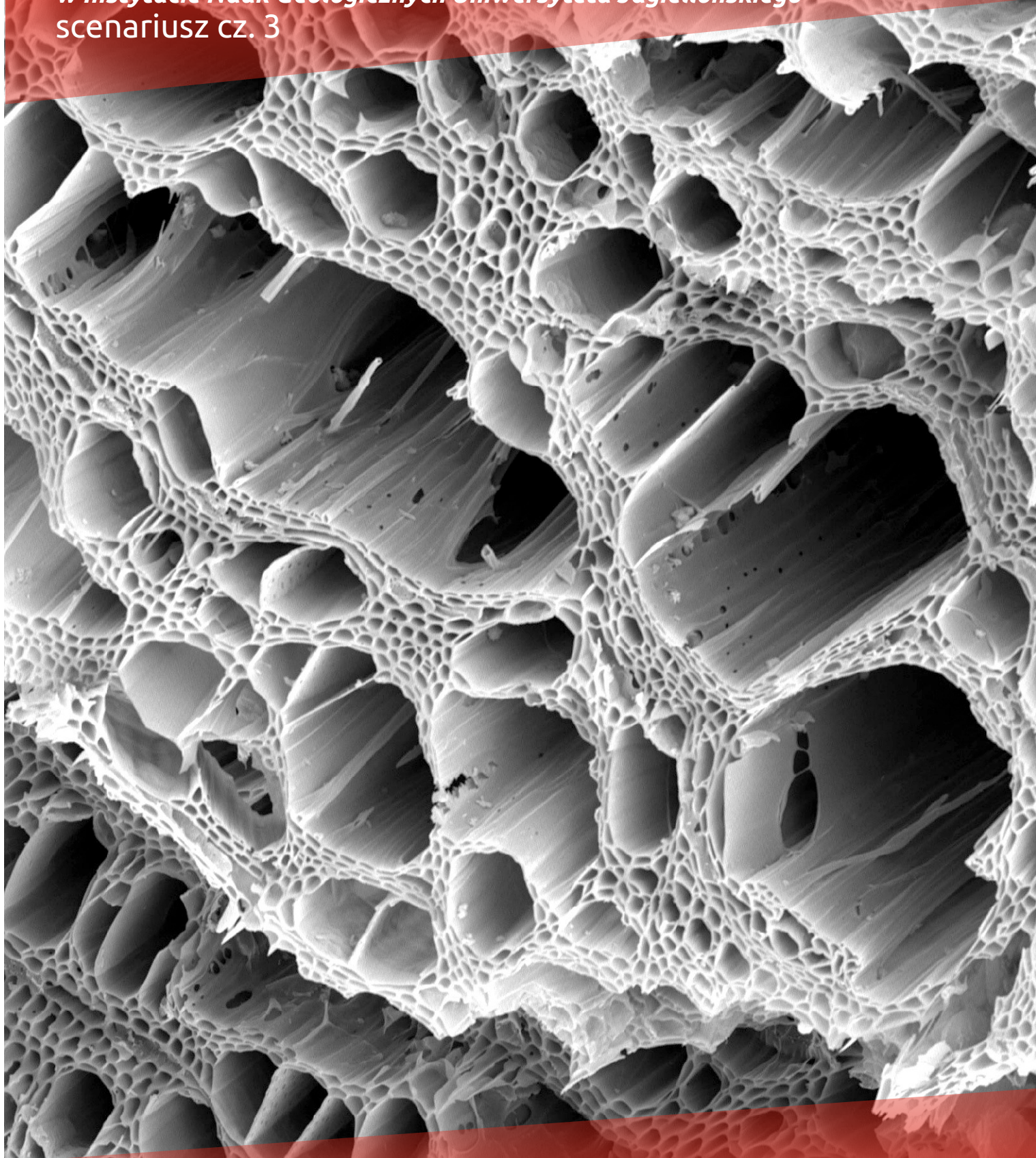


Metody badań geologicznych

Pracownia mikroskopii elektronowej skaningowej i mikroanalizy
w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego
scenariusz cz. 3



Na zdjęciu:
Węgiel drzewny (z popiołu ze spalania drewna)



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita
Polska



UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny





Projekt „PING Program Implementacji Nauk Geologicznych w Szkołach Podstawowych”
jest współfinansowany w ramach Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Społecznego
POWR.03.01.00-00-T015/18



Fundusze Europejskie

Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita Polska



UNIwersytet JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



Unia Europejska

Europejski Fundusz Społeczny

Celem projektu jest nabycie i podniesienie kompetencji w zakresie aktywności zawodowej oraz poszerzenie wiedzy ogólnej z zakresu nauk geologicznych przez uczniów i uczennice podkrakowskich Szkół Podstawowych poprzez uczestnictwo w cyklu interaktywnych warsztatów.

Dofinansowanie projektu z UE: 890 496,70 zł.

Metody badań geologicznych

***Pracownia mikroskopii elektronowej skaningowej i mikroanalizy
w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego
scenariusz cz. 3***

Marek Michalik

**Uniwersytet Jagielloński,
Wydział Geografii i Geologii, Instytut Nauk Geologicznych,
Kraków, ul. Gronostajowa 3a**



Projekt „PING Program Implementacji Nauk Geologicznych w Szkołach Podstawowych” jest współfinansowany w ramach Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Społecznego. POWR.03.01.00-00-T015/18

Imię i nazwisko osoby uczestniczącej w warsztatach:

.....



Pracownia mikroskopii elektronicznej skaningowej i mikroanalizy w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego



Pracownia mikroskopii elektronicznej skaningowej i mikroanalizy w ING UJ

W Pracowni zainstalowany jest w mikroskop elektroniczny skaningowy z emisją polową (Hitachi S-4700) oraz spektrometr dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (firmy NORAN). Wyposażenie mikroskopu jest dość bogate. Najczęściej wykorzystywane są detektory elektronów wtórnych, elektronów wstecznie rozproszonych oraz promieniowania rentgenowskiego.

W Pracowni wykonywane są analizy próbek geologicznych (skały, minerały, skamieniałości, rudy), materiałów biologicznych i medycznych, próbek ceramiki i nowych materiałów, nanomateriałów, aerozoli atmosferycznych, odpadów przemysłowych pod kątem ich wykorzystania lub oceny wpływu na środowisko, obiektów archeologicznych i in.

Mikroskopia elektronowa

Powiększenia

Mikroskopy elektronowe umożliwiają obserwację obiektów przy dużych powiększeniach, wyraźnie większych niż możliwe do osiągnięcia w mikroskopach optycznych. Maksymalne powiększenia uzyskiwane w mikroskopach optycznych są rzędu 1 500 razy. W mikroskopach elektronowych skaningowych uzyskiwane są standardowo powiększenia rzędu 500 000 razy a możliwe do uzyskania są nawet większe (1 000 000 - 2 000 000 razy). W mikroskopach elektronowych transmisyjnych możliwe jest uzyskiwanie powiększeń przekraczających 50 000 000 razy.

Uzyskiwanie tak dużych powiększeń jest możliwe dzięki temu, że w mikroskopach elektronowych zamiast światła widzialnego wykorzystuje się wiązkę elektronów. Długość fali poruszającego się elektronu jest znacznie mniejsza od długości fali światła widzialnego.

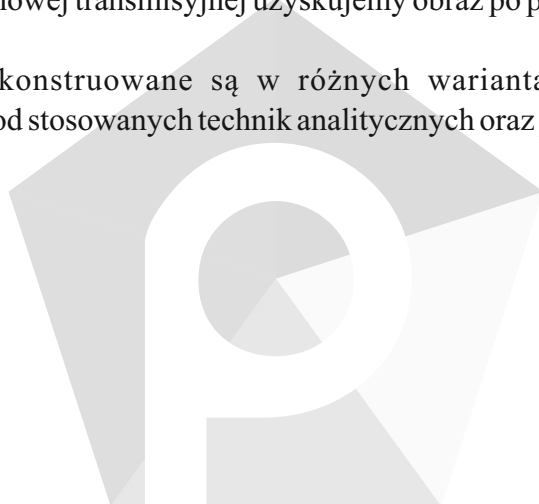
Mikroskopy elektronowe

Istnieją dwa zasadnicze typy mikroskopów elektronowych: mikroskopy elektronowe skaningowe (SEM, scanning electron microscope) i transmisyjne (TEM, transmission electron microscope).

W mikroskopii elektronowej skaningowej obraz uzyskujemy z powierzchni próbki po zeskanowaniu jej przez wiązkę elektronów.

W technice mikroskopii elektronowej transmisyjnej uzyskujemy obraz po przejściu wiązki elektronów przez próbkę.

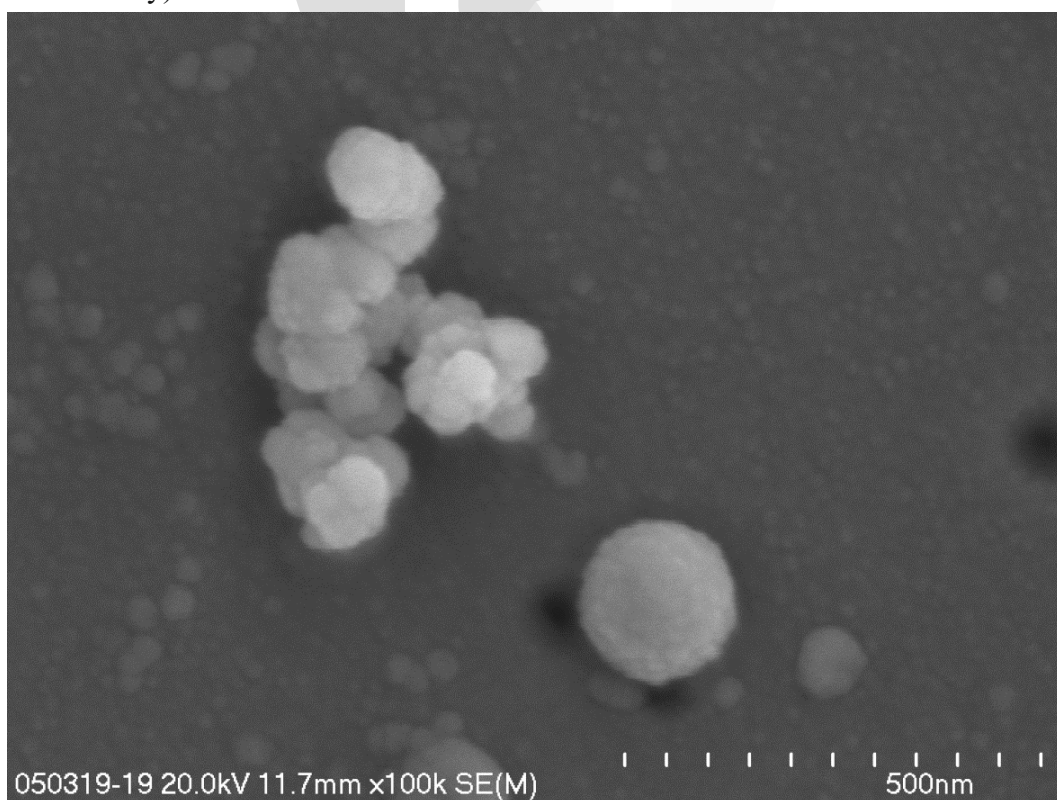
Mikroskopy obu rodzajów konstruowane są w różnych wariantach i mogą być wyposażone w różne detektory w zależności od stosowanych technik analitycznych oraz przeznaczenia.



W analizie morfologii próbek wykorzystujemy najczęściej sygnał elektronów wtórnych. Są to elektrony o niskiej energii. Emisja elektronów wtórnych ma miejsce z najbardziej zewnętrznej części próbki dzięki czemu mogą być wykorzystane w obrazowaniu morfologii.

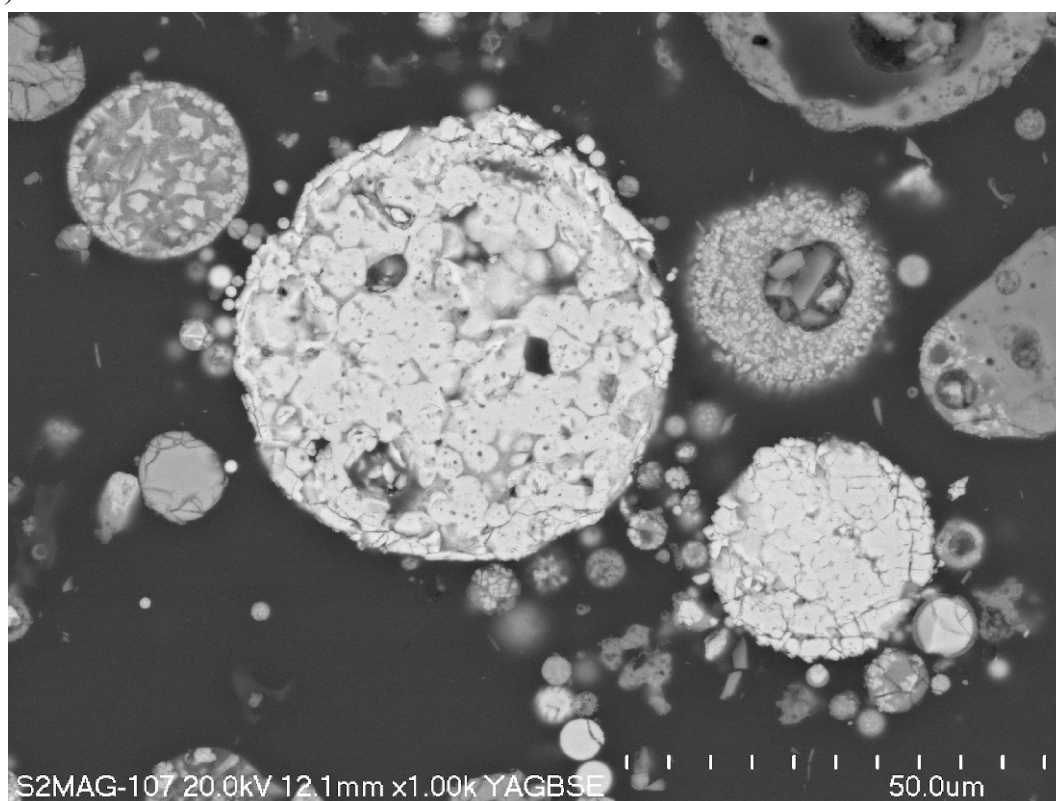


Obraz uzyskany z wykorzystaniem elektronów wtórnych (wierzająca powierzchnia płyty eternitowej, powiększenie 5 000 razy)

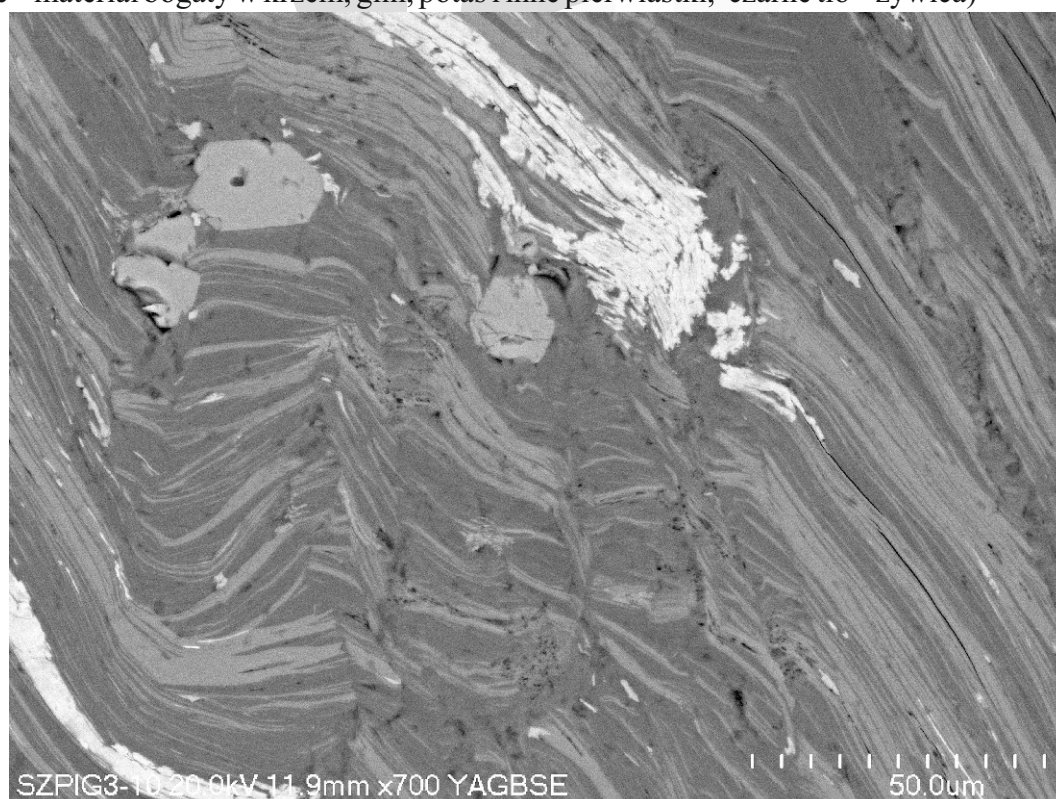


Obraz uzyskany z wykorzystaniem elektronów wtórnych (pył zanieczyszczający powietrze w Krakowie, powiększenie 100 000 razy)

Sygnal elektronów wstecznie rozproszonych pozwala na uzyskanie informacji o zróżnicowaniu składu chemicznego próbki (intensywność zależy od średniej wartości liczby atomowej pierwiastków budujących dany obiekt).

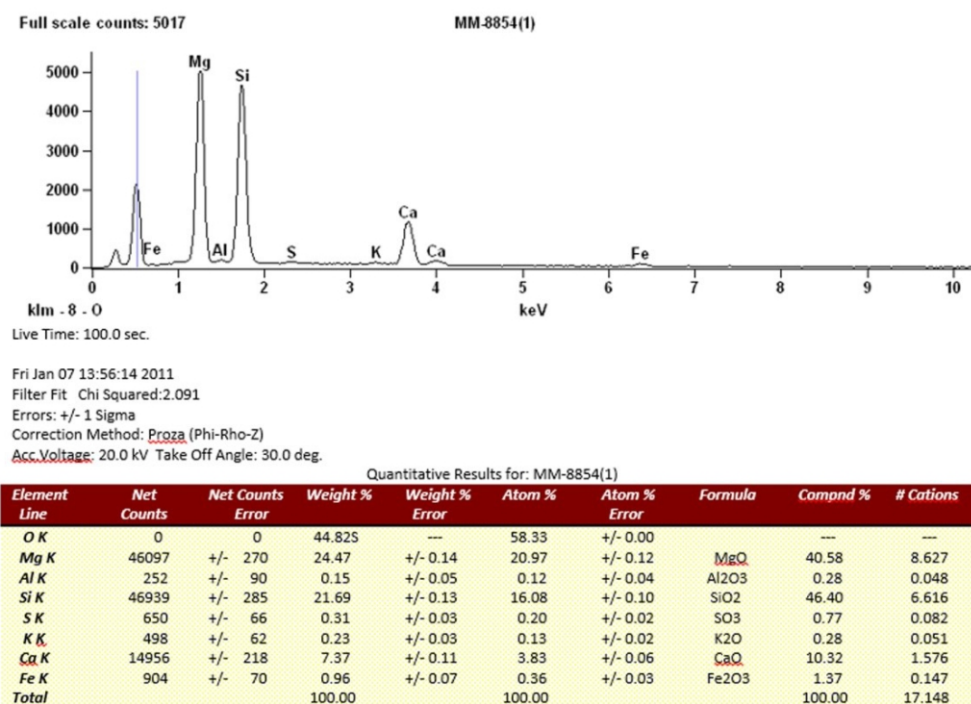


Obraz polerowanej powierzchni próbki uzyskany z wykorzystaniem sygnału elektronów wstecznie rozproszonych (popiół lotny z elektrowni opalanej węglem; jasne pola – materiał bogaty w żelazo, ciemniejsze – materiał bogaty w krzem, glin, potas i inne pierwiastki, czarne tło – żywica)



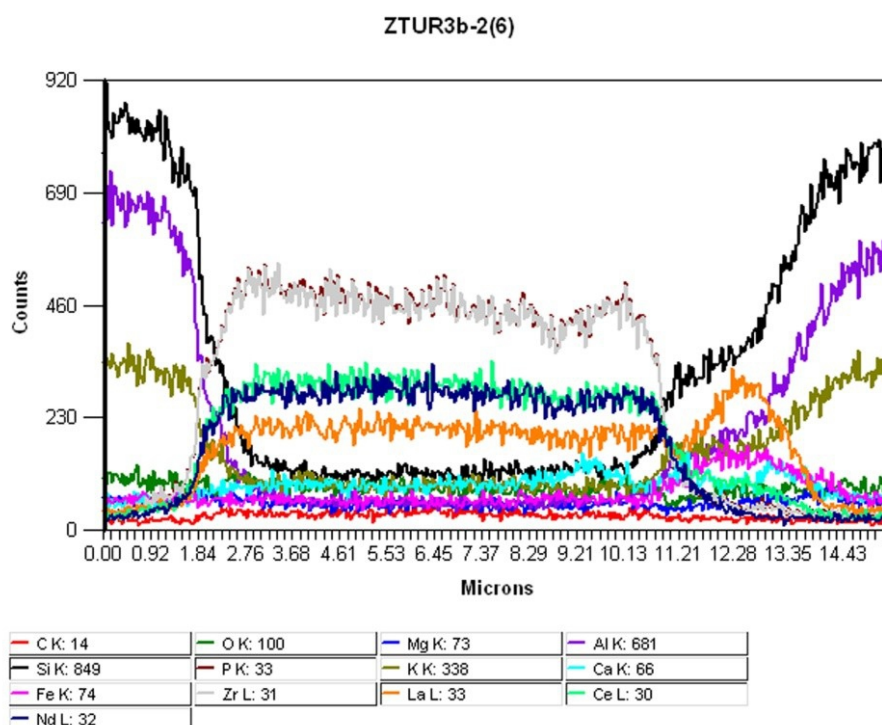
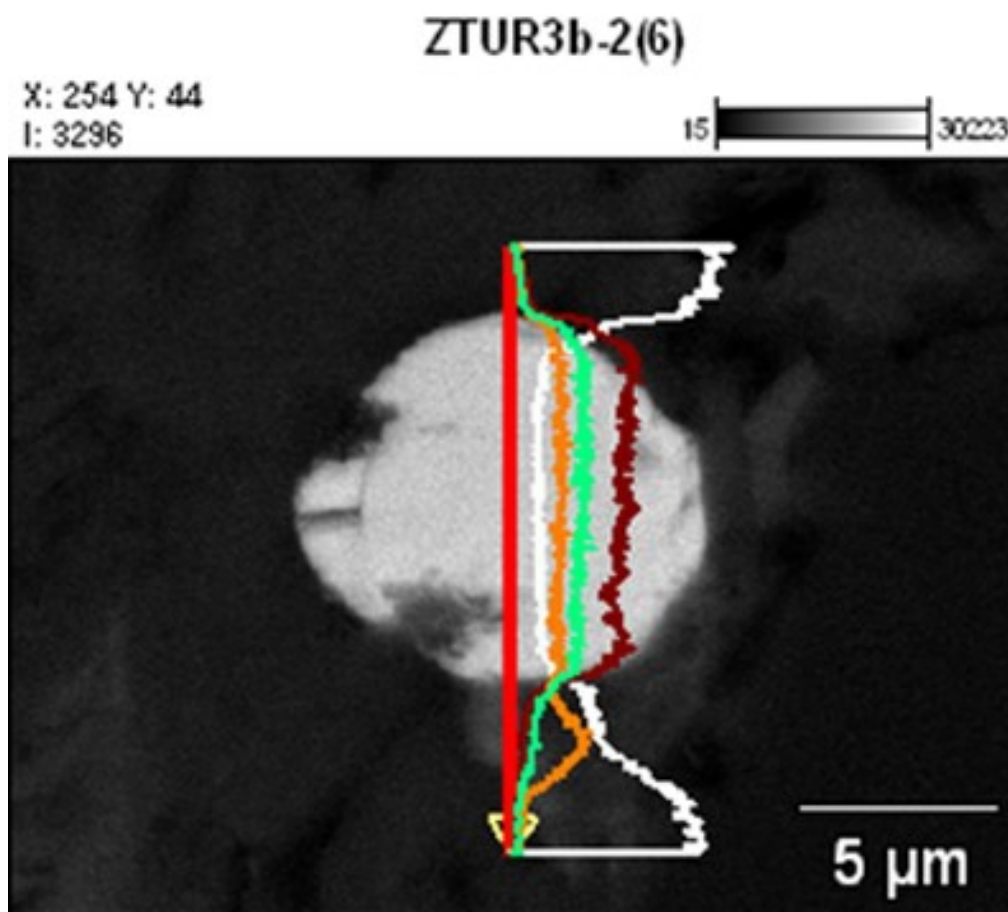
Obraz polerowanej powierzchni próbki uzyskany z wykorzystaniem sygnału elektronów wstecznie rozproszonych (granit tatrzański; zafałdowany biotyt częściowo schlorytizowany – jasne i ciemne laminki – przerosty biotytu i chlorytu; izometryczne szare kryształy – apatyt, skupienia jasnych laminek – rutyl (tlenek tytanu))

W analizie składu chemicznego próbki wykorzystuje się promieniowanie rentgenowskie charakterystyczne powstałe w zewnętrznej części próbki (z reguły kilka mikronów) na skutek oddziaływania wiązki elektronów. Wykonujemy analizy koncentracji pierwiastków „punktowe” (tj. z bardzo małych powierzchni), analizy rozkładu koncentracji wzdłuż linii oraz powierzchni.

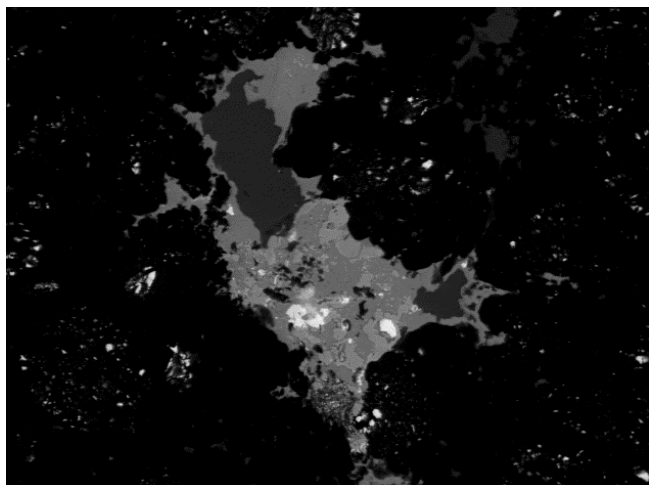


Przykład raportu z analizy „punktowej” składu chemicznego. U góry – widmo EDS (dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego); poniżej widma dane na temat warunków analizy; u dołu tabela z wynikami zawierająca w kolejnych kolumnach (od lewej): informacje na temat zidentyfikowanych pierwiastków, liczby zliczeń impulsów, błąd zliczania, udział pierwiastków w procentach wagowych, błąd określenia udziału, udział pierwiastków w procentach atomowych, błąd określenia udziału, przeliczenie wyniku analizy na udziały tlenków (tlen dobrany według stechiometrii), ostatnia kolumna – udział kationów w przeliczeniu na 24 atomy tlenu).

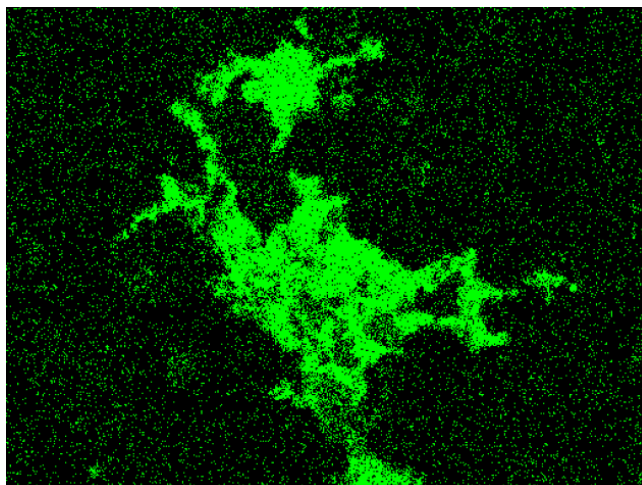
Sposób sporządzania raportu i zakres danych możemy dobierać zależnie od potrzeb.



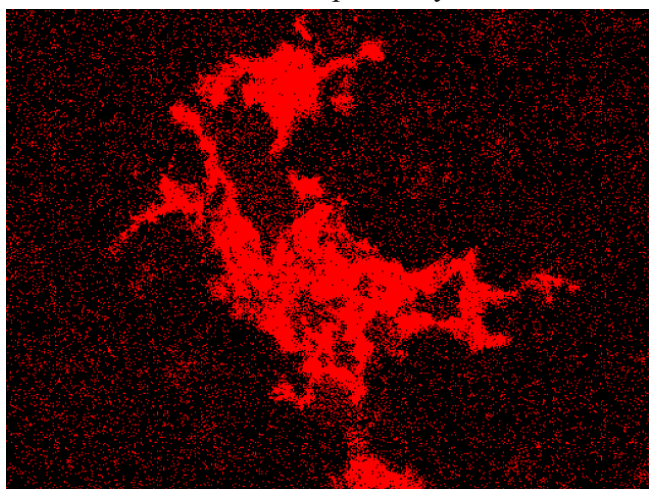
Przykład analizy rozkładu liniowego pierwiastków; u góry wykresy różnicowania koncentracji wybranych pierwiastków wzdłuż linii przekroju nałożone na obraz mikroskopowy; u dołu – wykresy różnicowania koncentracji pierwiastków wzdłuż powyższej linii przekroju (dla większej liczby pierwiastków).



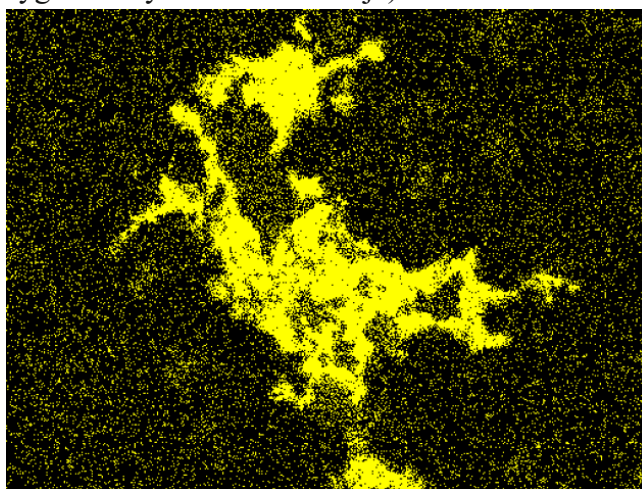
Obraz z wykorzystaniem sygnału
elektronów wstecznie rozproszonych



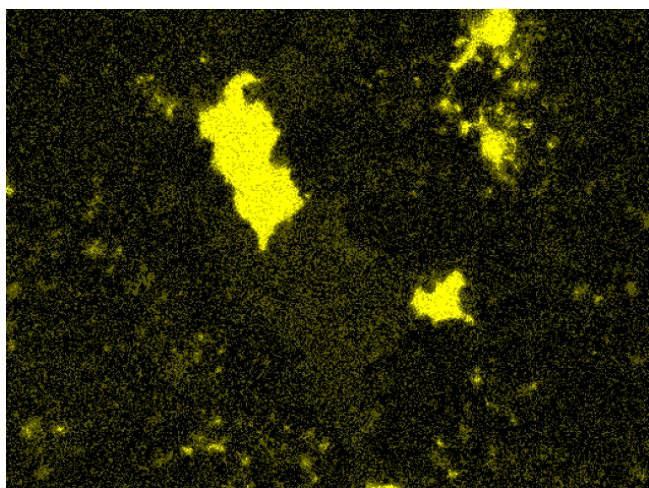
Rozkład koncentracji miedzi (jaśniejszy
sygnał – wyższa koncentracja)



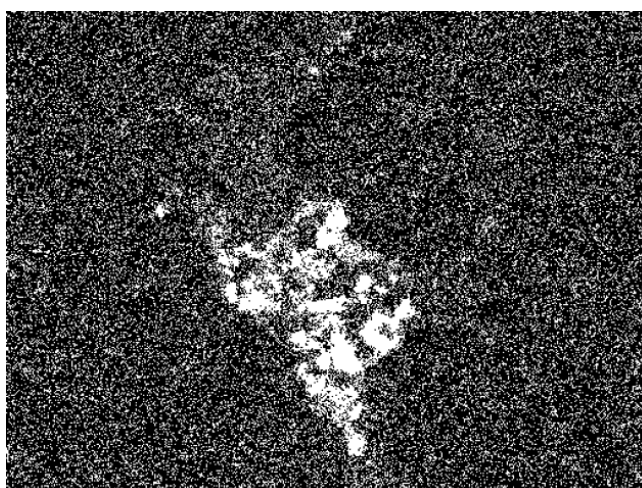
Rozkład koncentracji żelaza



Rozkład koncentracji niklu



Rozkład koncentracji wapnia



Rozkład koncentracji krzemu

Przykład analizy rozkładu powierzchniowego pierwiastków (dla porównania u góry, po lewej stronie obraz pola, w którym analizowano rozkład powierzchniowy).