

BADANIA MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNE KAFLI Z KRKOWSKICH PIECÓW

Maciej PAWLIKOWSKI*, Katarzyna MOSKAL,
Edyta SŁOWIOCZEK*****

**/ Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii, Akademia Górniczo-Hutnicza,, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail:pawlik@agh.edu.pl*

***/ Muzeum Historyczne Miasta Krakowa, 31-011 Kraków, Rynek Główny35, e-mail: k.moskal@mhk.pl*

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

Streszczenie

Wykonano badania dziesięciu wybranych kaflí pochodzących ze zbiorów Muzeum Historycznego Miasta Krakowa

Próbki przeznaczone do badań reprezentują różnej wielkości fragmenty kaflí pozyskanych zarówno podczas prac archeologicznych jak też od darczyńców. Z ogromnego zbioru kaflí do szczegółowych badań wytypowano te które różniły się makroskopowo charakterem masy ceramicznej oraz pokryte były różnymi barwnymi malowaniami i szkliwem.

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

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

Masy ceramiczne kaflí są zróżnicowane w składzie mineralnym i ziarnowym. Większość z nich jest schudzana głównie piaskiem kwarcowym, kwarcem, tłuczonym lub domieszkami tłuczonych granitów.

Stwierdzono, że we wszystkich szkliwach pokrywających badane kafle ma ono charakter ołowiowy. Szkliwiono bezpośrednio masę ceramiczną lub przed szkliwieniem powierzchnie kafla pokrywano podkładem. Barwa powierzchni szkliwionej osiągnęto bądź przez bezpośredni dodatek pigmentów do szkliwa ołowiowego bądź jest to warstewka z pigmentem kładziona na podkład przed szkliwieniem.

Charakterystyka kaflí w oparciu o dane literaturowe

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 drążonych których fragmenty odkryto m.in. we Wrocławiu i Gdańsku (Dąbrowska 1971, Buśko 1995 i in.). Uważa się, że istotną rolę w rozpowszechnieniu się kominków i pieców odegrały zakony (Międzyński 1956)

Badaniami kafli posiadają bogatą literaturę. Zajmowano się nimi zarówno od strony ich historii i historii sztuki (Ambrosiani S 1910 Piątkiewicz-Dereniowa 1960, 1987 a 2007, Kuczyński 1968 i in.) jak i technologii wytwarzania (Dąbrowska 1987b) przy czym zagadnienia surowcowe nie posiadają zbyt bogatej literatury i opracowań zwłaszcza prowadzonych z zastosowaniem najnowocześniejszych technik badawczych (Chmiel 1907, Poświk 1932, Święchowska 1955, Wirski 1970).

Klasyfikacja kafli z punktu widzenia historii sztuki może zostać przedstawiona – w oparciu zamieszczone dane literaturowe – następująco:

1. kafle o motywach figuralnych

- z młodym królem
- ze starym królem
- z popiersiem młodzieńca z arkadą
- z halabardnikiem
- fryzowy z aniołem- tarczownikiem
- 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 ząbkowanych 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

Dania surowcowo technologiczne mas ceramicznych stosowanych w produkcji kafla dotyczyły w mniejszym stopniu na ustaleniu ich składu mineralnego, a koncentrowały się głównie ich składzie ziarnowym (Dąbrowska 1987)

Materiał do badań

Do badań wytypowano 10 fragmentów kafli reprezentujących różne ich odmiany oraz okres historyczny od XV do XIX wieku (patrz lista obiektów do badań).

Lista obiektów – kafli - do analizy mineralogiczno-technologicznej:

Próbka 1.

Dział I:

MHK-76/I - XV w., Kraków?

Przekaz Pracowni Konserwacji Zabytków w Krakowie w 1978 r.

Próbka 2.

Dział II:

MHK-10/II - XVI w., Kraków.

Przekaz z Archiwum Aktów Dawnych w 1952 r.

Próbka 3.

MHK-1496-2 – koniec XVI w., Kamienica Hetmańska, Kraków.

Pochodzi z Kamienicy Hetmańskiej przy Rynku Głównym 17 - wydobyty podczas prac konserwatorskich w latach 1985-86.

Próbka 4.

MHK-168-2 1 poł. XVII w., Kraków. Pochodzą z Krakowa.

Przekaz z Archiwum Aktów Dawnych w 1952 r.

Próbka 5. MHK-1253-2 ok. 1600 - pocz. XVII w.

Pochodzi z Kamienicy Hetmańskiej przy Rynku Głównym 17 - wydobyty podczas prac konserwatorskich w latach 1985-86.

Próbka 6. MHK-46-2 2 ćwierć XVII w. Przekazane z AAD w 1952 r.

Pochodzą z krakowskiego Pałacu Biskupiego z okresu sprawowania urzędu biskupiego przez Marcina Szyszkowskiego (1617-1630), co można stwierdzić na podstawie dużego fragmentu identycznego kafla ze zbiorów Muzeum Narodowego w Krakowie.

Próbka 7. MHK-216-2 XVII w. Wydobyty w narożniku Placu Estery i Ulicy Ubogich (obecnie Warszawera) przy wznoszeniu fundamentów pod kamienicę we wrześniu 1908. Przekaz z Archiwum Aktów Dawnych w 1952 r.

Próbka 8. MHK-138-2 XVIII w. Pochodzą z Krakowa.
Przekaz z Archiwum Aktów Dawnych w 1952 r.

Próbka 9. MHK-195-2 2 poł. XVIII w.
„Wydobyto przy burzeniu starych domów w Krakowie w 1909 r.” (Inwentarz Adama Chmiela). Przekazano z Archiwum Aktów Dawnych w 1952 r.

Próbka 10. MHK ?
Ładny kafel z pogranicza XIX i XX wieku

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 badań zestawiono w kolejności badania kafli tzn. od najstarszych do najmłodszych

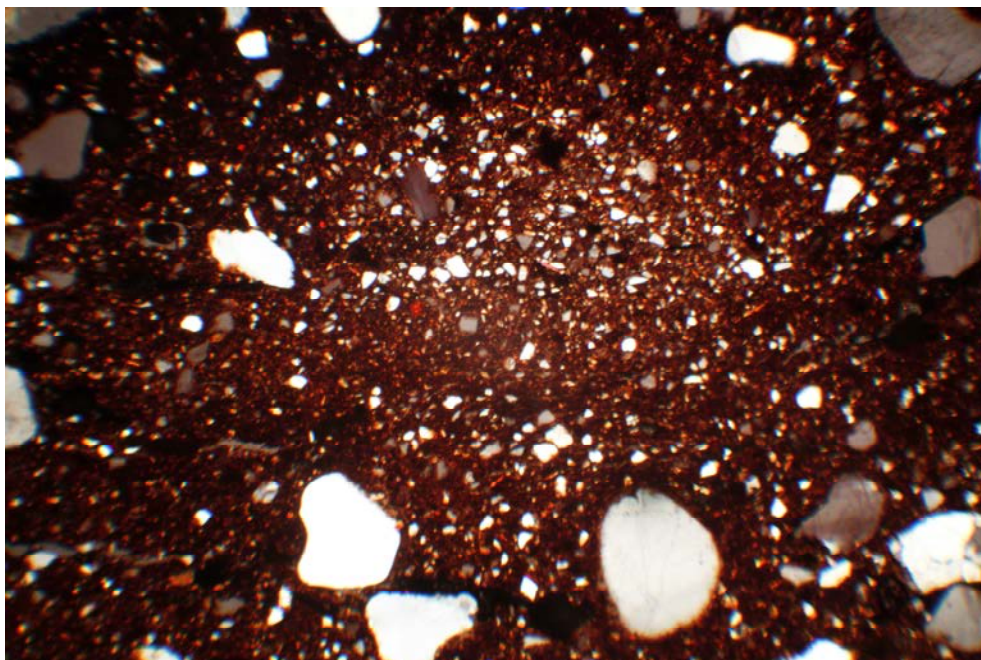
Ogólna charakterystyka kafli



A



B



C

Próbka 1 = Próbka 76-2. XV w. A - fragment zdobionego kafła pokrytego szklivem zielonym. B – Przełam kafła – widoczna struktura masy ceramicznej oraz z prawej strony warstwa szkliva na białym podkładzie. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 5,5 x. C – Mikroskopowy obraz masy ceramicznej.

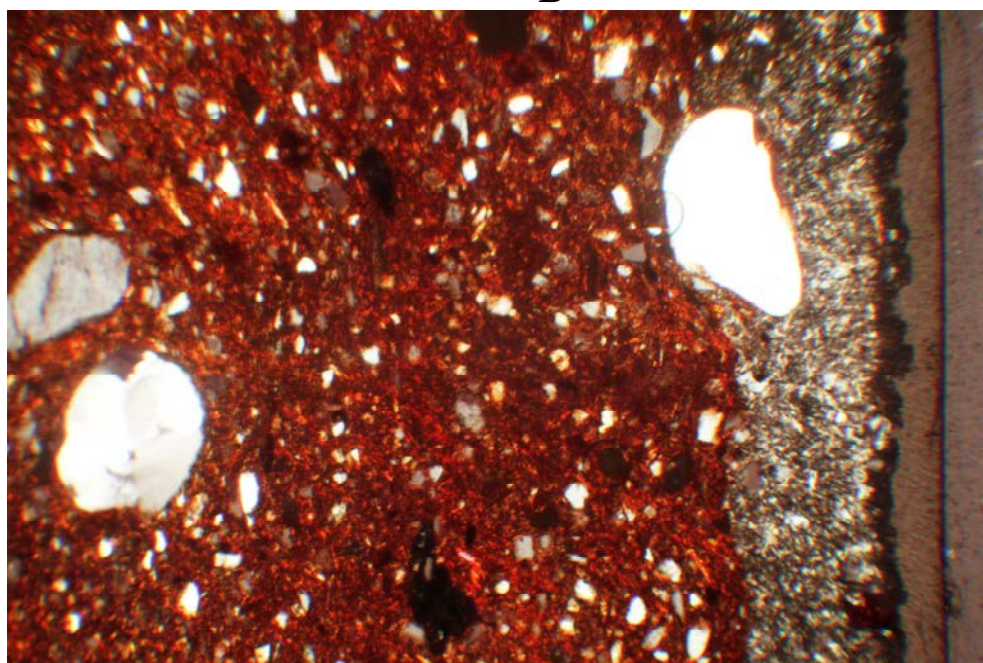
Brunatne, zmienione termicznie minerały ilaste z drobnym kwarcem oraz dużymi ziarnami kwarcu dodanymi jako materiał schudzający. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 80 x.



A



B



C

Próbka 2 = Próbka 10 – 2. XVI w. A – makroskopowy obraz fragmentu kafla przeznaczonego do badań. B – fragment masy ceramicznej tuż pod powierzchnią pokrytą warstwą szkliwa. Mikroskop cyfrowy, Powiększenie 6,8 X. C – mikroskopowy obraz kafla. Z prawej strony widoczna warstwa szkliwa

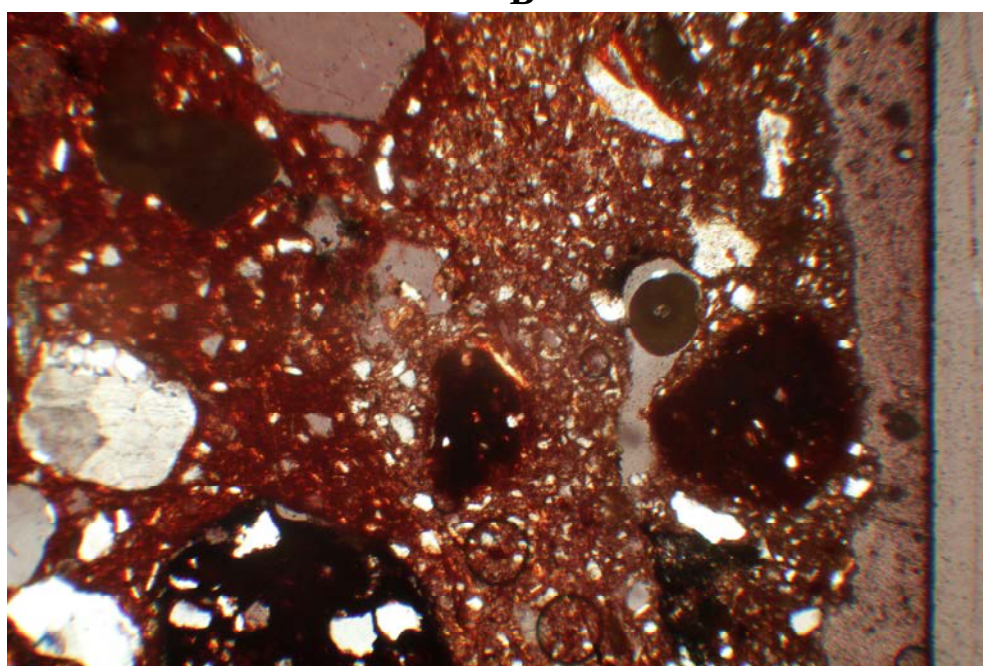
położonego na ciemnej warstwie i jasnym podkładzie. Minerale ilaste zmienione termicznie z rozproszonymi ziarnami kwarcu. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 80 x.



A



B



C

Próbka 3 = Próbka 1496 – 2. XVI w. A – Makroskopowy obraz zdobionej i szklwionej powierzchni kafla. B – obraz struktury masy ceramicznej tuż pod powierzchnią szklwienia. Widać szarą nie utlenioną partię przełamu dowodzącą prowadzenia wypалу przy słabym dostępie powietrza. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 5,5 x. C- Mikroskopowy obraz masy ceramicznej tuż pod

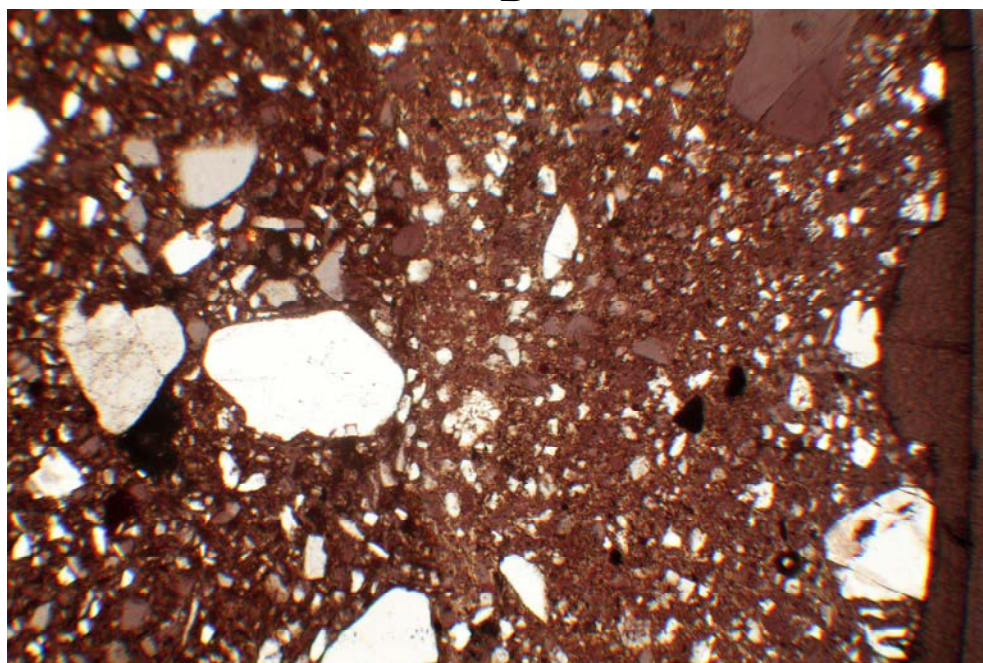
szklivem (prawa strona fot- szaro-różowa strefa). Struktura masy ceramicznej niejednorodna, miejscami porowata. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 80 x.



A



B



C

Próbka 4 =Próbka 168-2. XVII w. A – makroskopowy obraz fragmentów kafla szklwionego pigmentem zielonym. B – obraz masy ceramicznej kafla tuż pod zdobiona i szklwioną powierzchnią (cienka jasna smuga). Mikroskop cyfrowy, powiększenie 6 x. C – Obraz termicznie zmienionej niejednorodnej masy

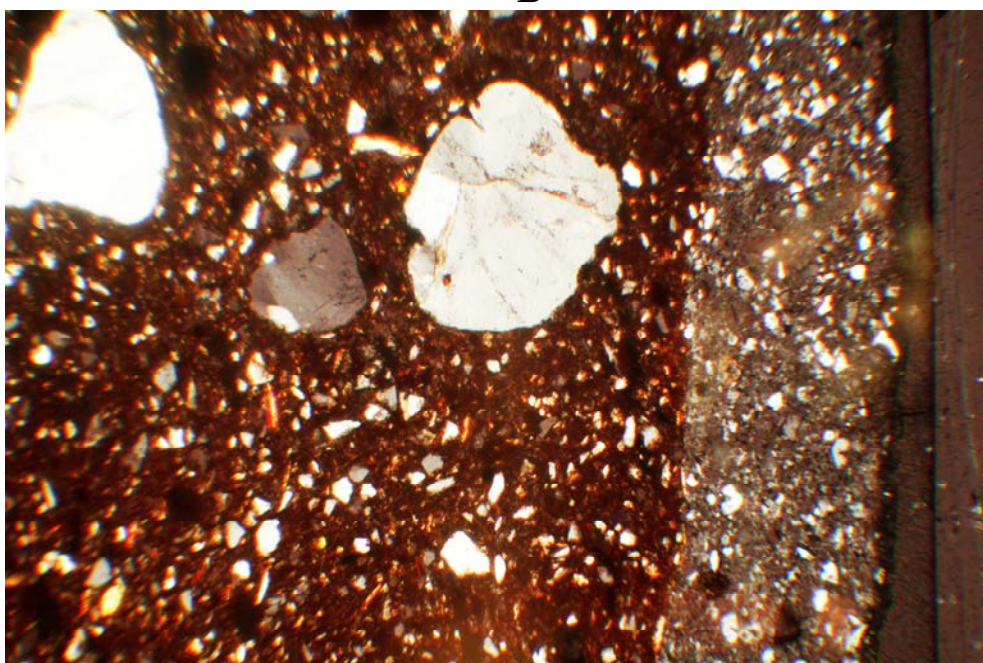
ceramicznej. Z prawej strony fot. widoczna warstewka szkliva o niejednorodnej grubości. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy częściowo X, powiększenie 80 x.



A



B



C

Próbka 5 = Próbka 1253 -2. XVII w. A – fragmenty kafla zdobionego wzorem roślinnym i szkliwionego szkliwem zielonym. B – obraz masy ceramicznej kafla tuz pod szkliwioną powierzchnią. C – warstwy – jasna – podszklkowa i

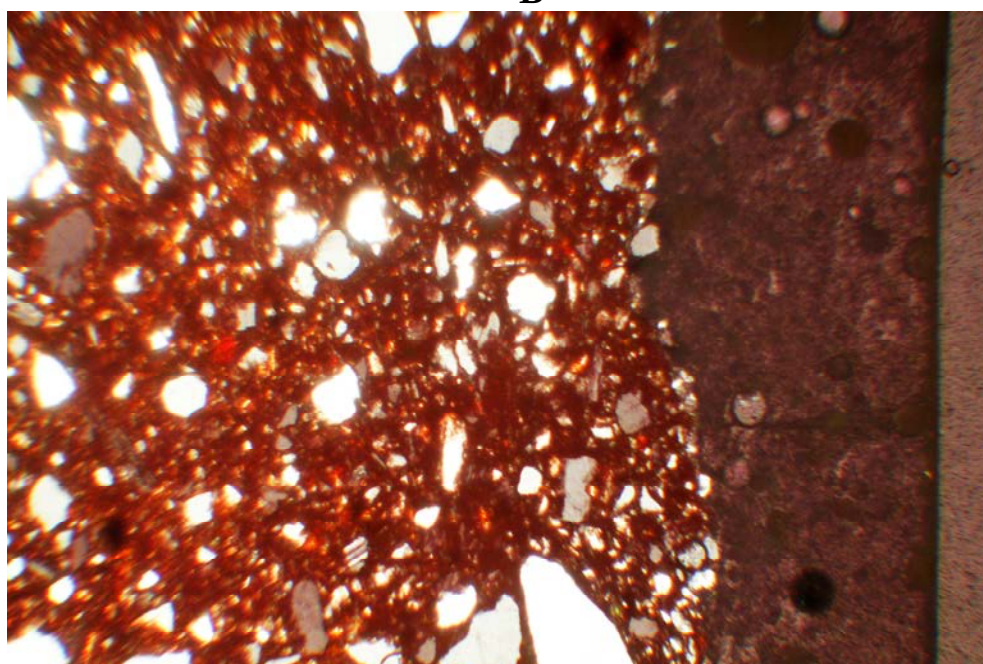
przezroczysta warstwa szkliva (prawa część fot.) położone na dobrze wypalonej jednorodnej masie ceramicznej. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy częściowo X, powiększenie 80 x.



A



B



C

Próbka 6 = Próbka 46-2. XVII w. A –fragment pięknego kafla o różnokolorowym szkliwieniu. B – masa ceramiczna kafla w jego przełamie pod szkliwiona i barwiona powierzchnią (z prawej strony widoczny cienka jasna warstewka. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 6 x. C – mikroskopowy obraz warstwy szkliva (prawa część fot.) położonego na jednorodnej masie

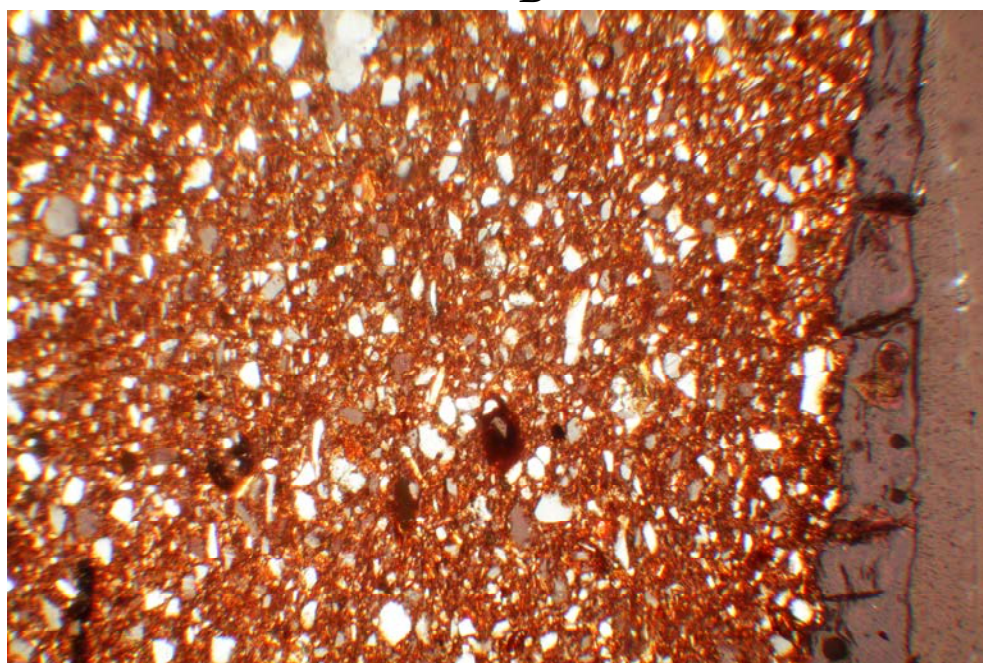
ceramicznej . Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy częściowo X, powiększenie 80 x.



A



B



C

Próbka 7 = Próbka 216-2. XVII w. A – makroskopowy obraz powierzchni zdobionego fragmentu kafla. B – niejednorodnie wybarwiony przełam kafla związany z niewielkim dostępem powietrza podczas jego wypału (warstwa

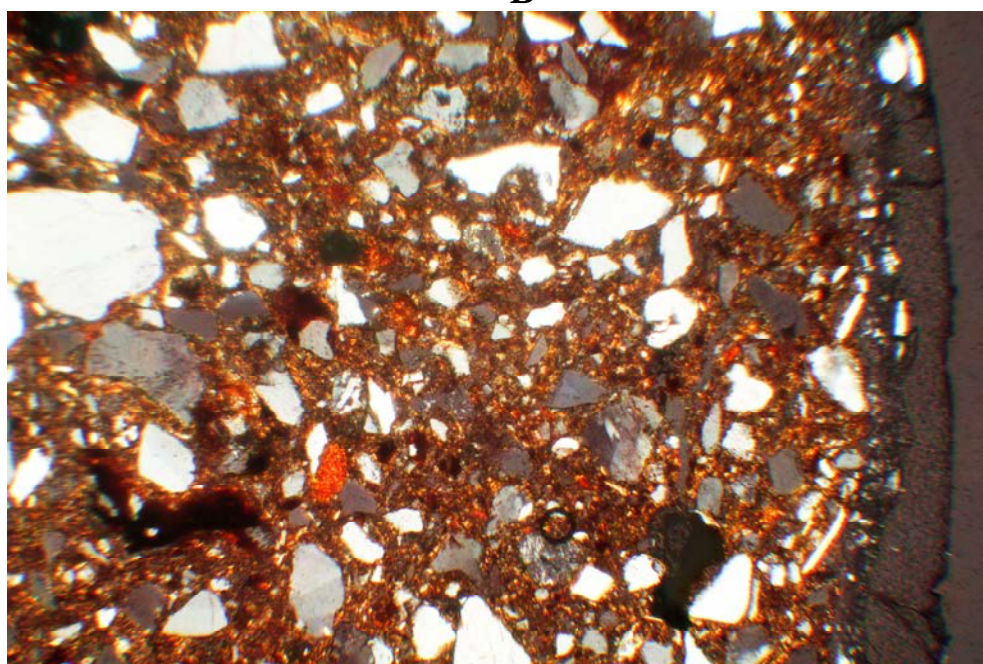
szara). Mikroskop cyfrowy, powiększenie 6 x. C – mikroskopowy obraz
jednorodnej, dobrze wypalanej masy ceramicznej kafla z brzegiem pokrytym
przeźroczystym szklivem (prawa część fot.). Mikroskop polaryzacyjny,
polaroidy częściowo X, powiększenie 80 x.



A



B



C

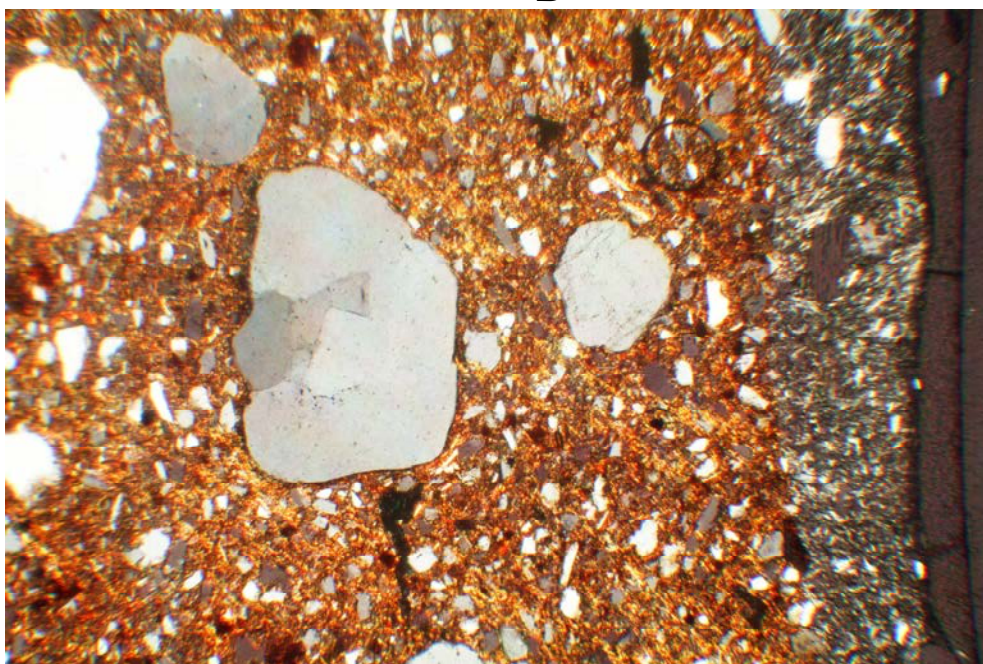
Próbka 8 = Próbka 138 – 2. XVIII w. A – powierzchnia fragmentu pięknie zdobionego kafla. B – masa ceramiczna kafla obserwowana w mikroskopie cyfrowym. Z prawej strony widoczna cienka warstewka szkliva. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 6 x. C – charakterystyczna masa ceramiczna o znacznej ilości grubszych ostrokrawędzistego, kruszonego kwarcu. Z prawej strony fot. widoczna warstewka szkliva. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy częściowo X, powiększenie 80 x.



A



B



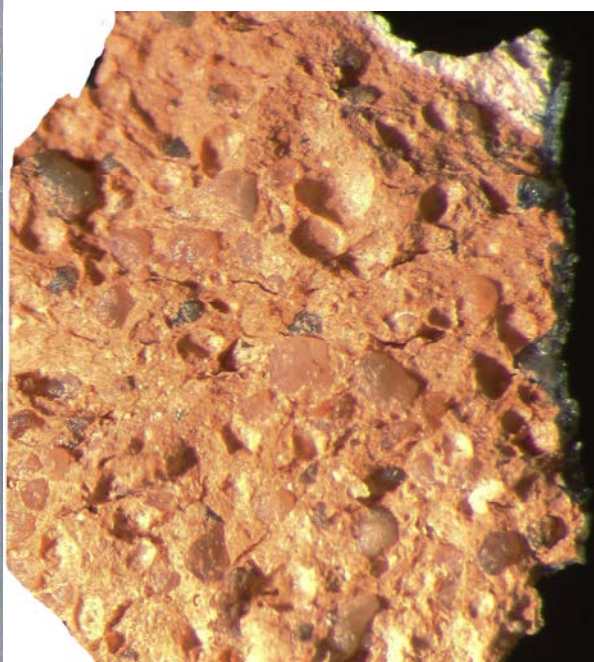
C

Próbka 9 = Próbka 195-2. XVIII w. A- makroskopowy obraz powierzchni badanego kafla. B – struktura przełamu masy ceramicznej pod szklwioną

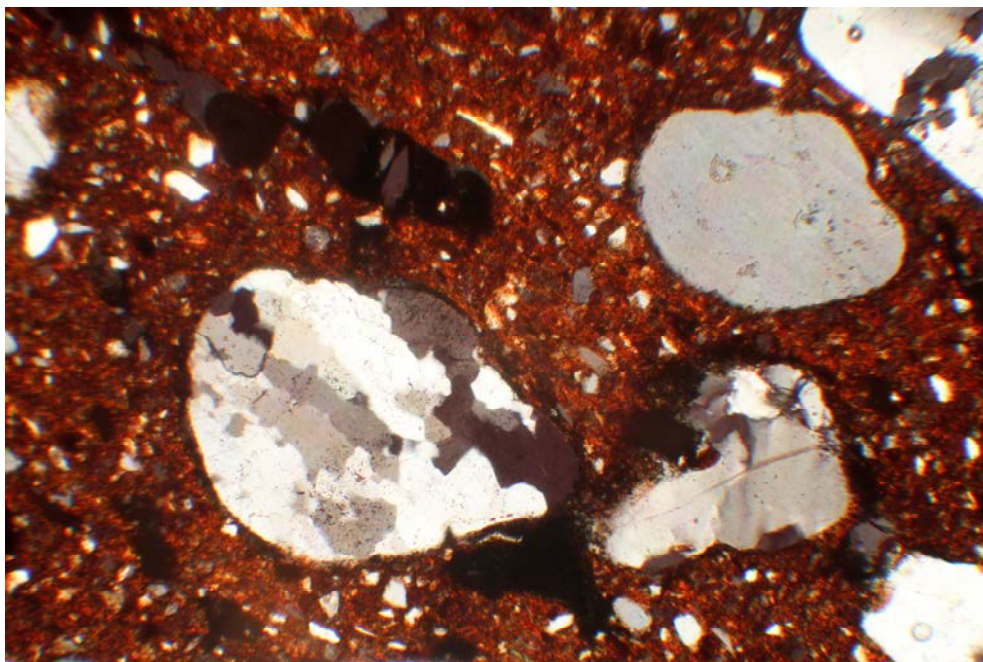
powierzchnią. C – obraz drobnoziarnistej masy ceramicznej schudzonej grubym kwarcem. Z prawej strony widać warstwę szkliwa położoną na warstwie drobnoziarnistego podkładu. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy częściowo X, powiększenie 80 x.



A



B



C

Próbka 10 = Kafel z przełomu XIX i XX w. A – fotografia pięknie zdobionej powierzchni kafla. B- obraz masy ceramicznej kafla. Z prawej strony widoczna

cienka i nierówna (od spodu) warstewka szkliwa. C – obraz masy ceramicznej kafla schudzonej dużymi ziarnami kwarcu i kwarcytów. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy częściowo X, powiększenie 80 x.

Skład mineralny mas ceramicznych badanych kaflí

Próbka nr	1
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	63,8
Kwarc	24,9
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	0,4
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	6,2
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,1
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,1

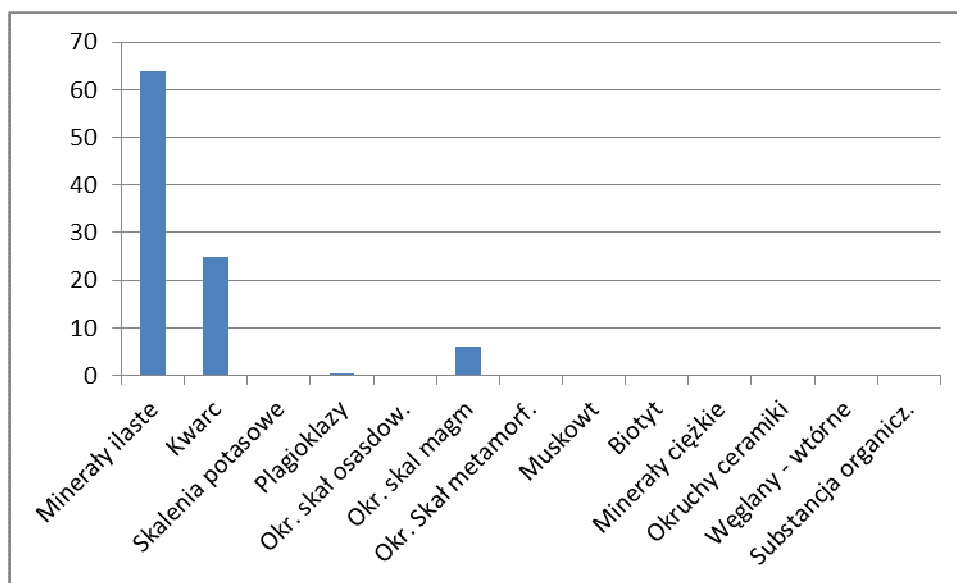


Diagram składu mineralnego próbki 1

Próbka nr	2
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	66,8
Kwarc	26
Skalenia potasowe	0,3
Plagioklasy	0,2
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	6,3
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,2
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	0,1
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,1

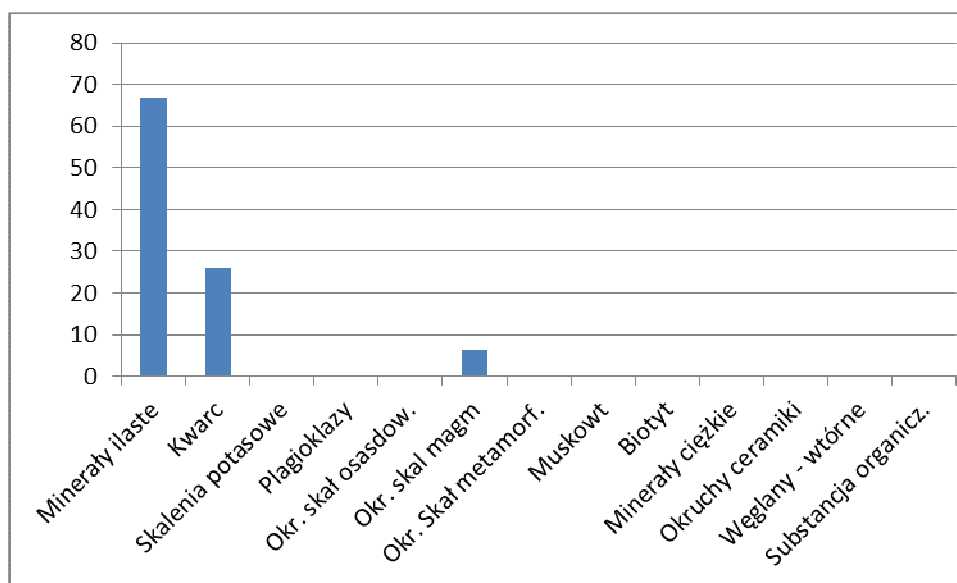


Diagram składu mineralnego próbki 2

Próbka nr	3
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	51,9
Kwarc	32,5
Skalenia potasowe	1,8
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	5,1
Okr. skał magm	8,3
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,1
Biotyt	0,1
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,2

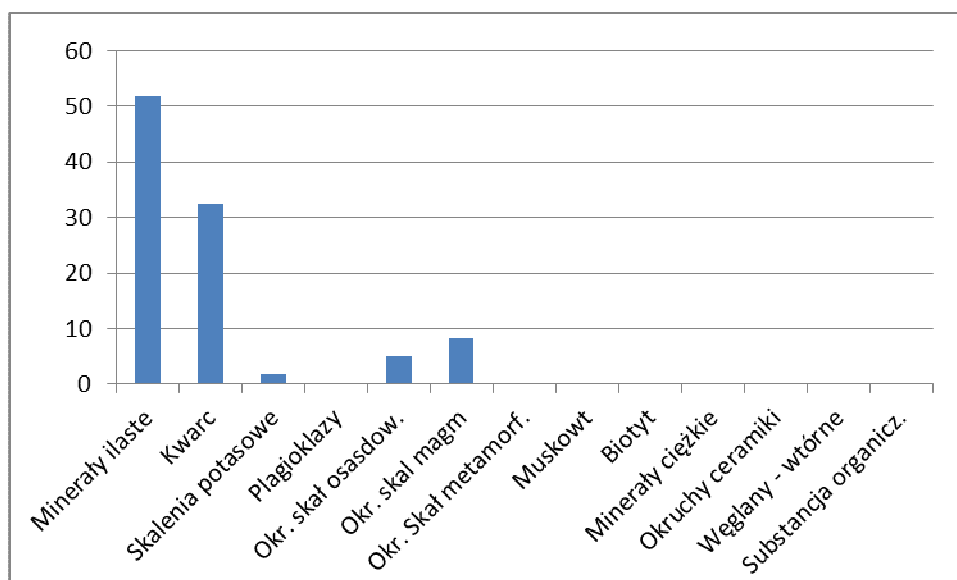


Diagram składu mineralnego próbki 3

Próbka nr	4
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	49,8
Kwarc	46,8
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	0,1
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	2,7
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,1
Biotyt	9,2
Minerały ciężkie	0,1
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,2

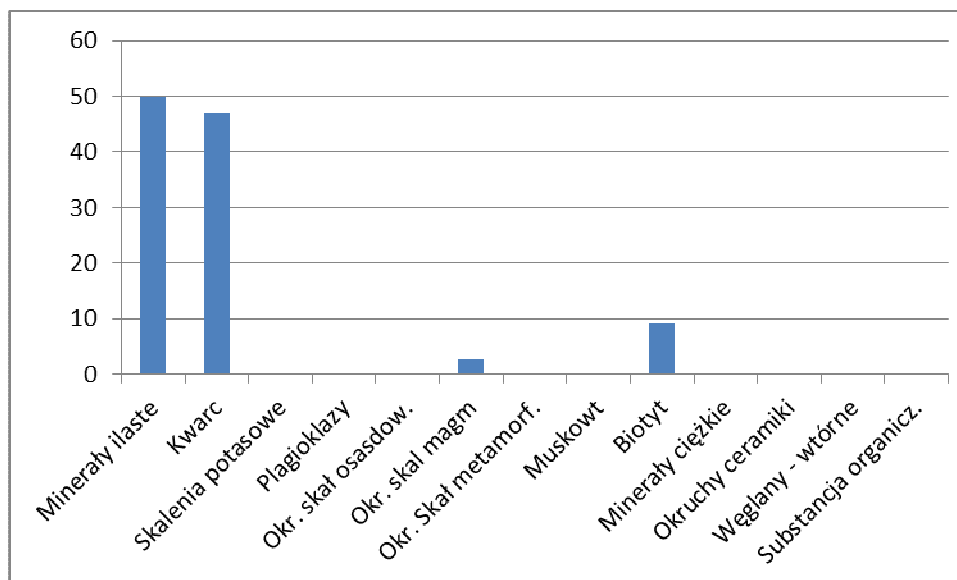


Diagram składu mineralnego próbki 4

Próbka nr	5
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	65,9
Kwarc	31,5
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	2,3
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,1
Biotyt	0,1
Minerały ciężkie	0,1
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,1

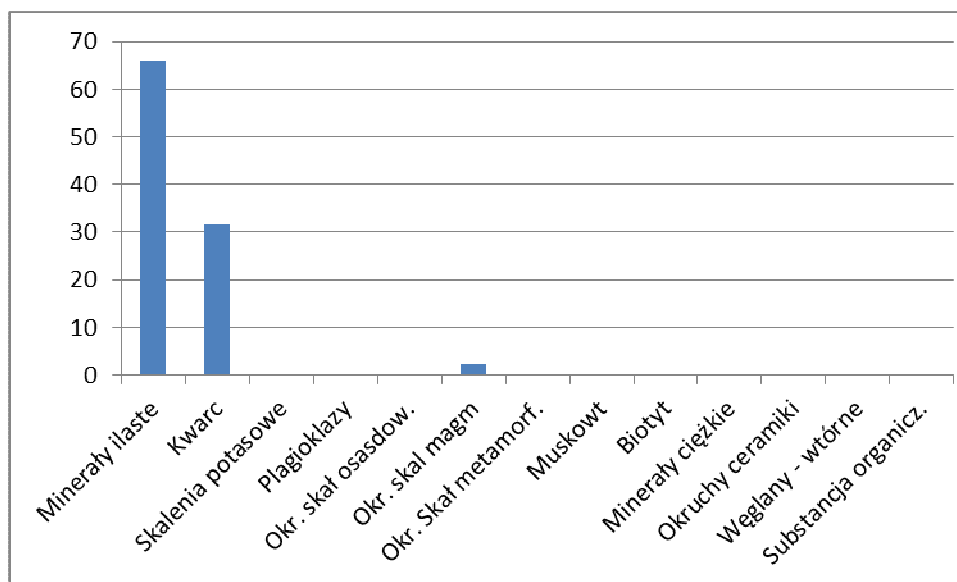


Diagram składu mineralnego próbki 5

Próbka nr	6
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	56,7
Kwarc	43
Skalenia potasowe	0,4
Plagioklasy	0,2
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,3
Biotyt	
Minerały ciężkie	0,2
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,2

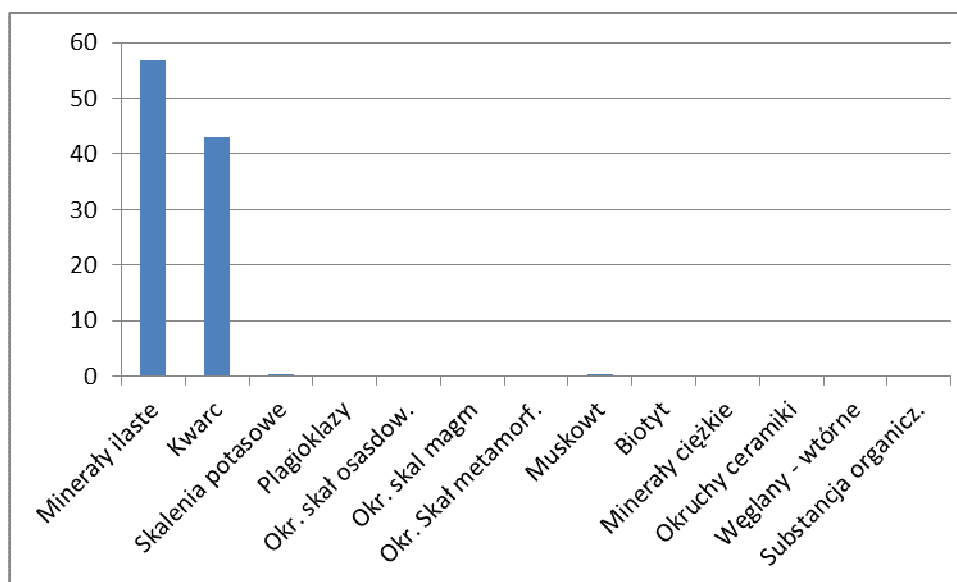


Diagram składu mineralnego próbki 6

Próbka nr	7
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	56,4
Kwarc	36,3
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	6,4
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,3
Biotyt	0,1
Minerały ciężkie	0,2
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,3

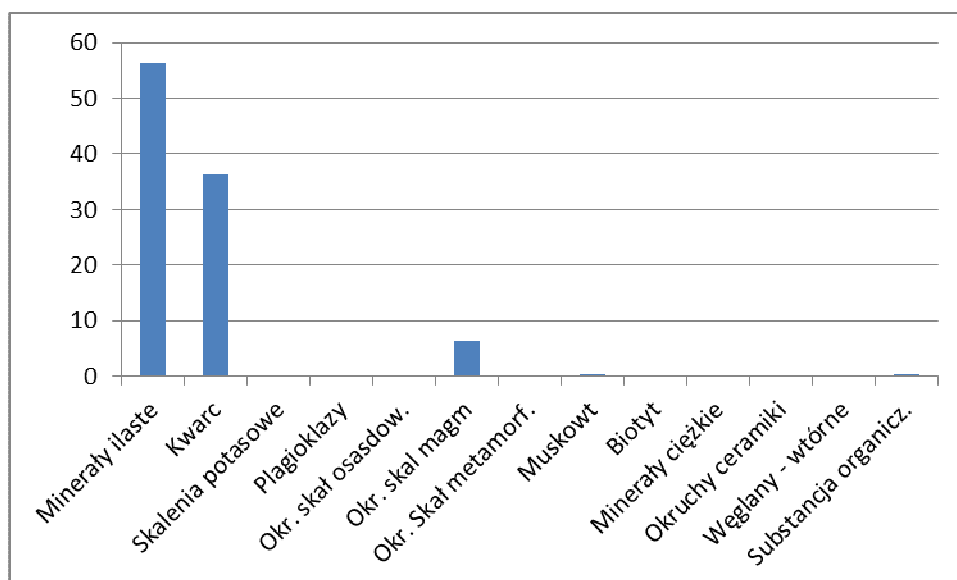


Diagram składu mineralnego próbki 7

Próbka nr	8
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	32,8
Kwarc	61,9
Skalenia potasowe	0,5
Plagioklasy	0,3
Okr. skał osadow.	3,8
Okr. skał magm	0,4
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,1
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	0,1
Substancja organicz	0,1

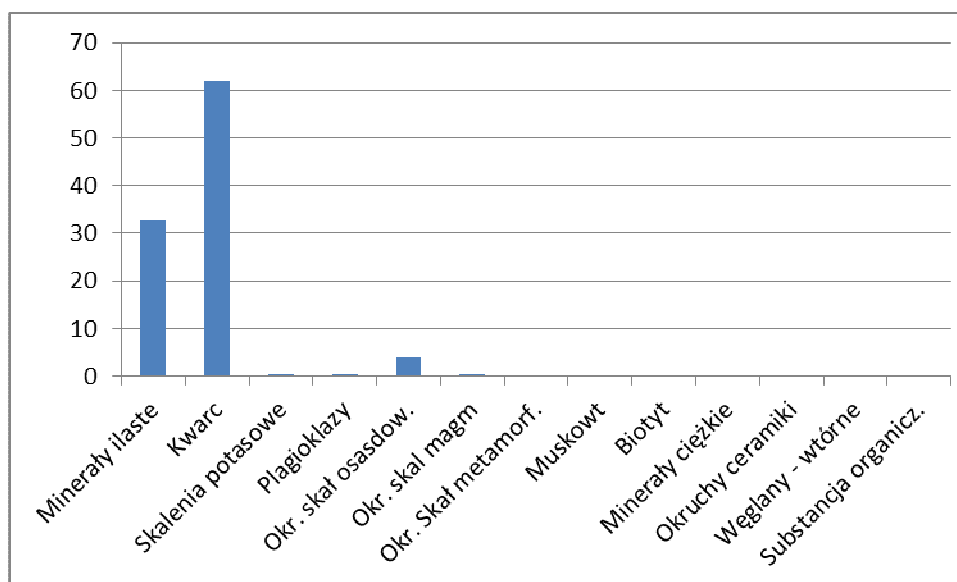


Diagram składu mineralnego próbki 8

Próbka nr	9
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	64,9
Kwarc	34,2
Skalenia potasowe	
Plagioklasy	
Okr. skał osadow.	0,5
Okr. skał magm	
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	0,3
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,1

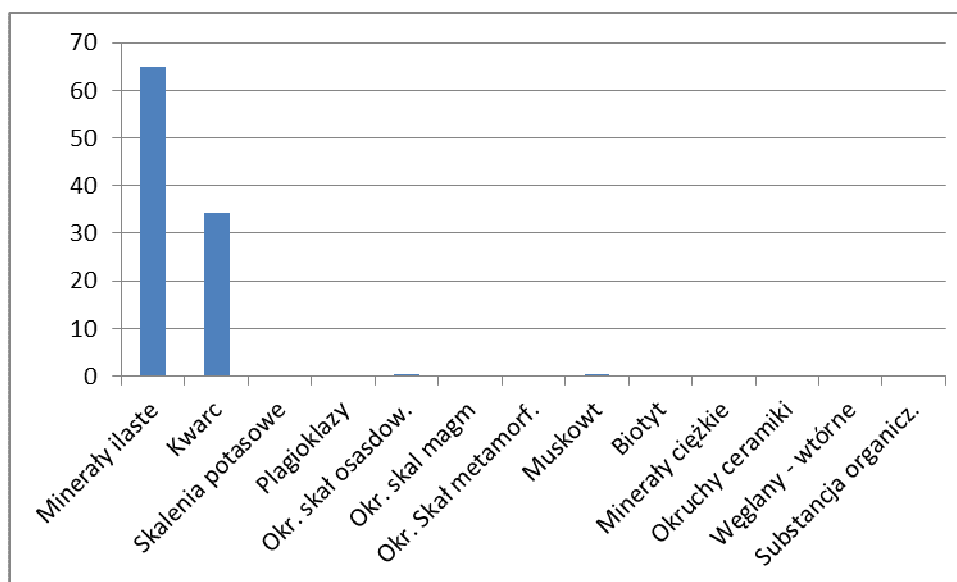


Diagram składu mineralnego próbki 9

Próbka nr	10
Skład mineralny masy ceramicznej	
Składnik	Zawartość (% obj.)
Minerały ilaste	53,8
Kwarc	40,6
Skalenia potasowe	0,1
Plagioklasy	0,1
Okr. skał osadow.	
Okr. skał magm	5,1
Okr. Skał metamorf.	
Muskowt	
Biotyt	
Minerały ciężkie	
Okruchy ceramiki	0,1
Węglany - wtórne	
Substancja organicz	0,1

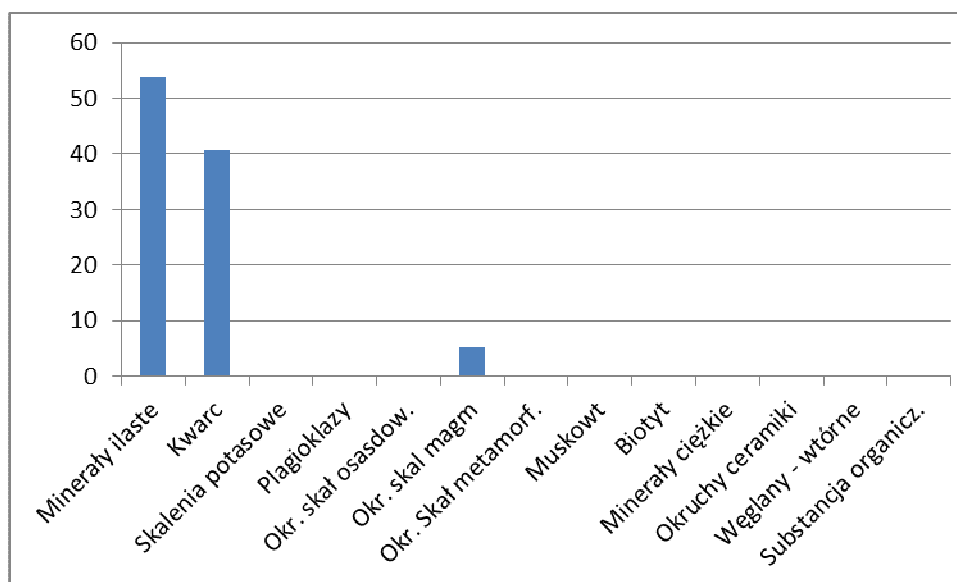


Diagram składu mineralnego próbki 10

Skład ziarnowy mas ceramicznych badanych kafli

Skład ziarnowy masy ceramicznej

Próbka nr 1

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	38
100-200	23
200-400	18
400-800	21
800-1500	
1500-2500	
>2500	

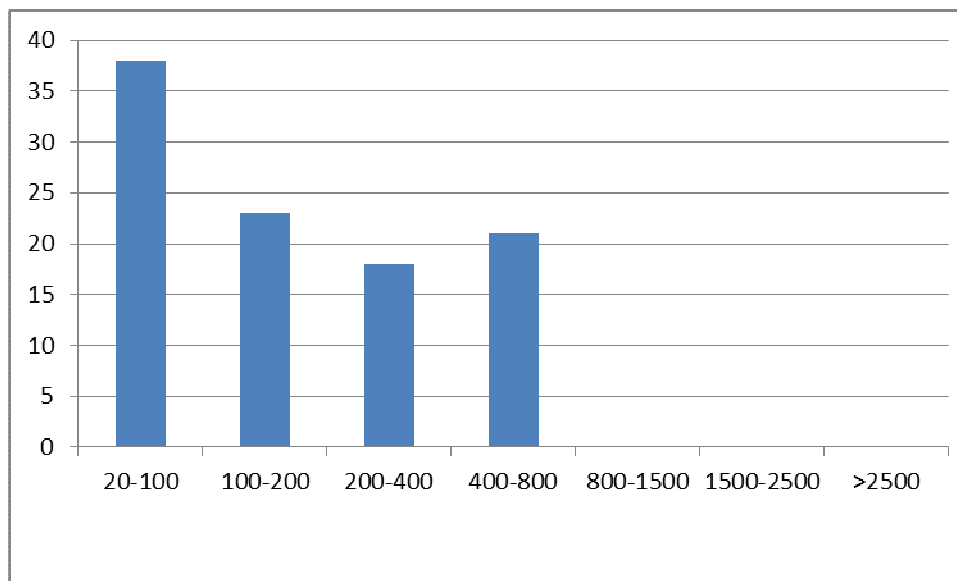


Diagram składu mineralnego próbki nr 1

Skład ziarnowy masy ceramicznej

próbka nr 2

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
---	--

20-100	45
100-200	18
200-400	22
400-800	11
800-1500	4
1500-2500	
>2500	

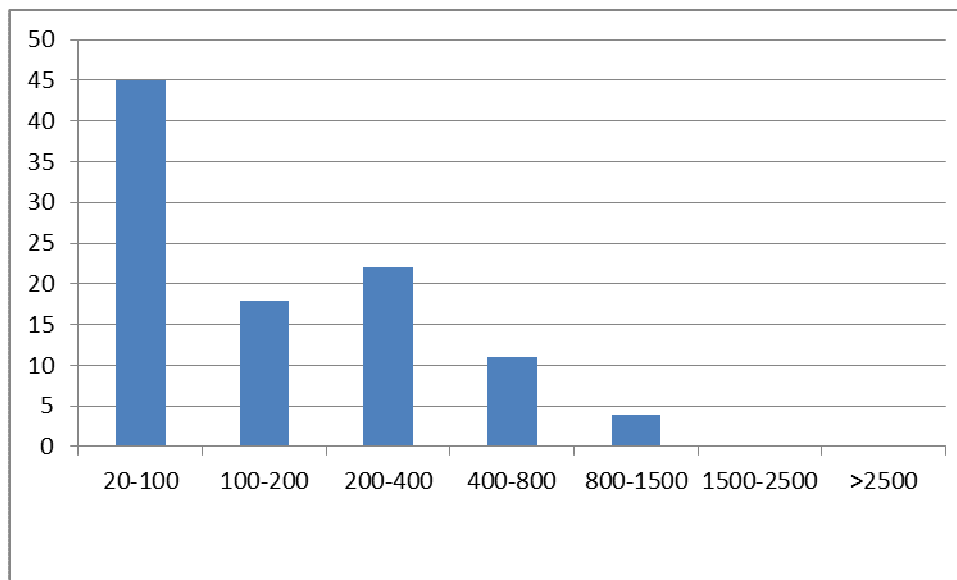


Diagram składu mineralnego próbki nr 2

**Skład ziarnowy masy ceramicznej
próbka nr 3**

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	36
100-200	26
200-400	17
400-800	18
800-1500	3
1500-2500	
>2500	

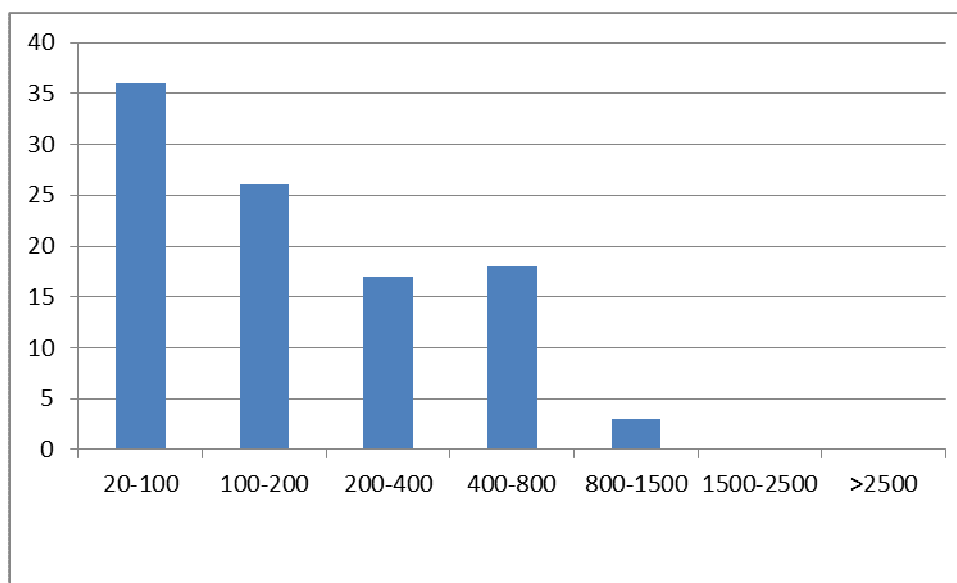


Diagram składu mineralnego próbki nr 3

**Skład ziarnowy masy ceramicznej
próbka nr 4**

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	39
100-200	25
200-400	30
400-800	6
800-1500	
1500-2500	
>2500	

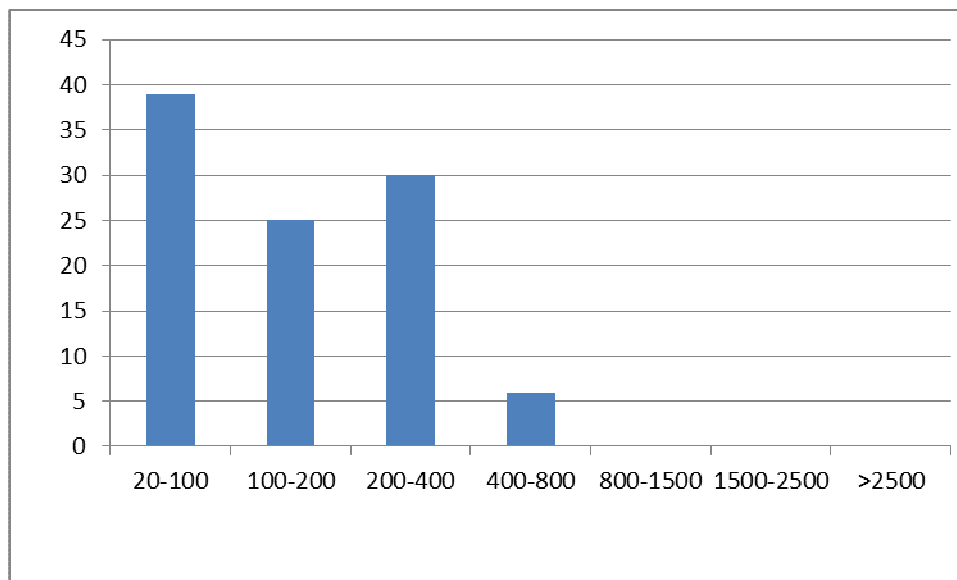


Diagram składu mineralnego próbki nr 4

Skład ziarnowy masy ceramicznej
próbka nr 5

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	43
100-200	21
200-400	21
400-800	14
800-1500	1
1500-2500	
>2500	

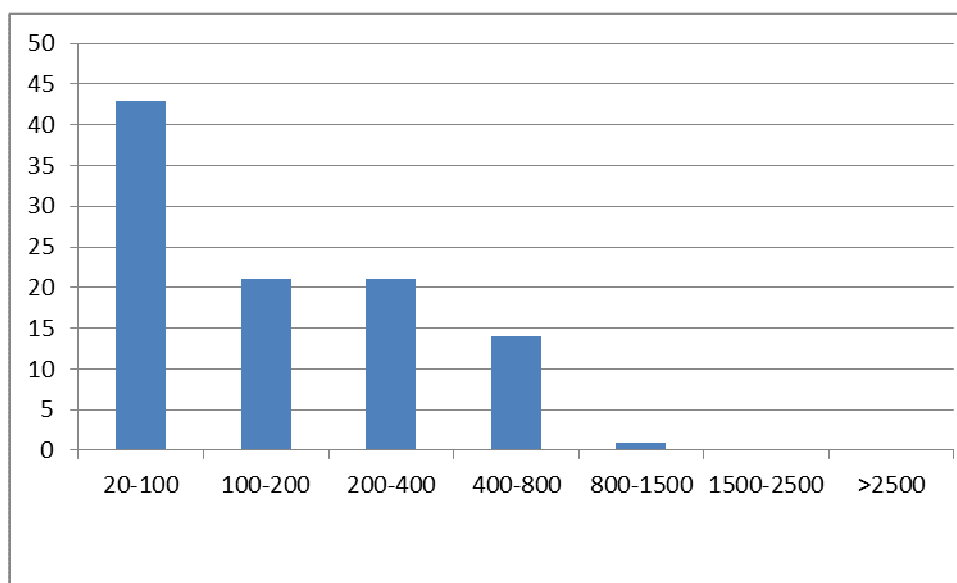


Diagram składu mineralnego próbki nr 5

**Skład ziarnowy masy ceramicznej
próbka nr 6**

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	33
100-200	39
200-400	24
400-800	3
800-1500	1
1500-2500	
>2500	

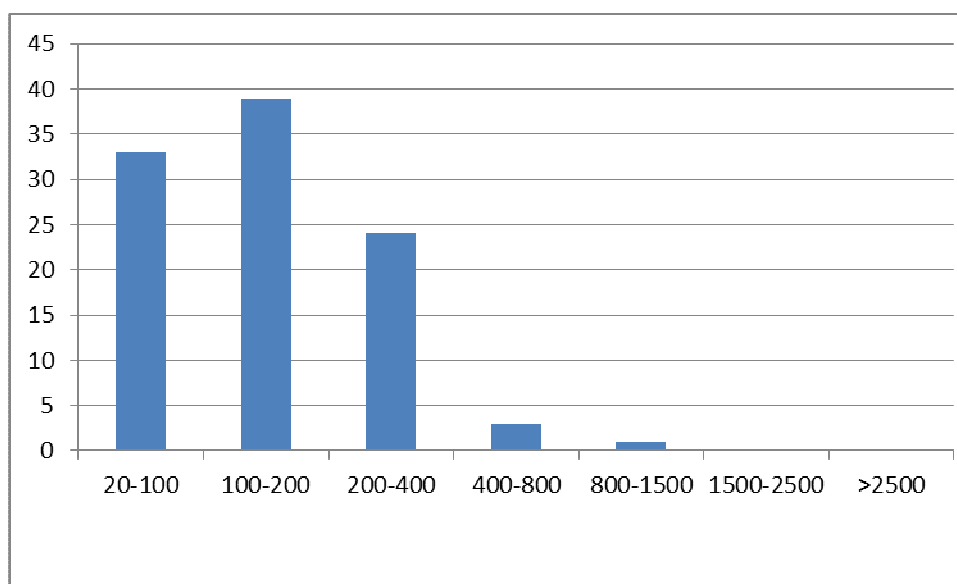


Diagram składu mineralnego próbki nr 6

**Skład ziarnowy masy ceramicznej
próbka nr 7**

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	26
100-200	22
200-400	32
400-800	17
800-1500	2
1500-2500	1
>2500	

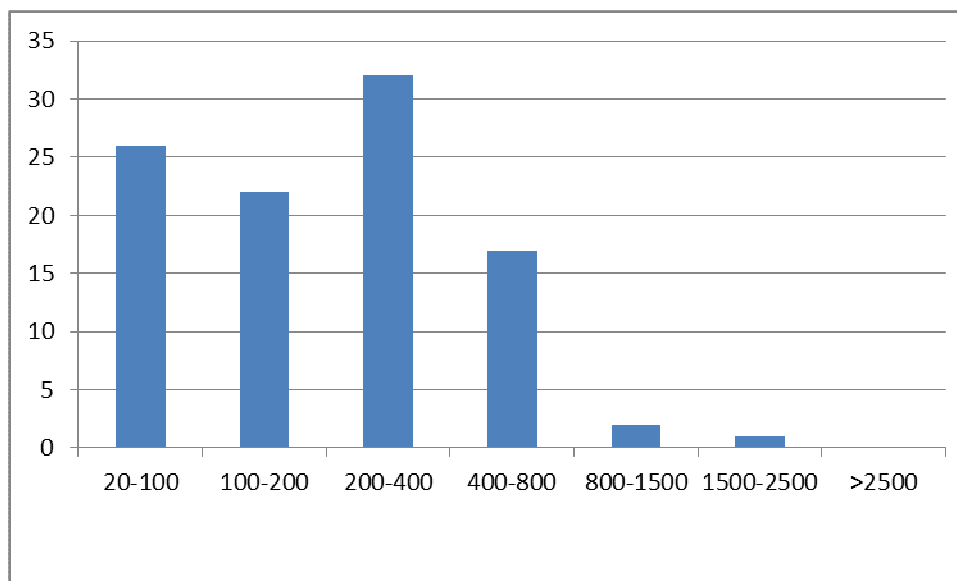


Diagram składu mineralnego próbki nr 7

Skład ziarnowy masy cefarmicznej	
próbka nr	8
Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	31
100-200	41
200-400	23
400-800	5
800-1500	
1500-2500	
>2500	

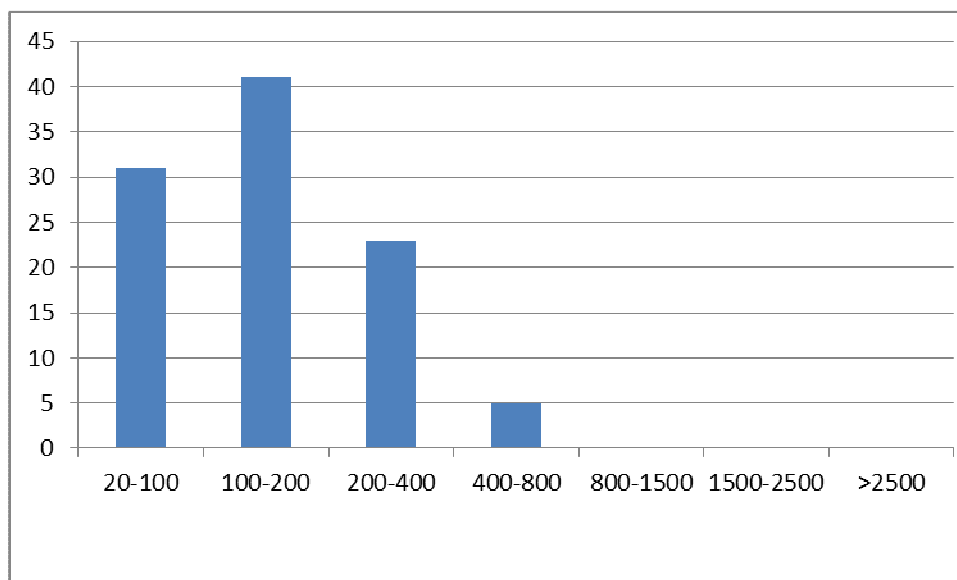


Diagram składu mineralnego próbki nr 8

Skład ziarnowy masy cefarmicznej	
próbka nr	9
Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	48
100-200	21
200-400	25
400-800	7
800-1500	
1500-2500	
>2500	

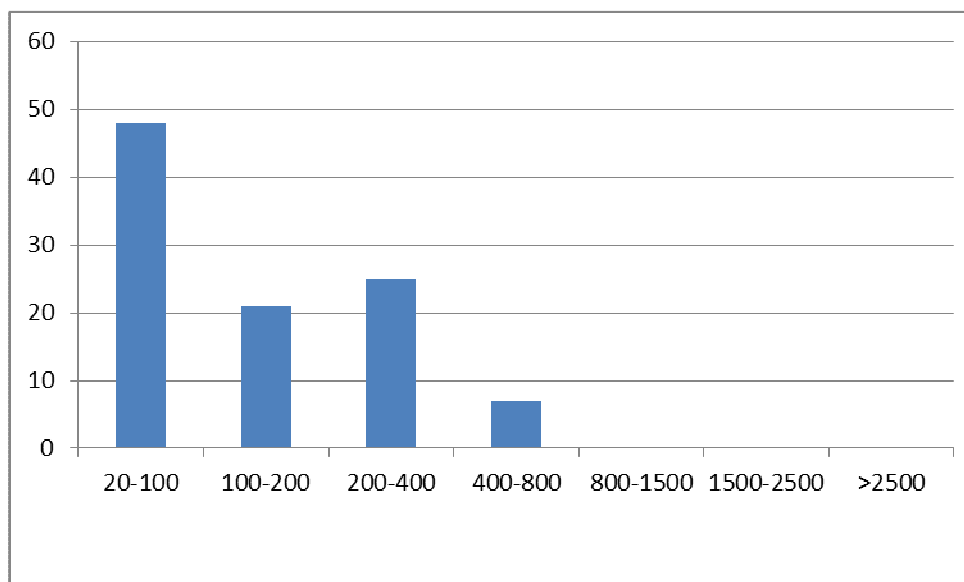


Diagram składu mineralnego próbki nr 9

**Skład ziarnowy masy ceramicznej
próbka nr 10**

Wielkość ziarn (mikrony)	zawartość (% objętościowe)
20-100	49
100-200	27
200-400	18
400-800	6
800-1500	
1500-2500	
>2500	

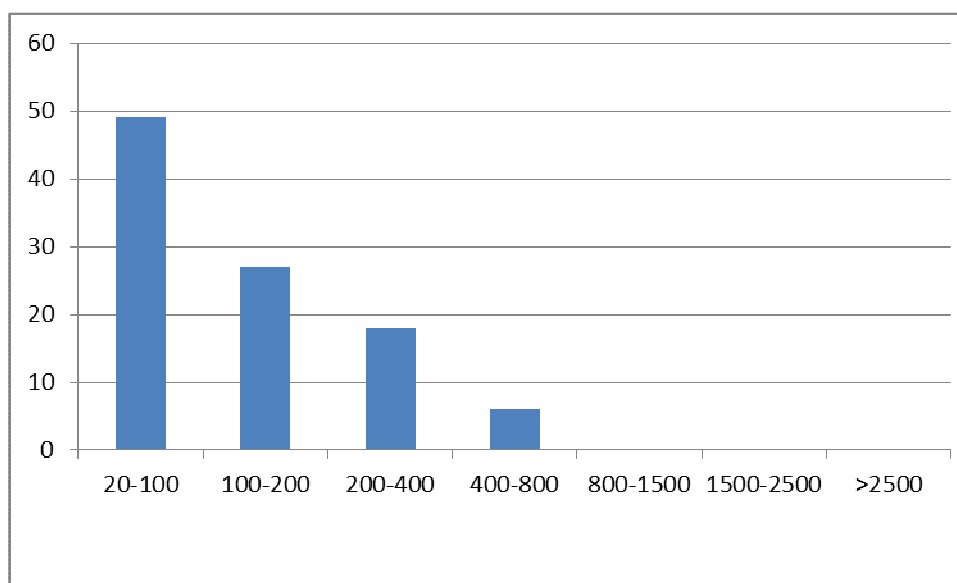


Diagram składu mineralnego próbki nr 10

**Wyniki badań szkliv pokrywających kafle
Morfologia i ilościowe analizy wykonane metodą EDS
(metodą mikroskopii skaningowej)**

Objaśnienia do fotografii

Próbka 1

Badania SEM-EDS

Szkliwo zielone na jasnym podkładzie kwarcowo- ołowiowym

Pierwiastek barwiący - Cu

Próbka 2

Badania SEM-EDS

Szkliwo żółte na białym podkładzie kwarcowo-wapiennym

Pierwiastek barwiący – Sn

Próbka 3
Badania SEM-EDS
Szkliwo żółte bez podkładu

Pierwiastek barwiący – Sn

Próbka 4
Badania SEM-EDS
Szkliwo zielone

Pierwiastek barwiący - Cu

Próbka 5
Badania SEM-EDS
Szkliwo zielone, podkład z kwarcem

Pierwiastek barwiący - Cu

Próbka 6
Badania SEM-EDS
Szkliwo niebieskie bez podkładu

Pierwiastek barwiący – Cu, Sn

Próbka 7
Badania SEM-EDS
Szkliwo białe, bez podkładu

Pierwiastki barwiące - Ca, P

Próbka 8
Badania SEM-EDS
Szkliwo białe na podkładzie kwarcowo-węglanowym

Pierwiastki barwiące – Ca, P

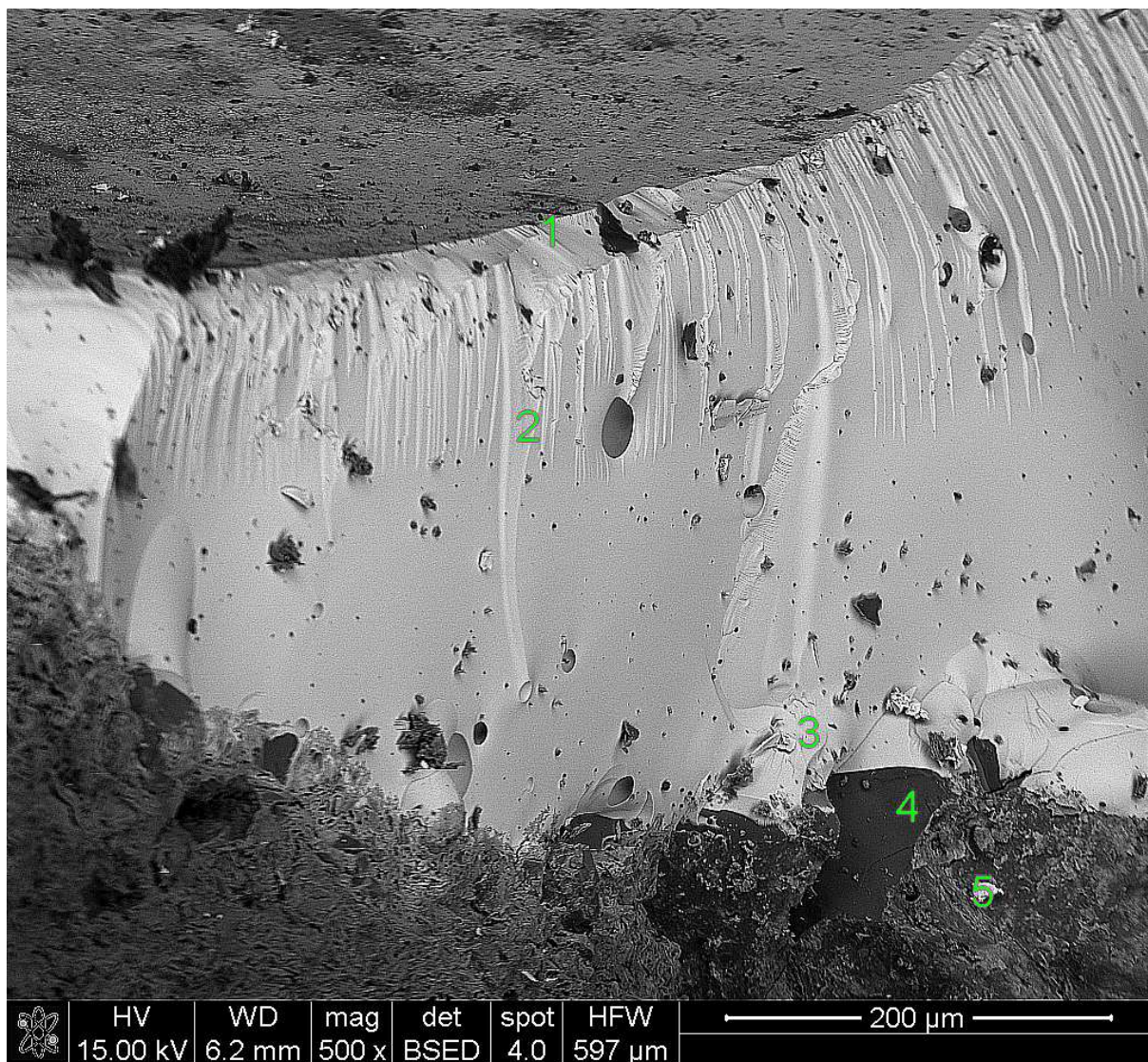
Próbka 9
Badania SEM-EDS
Szkliwo beżowe z podkładem kwarcowym

Pierwiastki barwiące – Al, Si, Fe

Próbka 10
Badania SEM-EDS
Szklivo niebieskie z podkładem kwarcowo- węglanowym

Pierwiastki barwiące - Co

Fotografie i widma EDS

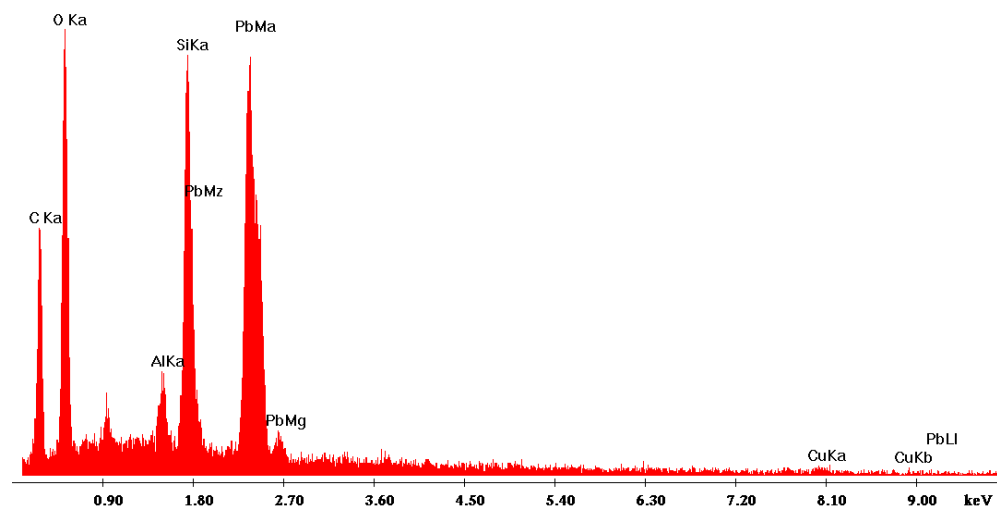


Próbka 1 Fot szkliva

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliva w punktach 1-5 pokazanych na fotografii próbki 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

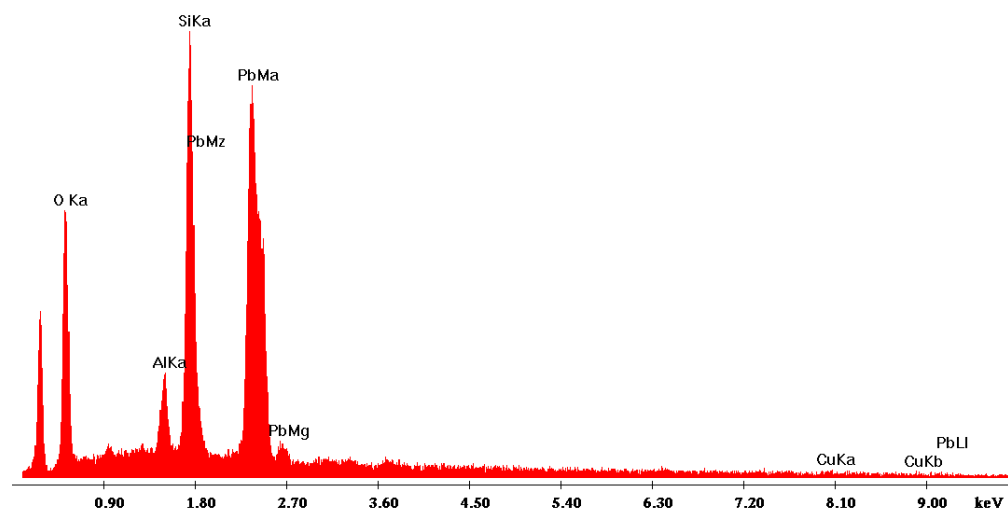
Label A: 1 001p1



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

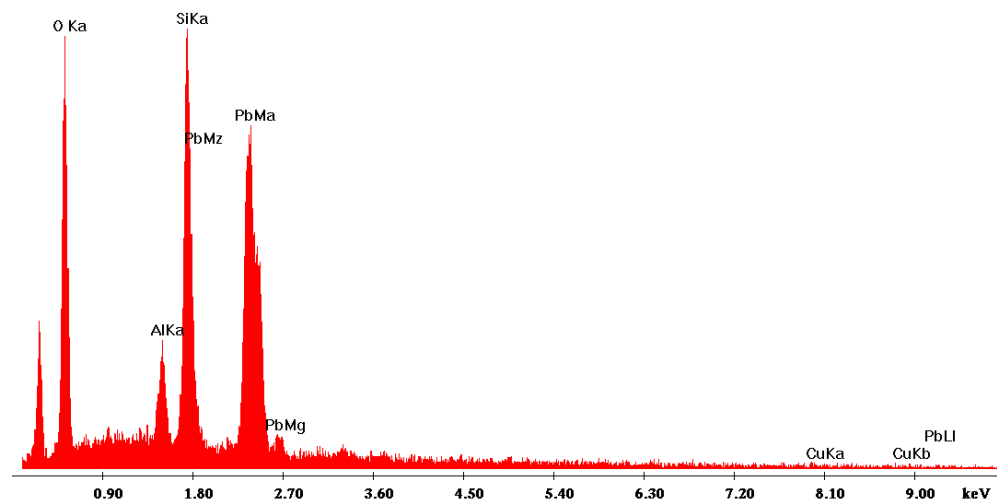
Label A: 1 001p2



EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

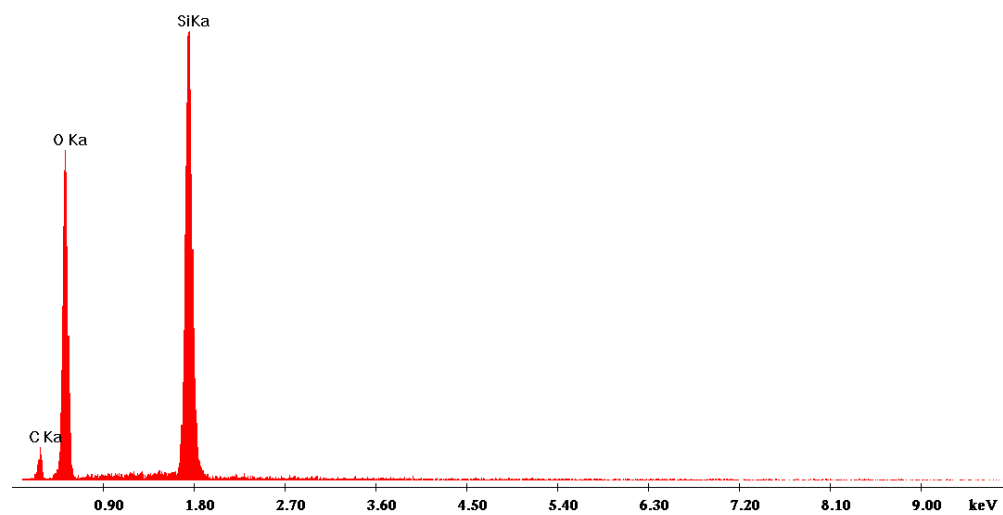
Label A: 1 001p3



EDS w punkcie 3

c:\edax32\genesis\genspc.spc

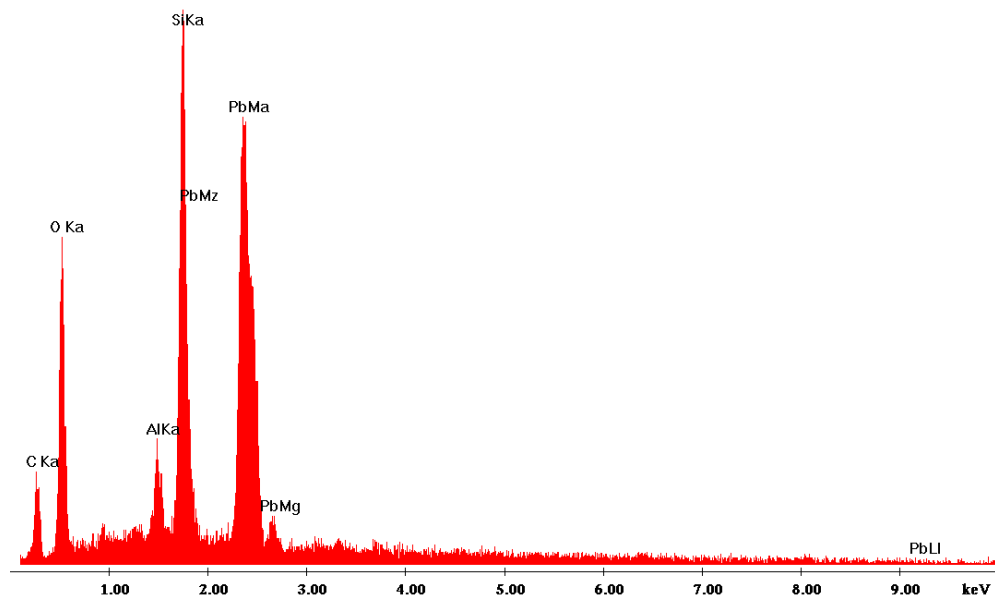
Label A: 1 001p4



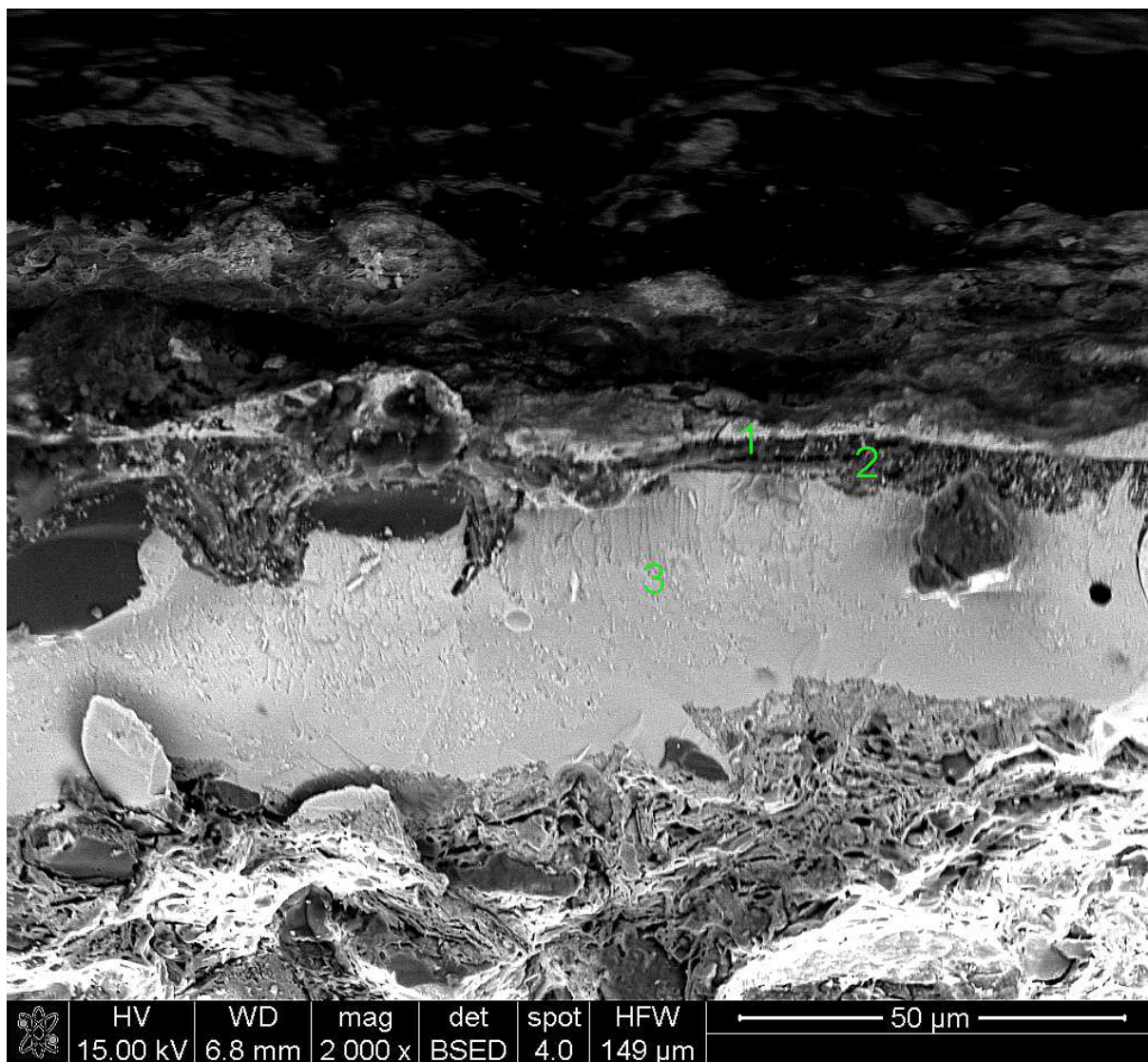
EDS w punkcie 4

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 1 001p5



EDS w punkcie 5

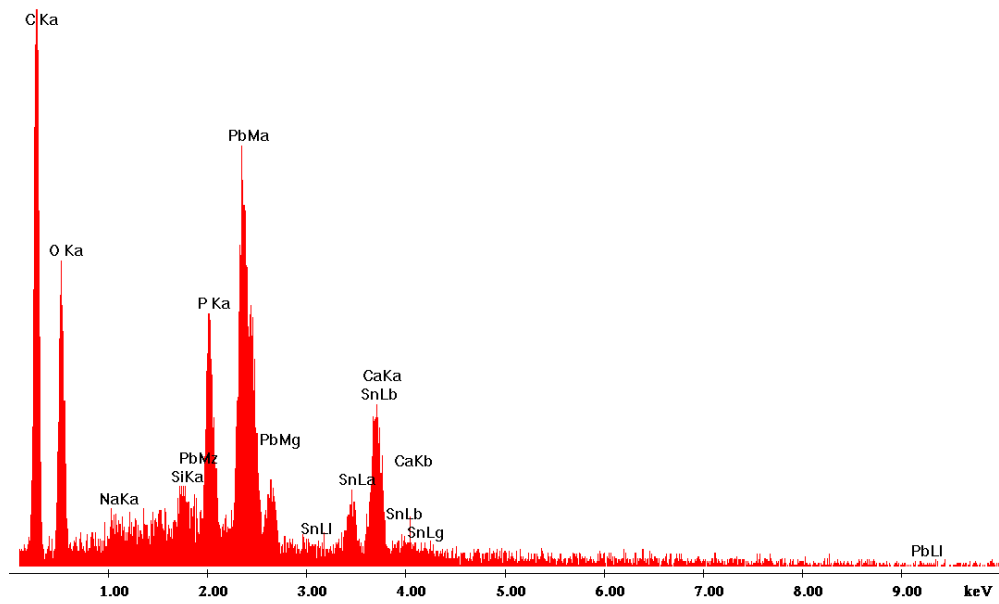


Próbka 2. Fot szkliwa

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliwa w punktach 1-3 pokazanych na fotografii próbki 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

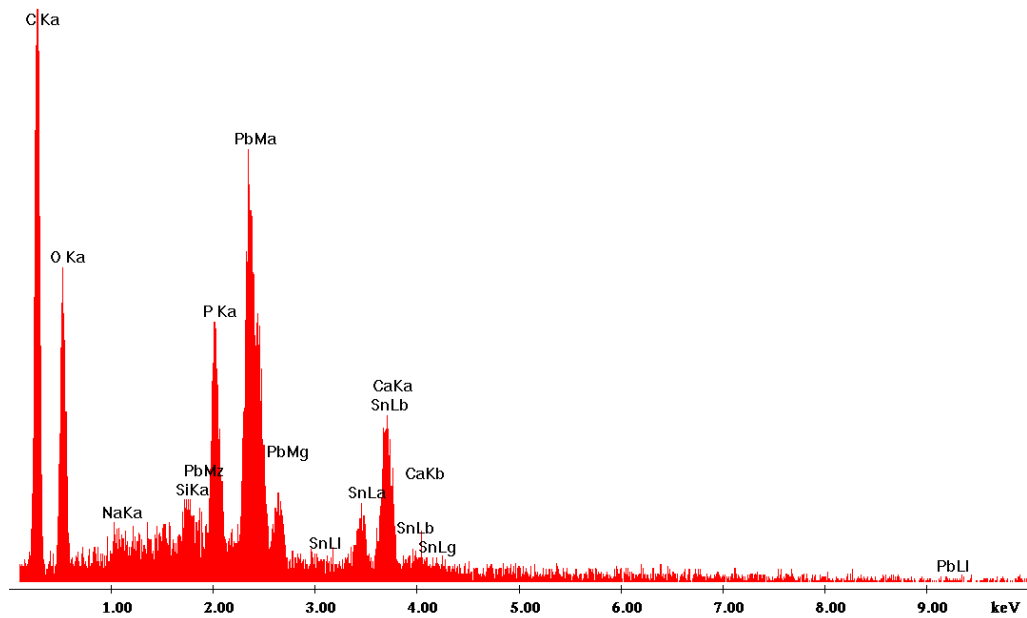
Label A: 2 001p2



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

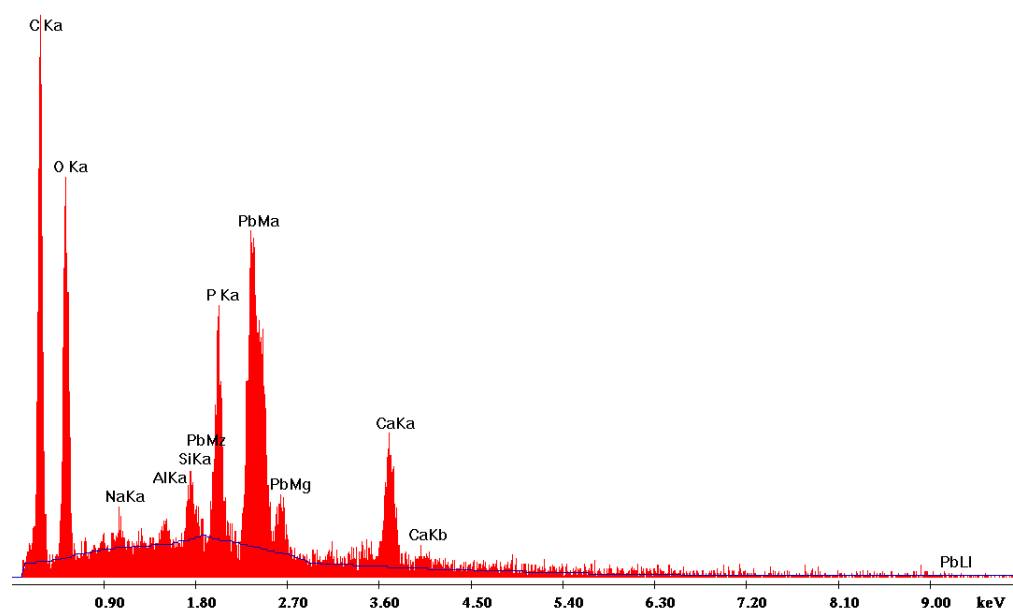
Label A: 2 001p2



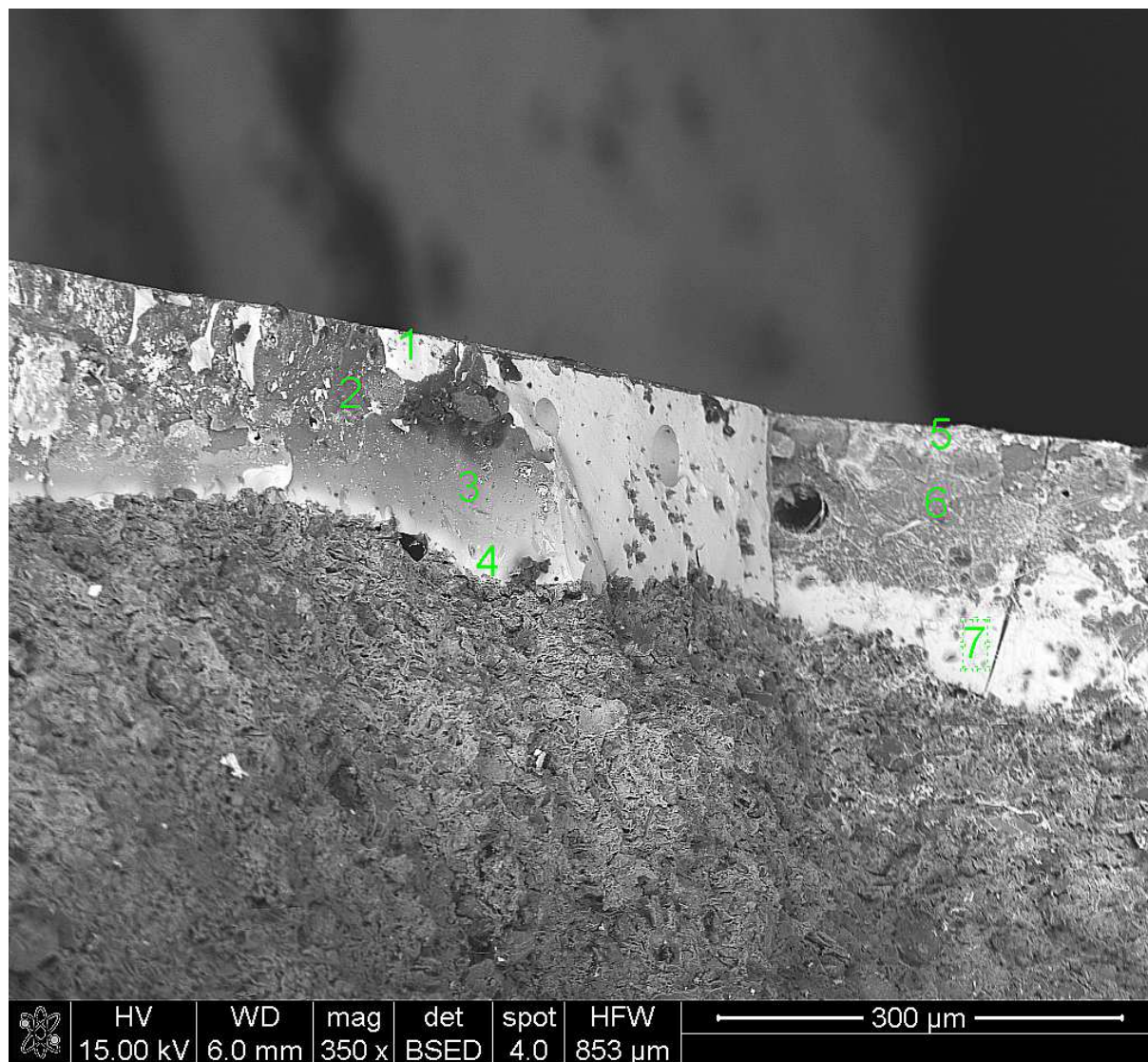
EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 2 001p3



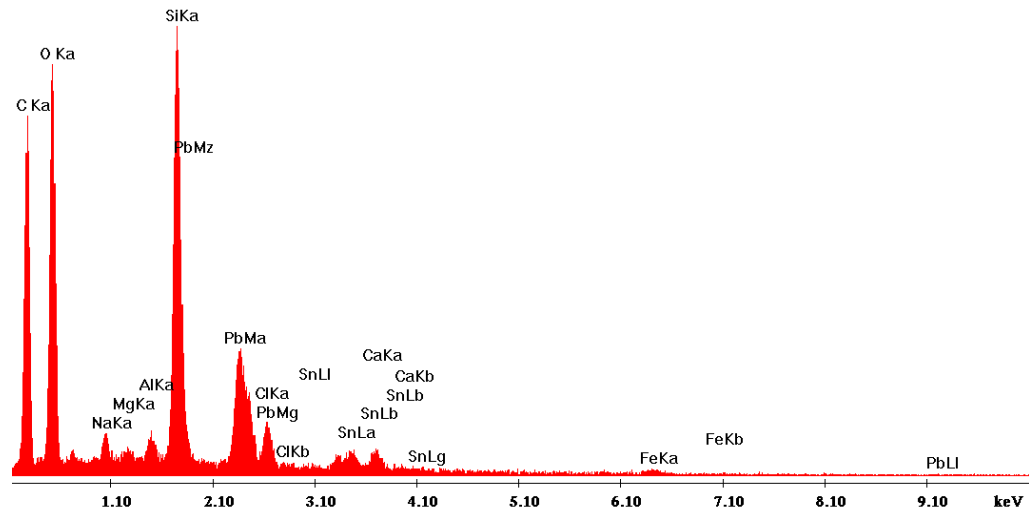
EDS w punkcie 3



Próbka 3. Fotografia szkliva. Numerki pokazują miejsca wykonanych analiz chemicznych
 Poniżej analizy chemiczne EDS szkliva w punktach 1-6 pokazanych na fotografii próbki 3

c:\edax32\genesis\genspc.spc

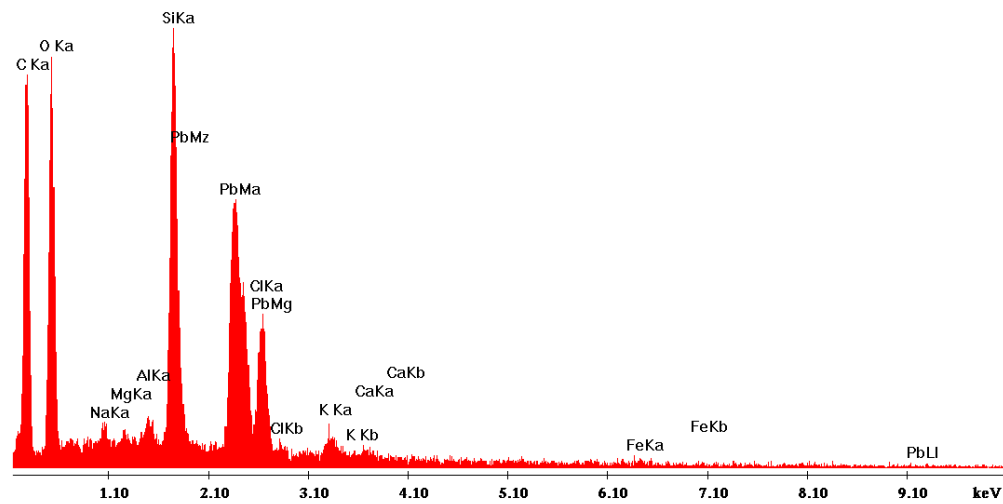
Label A: 3 001p2



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

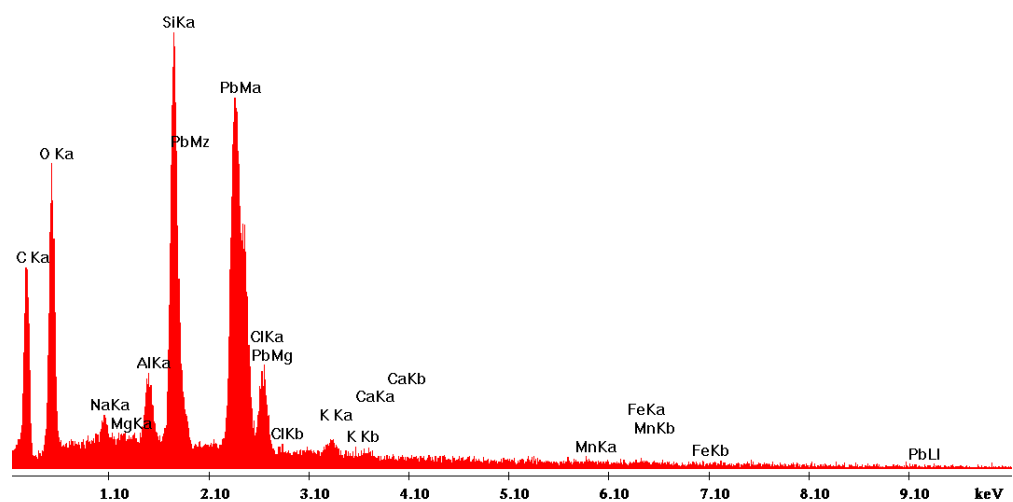
Label A: 3 001p3



EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

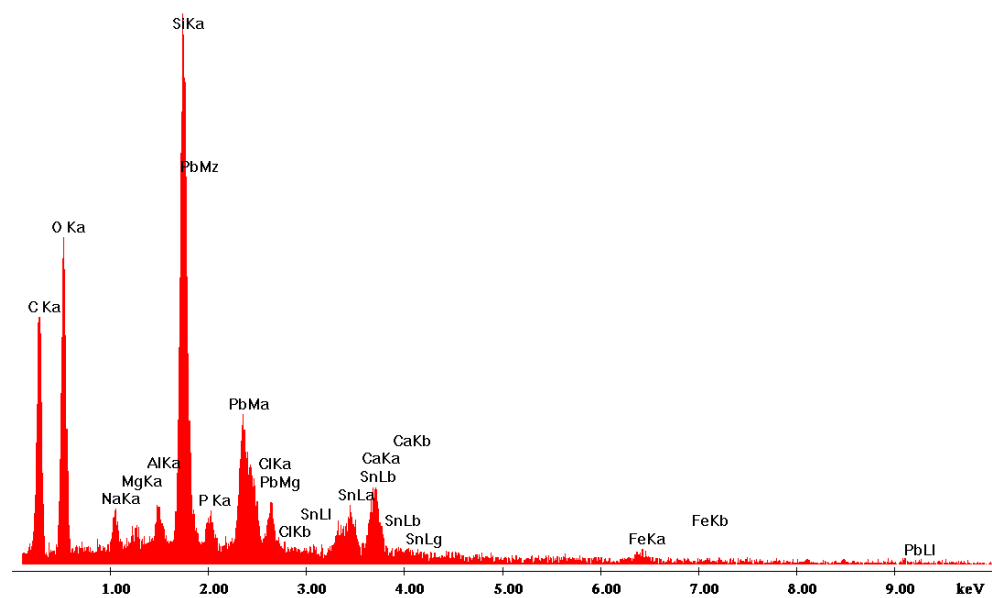
Label A: 3 001p4



EDS w punkcie 3

c:\edax32\genesis\genspc.spc

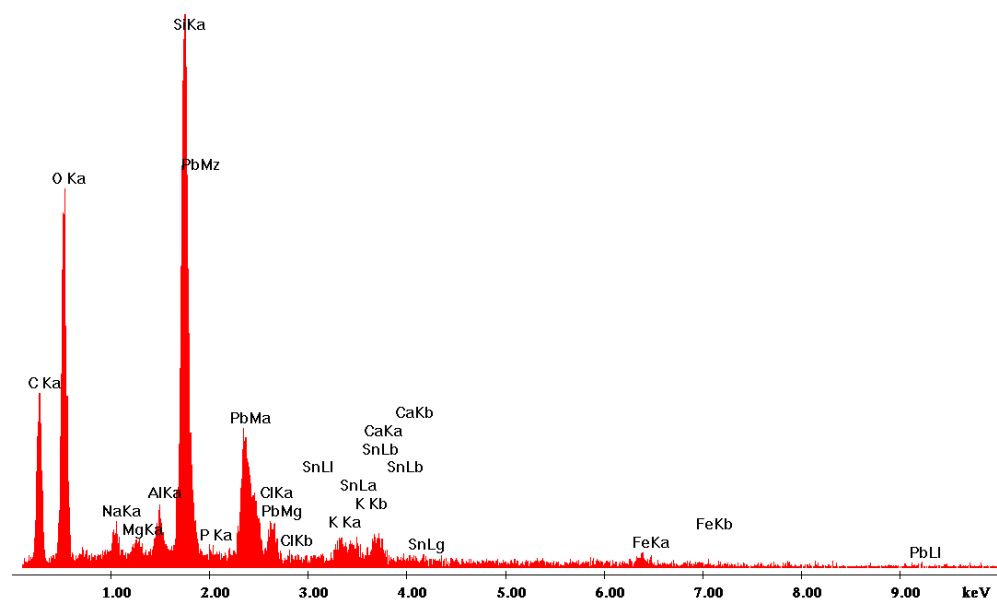
Label A: 3 001p5



EDS w punkcie 4

c:\edax32\genesis\genspc.spc

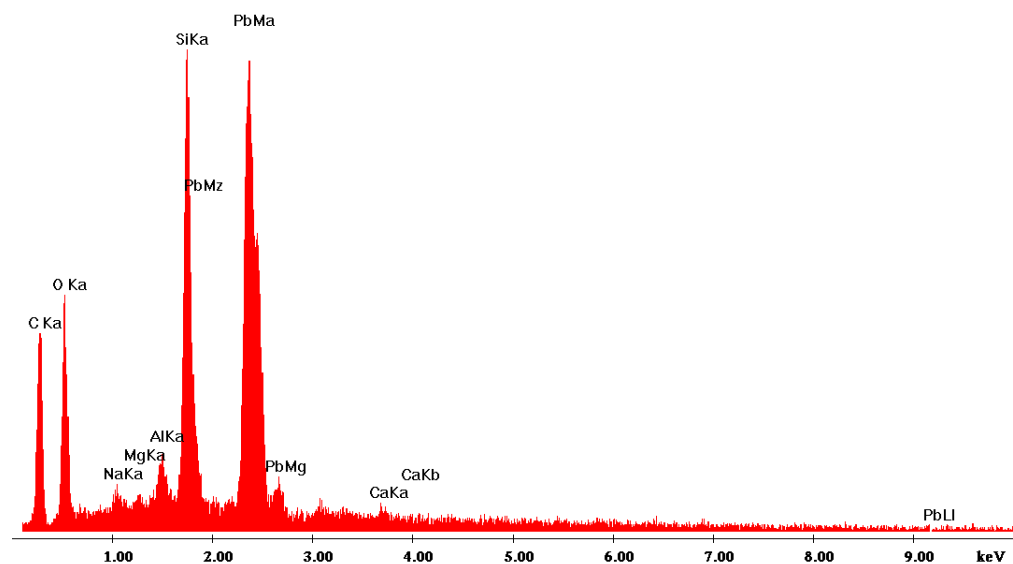
Label A: 3 001p6



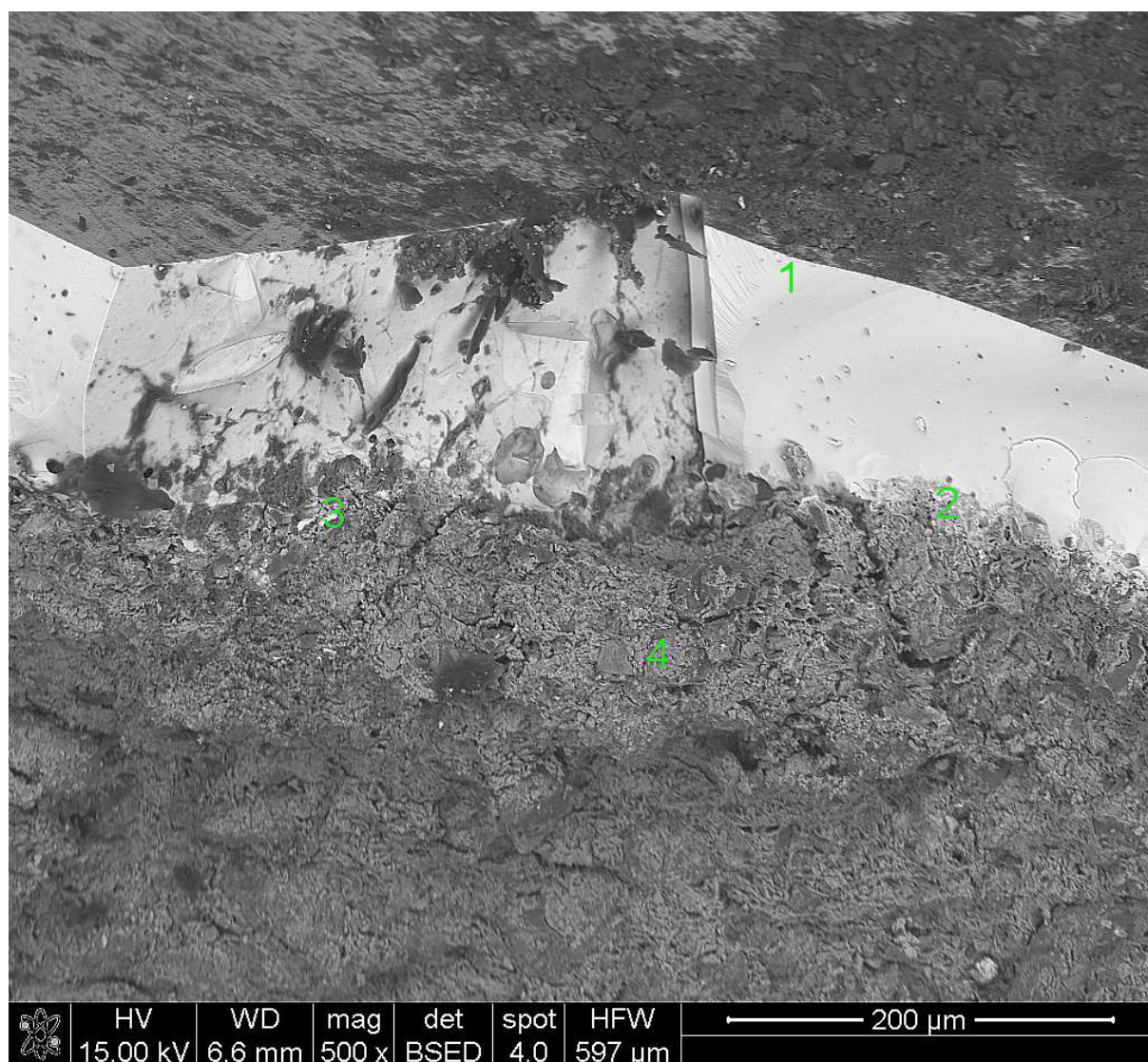
EDS w punkcie 5

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 3 001p7



EDS w punkcie 6

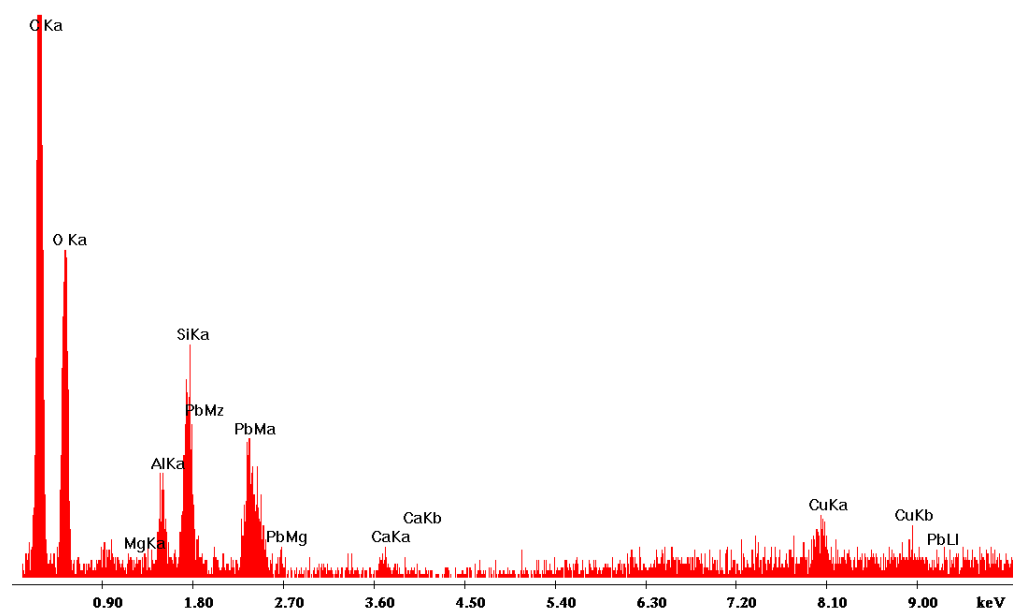


Próbka 4. Obraz mikroskopowy szkliwa i masy ceramicznej pod szklivem

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliwa w punktach 1-4 pokazanych na fotografii próbki 4

c:\edax32\genesis\genspc.spc

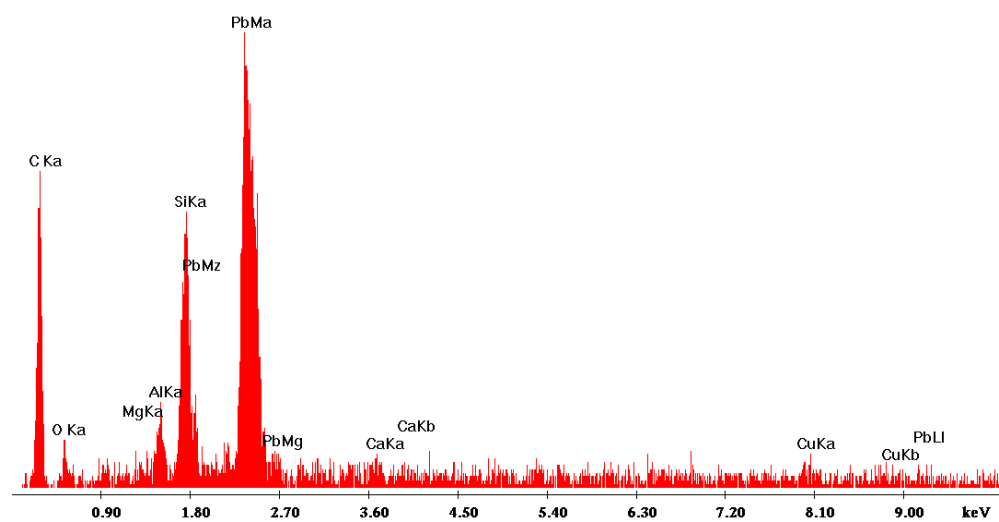
Label A: 4 001p1



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

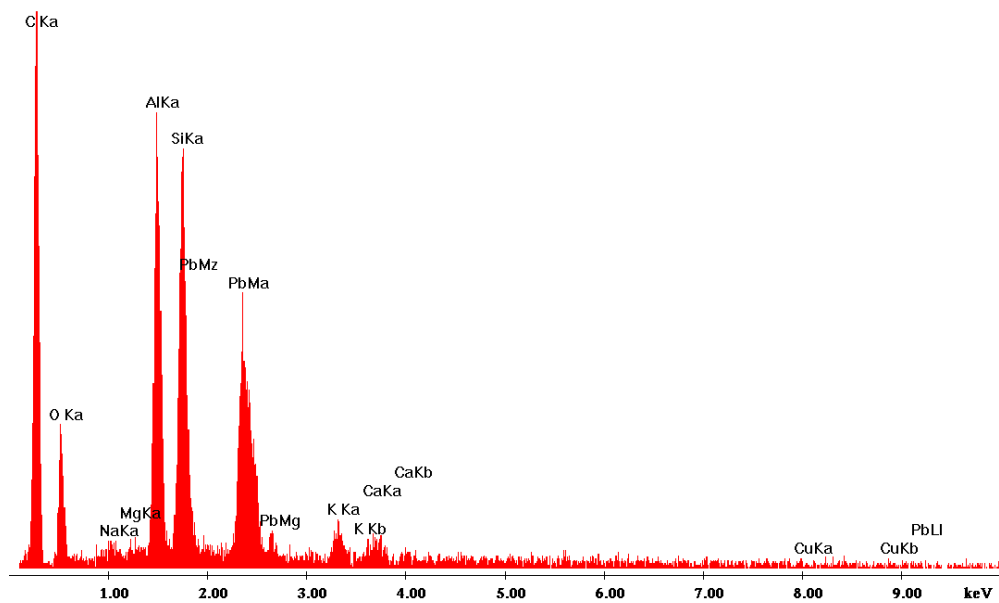
Label A: 4 001p2



EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

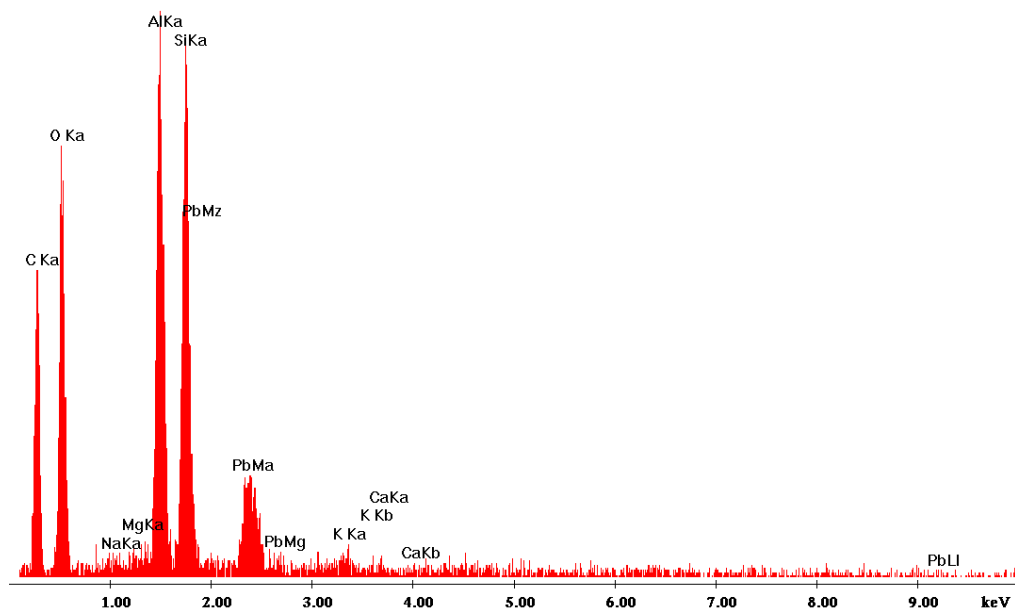
Label A: 4 001p3



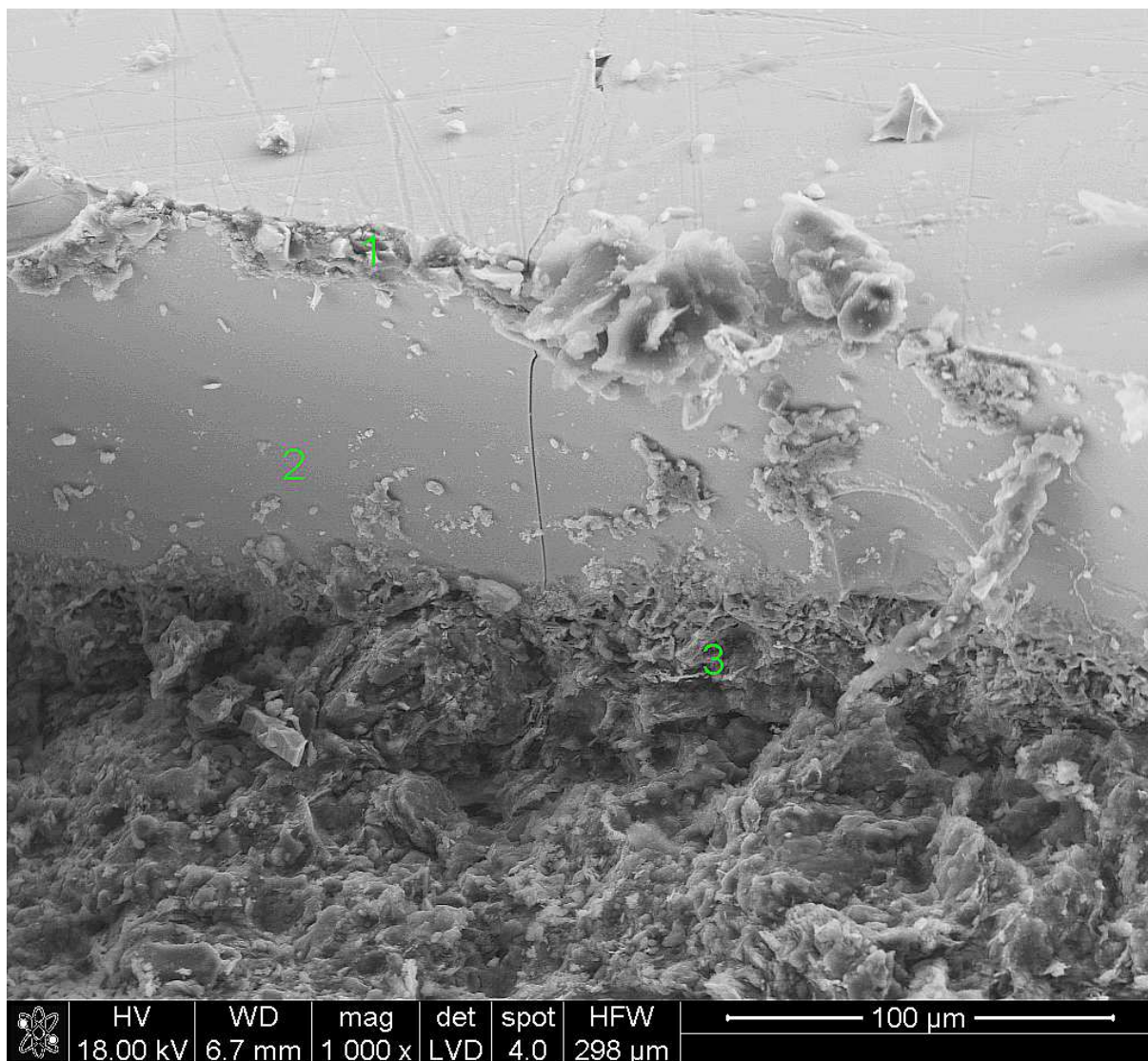
EDS w punkcie 3

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 4 001p4



EDS w punkcie 4

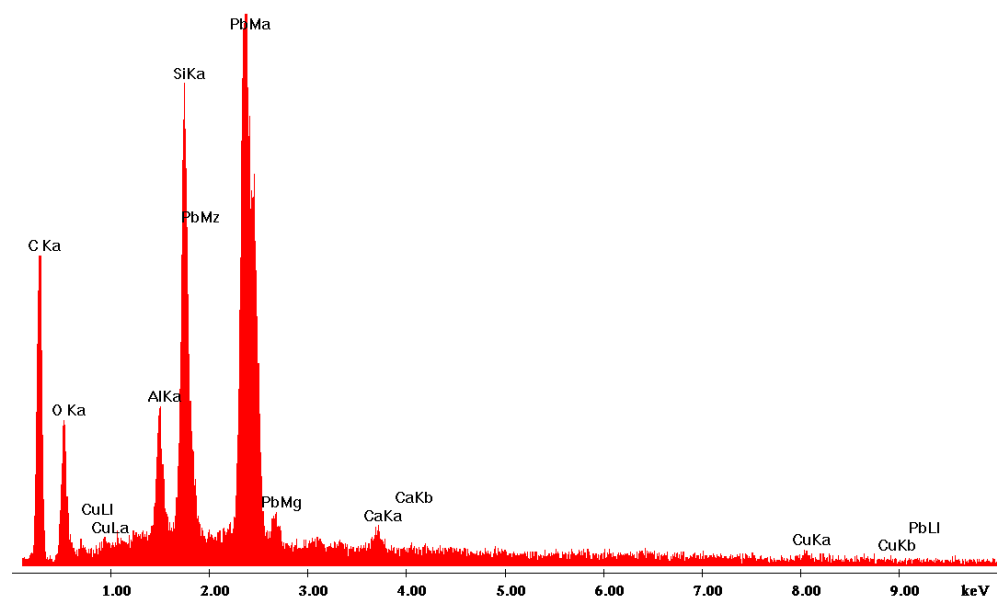


Próbka 5. Obraz szkliva pokrywającego kafel. 1-3 punkty w których wykonano analizy chemiczne.

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliva w punktach 1-3 pokazanych na fotografii próbki 5

c:\edax32\genesis\genspc.spc

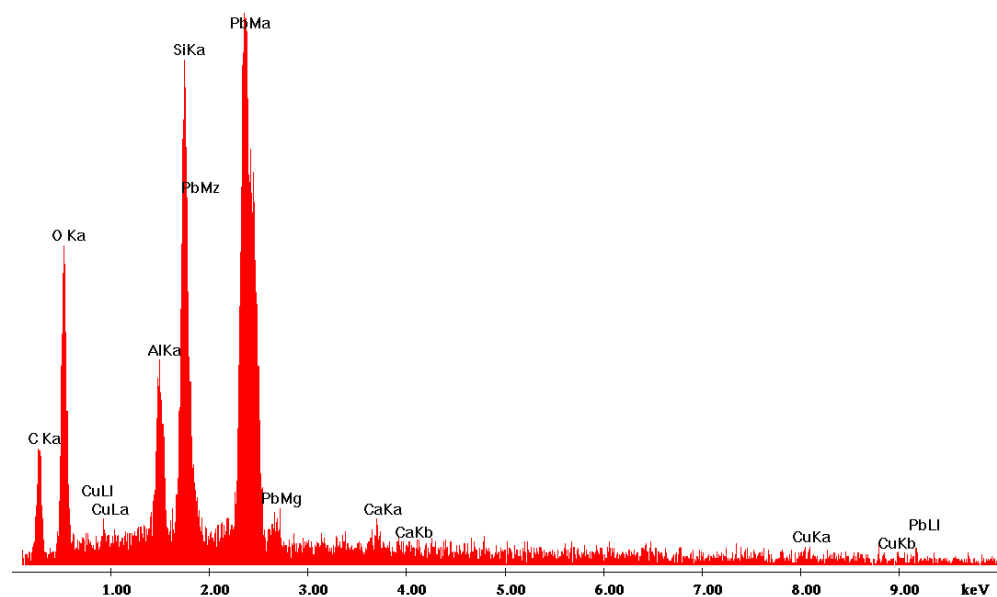
Label A: 5 001p1



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

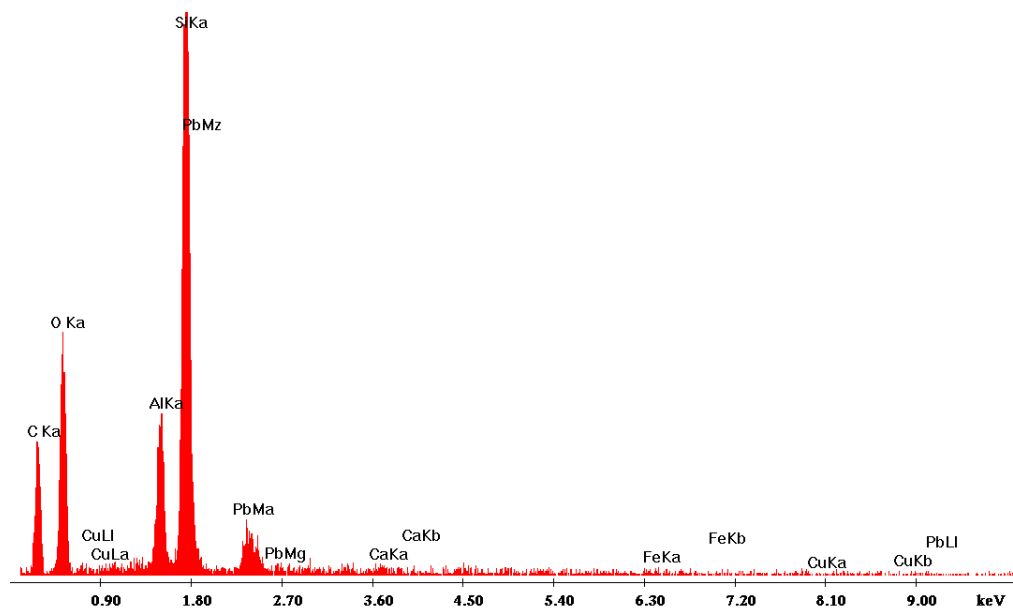
Label A: 5 001p2



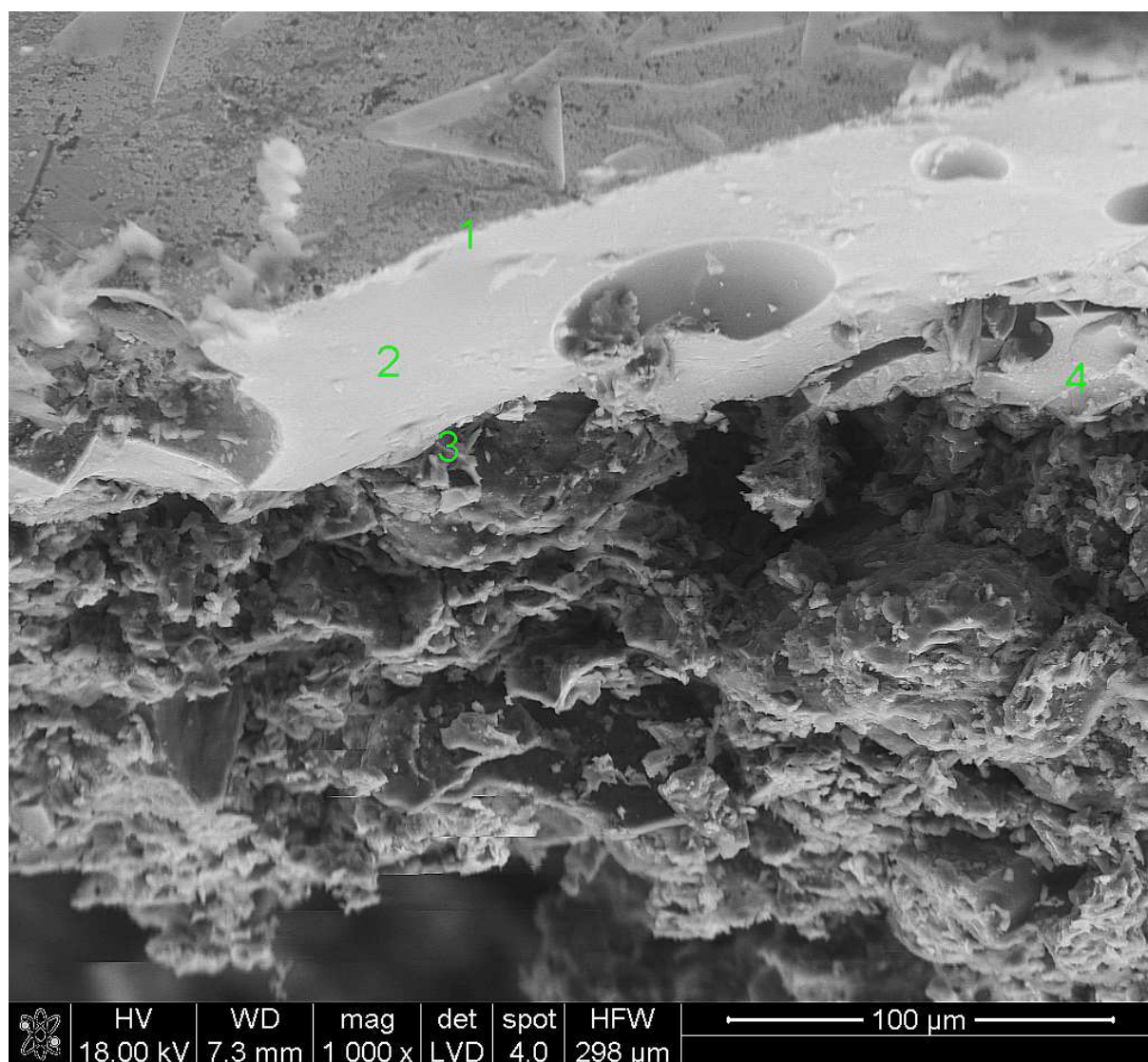
EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 5 002p3



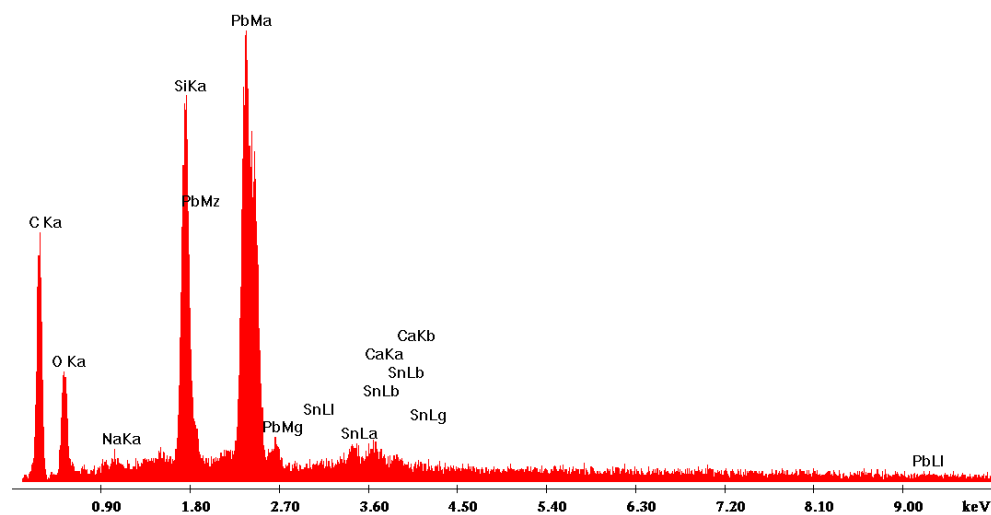
EDS w punkcie 3



Próbka 6. Mikroskopowy obraz szkliva oraz masy ceramicznej tuz pod szklivem.
 Poniżej analizy chemiczne EDS szkliva w punktach 1-3 pokazanych na fotografii próbki 6

c:\edax32\genesis\genspc.spc

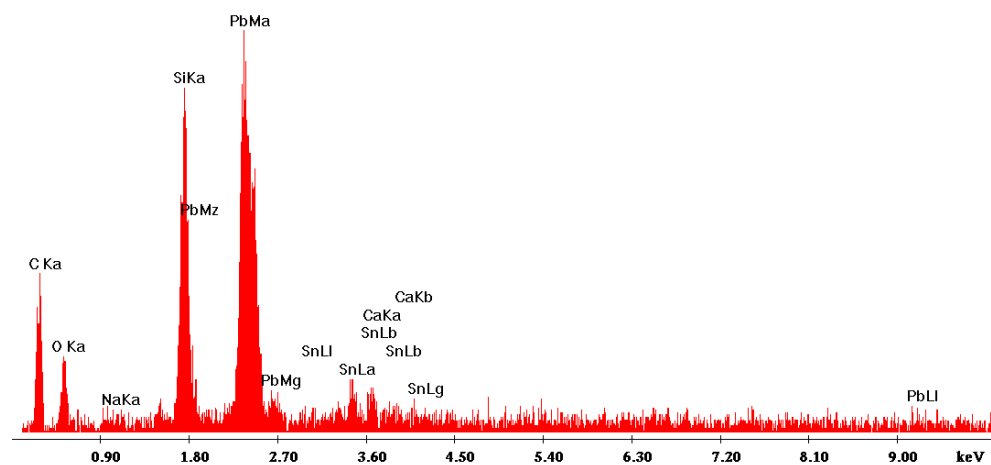
Label A: 6 001p1



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

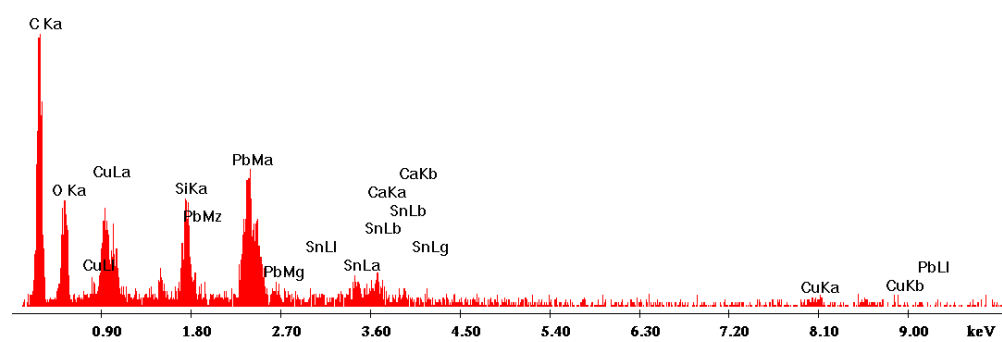
Label A: 6 001p2



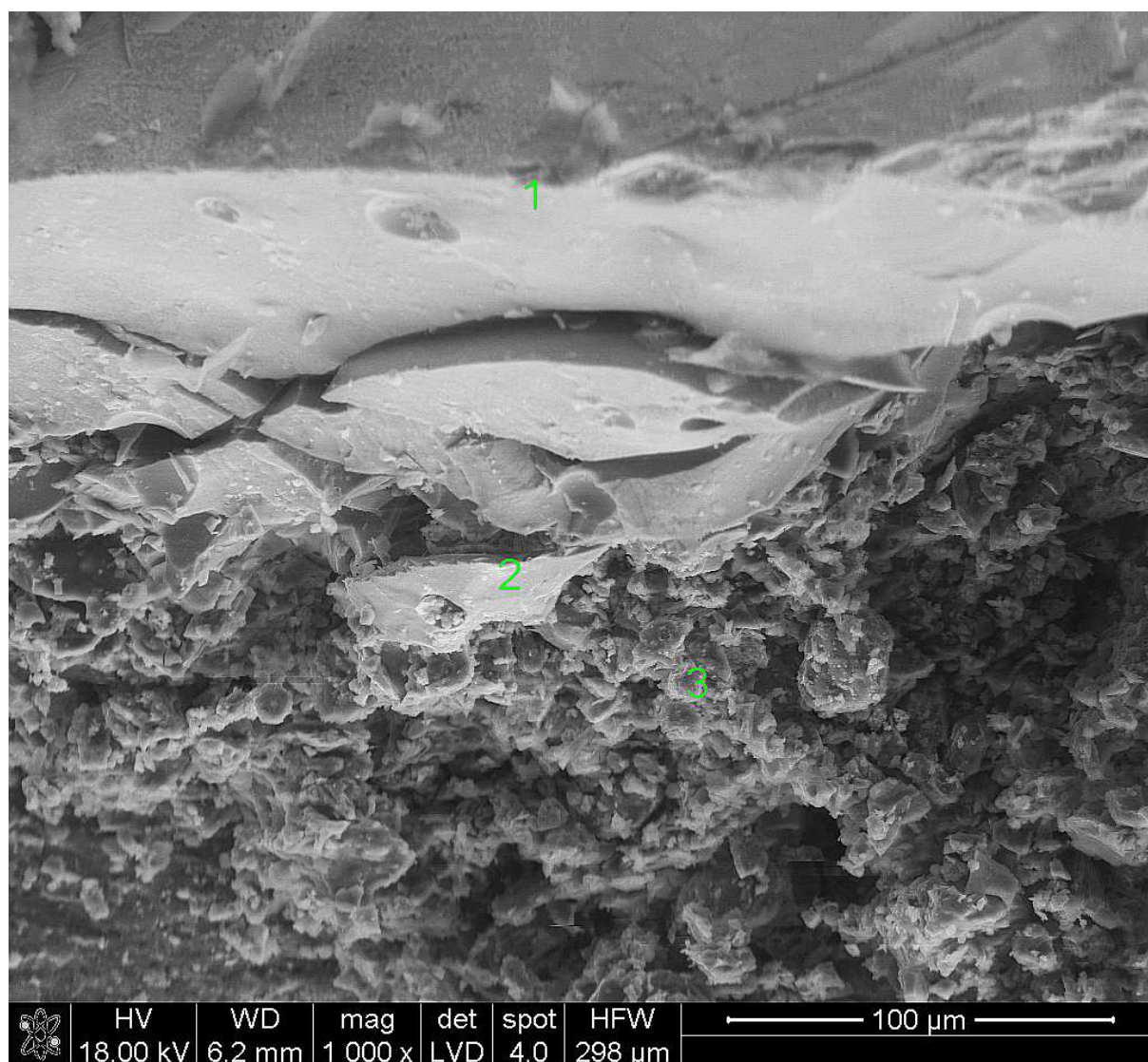
EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 6 001p3



EDS w punkcie 3

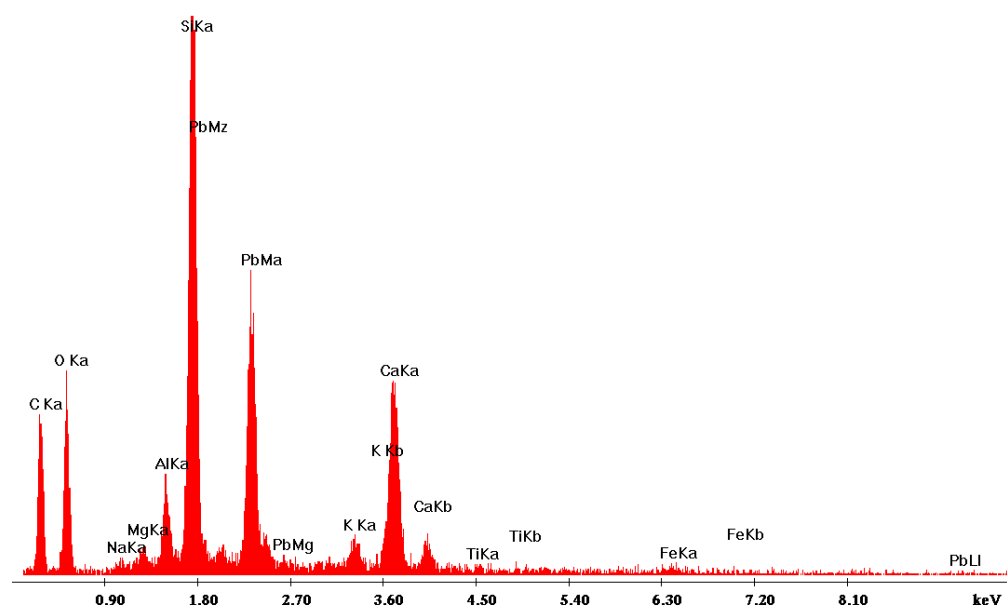


Próbka 7. Obraz szkliwa częściowo odspojonego do masy ceramicznej

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliwa w punktach 1-3 pokazanych na fotografii próbki 7

c:\edax32\genesis\genspc.spc

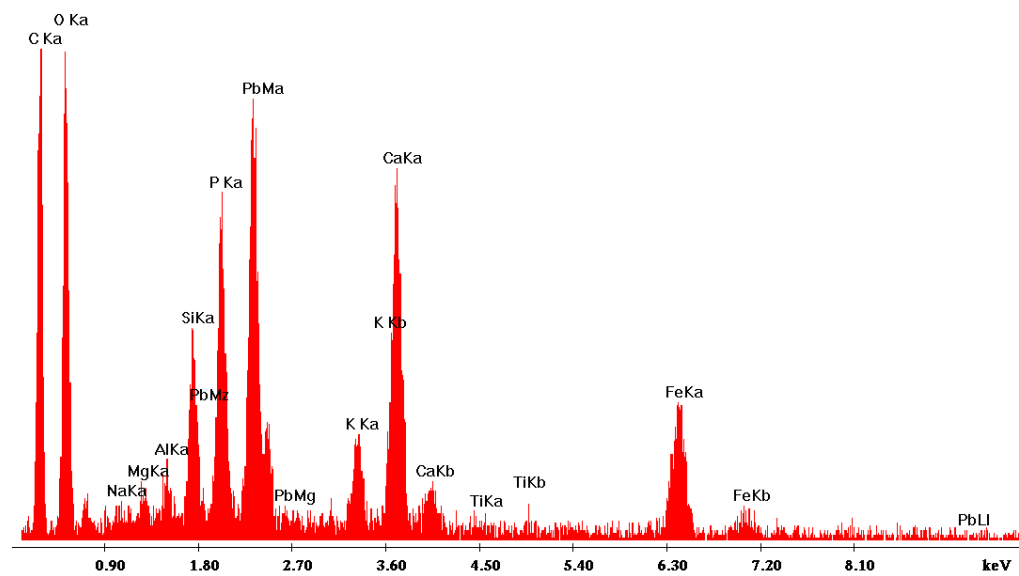
Label A: 7 001p1



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

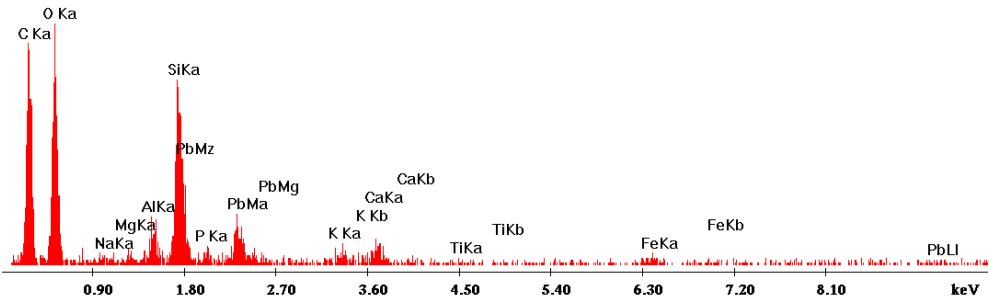
Label A: 7 001p2



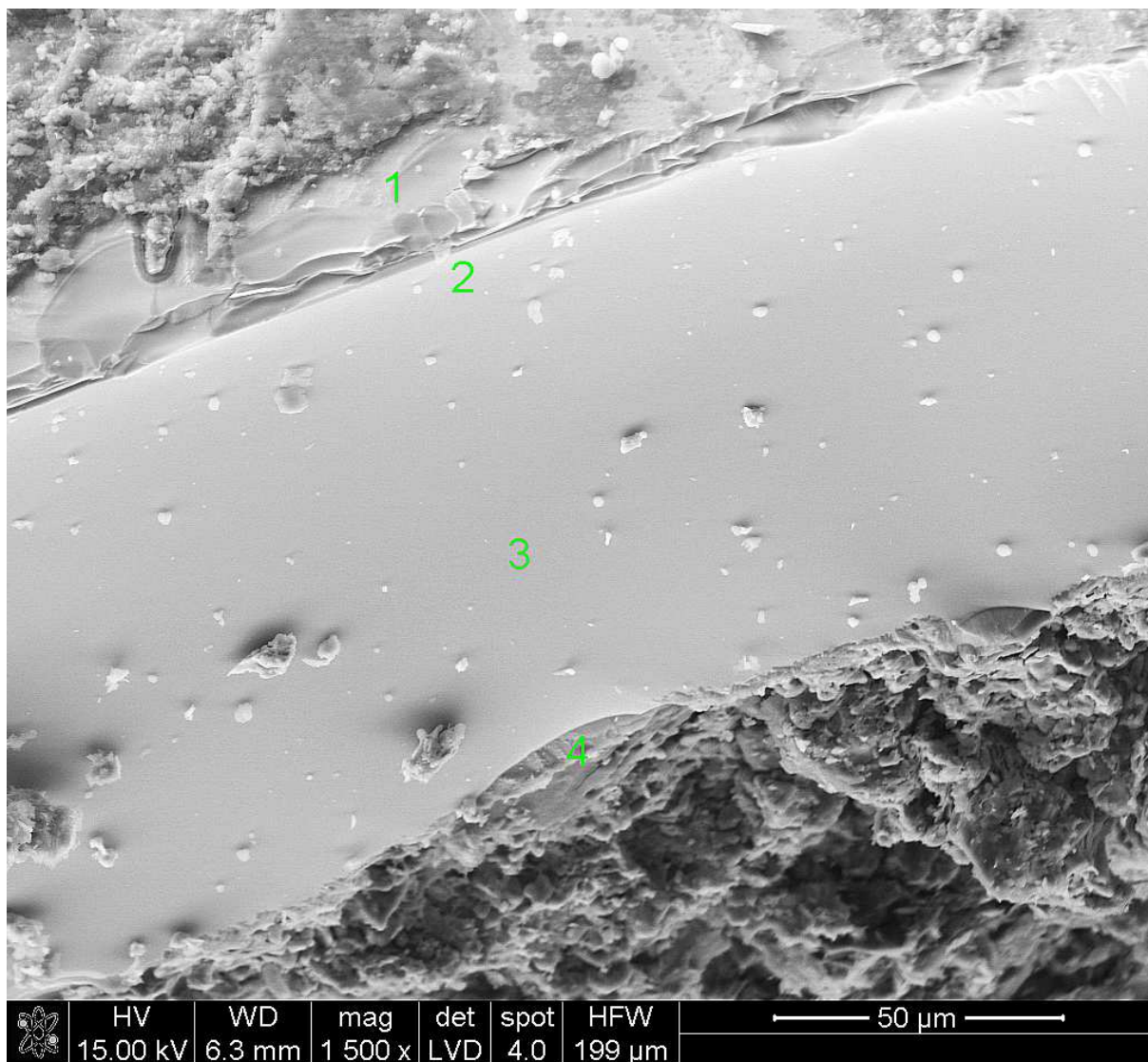
EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 7 001p3



EDS w punkcie 3

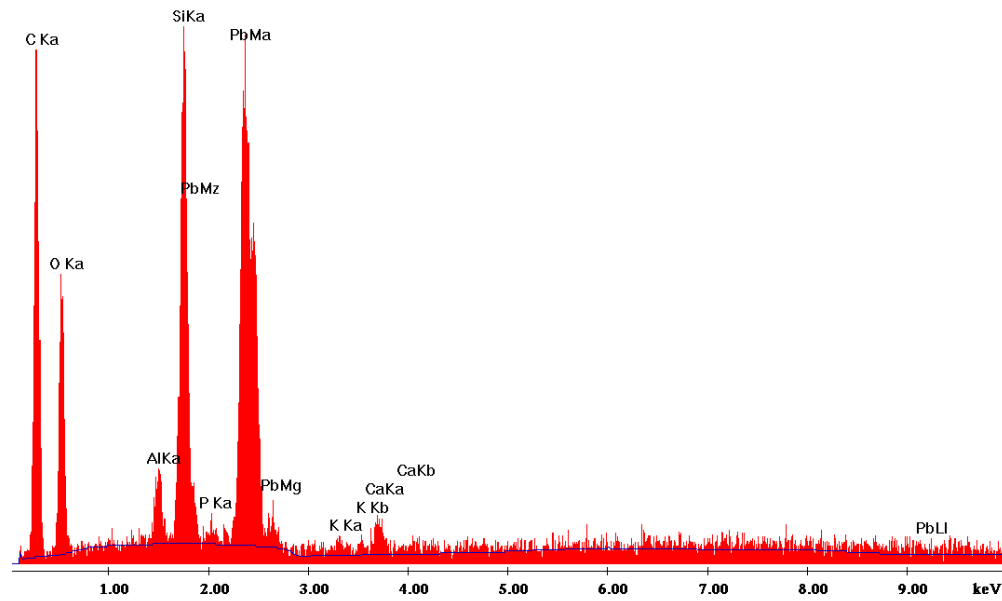


Próbka 8. Mikroskopowy oraz szkliva pokrywające kafel

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliva w punktach 1-4 pokazanych na fotografii próbki 8

c:\edax32\genesis\genspc.spc

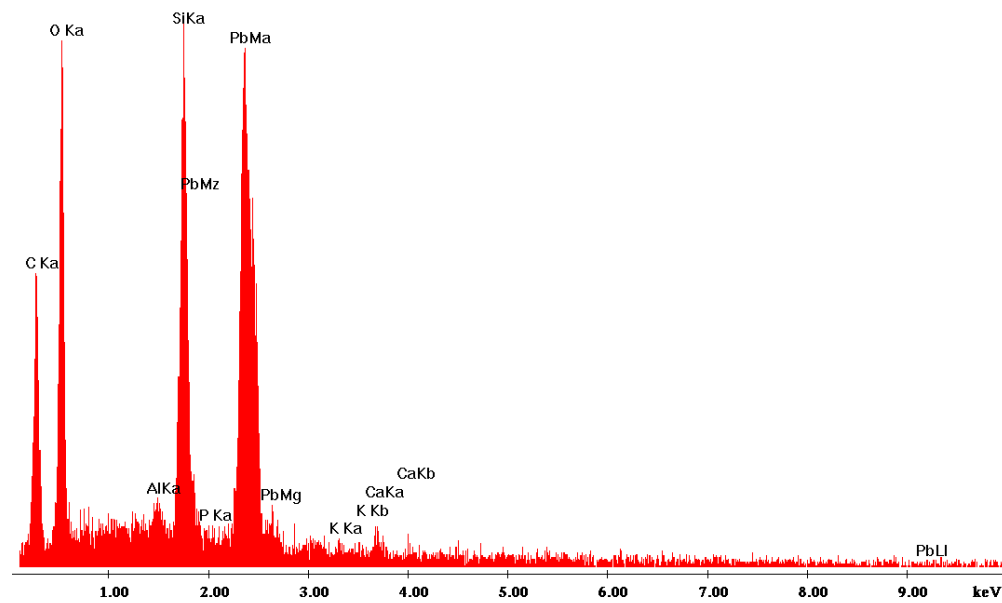
Label A: 8 001p1



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

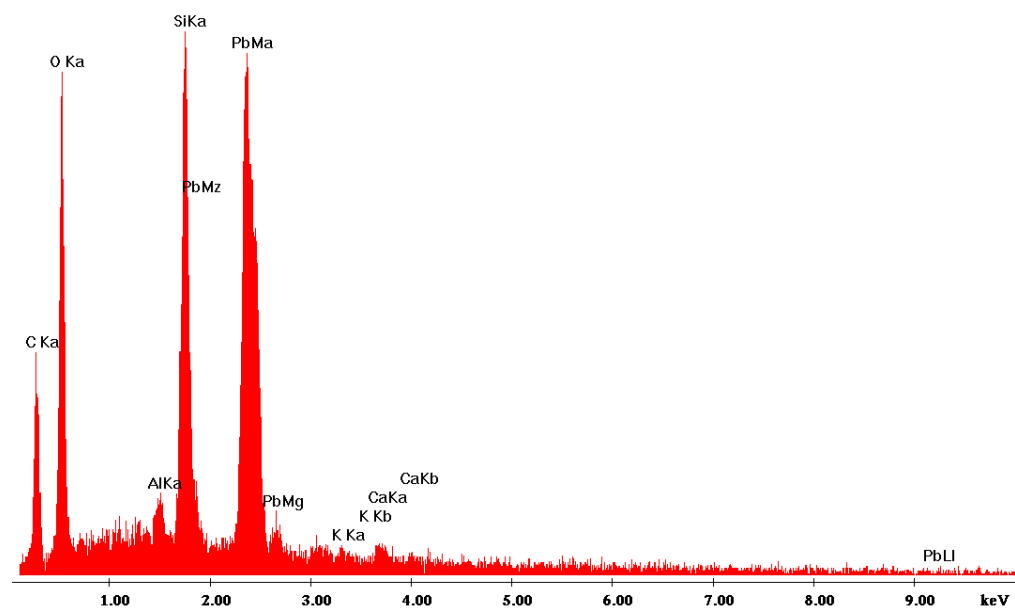
Label A: 8 001p2



EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\lgenspc.spc

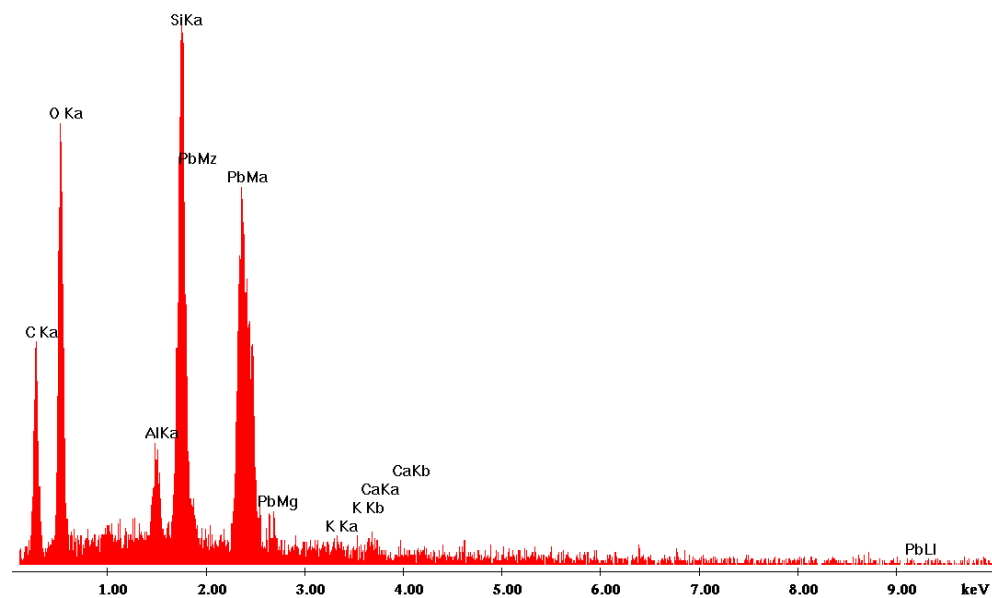
Label A: 8 001p3



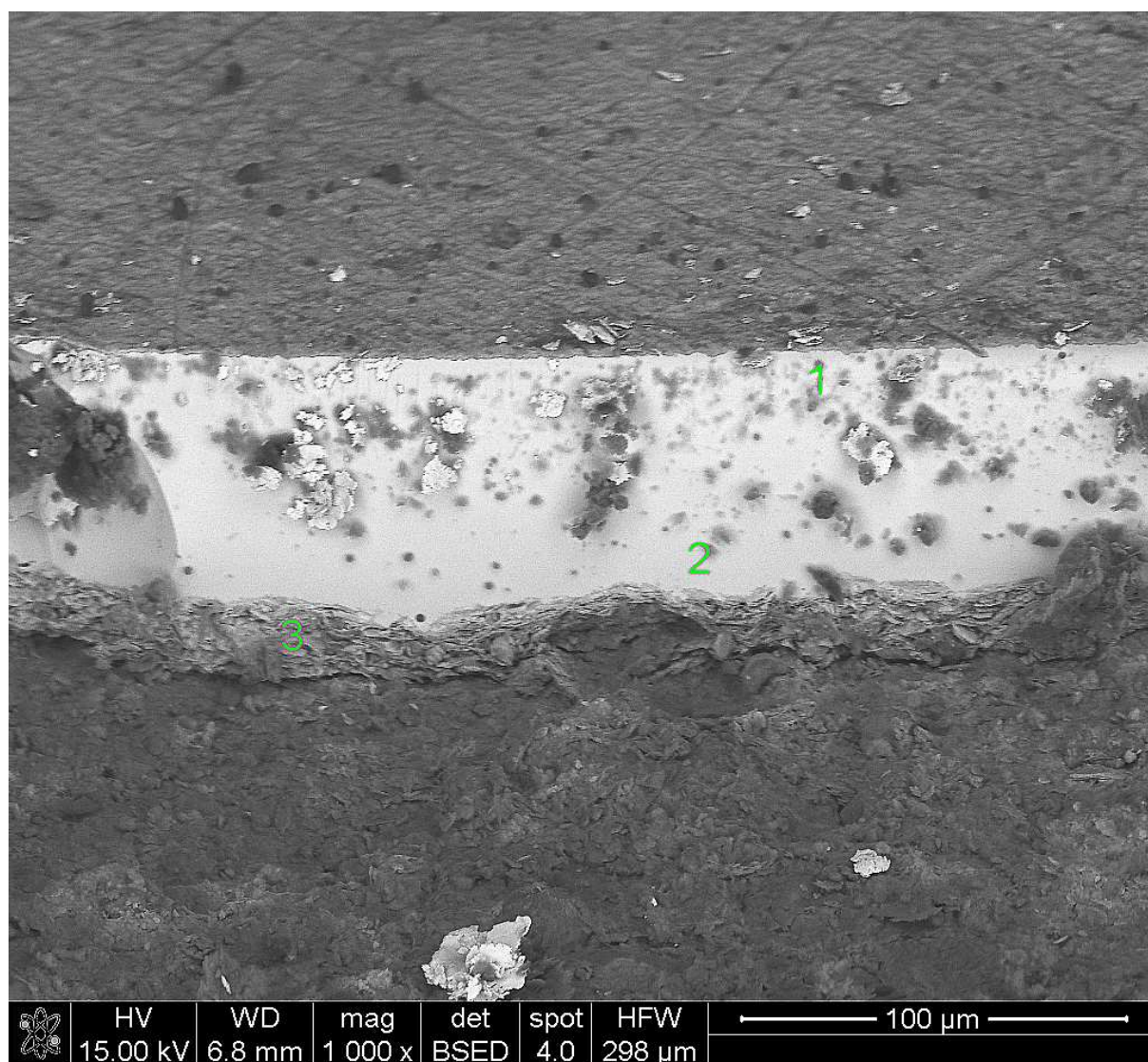
EDS w punkcie 3

c:\edax32\genesis\lgenspc.spc

Label A: 8 001p4



EDS w punkcie 4

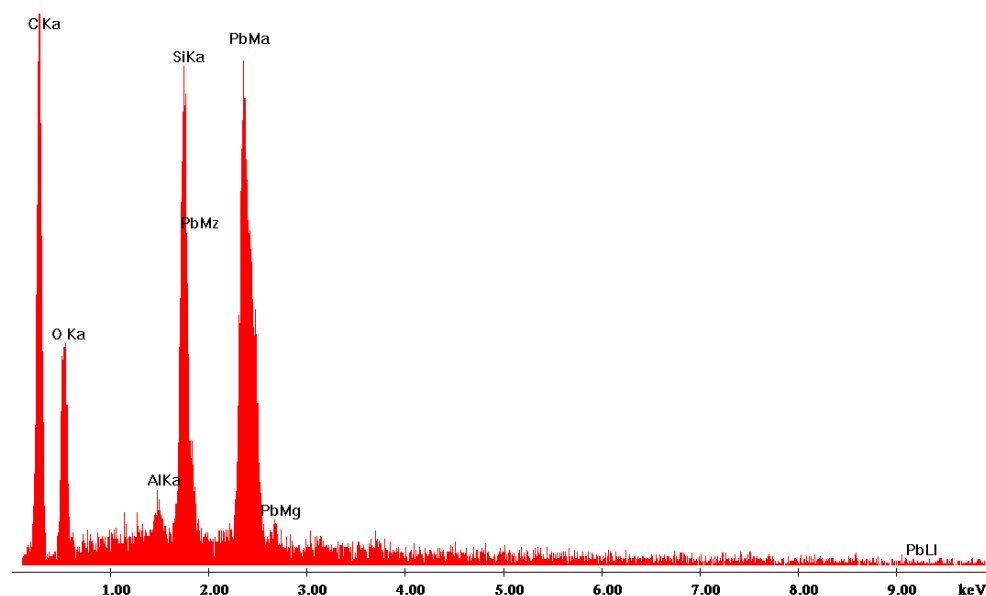


Próbka 9. Obraz szkliwa pokrywającego kafel oraz cienkiej warstwy znajdującej się na granicy szkliwa i masy ceramicznej (próbka 3)

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliwa w punktach 1-3 pokazanych na fotografii próbki 9

c:\edax32\genesis\genspc.spc

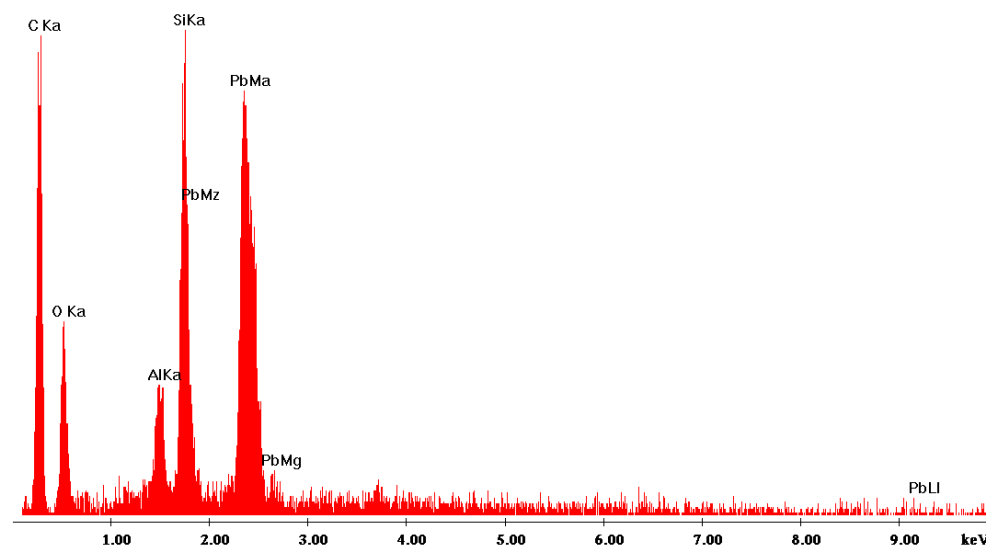
Label A: 9 001p1



EDS w punkcie 1

c:\edax32\genesis\genspc.spc

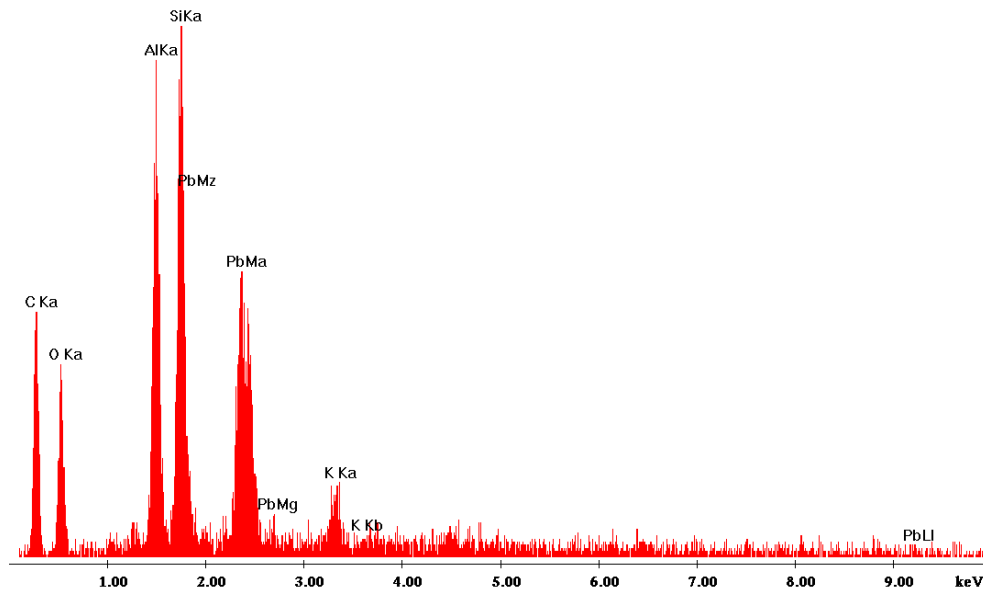
Label A: 9 001p2



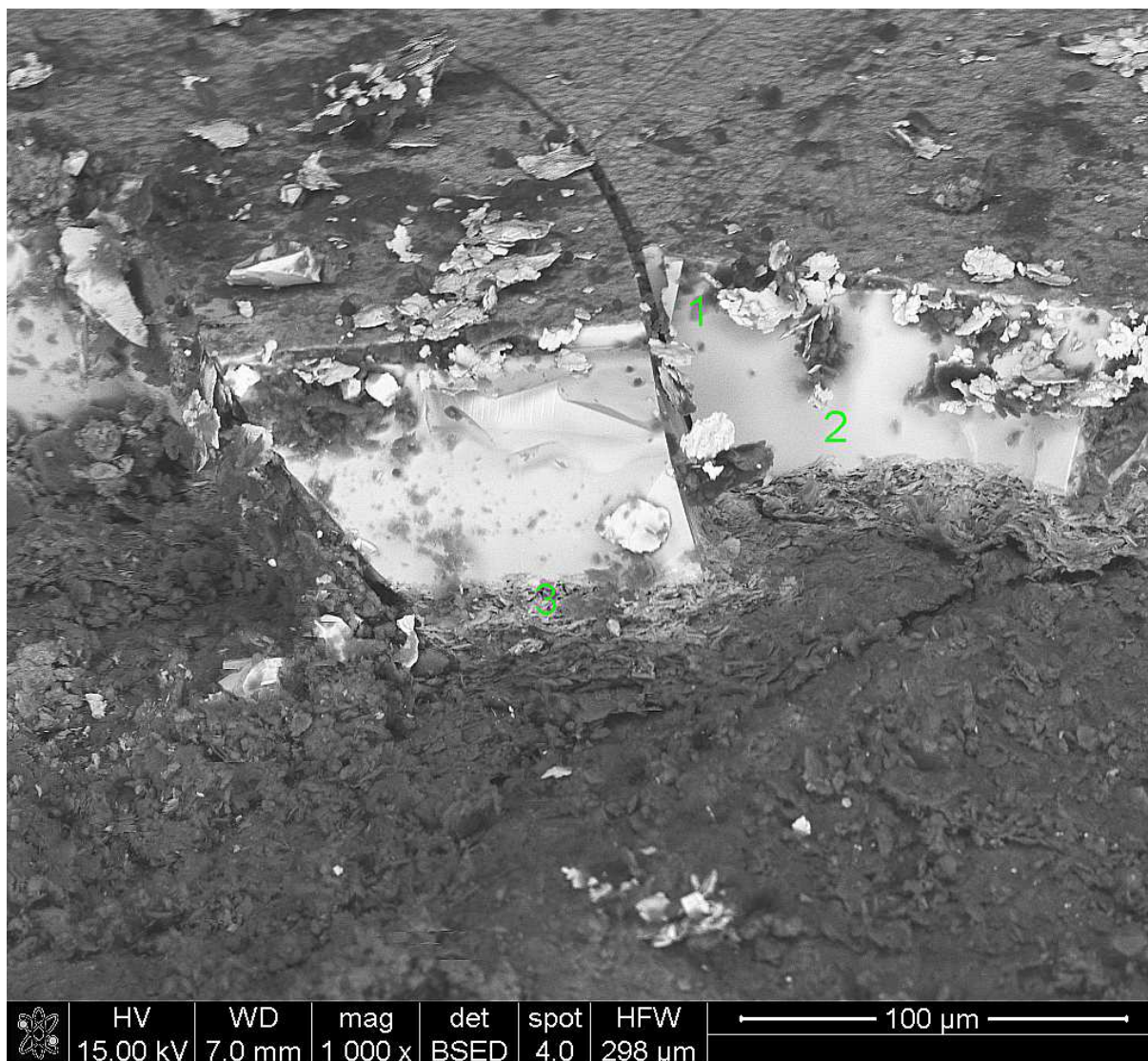
EDS w punkcie 2

c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 9 001p3



EDS w punkcie 3

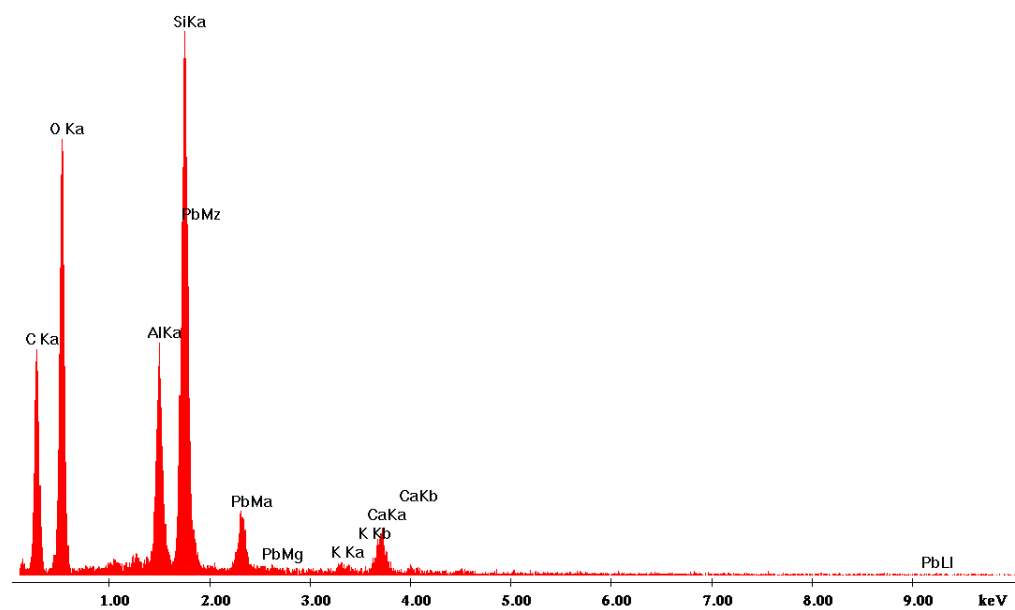


Próbka 10. Obraz mikroskopowy szkliva w miejscu jego naturalnego pęknięcia. Pod szklivem występuje warstwa wzbogacona w bar

Poniżej analizy chemiczne EDS szkliva w punktach 1-3 pokazanych na fotografii próbki 10

c:\edax32\genesis\genspc.spc

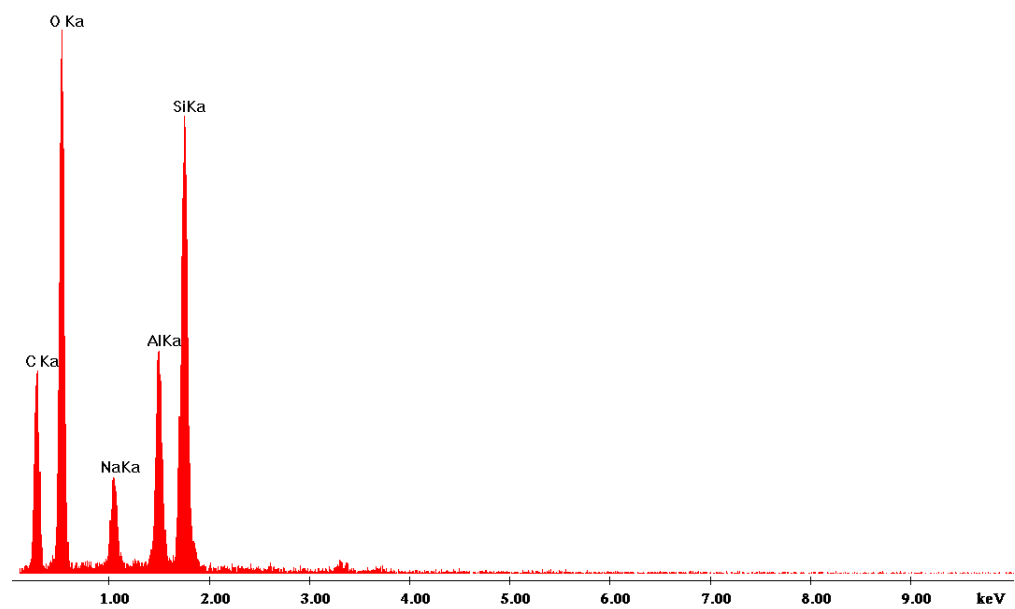
Label A: 10 001p1



EDS w punkcie 1

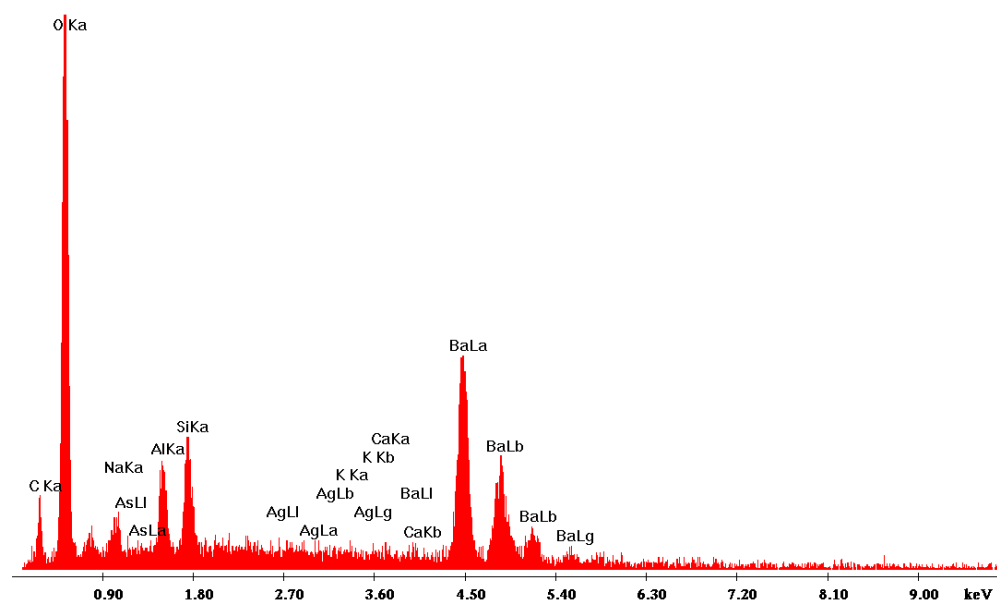
c:\edax32\genesis\genspc.spc

Label A: 10 002p2



EDS w punkcie 2

Label A: std 001p1

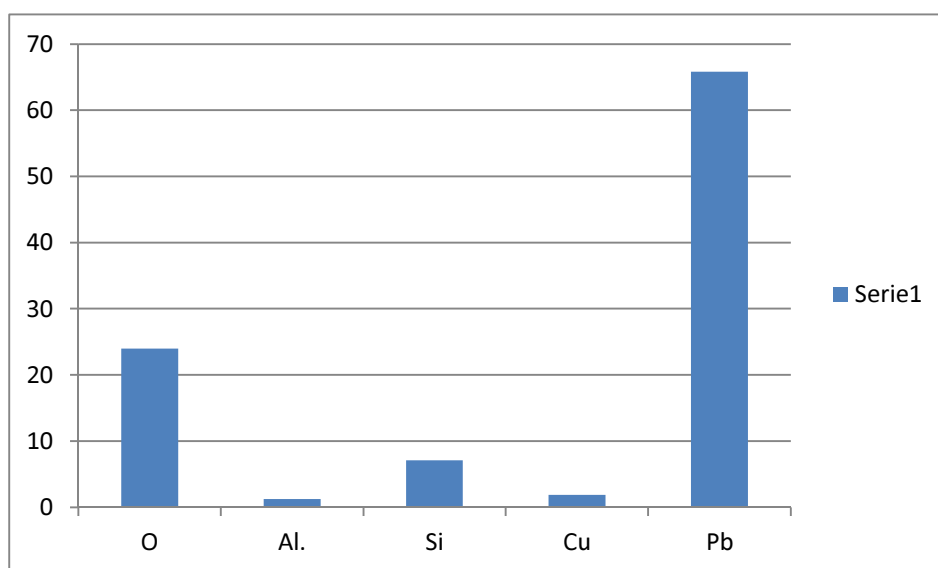


EDS w punkcie 3

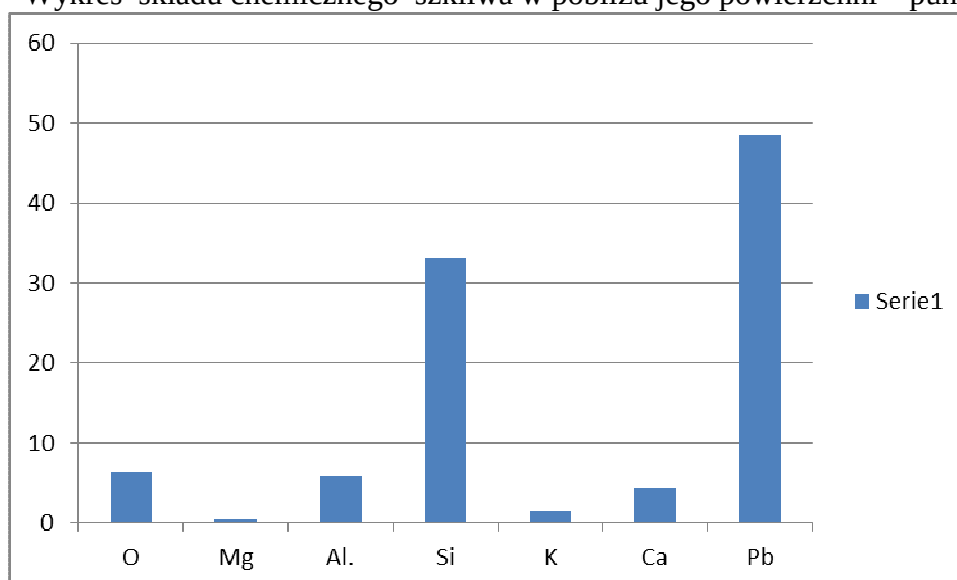
Ilościowe analizy chemiczne szkliwa pokrywającego kafle (metoda EDS)

Próbka nr 1. Skład chemiczny szkliwa	
Punkt 1	
Pierwiastek	Zawartość %
O	23,97
Al.	1,25
Si	7,1
Cu	1,88
Pb	65,8

Próbka 1 . Skład chemiczny szkliwa	
Punkt 2 -	
Pierwiastek	Zawartość %
O	6,31
Mg	0,44
Al.	5,87
Si	33,18
K	1,38
Ca	4,36
Pb	48,55



Próbka 1 Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni – punkt 1



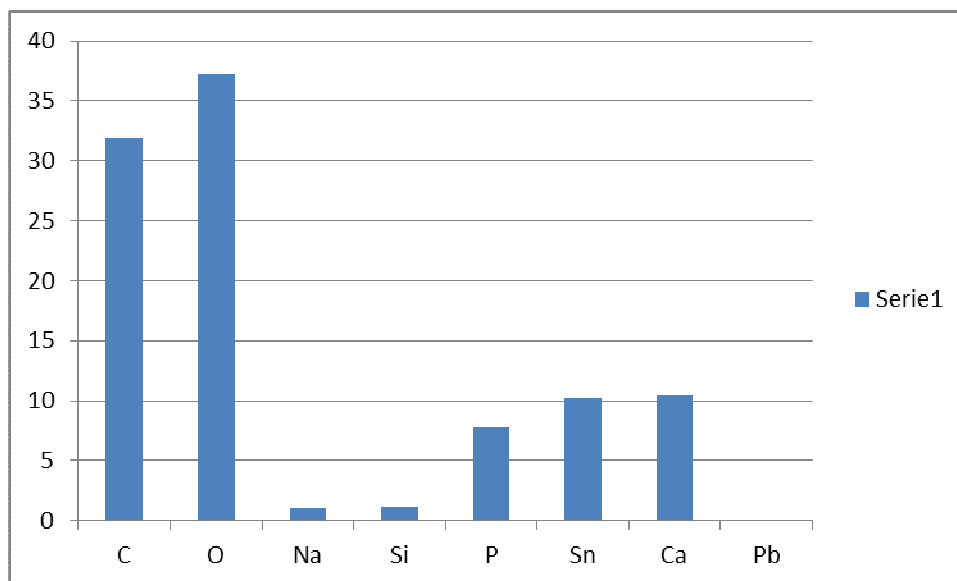
Próbka 1. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 2. Skład chemiczny szkliwa

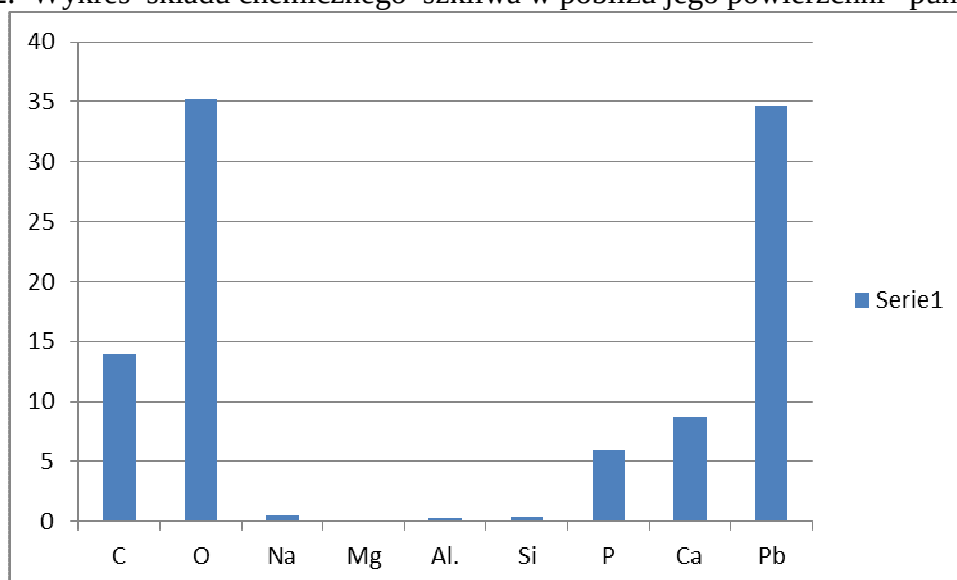
Punkt 1	
Pierwiastek	Zawartość %
C	31,94
O	37,28
Na	1,1
Si	1,19
P	7,81
Sn	10,22
Ca	10,47
Pb	

Próbka 2. Skład chemiczny szkliwa

Punkt 2	
Pierwiastek	Zawartość %
C	13,96
O	35,23
Na	0,55
Mg	0,13
Al.	0,28
Si	0,46
P	5,95
Ca	8,75
Pb	34,69



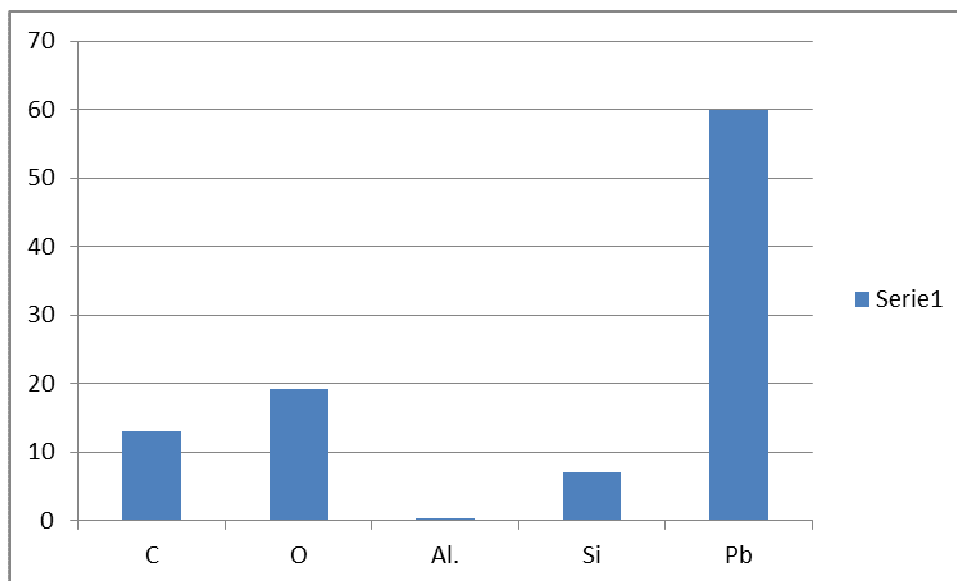
Próbka 2. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni –punkt 1



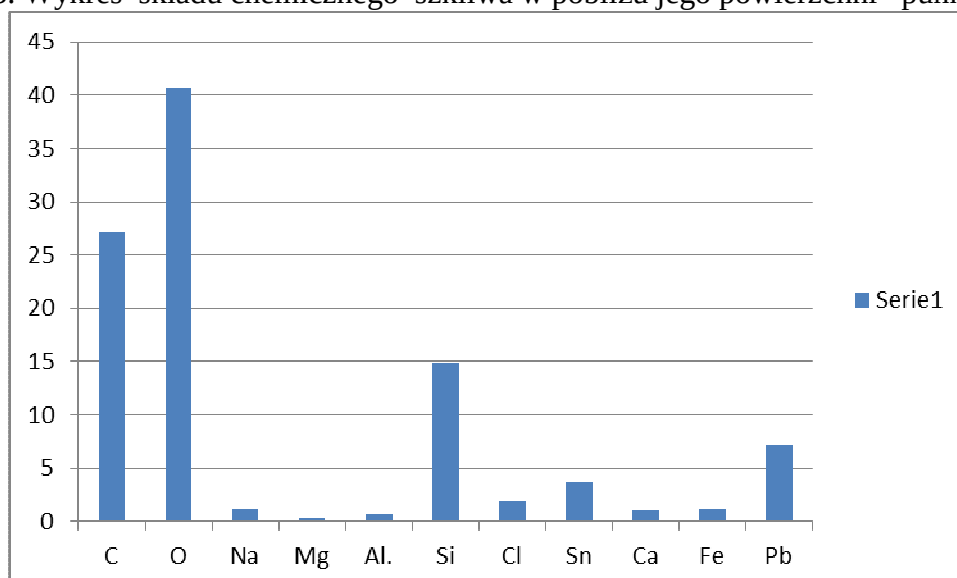
Próbka 2. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 3. Skład chemiczny szkliwa	
Punkt 1	
Pierwiastek	Zawartość %
C	13,04
O	19,17
Al.	0,27
Si	7,07
Pb	59,97

Próbka 3. Skład chemiczny szkliwa	
Punkt 2	
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 składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni –punkt 1



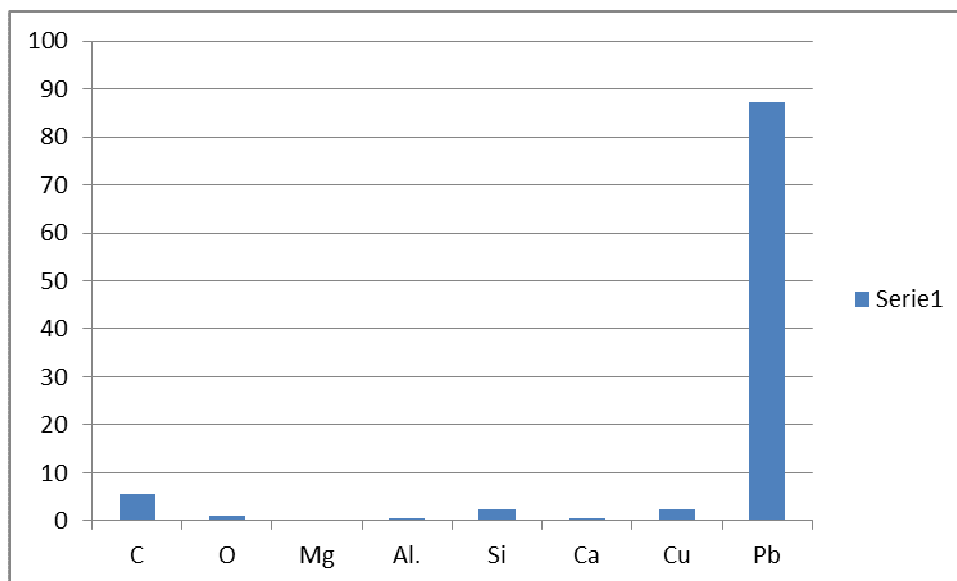
Próbka 3. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 4. Skład chemiczny szkliwa

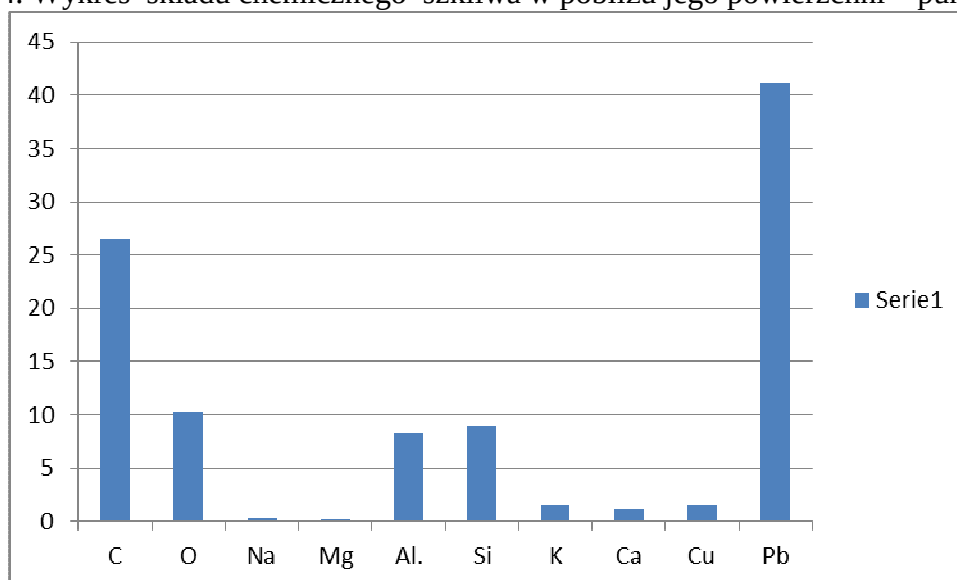
Punkt 1	
Pierwiastek	Zawartość %
C	5,67
O	0,94
Mg	0,15
Al.	0,56
Si	2,35
Ca	0,48
Cu	2,35
Pb	87,31

Próbka 4. Skład chemiczny szkliwa

Punkt 2	
Pierwiastek	Zawartość %
C	26,47
O	10,35
Na	0,36
Mg	0,24
Al.	8,21
Si	8,96
K	1,54
Ca	1,2
Cu	1,5
Pb	41,16



Próbka 4. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni – punkt 1



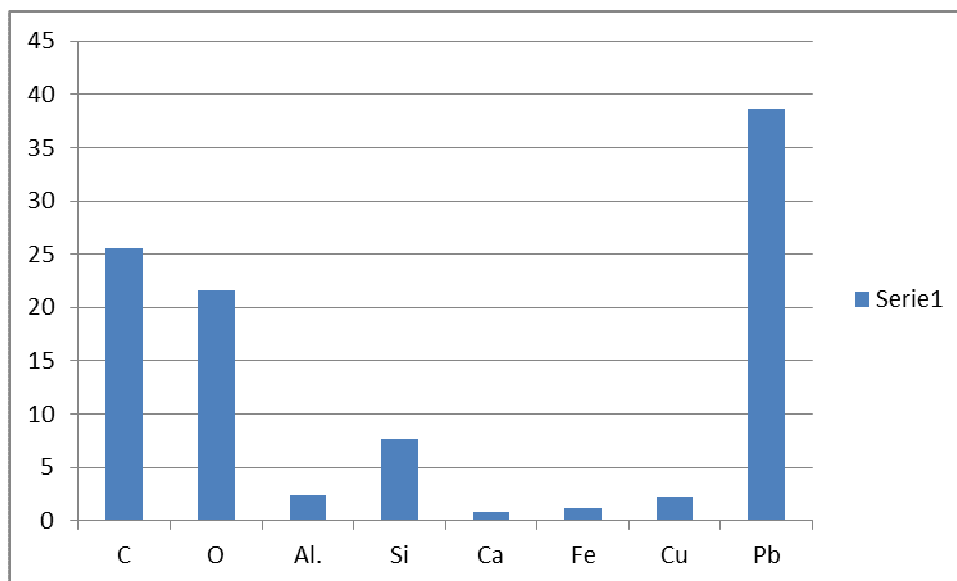
Próbka 4. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 5. Skład chemiczny szkliwa

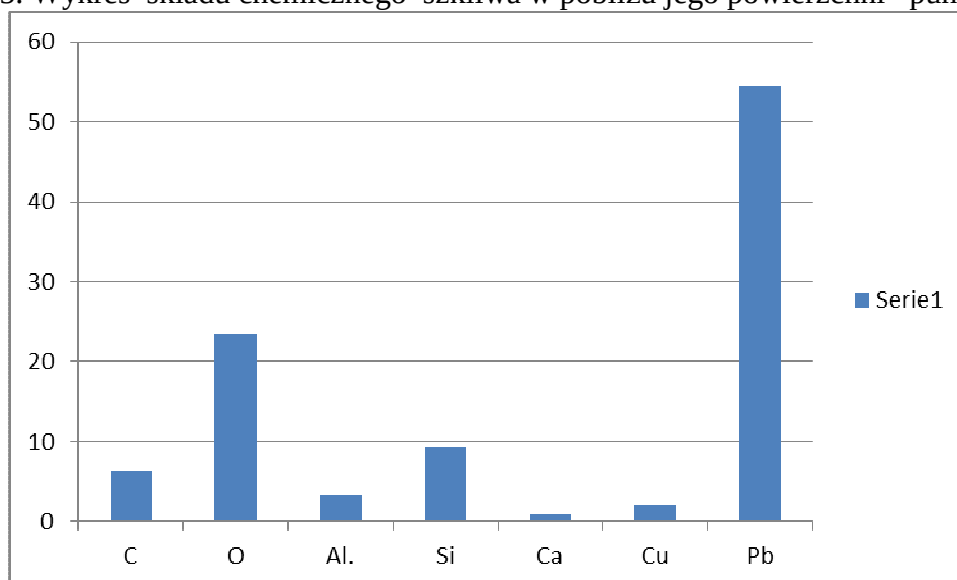
Punkt 1	
Pierwiastek	Zawartość %
C	25,57
O	21,6
Al.	2,43
Si	7,61
Ca	0,76
Fe	1,13
Cu	2,2
Pb	38,7

Próbka 5. Skład chemiczny szkliwa

Punkt 2	
Poerwiastek	Zawartość %
C	6,45
O	23,55
Al.	3,4
Si	9,19
Ca	0,94
Cu	2,11
Pb	54,36



Próbka 5. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni –punkt 1



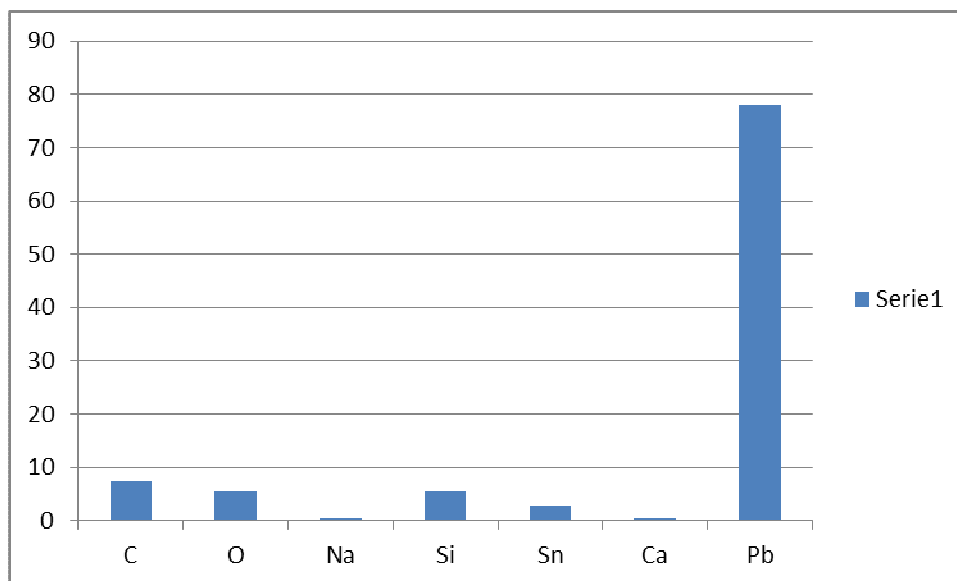
Próbka 5. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 6. Skład chemiczny szkliwa

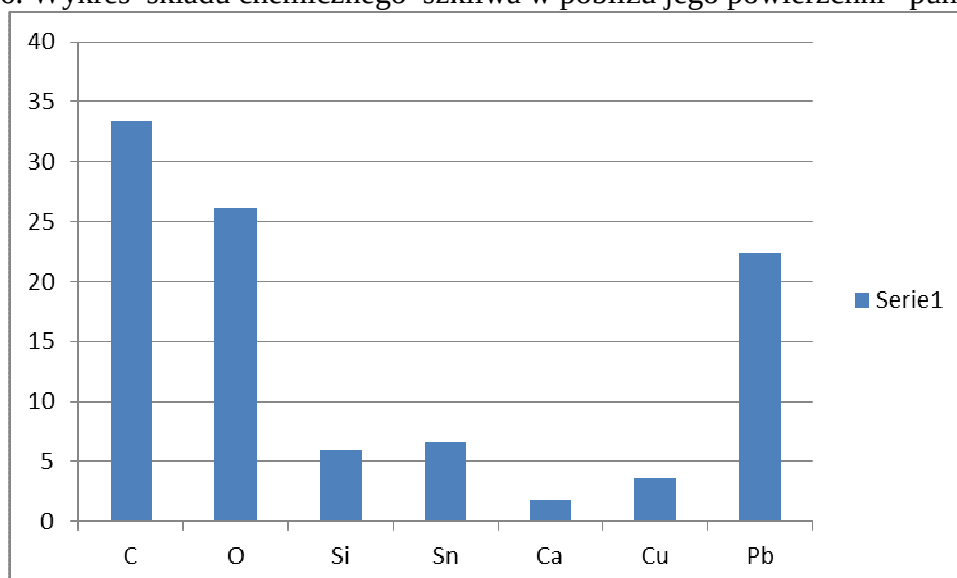
Punkt 1	
Pierwiaste	Zawartość %
C	7,37
O	5,38
Na	0,44
Si	5,58
Sn	2,91
Ca	0,49
Pb	77,94

Próbka 6. Skład chemiczny szkliwa

Punkt 2	
Pieriąstek	Zawartość %
C	33,43
O	26,16
Si	5,93
Sn	6,64
Ca	1,76
Cu	3,65
Pb	22,44



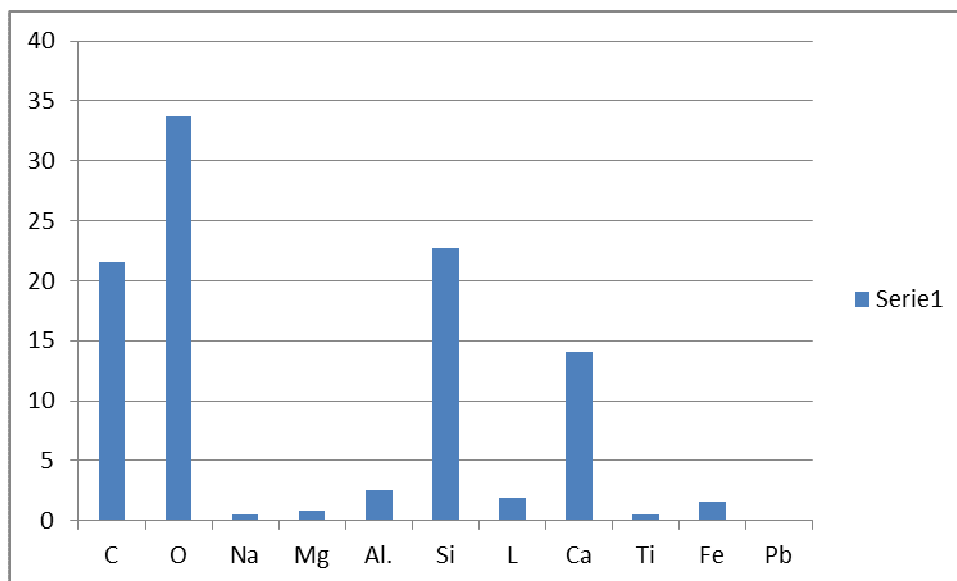
Próbka 6. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni –punkt 1



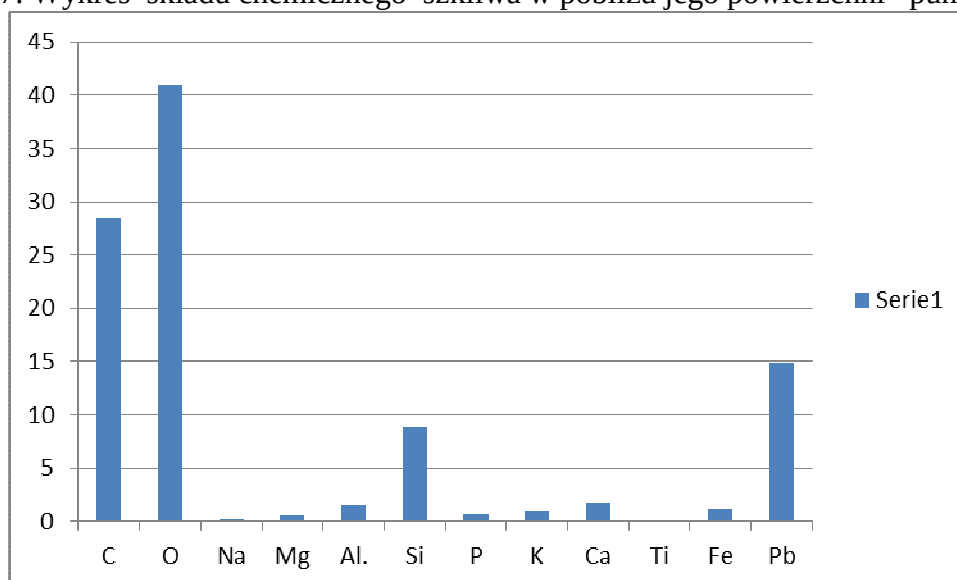
Próbka 6. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 7. Skład chemiczny szkliva	
Punkt 1	
Pierwiastek	Zawartość %
C	21,51
O	33,72
Na	0,51
Mg	0,83
Al.	2,57
Si	22,77
L	1,94
Ca	14,11
Ti	0,49
Fe	1,55
Pb	0

Próbka 7 . Skład chemiczny szkliva	
Punkt 2	
Pierwiastek	Zawartość %
C	28,43
O	40,98
Na	0,27
Mg	0,54
Al.	1,58
Si	8,84
P	0,65
K	0,94
Ca	1,77
Ti	0
Fe	1,13
Pb	14,88



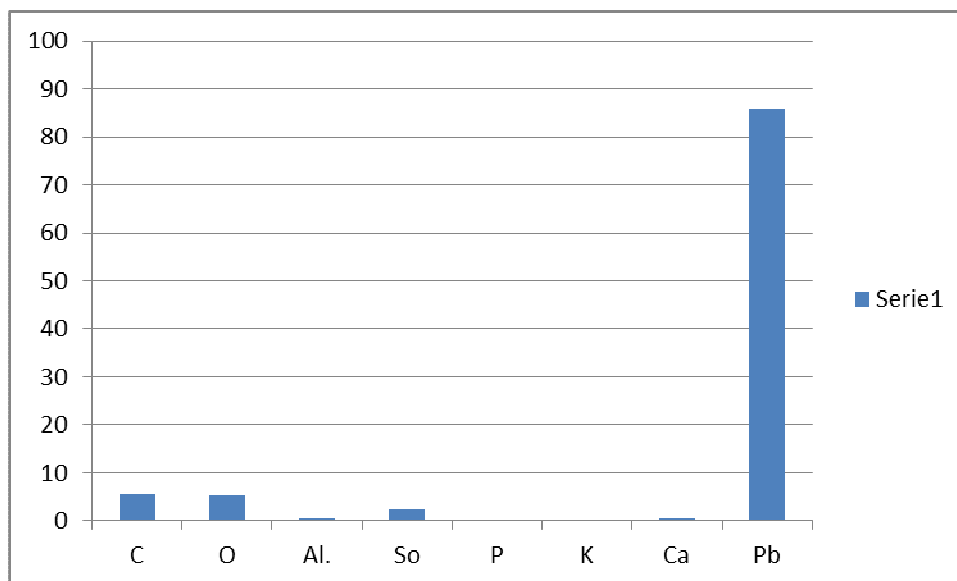
Próbka 7. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni –punkt 1



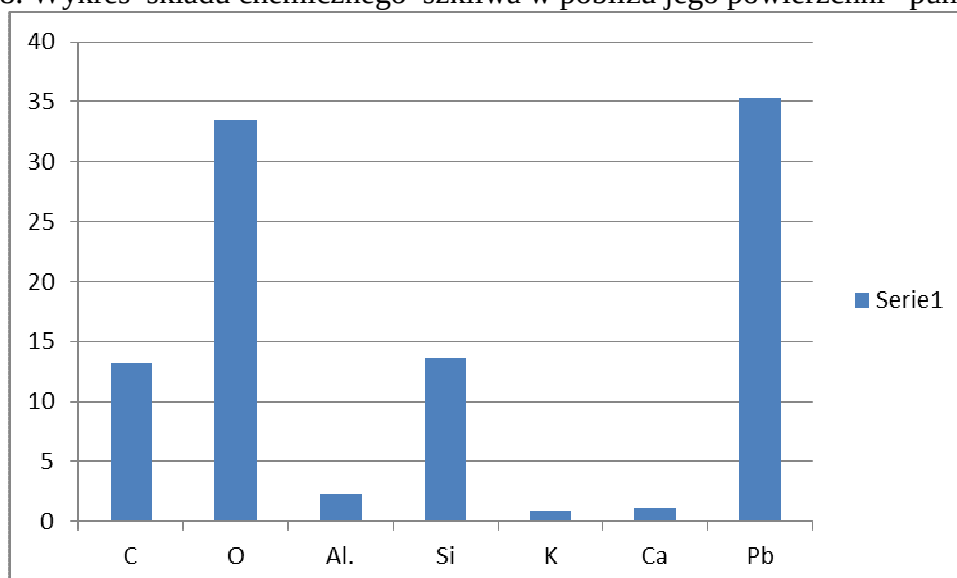
Próbka 7. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 8. Skład chemiczny szkliwa	
Punkt 1	
Pierwiastek	Zawartość %
C	5,6
O	5,17
Al.	0,37
So	2,36
P	0,09
K	0,19
Ca	0,42
Pb	85,79

Próbka 8. Skład chemiczny szkliwa	
Punkt 2	
Pierwiastek	Zawartość %
C	13,24
O	33,45
Al.	2,33
Si	13,67
K	0,83
Ca	1,16
Pb	35,32



Próbka 8. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni –punkt 1



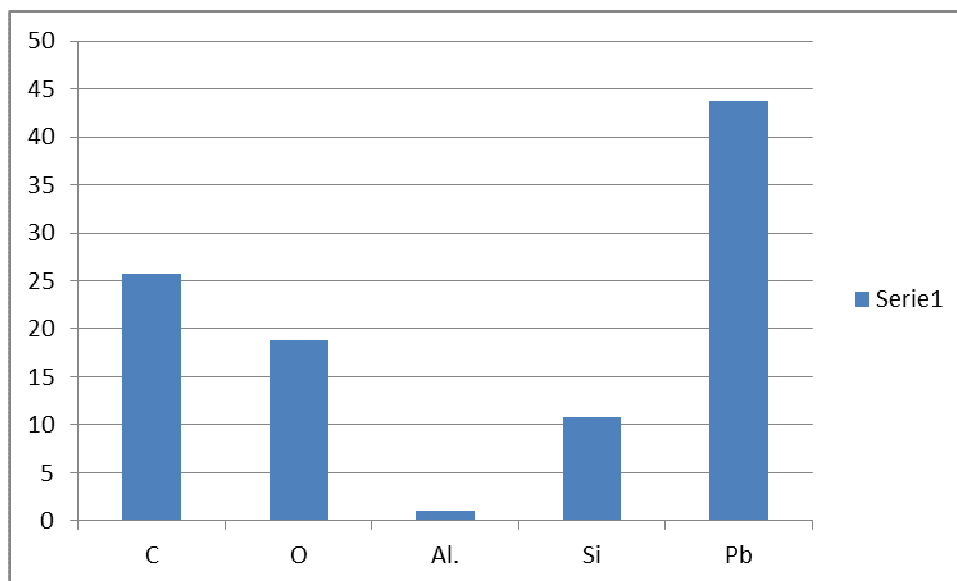
Próbka 8. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – punkt 2

Próbka 9. Wyniki analizy szkliva

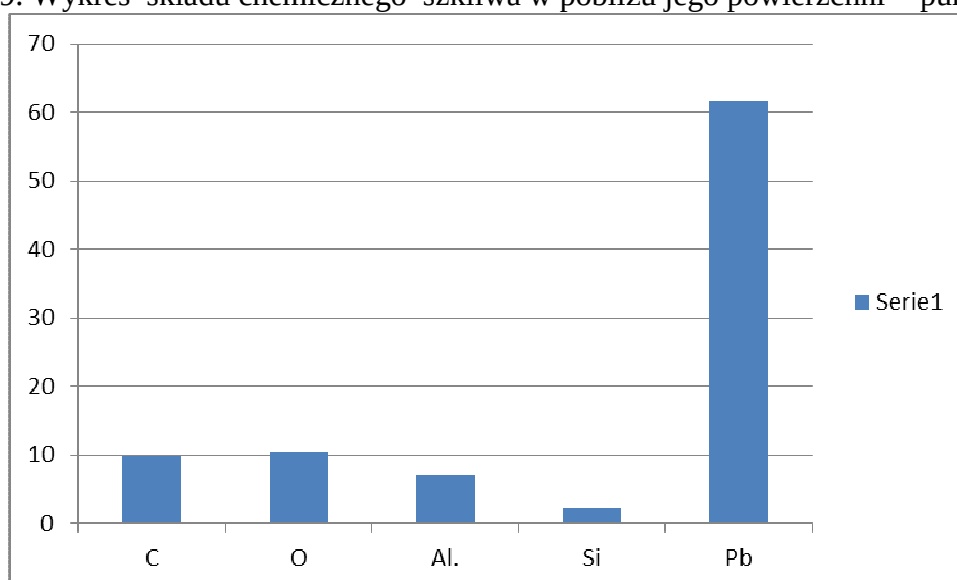
Punkt 1	
Składnik	Zawartość %
C	25,79
O	18,75
Al.	1,02
Si	10,73
Pb	43,71

Próbka 9. Wyniki analizy szkliwa

Punkt 2	
Pierwiastek	Zawartość %
C	9,95
O	10,5
Al.	6,98
Si	2,13
Pb	61,54



Próbka 9. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu jego powierzchni - punkt 1



Próbka 9. Wykres składu chemicznego szkliwa w pobliżu kontaktu z masą ceramiczną j – пункт 2

Posumowanie i wnioski

Wykonane badania pozwoliły na pełną charakterystykę
- z zastosowaniem nowoczesnych metod - kafla reprezentujących różne okresy historyczne.

Wykonano badania zarówno mas ceramicznych jak i szklwa

Masy ceramiczne kafla są pod względem składu mineralnego dwójakiego rodzaju, nie schudzone (próbka 6, 7, 8) oraz masy ceramiczne schudzone piaskiem kwarcowym, tłuczonym kwarcem lub tłuczniem granitowym (próbki 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10).

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

Lokalna produkcja kaflarska reprezentowana jest na pewno przez próbkę 3 w której natrafiono na okruchy krzemieni (prawdopodobnie podkrakowskich)

Ustalenie genezy pozostałych kafla wymaga wykonania badań na większej ilości prób oraz wykonania badań kafla o ustalonej genezie jako pewnego materiału porównawczego.

Stwierdzono, że kafle barwiono związkami Sn, Cu, Co, P, Ca, Si, Al.

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

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

Barwienie szklw wykonywano poprzez malowania pigmentami bezpośrednio masy ceramicznej, podkładu lub dodatek barwnika do szklwa.

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

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

Prezentowane wyniki powinny być traktowane wyłącznie jako dokładna, lecz wstępna charakterystyka mineralogiczno-surowcowa i technologiczna badanych egzemplarzy kafli.

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 nowożytnie 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.
- Pawlik 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 kafli 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.