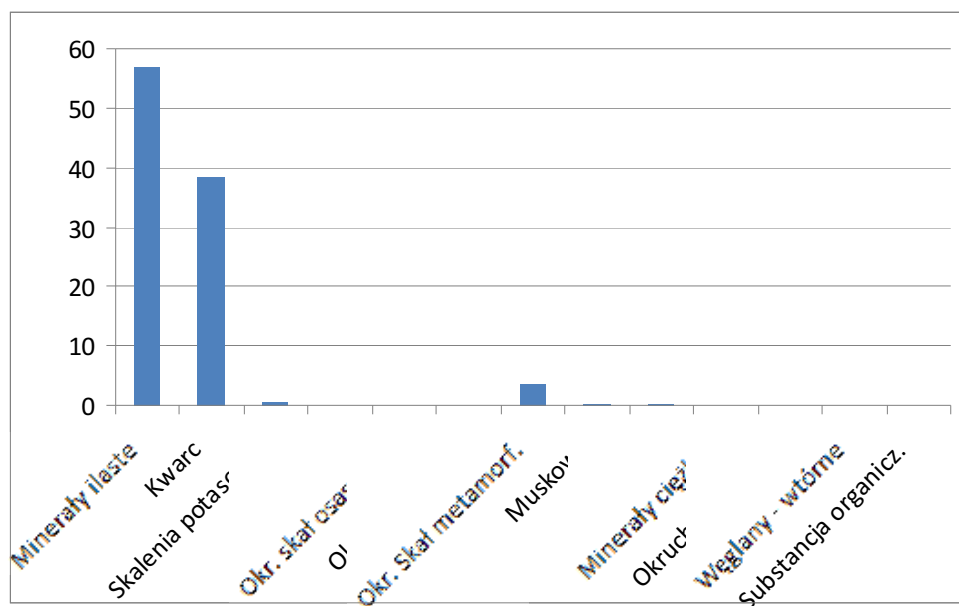
Próbka nr 7. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	8
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	49
Kwarc	47,4
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	0,2
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	2,8
Muskowit	0,1
Biotyt	
Minerały ciężkie	0,1
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,4
Atmosfera wypołu	utleniająca



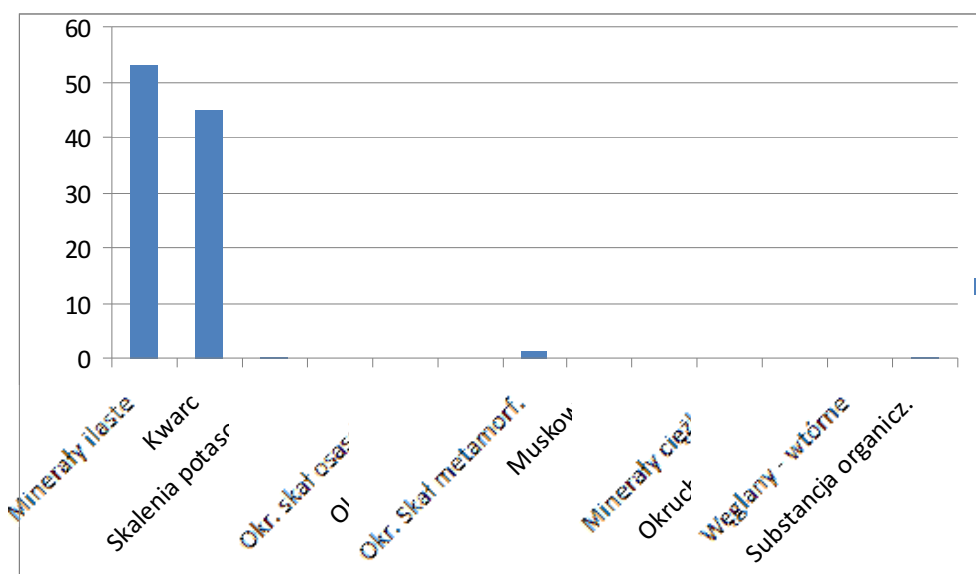
Próbka nr 8. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	9
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	57
Kwarc	38,3
Skalenia potasowe	0,5
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	3,6
Muskowit	0,3
Biotyt	0,2
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,1
Atmosfera wypału	utleniająca



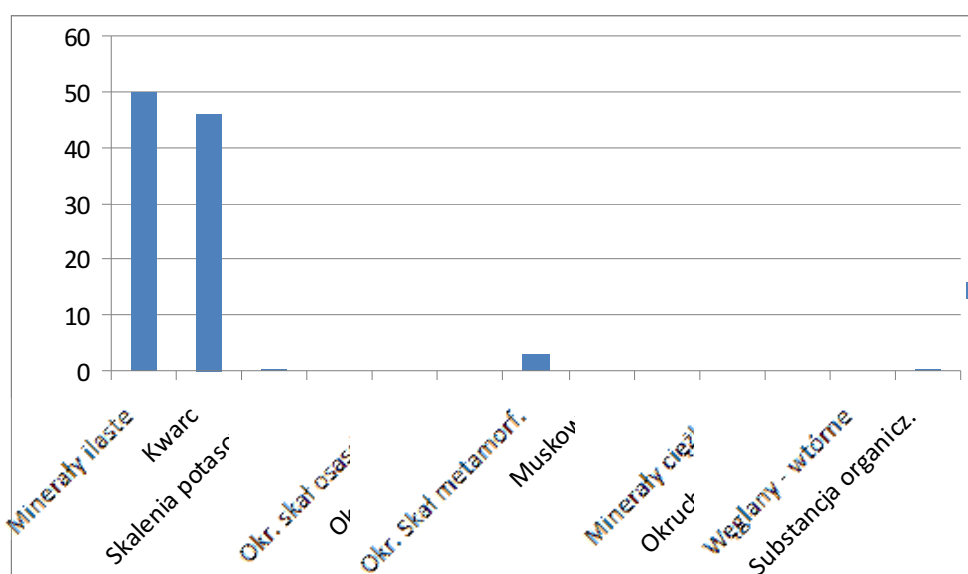
Próbka nr 9. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	10
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	53
Kwarc	44,8
Skalenia potasowe	0,4
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	1,2
Muskowit	0,1
Biotyt	0,1
Minerały ciężkie	0,1
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,2
Atmosfera wpału	utleniająca



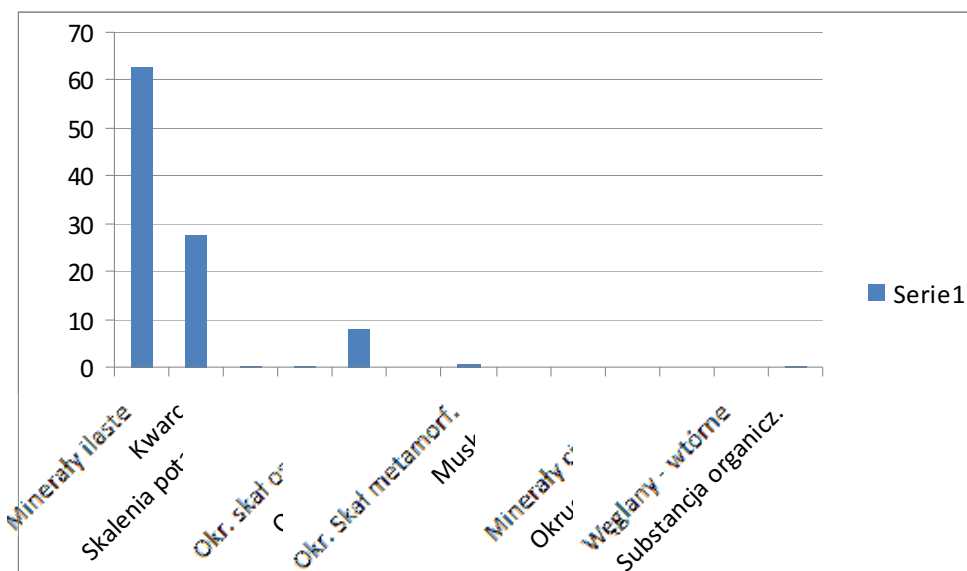
Próbka nr 10. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	11
Skład mineralny masy ceramicznej	
	Zawartość (%)
Składnik	obj.)
Minerały ilaste	50
Kwarc	46,1
Skalenia potasowe	0,4
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	3
Muskowit	0,1
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,4
Atmosfera wypału	utleniająca



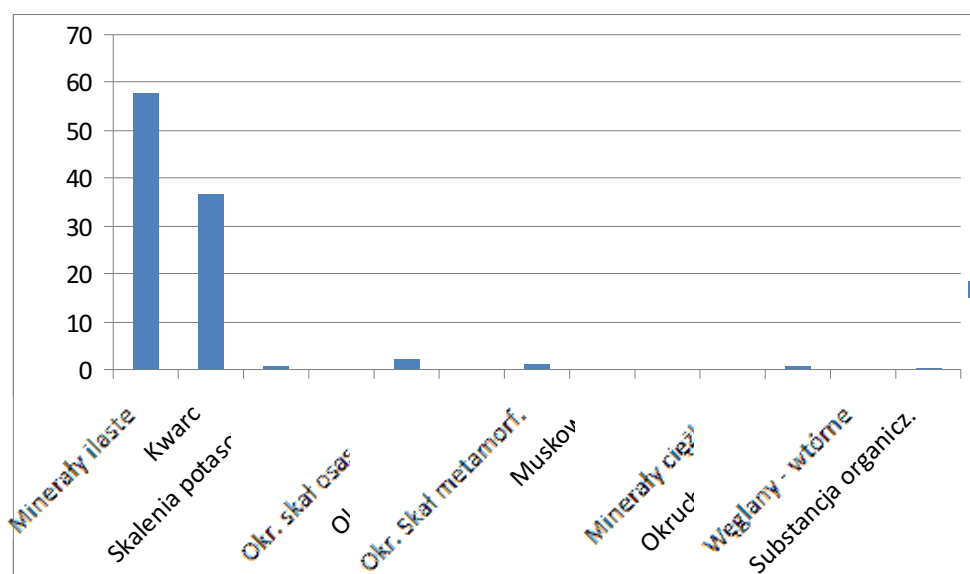
Próbka nr 11. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	12
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	63
Kwarc	27,6
Skalenia potasowe	0,4
Plagioklasy	0,3
Okr. skał osadow.	7,8
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	0,6
Muskowit	0,1
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,2
Atmosfera wypału	utleniająca



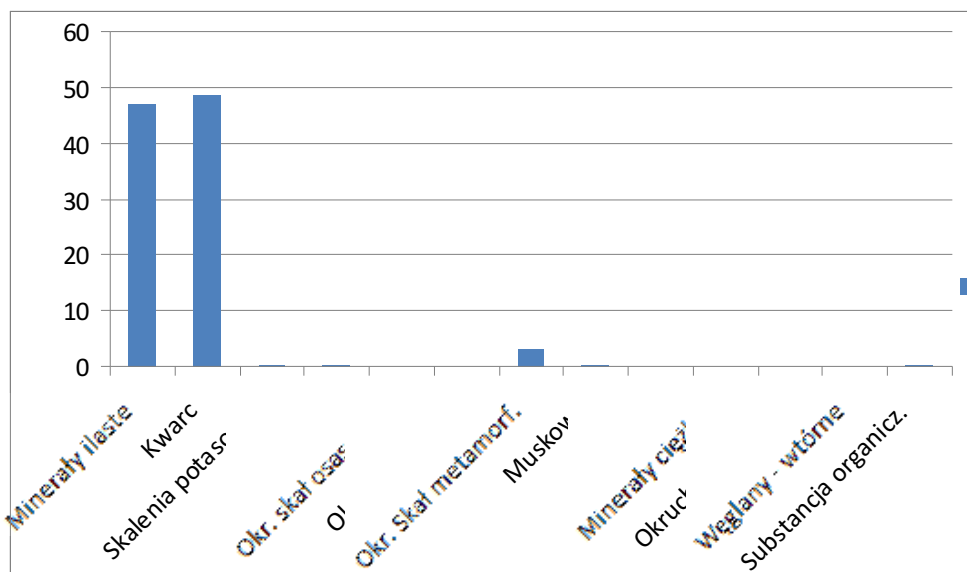
Próbka nr 12. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	13
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	58
Kwarc	36,7
Skalenia potasowe	0,6
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	2,4
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	1,2
Muskowit	
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	0,8
Węglany - wtórne	0,1
Substancja organicz.	0,2
Atmosfera wypału	utleniająca



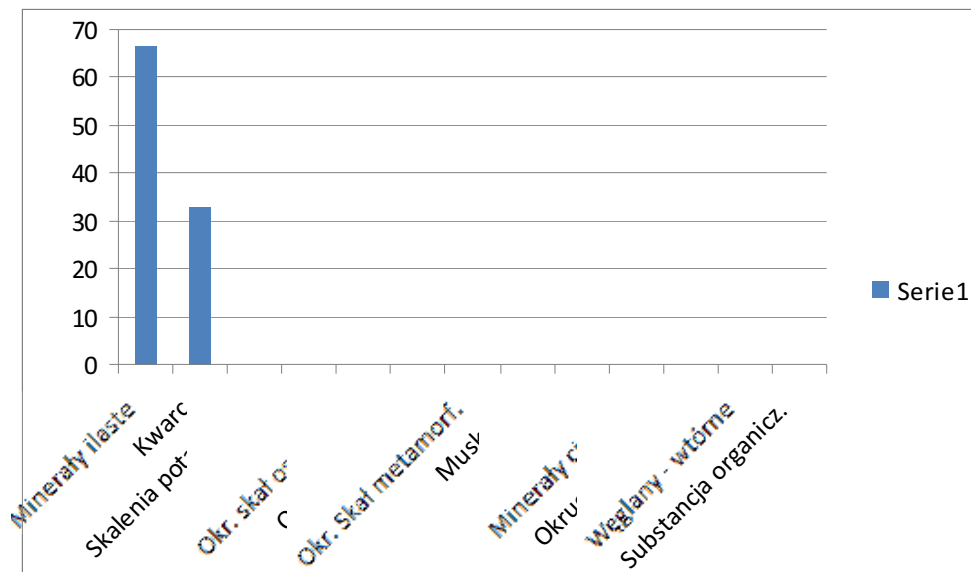
Próbka nr 13. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	14
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	47
Kwarc	48,7
Skalenia potasowe	0,3
Plagioklasy	0,4
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	3,4
Muskowit	0,2
Biotyt	0,1
Minerały ciężkie	0,1
Okruchy ceramiki	0,1
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,2
Atmosfera wypału	utleniająca



Próbka nr 14. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Próbka nr	15
Skład mineralny masy ceramicznej	
	Zawartość (%)
Składnik	obj.)
Minerały ilaste	66,6
Kwarc	33,1
Skalenia potasowe	0,1
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	
Muskowit	0,1
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz.	0,1
Atmosfera wypału	redukc/utleniająca



Próbka nr 15. Wykres zawartości składników mineralnych w masie ceramicznej

Wyniki analiz składu ziarnowego mas ceramicznych kafli

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	1
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	12
100-200	19
200-400	55
400-800	12
800-1500	2
1500-2500	
>2500	

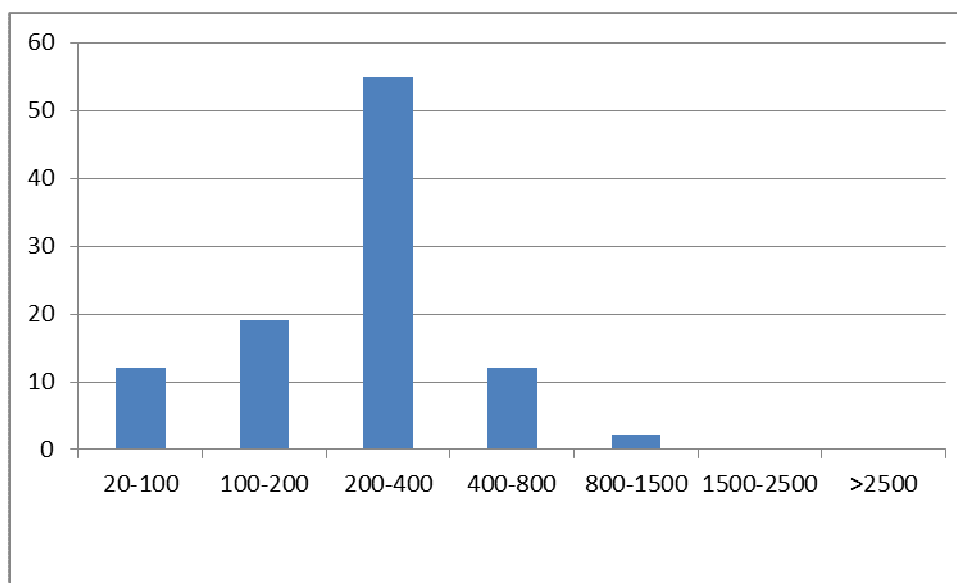


Diagram składu mineralnego próbki nr 1

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	2
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	36
100-200	32
200-400	28
400-800	4
800-1500	
1500-2500	
>2500	

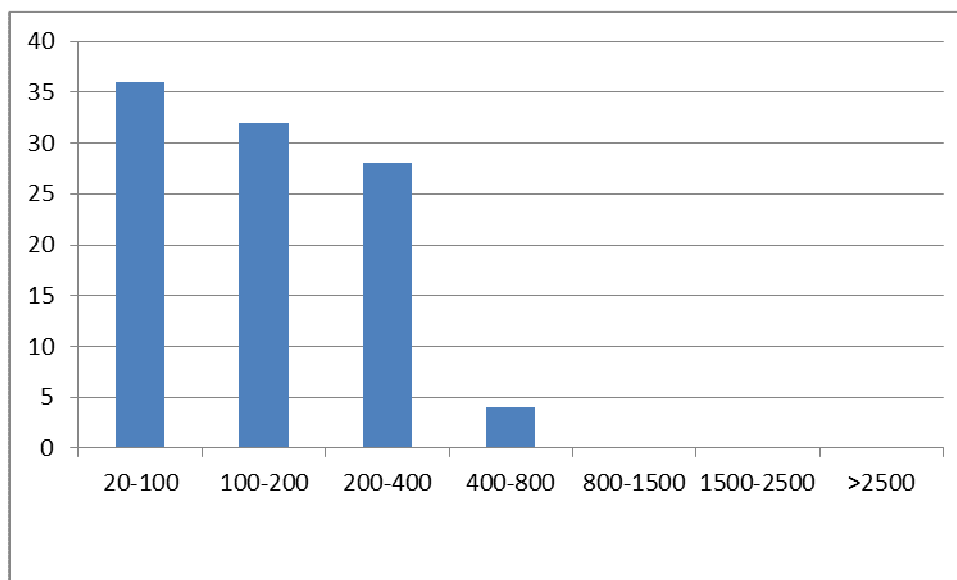


Diagram składu mineralnego próbki nr 2

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	3
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	49
100-200	28
200-400	13
400-800	9
800-1500	1
1500-2500	
>2500	

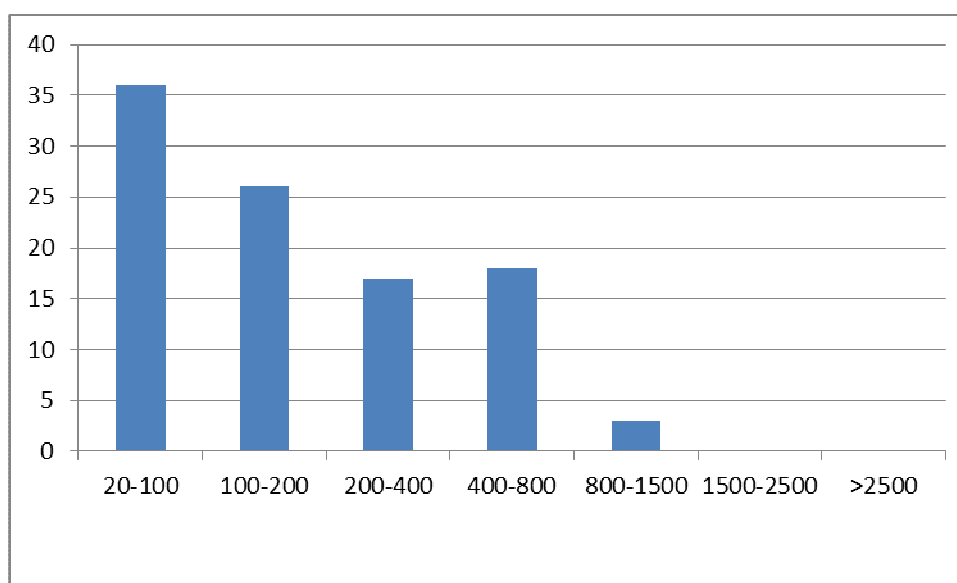


Diagram składu mineralnego próbki nr 3

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	4
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	16
100-200	20
200-400	41
400-800	23
800-1500	
1500-2500	
>2500	

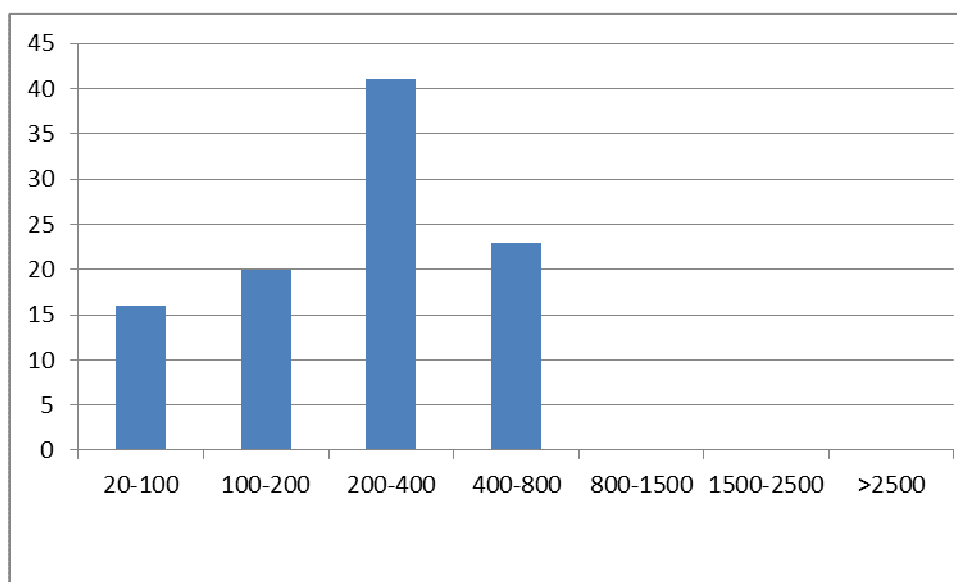


Diagram składu mineralnego próbki nr 4

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	5
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	71
100-200	14
200-400	11
400-800	4
800-1500	
1500-2500	
>2500	

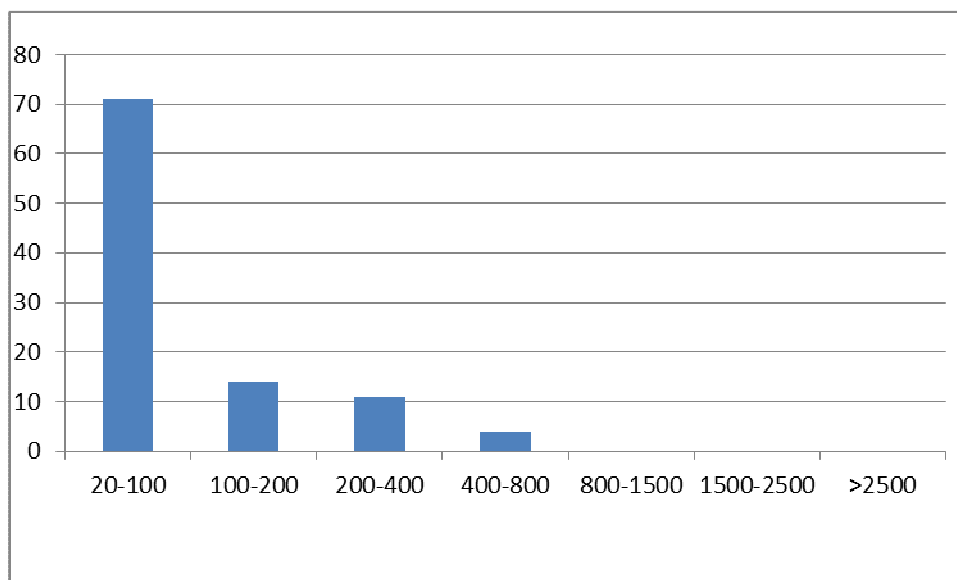


Diagram składu mineralnego próbki nr 5

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	6
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	28
100-200	28
200-400	32
400-800	10
800-1500	2
1500-2500	
>2500	

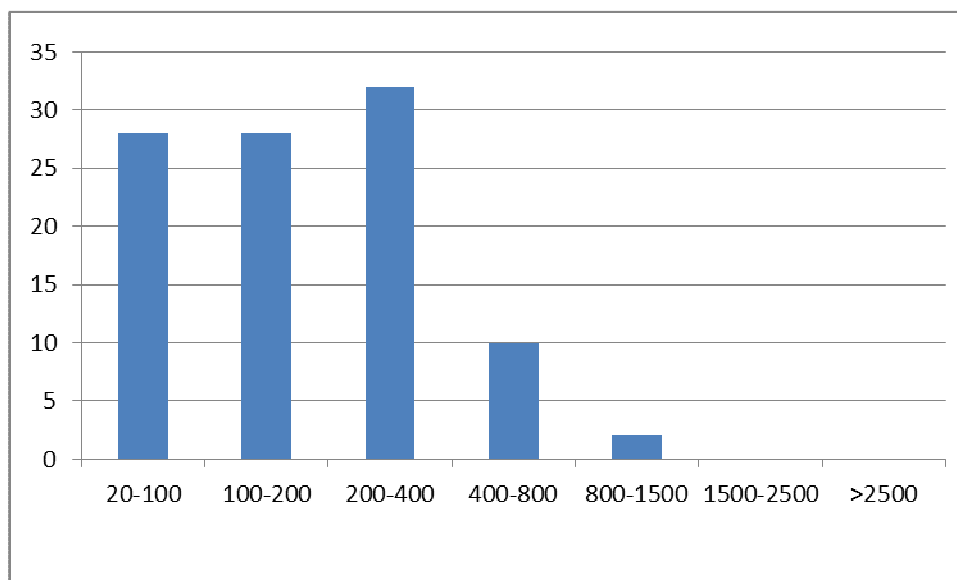


Diagram składu mineralnego próbki nr 6

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	7
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	25
100-200	16
200-400	43
400-800	16
800-1500	
1500-2500	
>2500	

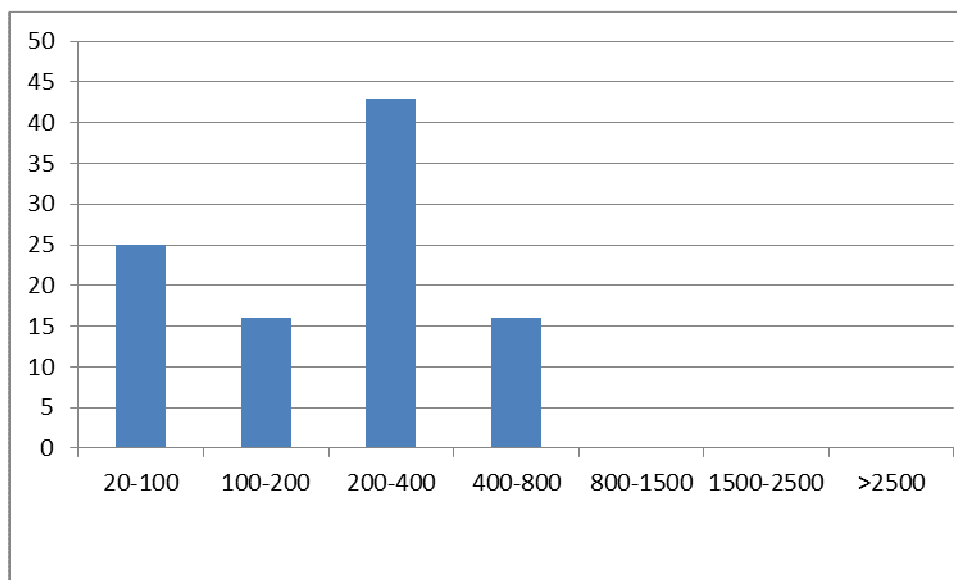


Diagram składu mineralnego próbki nr 7

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	8
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	28
100-200	20
200-400	34
400-800	16
800-1500	2
1500-2500	
>2500	

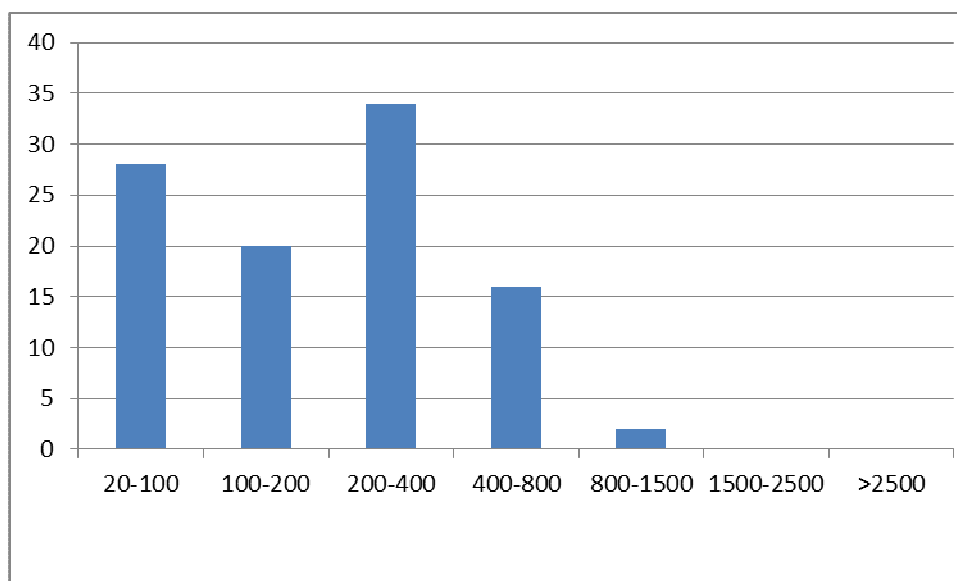


Diagram składu mineralnego próbki nr 8

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	9
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	40
100-200	27
200-400	12
400-800	17
800-1500	4
1500-2500	
>2500	

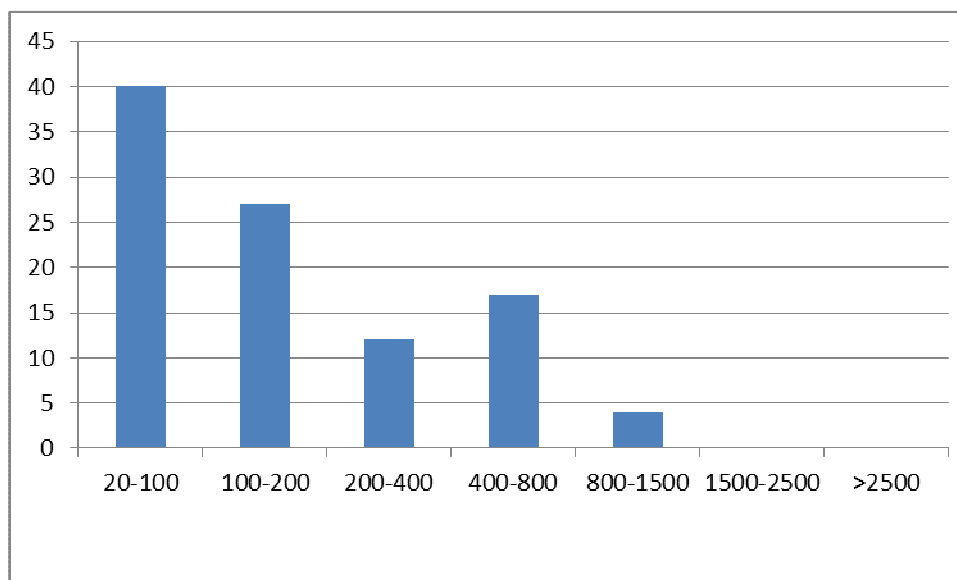


Diagram składu mineralnego próbki nr 9

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	10
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	22
100-200	33
200-400	35
400-800	10
800-1500	
1500-2500	
>2500	

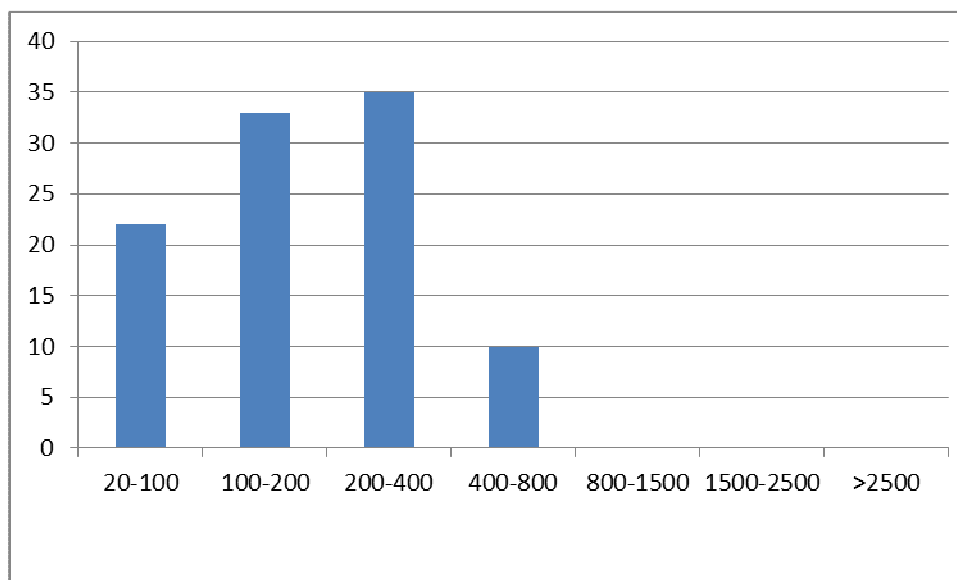


Diagram składu mineralnego próbki nr 10

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	11
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	34
100-200	34
200-400	27
400-800	5
800-1500	
1500-2500	
>2500	

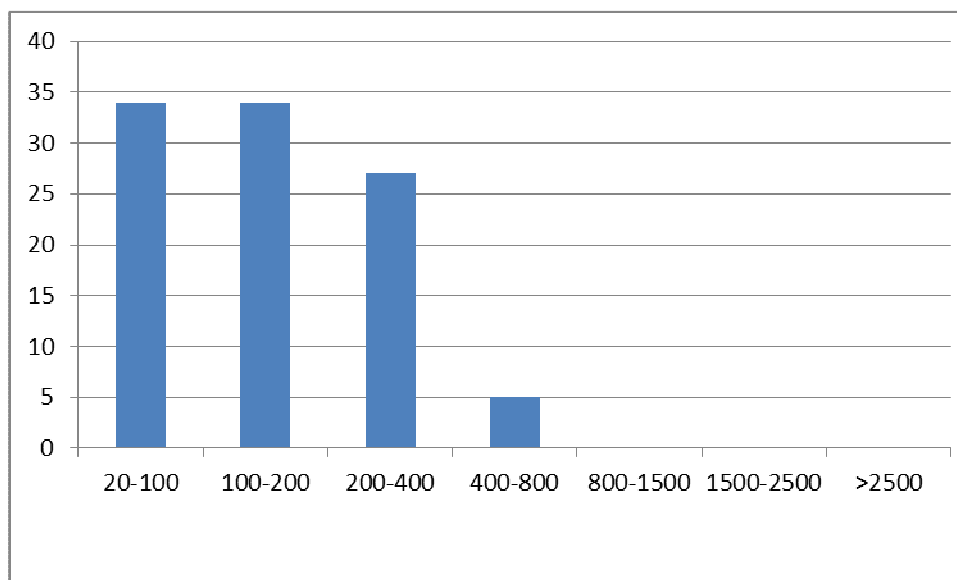


Diagram składu mineralnego próbki nr 11

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	12
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	33
100-200	25
200-400	22
400-800	17
800-1500	3
1500-2500	
>2500	

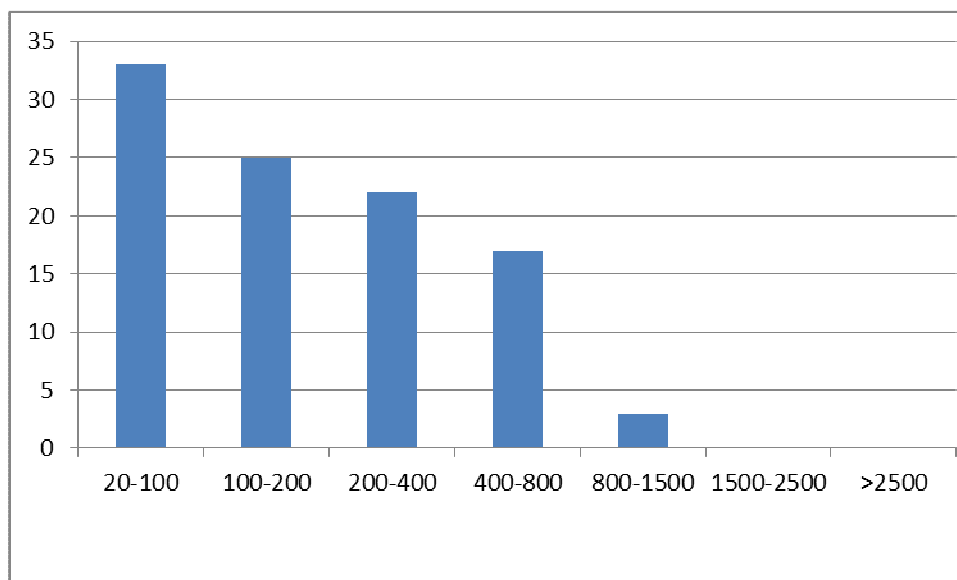


Diagram składu mineralnego próbki nr 12

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	13
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	19
100-200	38
200-400	29
400-800	13
800-1500	1
1500-2500	
>2500	

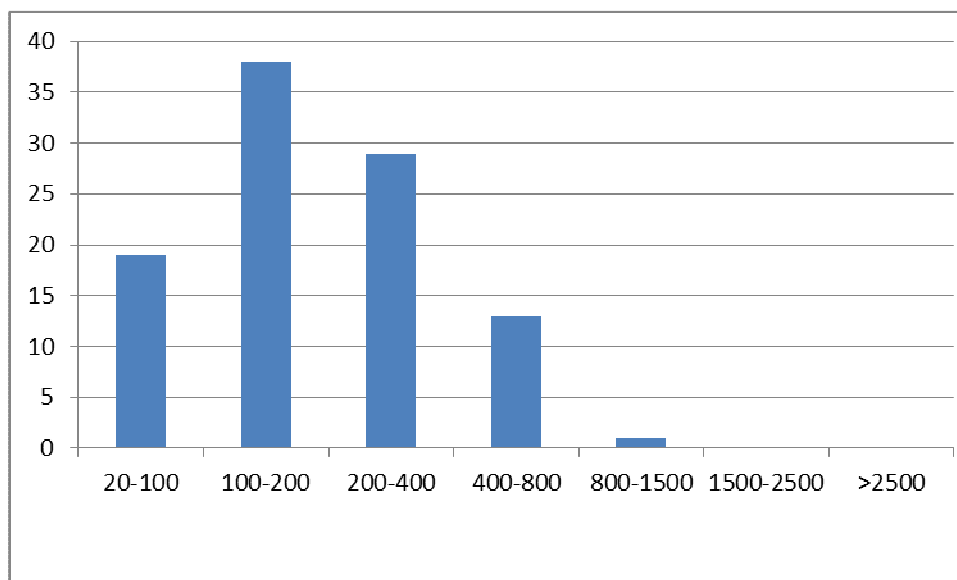


Diagram składu mineralnego próbki nr 13

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	14
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	35
100-200	26
200-400	26
400-800	1
800-1500	
1500-2500	
>2500	

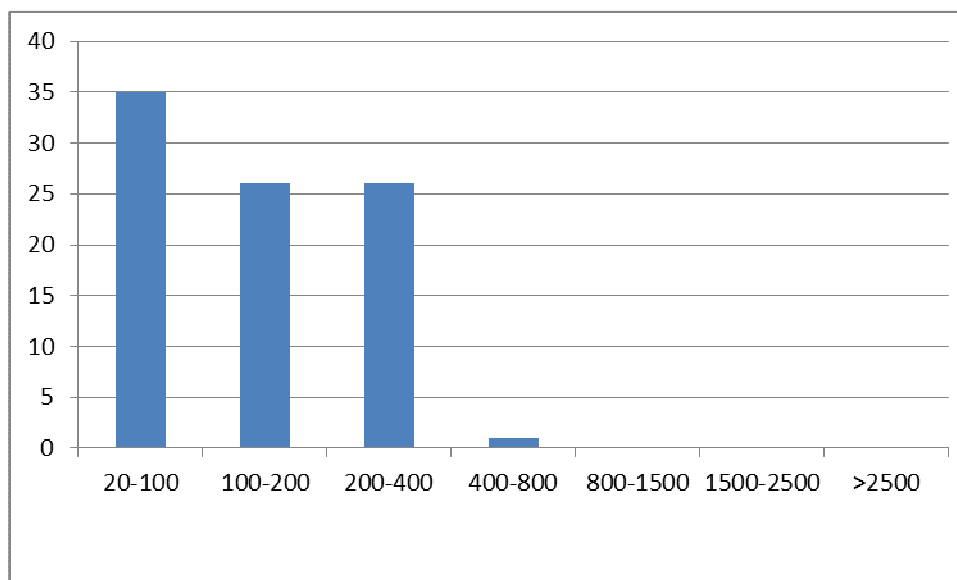


Diagram składu mineralnego próbki nr 14

Skład ziarnowy masy ceramicznej	
Próbka nr	15
wielkość ziarn (mikrometry)	zawartość (% objętościowe)
20-100	60
100-200	22
200-400	18
400-800	
800-1500	
1500-2500	
>2500	

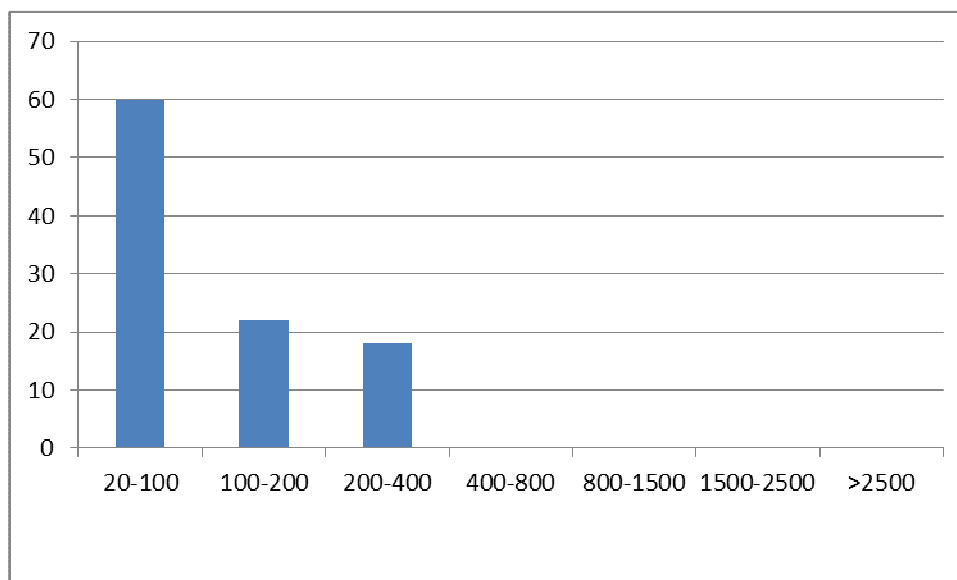
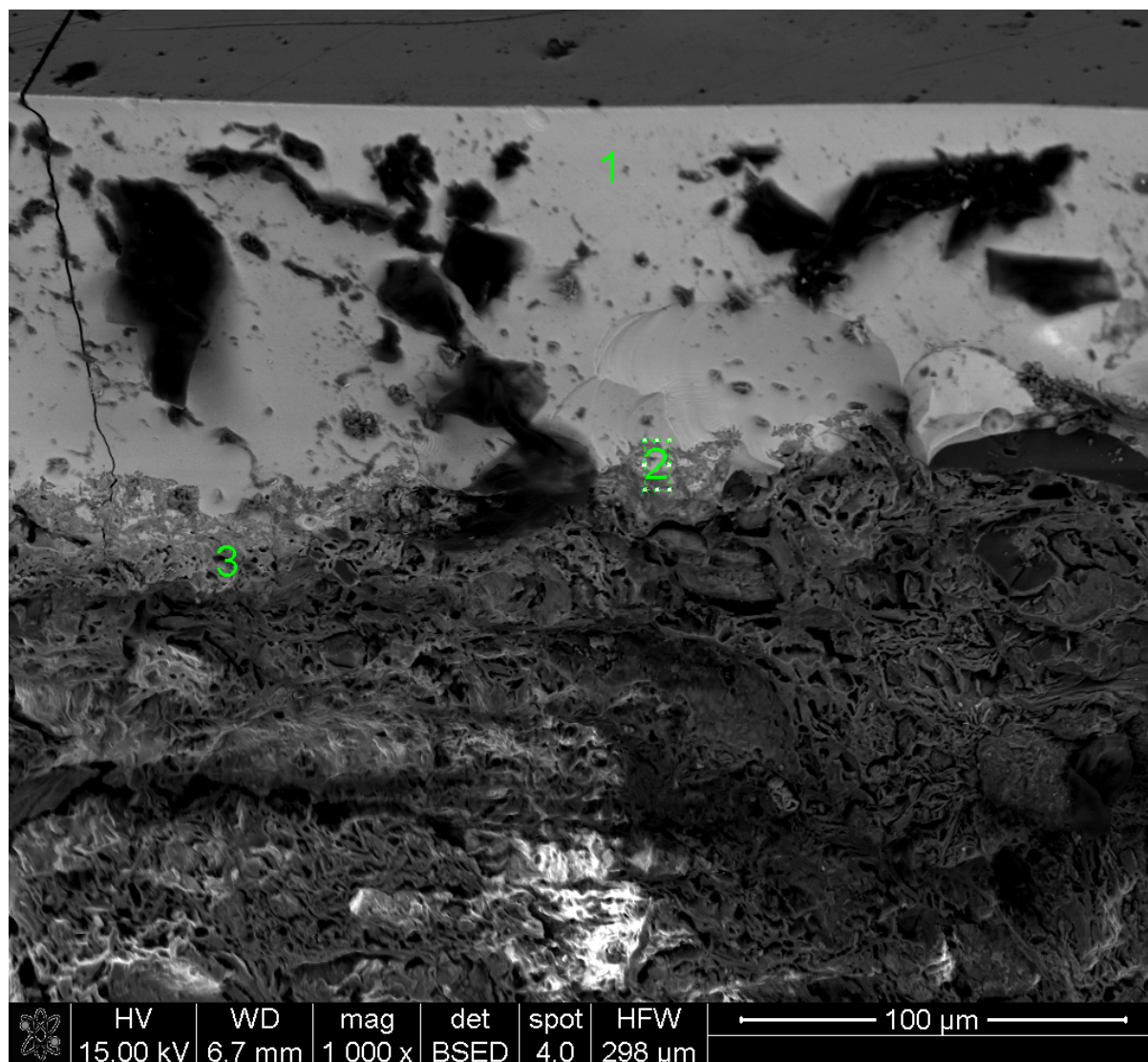
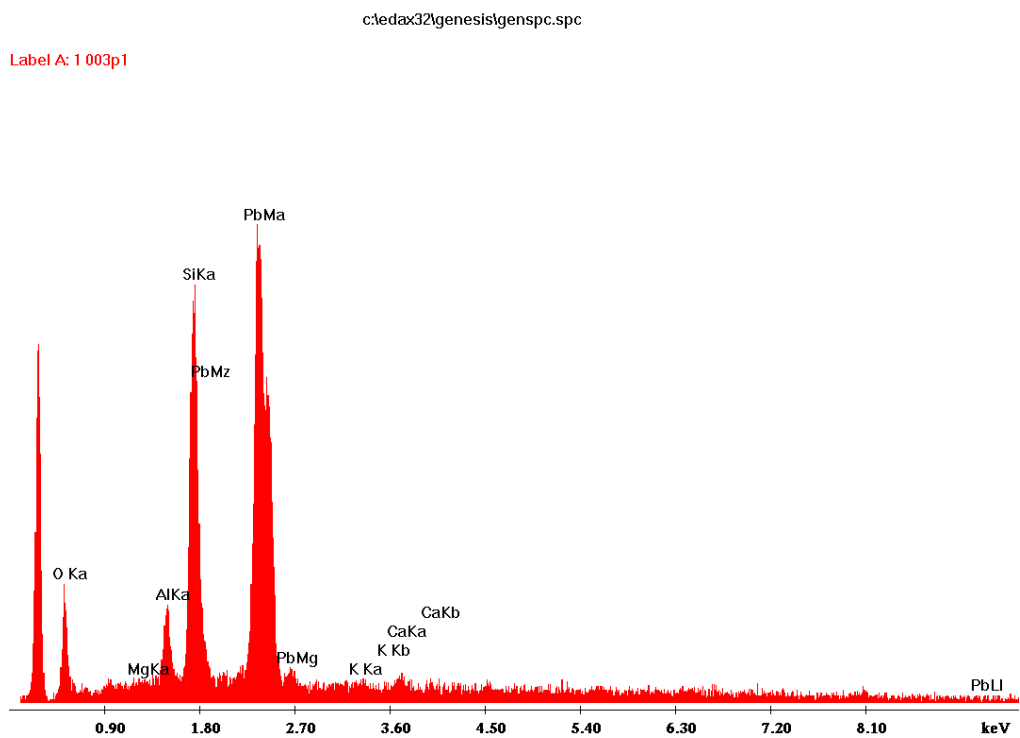


Diagram składu mineralnego próbki nr 15

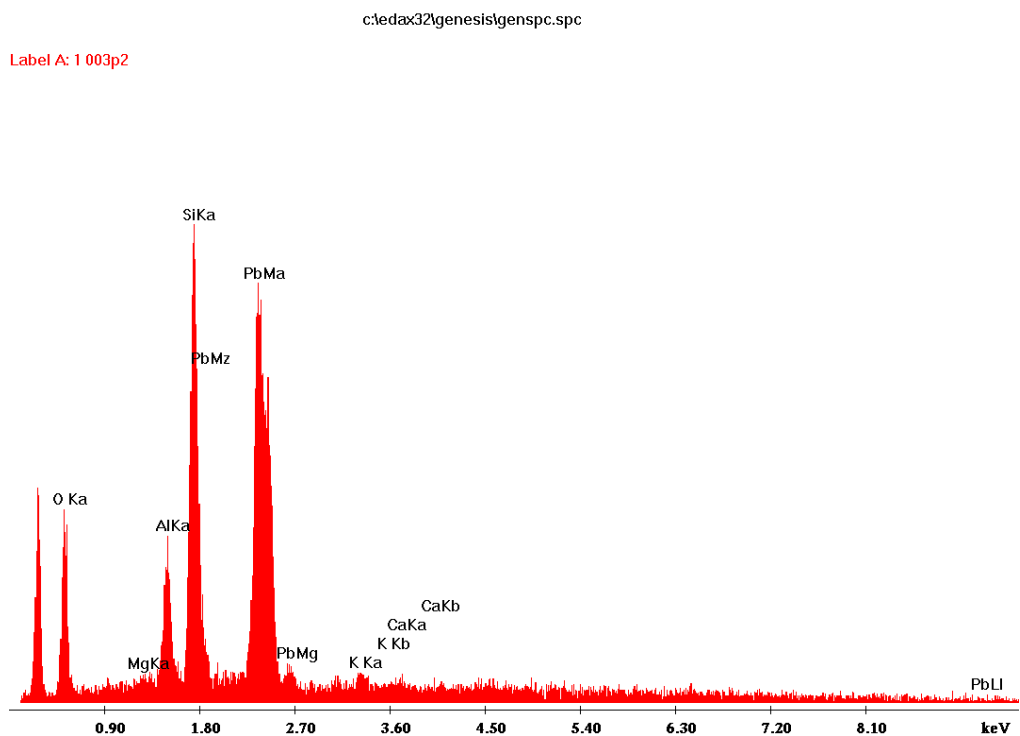
**Wyniki badań szkliv z wybranych kafl
Morfologia i ilościowe analizy wykonane metodą EDS
(metodą mikroskopii skaningowej)**



Próbka nr 1. Szkliwo zielone



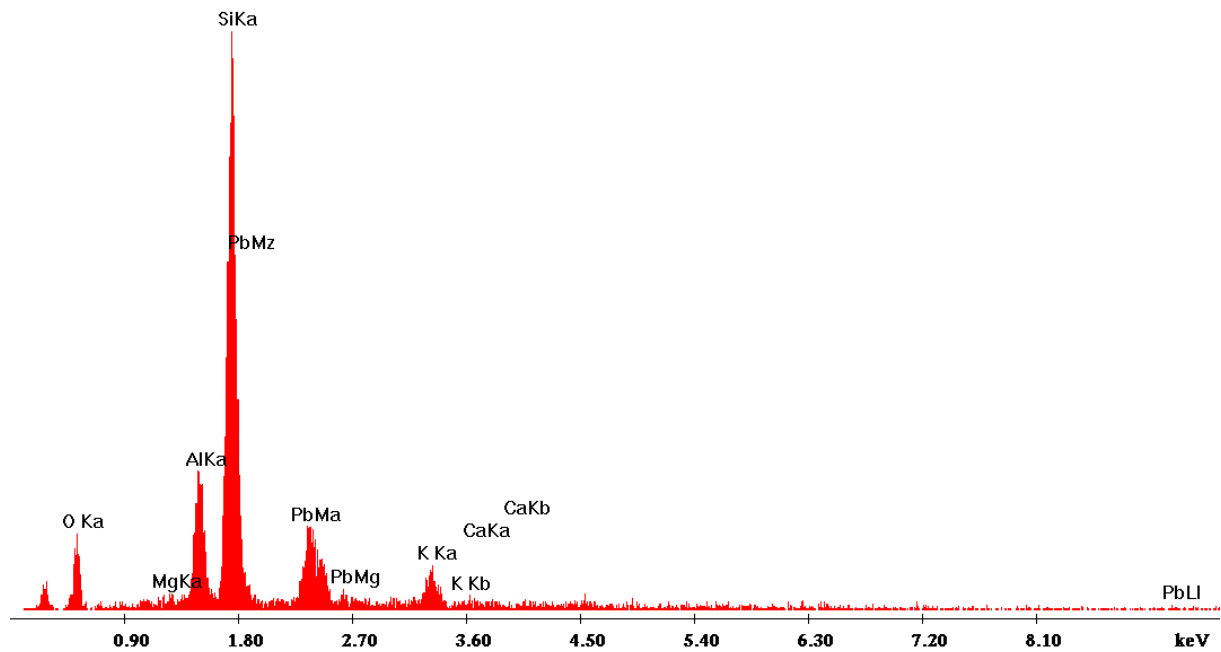
Widmo EDS w punkcie 1



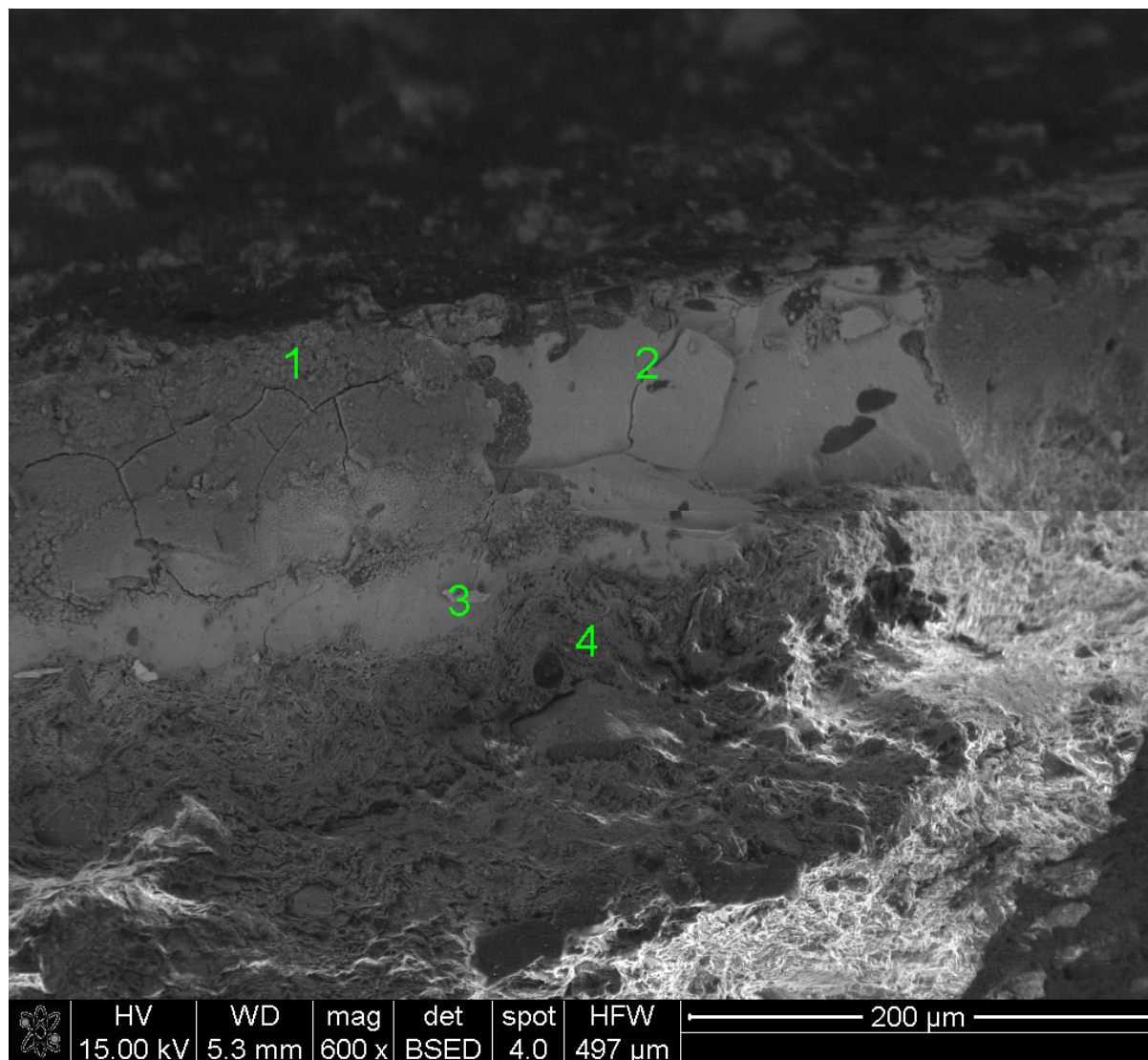
Widmo EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 1 003p3



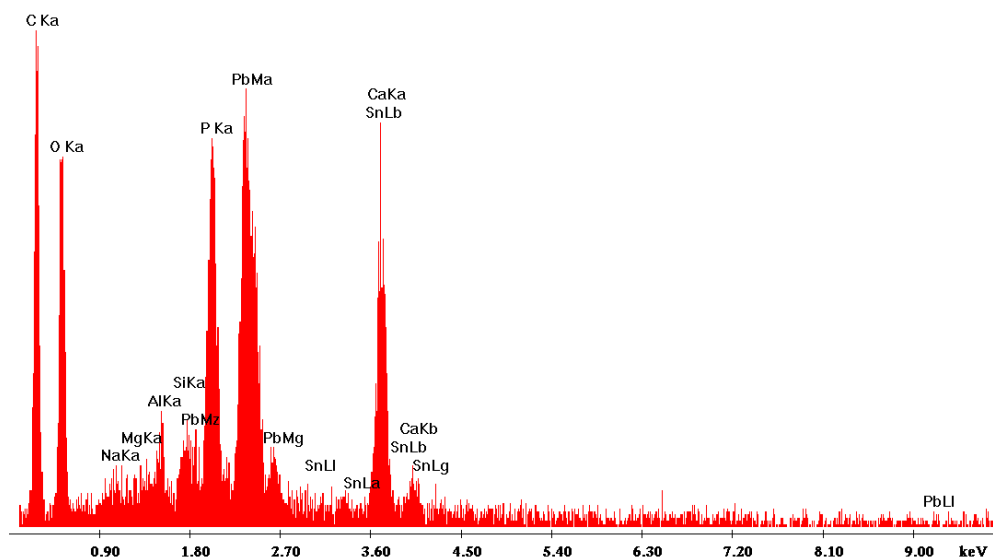
Widmo EDS w punkcie 3



Próbka 3. Szkliwo żółte

c:\edax32\genesis\genspc.spc

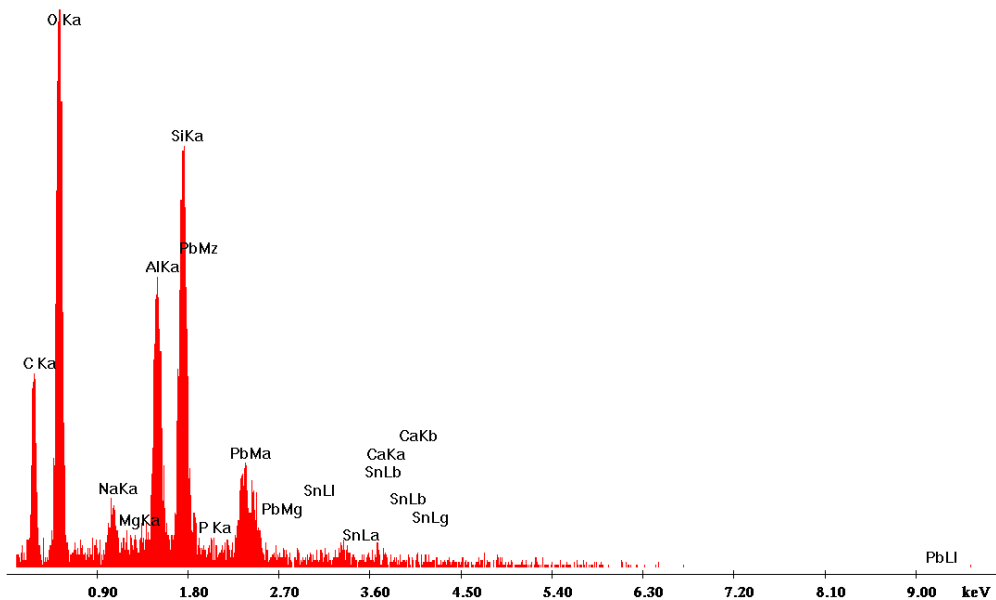
Label A: 2 003p1



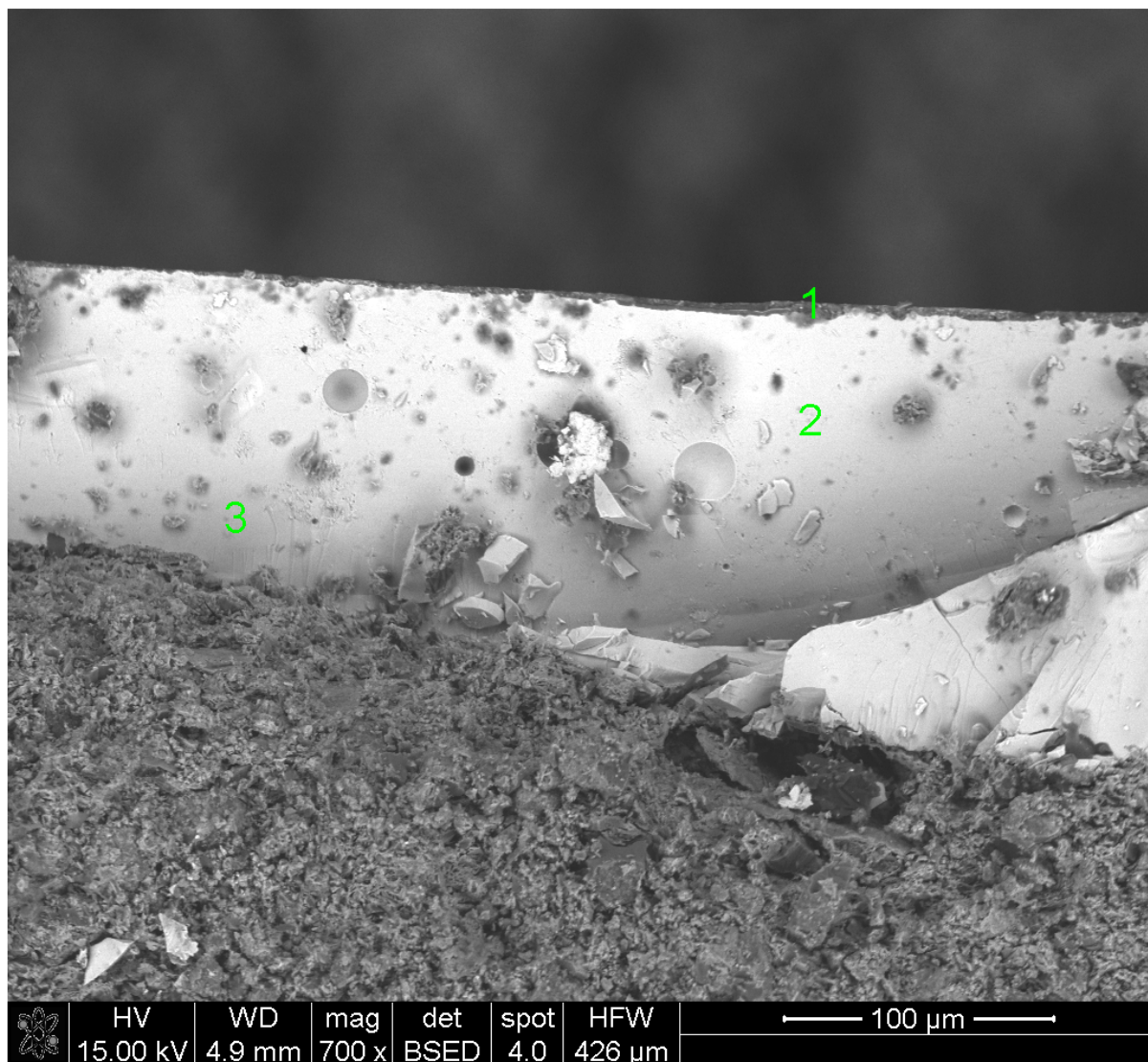
Widomo EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

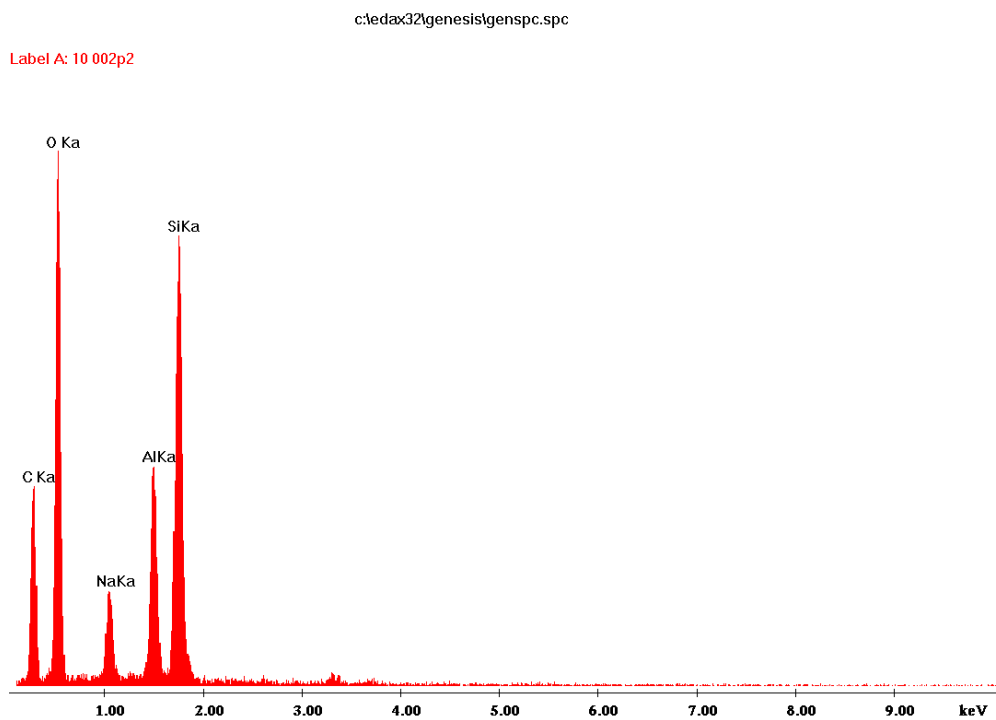
Label A: 2 003p4



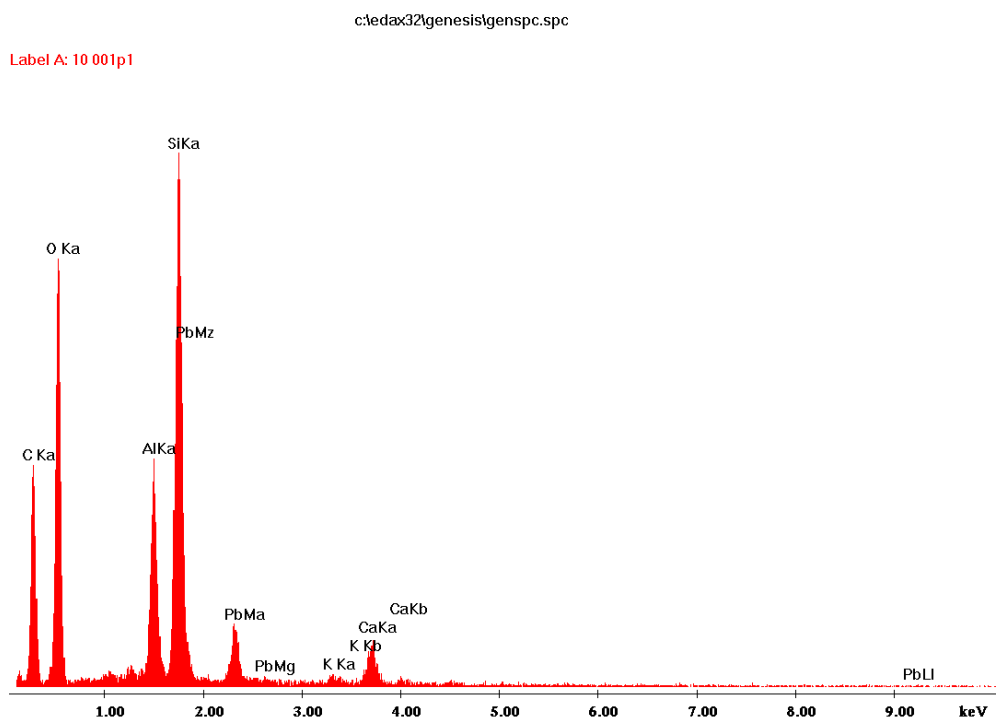
Widmo EDS w punkcie 4



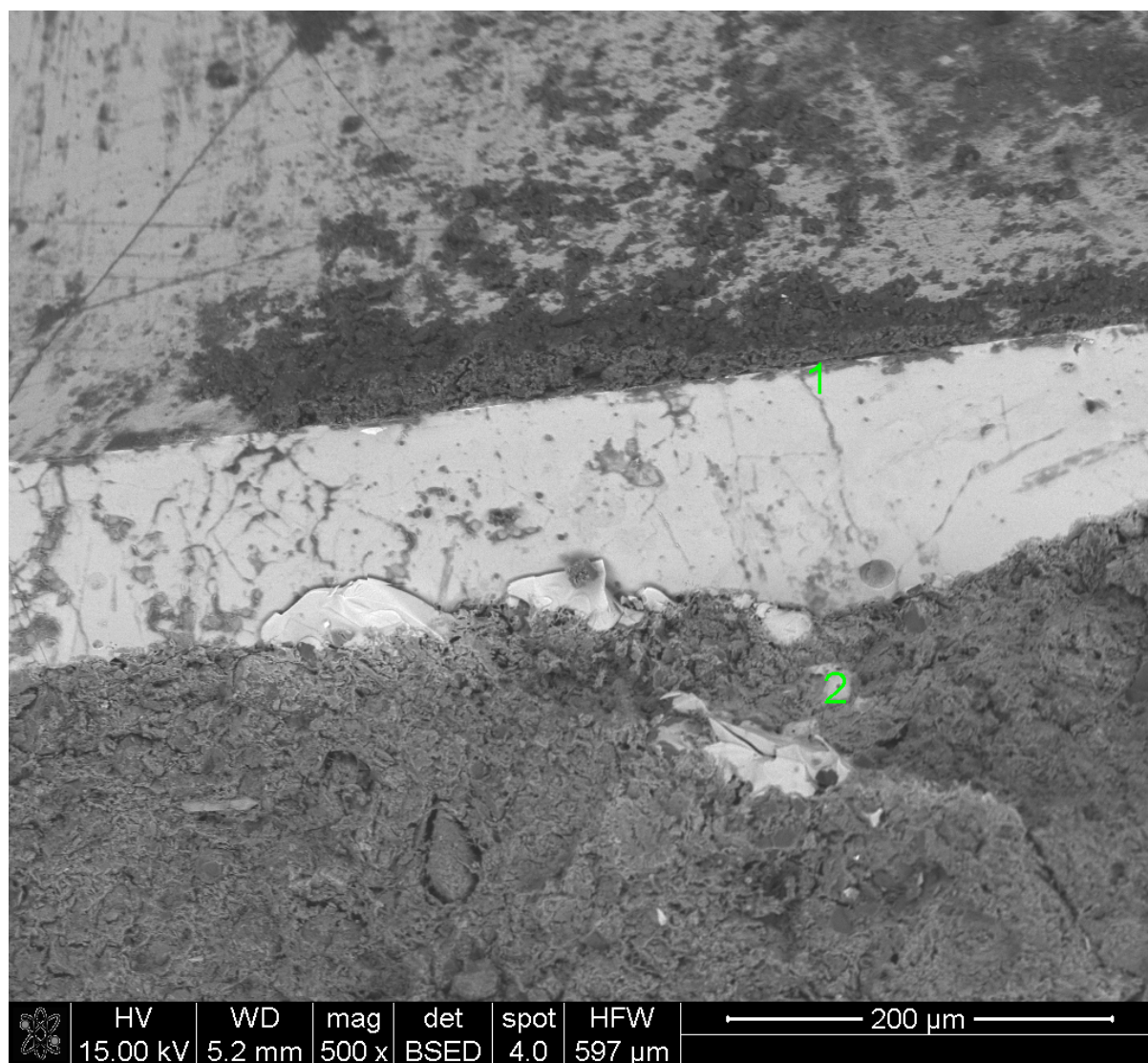
Próbka 6 Szkliwo niebieskie



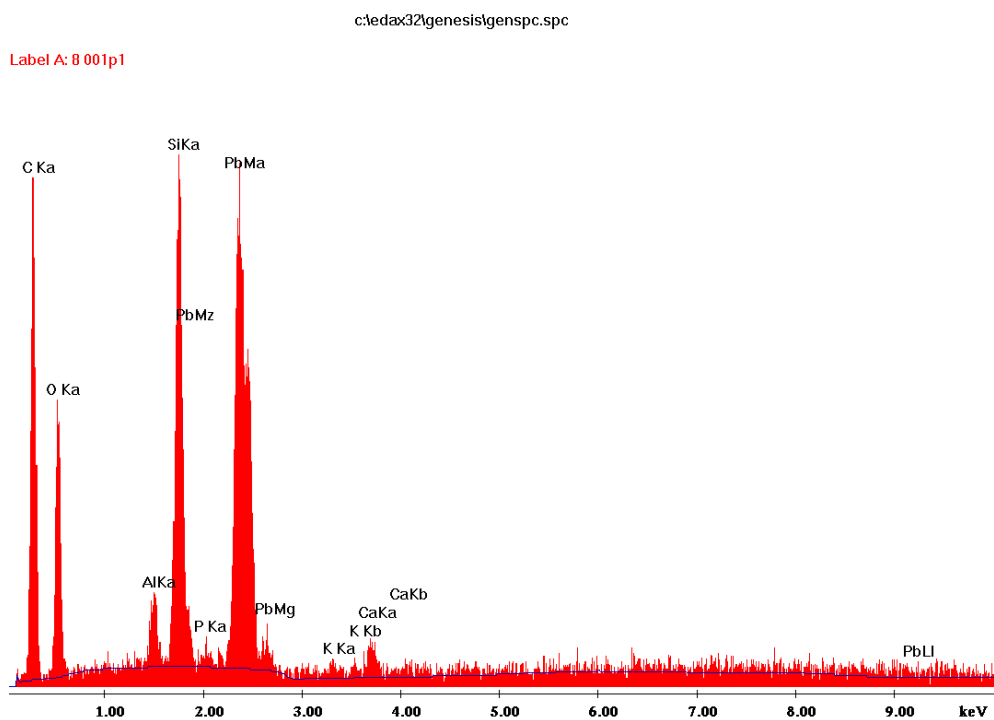
Widmo EDS w punkcie 1



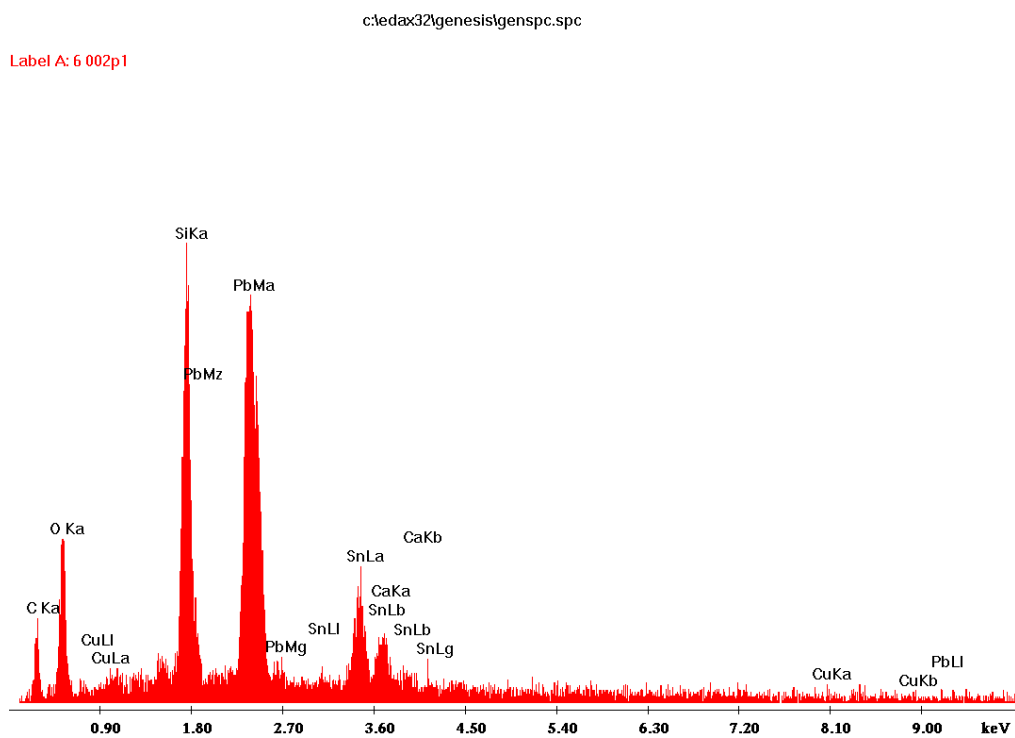
Widmo EDS w punkcie 2



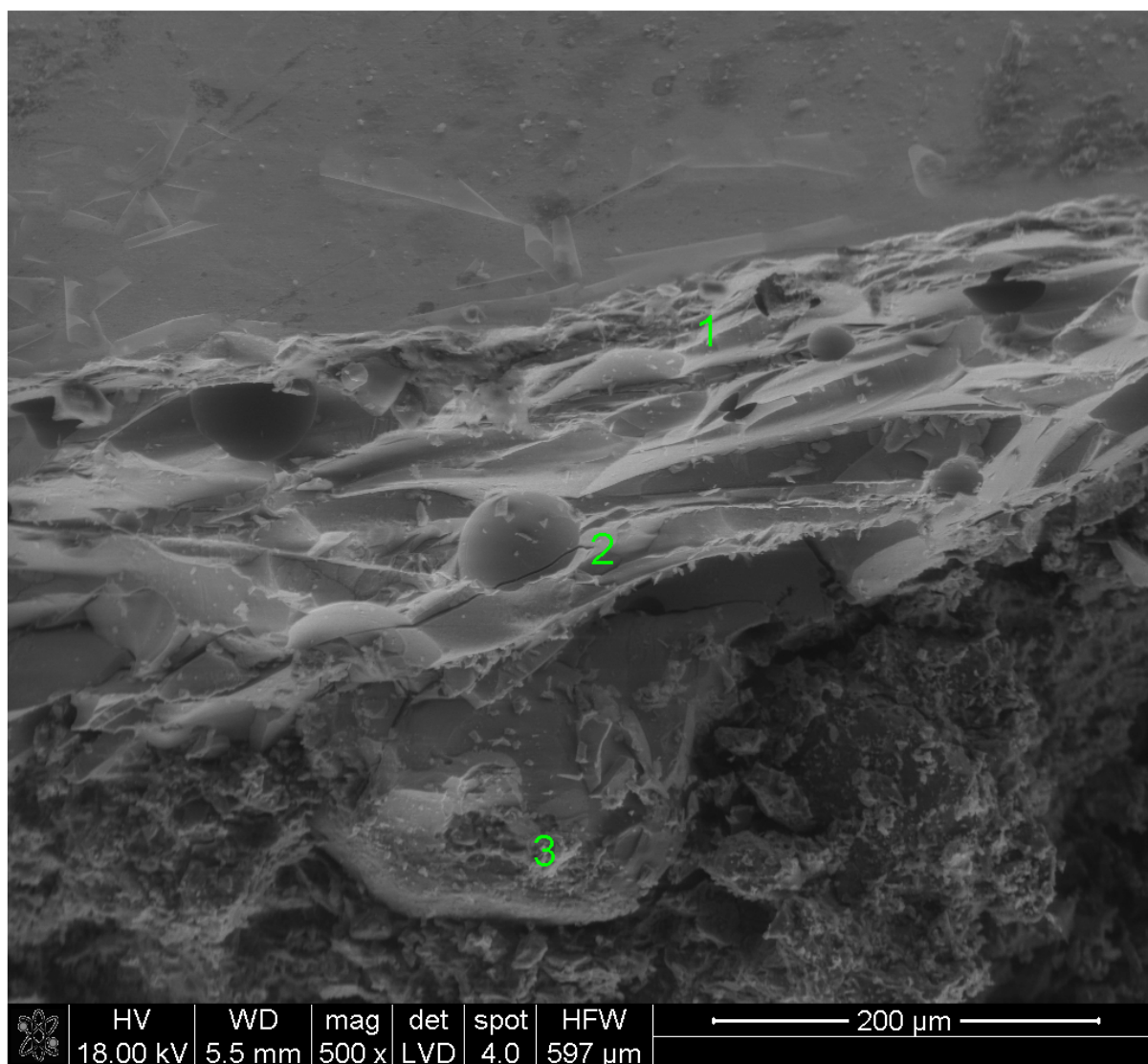
Próbka 8. Szkliwo zielone



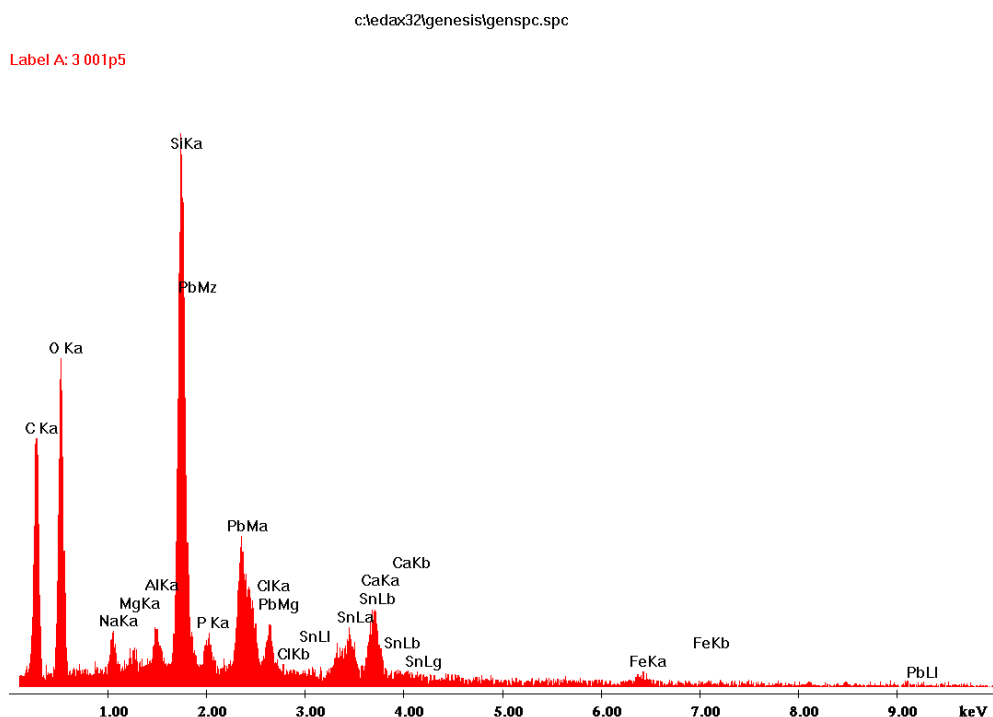
Widmo EDS w punkcie 1



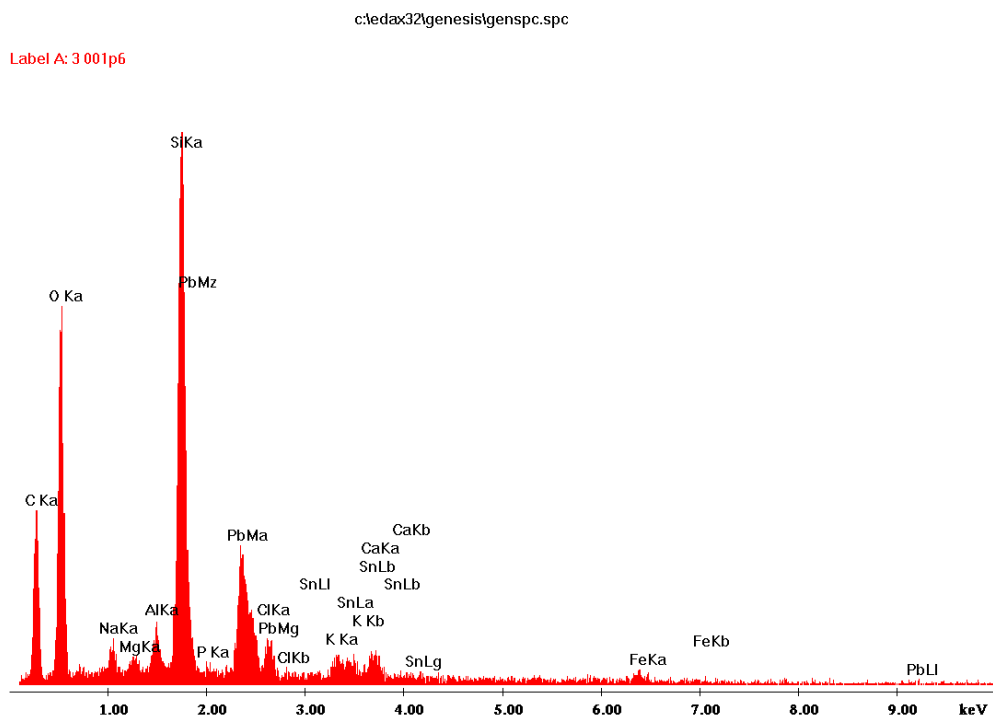
Widmo EDS w punkcie 2



Próbka 10 . Szkliwo żółte z białym podkładem



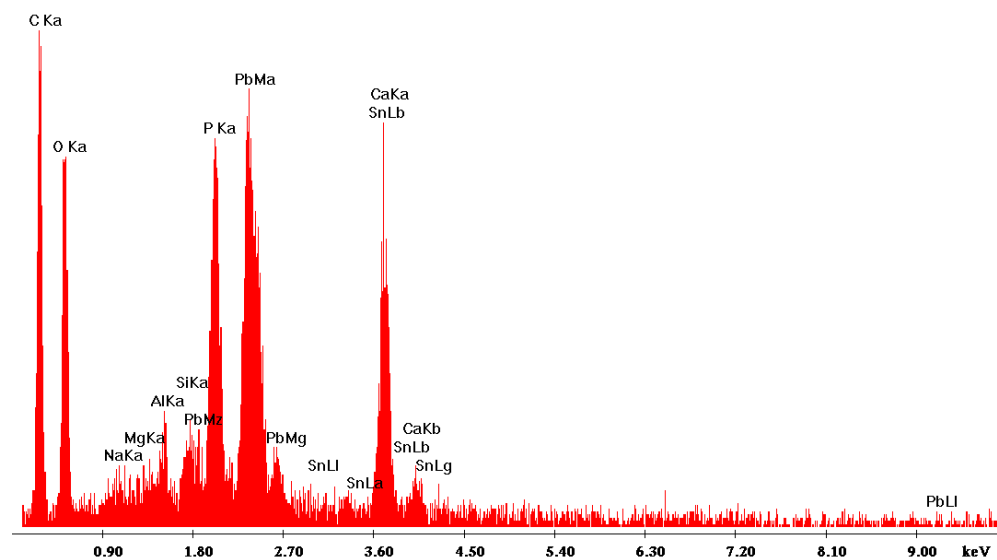
Widmo EDS w punkcie 1



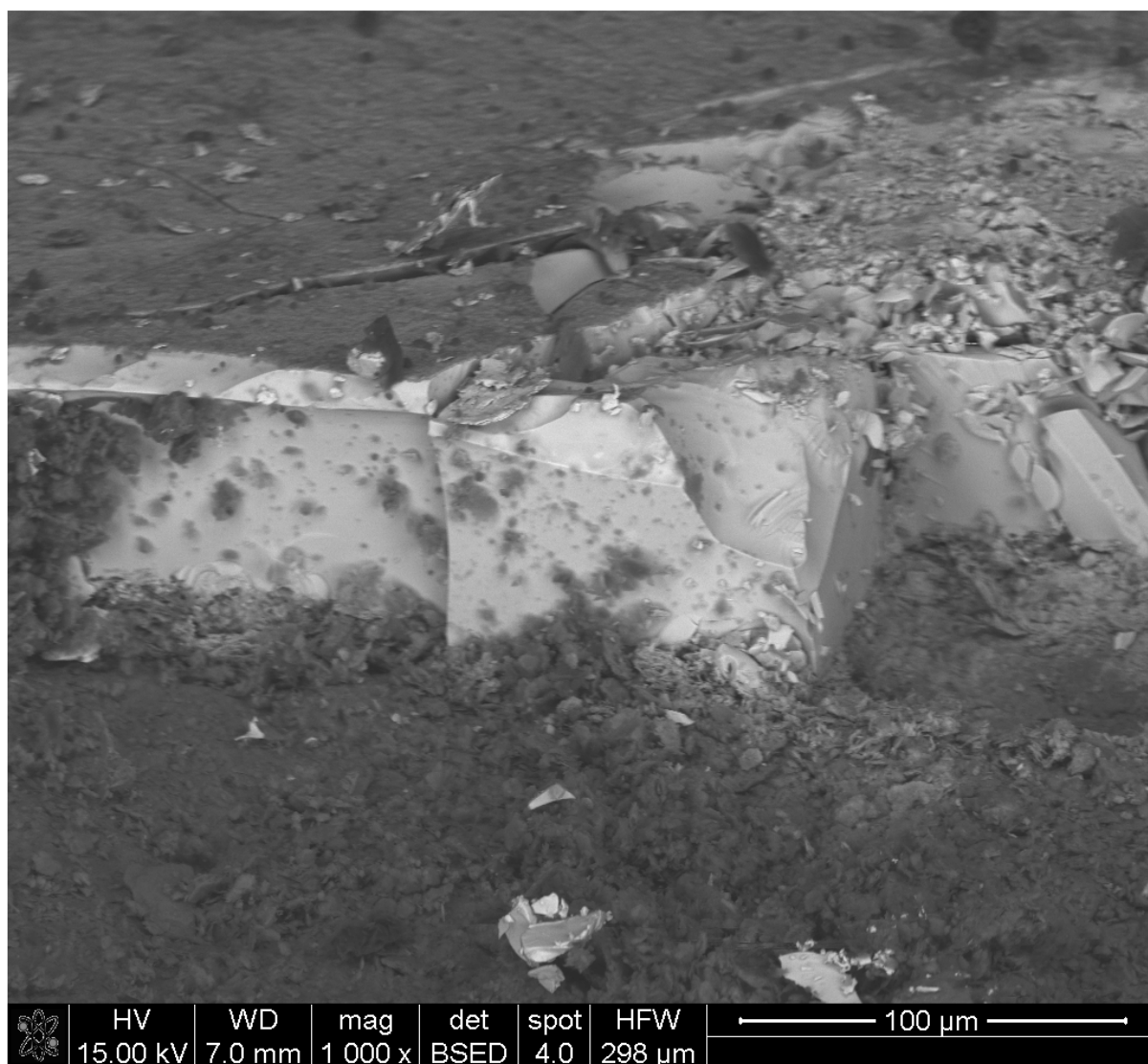
Widmo EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 2 003p1



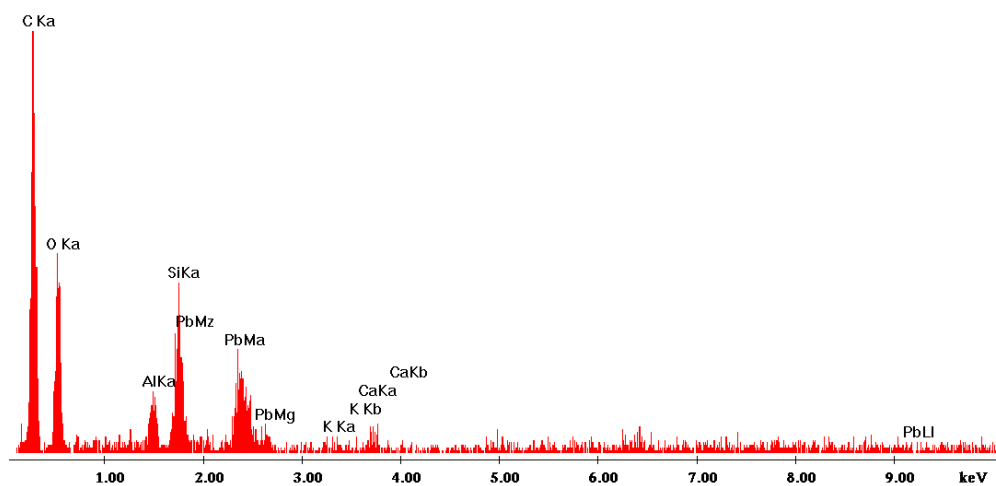
Widmo EDS w punkcie 3



Próbka 15. Szkliwo zielone

c:\edax32\genesis\genspc.spc

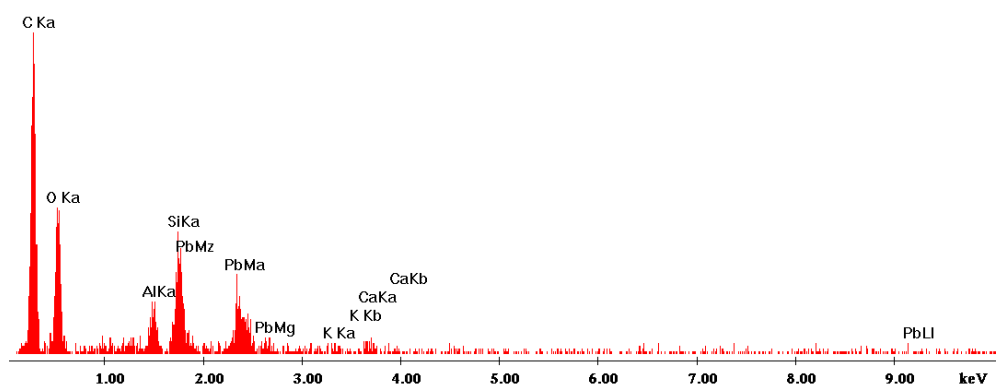
Label A: 8 002p4



Widmo EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

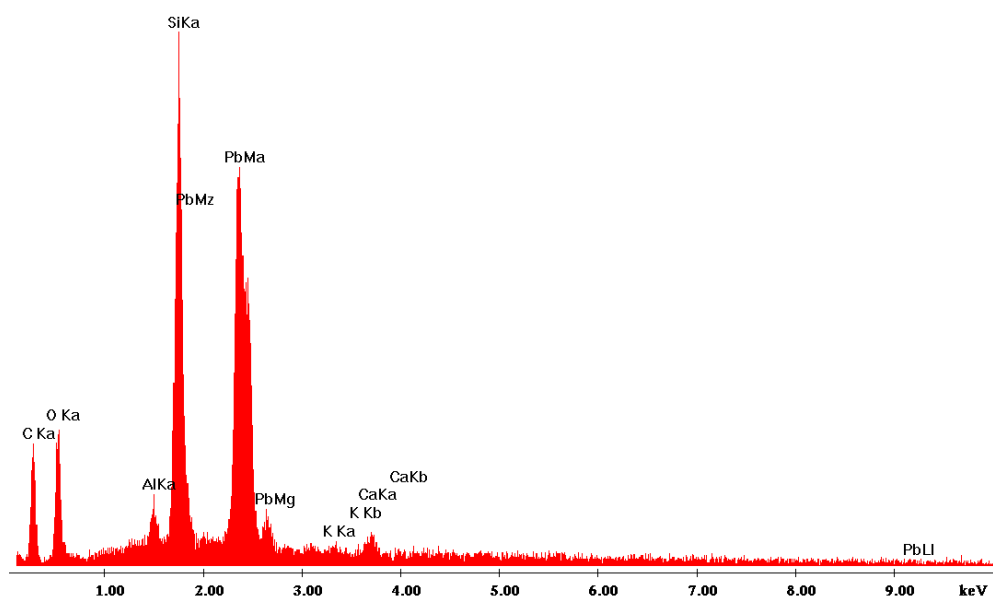
Label A: 8 002p1



Widmo EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 8 002p2

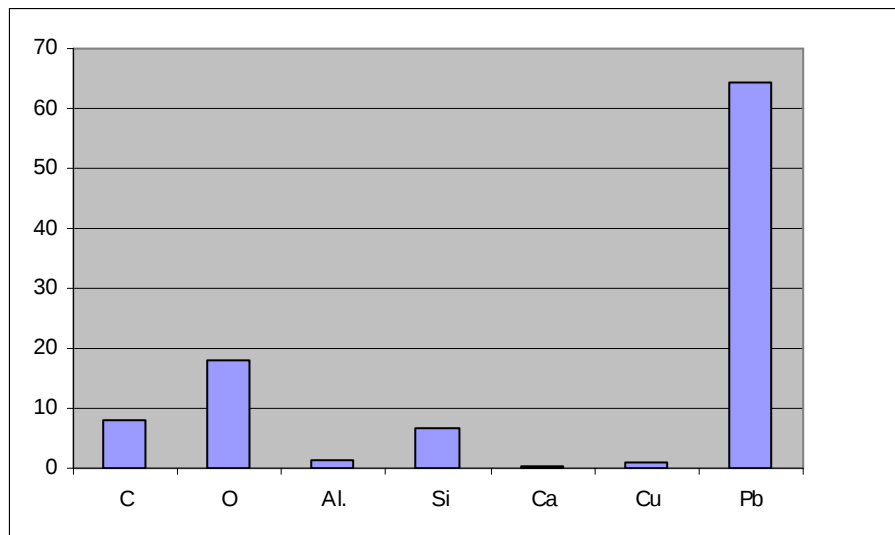


Widmo EDS w punkcie 3

Wyniki chemicznych ilościowych analiz chemicznych szkliwa z wybranych kafli (metoda EDS)

Próbka 1 Skład chemiczny szkliwa Punkt 1

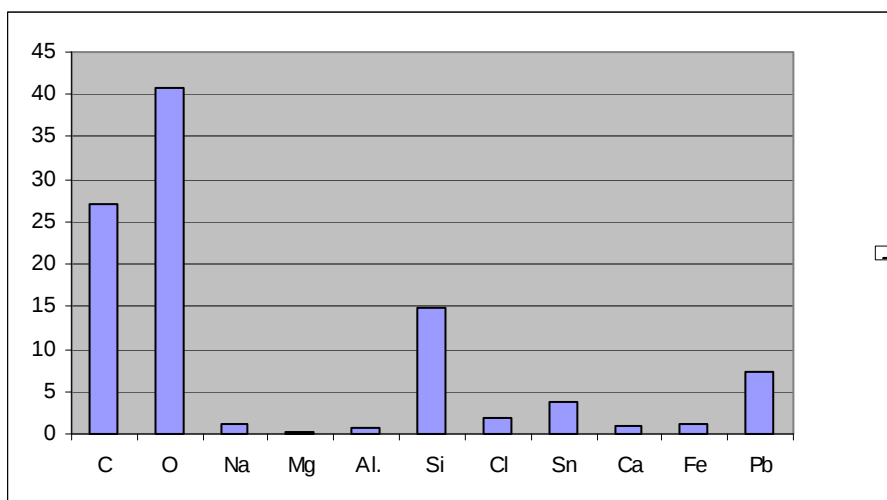
Pierwiastek	Zawartość %
C	8,1
O	18,11
Al.	1,29
Si	6,74
Ca	0,39
Cu	1,13
Pb	64,33



Próbka 1. Wykres zawartości pierwiastków w szkliwie

Próbka 3 Skład chemiczny szkliva
Punkt 1

Pierwiastek	Zawartość %
C	27,12
O	40,72
Na	1,21
Mg	0,31
Al.	0,68
Si	14,87
Cl	1,92
Sn	3,68
Ca	1,06
Fe	1,23
Pb	7,2

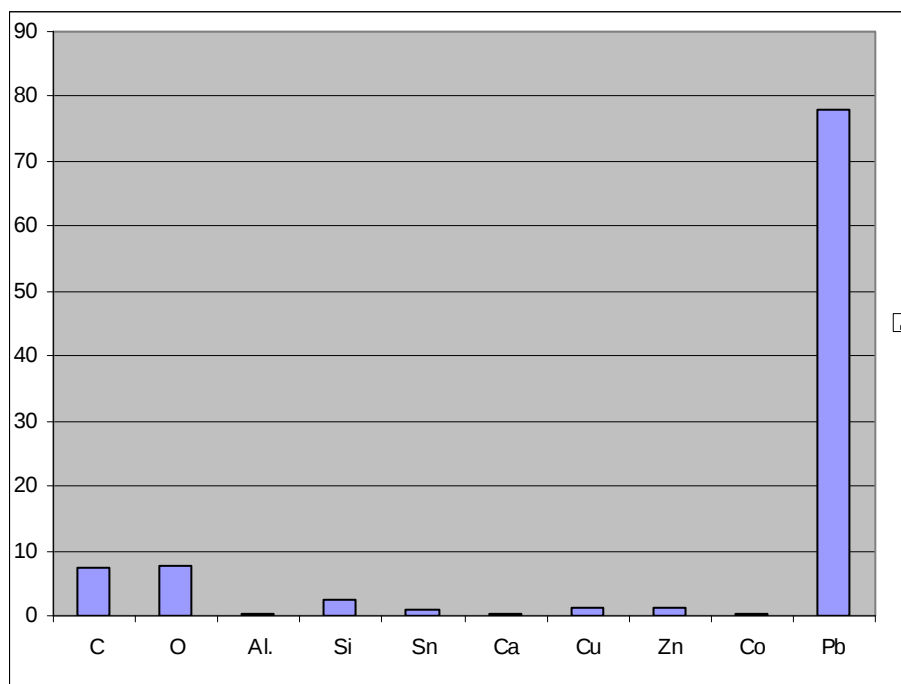


Próbka 3. Wykres zawartości pierwiastków w szklwie

Próbka 6 Skład chemiczny szkliva

Punkt 1

Pierwiastek	Zawartość %
C	7,36
O	7,77
Al.	0,32
Si	2,58
Sn	1
Ca	0,41
Cu	1,2
Zn	1,2
Co	0,22
Pb	77,98

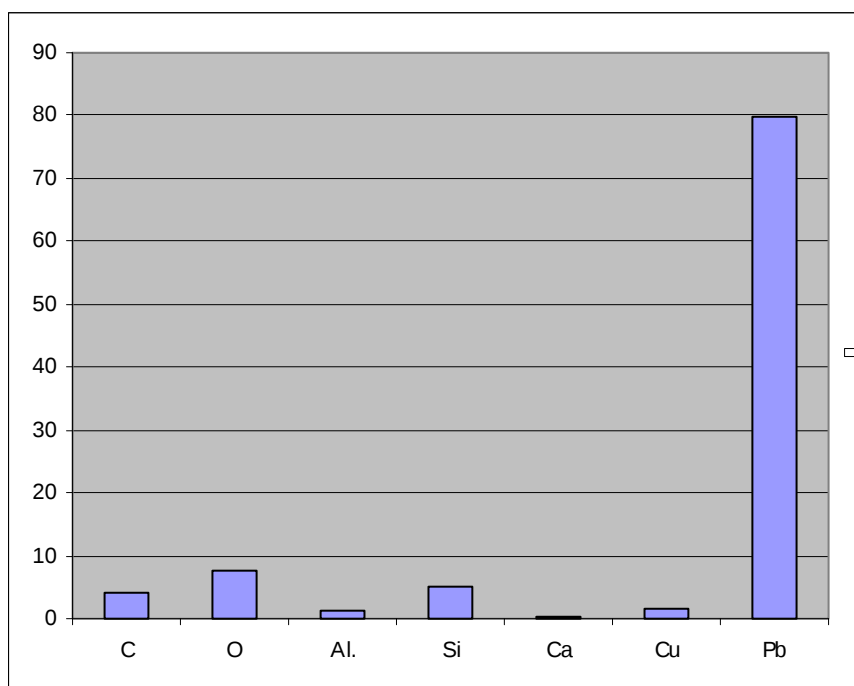


Próbka 6. Wykres zawartości pierwiastków w szklivie

Próbka 8 Skład chemiczny szkliva

Punkt 1

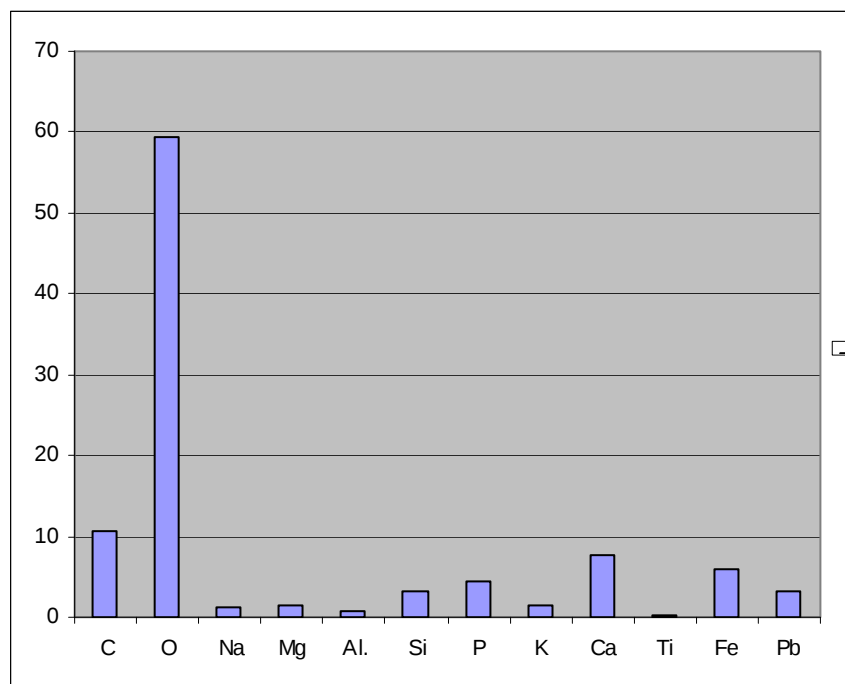
Pierwiastek	Zawartość %
C	4,11
O	7,71
Al.	1,21
Si	5,12
Ca	0,46
Cu	1,58
Pb	79,81



Próbka 8. Wykres zawartości p[pierwiastków w szklwie

**Próbka 10 Skład chemiczny
szkliwa
Punkt 1**

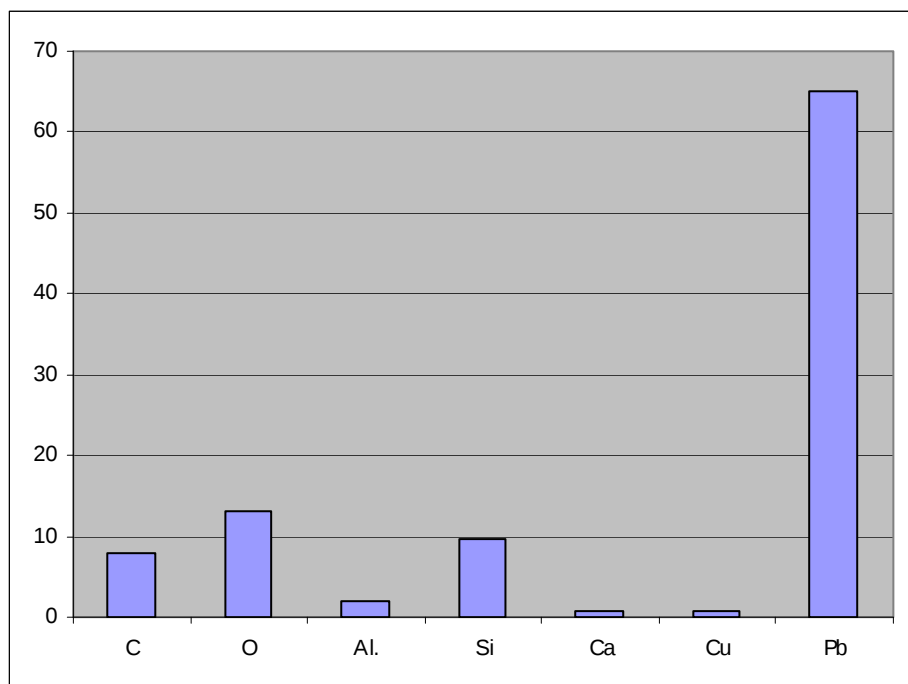
Pierwiastek	Zawartość %
C	10,55
O	59,41
Na	1,26
Mg	1,49
Al.	0,82
Si	3,3
P	4,48
K	1,47
Ca	7,74
Ti	0,17
Fe	6,02
Pb	3,29



Próbka 10. Wykres zawartości p[pierwiastków w szkle

**Próbka 15 Skład chemiczny
szkliwa
Punkt 1**

Pierwiastek	Zawartość %
C	7,94
O	13,11
Al.	1,97
Si	9,58
Ca	0,62
Cu	0,82
Pb	65,03



Próbka 15. Wykres zawartości pierwiastków w szklwie

Podsumowanie i wnioski

Większość mas ceramicznych to masy schudzone domieszka kwarcu lub tłuczonych okruchów skał magmowych lub metamorficznych, głównie zawierających skalenie potasowe. Oznacza to, że warsztaty ceramiczne wytwarzające kafle znały pozytywny wpływ potasu na produkcję dobrych mas garncarskich. Skalenie są bowiem dodatkiem obniżającym temperaturę wypału i poprawiającym jakość ceramiki.

W próbkach nr 5, 6, 12, 13 obserwuje się okruchy skał osadowych. W próbce 5 i 12 są to okruchy wapieni i krzemieni co sugeruje, że do wytwarzania tych kaflów stosowano prawdopodobnie gliny występujące jako zwietrzeliny na wapieniach jury krakowsko - częstochowskiej (reziduum). Próbkę 6 i 13 zawierają fragmenty mułowców i piaskowców drobnoziarnistych, które nie mają cech wskaźnikowych pozwalających na ustalenie pochodzenia materiału do formowania mas ceramicznych.

Temperatury wypału mas ceramicznych badanych kaflów oscylują wokół temperatur 750-800° C, a wypały w większości przypadków prowadzono w atmosferze utleniającej.

Stwierdzono, że kafle barwiono związkami Sn, Cu, Co, P, Ca, Si, Al (patrz wyniki w tabelkach)

Szkliwo pokrywające kafle ma charakter ołowiowy lub krzemionkowy (szkło).

Szkliwa nanoszono bezpośrednio na masę ceramiczną lub na specjalny podkład zbudowany z mieszaniny bardzo drobnego kwarcu lub mieszaniny kwarcu i kalcytu dodatkowo mieszanych ze szkliwem ołowiowym (wytwarzanym z tlenków Pb).

Barwienie szkliw wykonywano poprzez malowania pigmentami bezpośrednio masy ceramicznej, podkładu lub dodatek barwnika do szkliwa.

Wykonane badania i otrzymane wyniki można traktować jako „reperowe” dla wybranych typów kaflów reprezentujących różne okresy historyczne.

Otrzymane wyniki, nie uprawniają jednak do generalizacji dotyczących technologii wytwarzania kaflów w poszczególnych okresach historycznych, a nawet w poszczególnych pracowniach kaflarskich.

Literatura

- Ambrosiani S., 1910 Zur typologie alteren Kochlem, Stockholm, str. 1-9.
- Buśko C., 1995 Średniowieczne piece typu *hypocaustum* na Śląsku. *Archaeologia Historia Polana*. T. I. Red. J. Olczak. Toruń, str. 169-173
- Dąbrowska M., 1987 Kafle i piece kaflowe w Polsce do końca XVIII w: *Studia i materiały z historii kultury materialnej* t. LVIII. Wyd. Ossolineum
- Dąbrowska M., 2007 O siedemnastowiecznych kaflach i piecach z terenów ziem polskich. W: *Średniowieczne i nowożytne kafle: regionalizmy – podobieństwa – różnice*. Red. M. Dąbrowska, H. Karwowska. Białystok, str. 143-160.
- Dąbrowska M., 2008 Ogrzewanie wnętrz mieszkalnych w średniowieczu i czasach nowożytnych. *Kwart. Hist. Kult. Mat.* V.3-4, str. 306-326
- Chmiel A., 1907 *Garncarze krakowscy*, str. 21.
- Kuczyński 1968 i in.
- Miączyński Z., 1956 *Elementy i detale architektoniczne w rozwoju historycznym*. Warszawa, 439 str.
- Moskal K., 2010 *Calor Amicis czyli o kaflu i piecu*. Wyd. Muz. Hist. M. Krakowa str. 38.
- Pawlvik C., Vitanovsky M., 2004 *Encyklopedie kachlu v Cechach, na Moravach a ve Sleszku*, Praha.
- Piątkiewicz-Dereniowa M., Dereń J., Haber J., Polaczek E., 1958 Charakterystyka chemiczna zabytkowych kaflów wawelskich. Wstępne badania szklów, *Zesz. Nauk. AGH. Ceramika* nr 2, str. 73
- Piątkiewicz-Dereniowa M., 1960 Kafle wawelskie okresu wczesnego renesansu. *Studia di dziejów Wawelu*. T. 2, str. 303-373.
- Poświk B., 1932 Rekonstrukcja warunków procesu pracy jako badania pomocnicze dla historii kaflarstwa, *Biul. Hist. Sztuki i Kultury*. Warszawa, 199 str. 9.
- Święchowska A., 1949 Wykopiska na zamku średniowiecznym w Wenecji pod Żninem. *Biul. Hist. Sztuki*, R. XI, nr ¾, str. 213-232
- Trepka J., 1921 Z Wawelu – Kafle z Karolem V i herbem Sforzów, należące do epoki pełnego renesansu.....*Głos Narodu* XIX, nr115 z dnia 23.V.