

# **Przykłady wykorzystania mikroskopii elektronowej w poszukiwaniach ropy naftowej i gazu ziemnego**



mgr inż. Katarzyna Kasprzyk

# Mikroskop skaningowy

- Pierwszy mikroskop elektronowy transmisyjny powstał w 1931r
- Dalsze prace badawcze i udoskonalenia doprowadziły do skonstruowania skaningowego mikroskopu elektronowego, gdzie w jednym urządzeniu połączono takie cechy jak duża rozdzielczość i duża głębia ostrości oglądanych obrazów
- Pierwszy mikroskop skaningowy (SEM) powstał 1965r, a 1966r została uruchomiona seryjna produkcja (JEOL)

# Mikroskop skaningowy w CMR



Mikroskop elektronowy skaningowy JSM 6300

# Zasada działania SEM

- Elektrony emitowane z katody (rozżarzone włókno wolframowe), są przyśpieszone napięciem od kilku do kilkudziesięciu kV (5-30kV)
- Wiązka ta jest dokładnie zogniskowana przy pomocy kondensatorów i soczewki obiektywowej i dochodzi do próbki jako zogniskowana wiązka o średnicy od kilku Å do kilku  $\mu\text{m}$ .

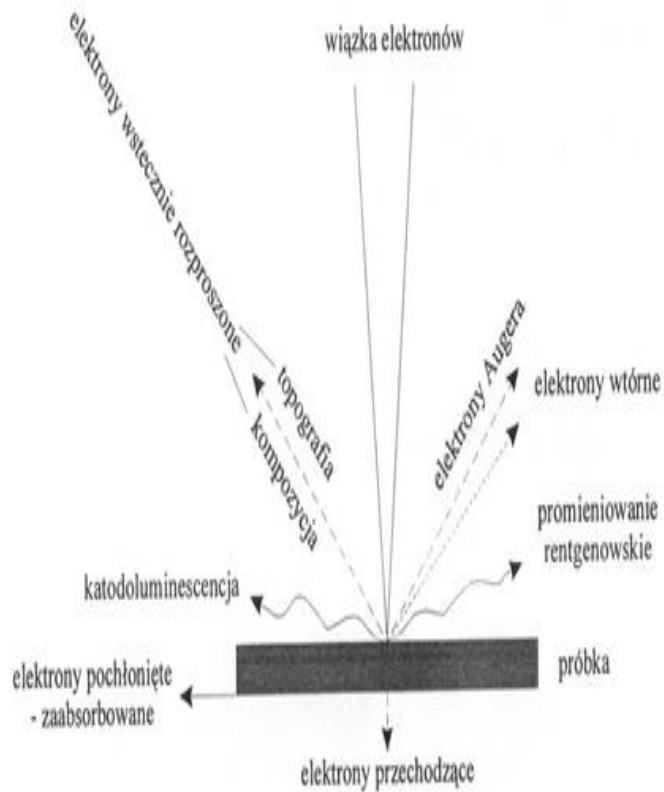
$$\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$$

$$\text{Å} = 10^{-10}\text{m}$$



# Zasada działania SEM c.d.

- Badana próbka jest bombardowana wiązką elektronów o energiach najczęściej w zakresie od 5 – 30kV, czego efektem jest emisja całego szeregu różnych sygnałów, m.in. elektronów wtórnych



# Zasada działania mikroskopu SEM c.d.

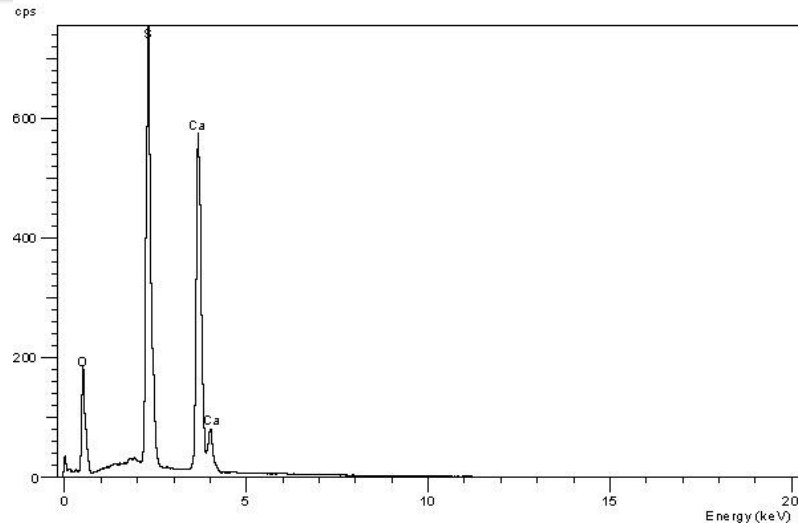
Pole magnetyczne cewki skanującej przesuwając zogniskowaną wiązkę elektronów po próbce przesuwając ją „od punktu do punktu” po całej powierzchni skanowania, w pełnej synchronizacji z wiązką elektronów w monitorze mikroskopu. W efekcie działania wysokoenergetycznej wiązki elektronów wysyłanej przez katodę, z powierzchni próbki emitowane są elektrony wtórne, które niosą informacje o dokładnej, przestrzennej topografii powierzchni próbki. Skanowany obszar powierzchni próbki wyświetlany jest na ekranie monitora mikroskopu SEM.



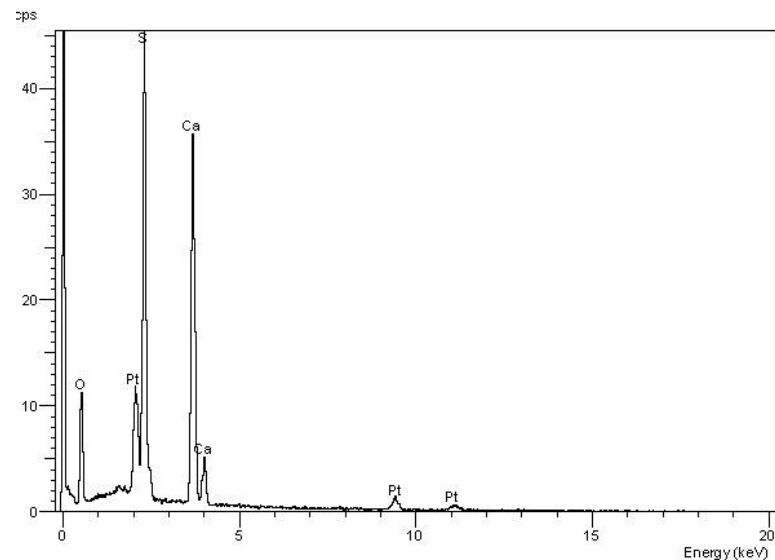
Monitory mikroskopu na których rejestrowany jest obraz

# Mikrosonda EDS

- Mikroskop SEM jest sprzężony z mikroanalizatorem rentgenowskim EDS
- Dzięki sondzie EDS może badać skład pierwiastkowy nawet najdrobniejszych faz mineralnych
- Na analizach z przełamów widoczne są piki PLATYNY (Pt), są to artefakty, które są wynikiem napylenia próbki platyną
- Próbka jest napylna platyną, aby zapewnić przewodność dla elektronów, które „bombardują” skałę



Analiza EDS płytki cienkiej



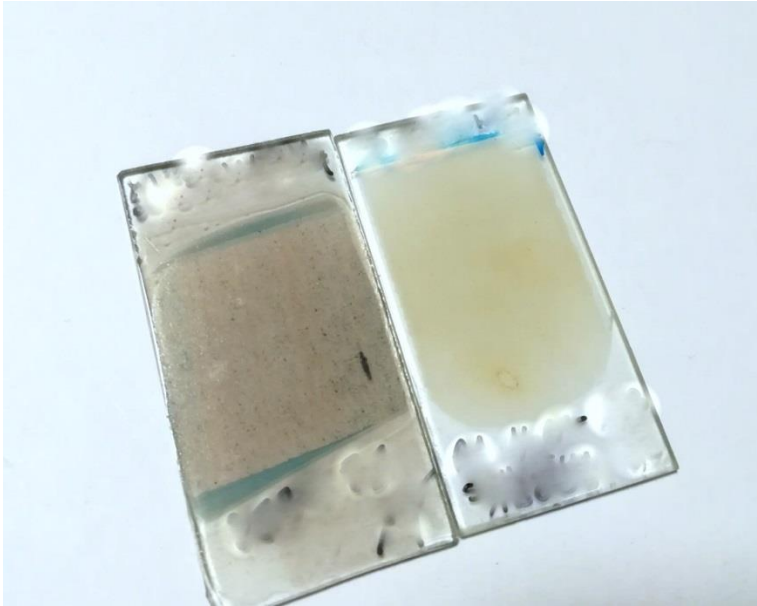
Analiza EDS przełam

# Przygotowanie próbki (przełamu) do badań w SEM



- Wytypowanie próbki do badań
- Suszenie próbki
- Naklejenie na postumencie
- Oczyszczenie z ewentualnych zanieczyszczeń (okruszków)
- Napylenie warstwą przewodzącą (platyna)

# Analiza petrograficzna płytki cienkiej i przełamu



Po lewej szlif napyłony grafitem

- Skład mineralny (pierwiastkowy)
- Rozkład pierwiastków na powierzchni szlif (mapping)



Próbki skał napyłone platyną

- Skład mineralny (pierwiastkowy)
- Wielkość ziaren
- Kształt (pokrój) i stopień upakowania ziaren
- Kontakt między ziarnami
- Sposób ułożenia i rozmieszczenia ziaren
- Charakterystyka przestrzeni porowej (wypełnienie, puste przestrzenie, mikroszczeliny)

# Skąły zbiornikowe z różnych regionów Polski



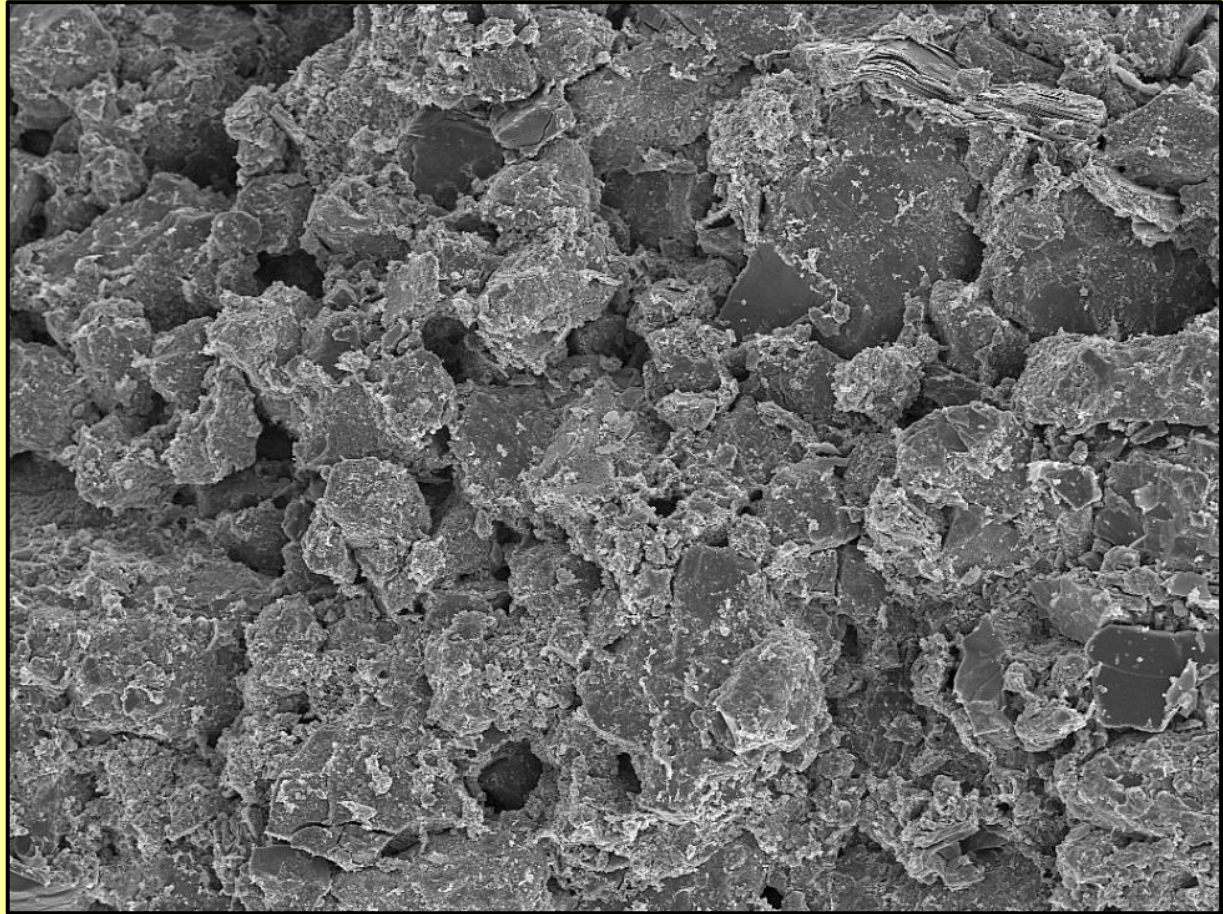
- **MAŁOPOLSKA PROWINCJA NAFTOWA** (głównie miocen, utwory piaszczyste kredy dolnej oraz węglanowe utwory jury)
- **LUBELSKA PROWINCJA NAFTOWA** (głównie węglanowe utwory dewonu i klastyczne osady karbońskie)
- **GDAŃSKA PROWINCJA NAFTOWA** (głównie kambr)
- **POMORSKA PROWINCJA NAFTOWA** (głównie osady dewońsko – karbońskie oraz permskie)
- **WIELKOPOLSKA PROWINCJA NAFTOWA** (perm – czerwony spągowiec i cechsztyńskie, węglanowe utwory dolomitu głównego)



# MIOCEN



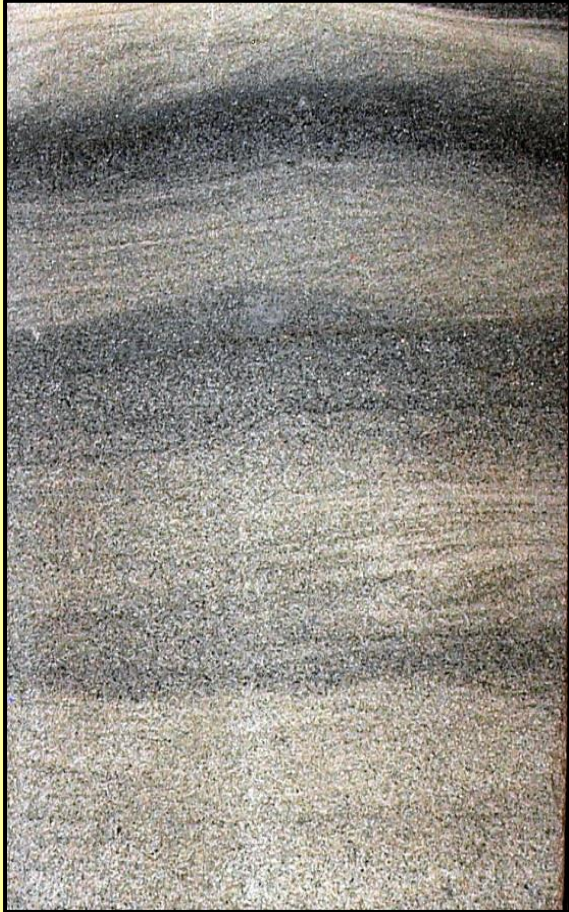
**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



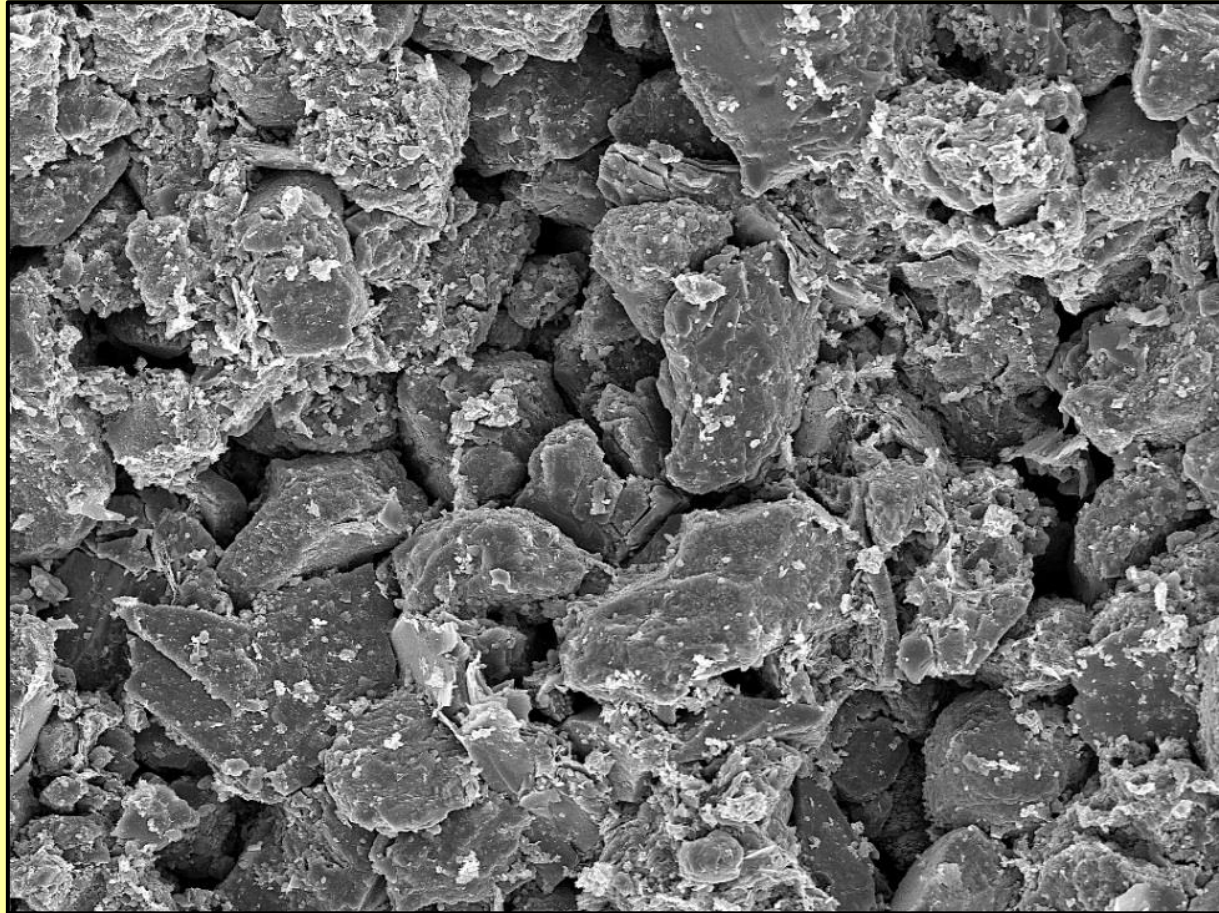
**Foto SEM wykonane z piaskowca  
mioceńskiego (pow.120x)**



# MIOCEN



**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



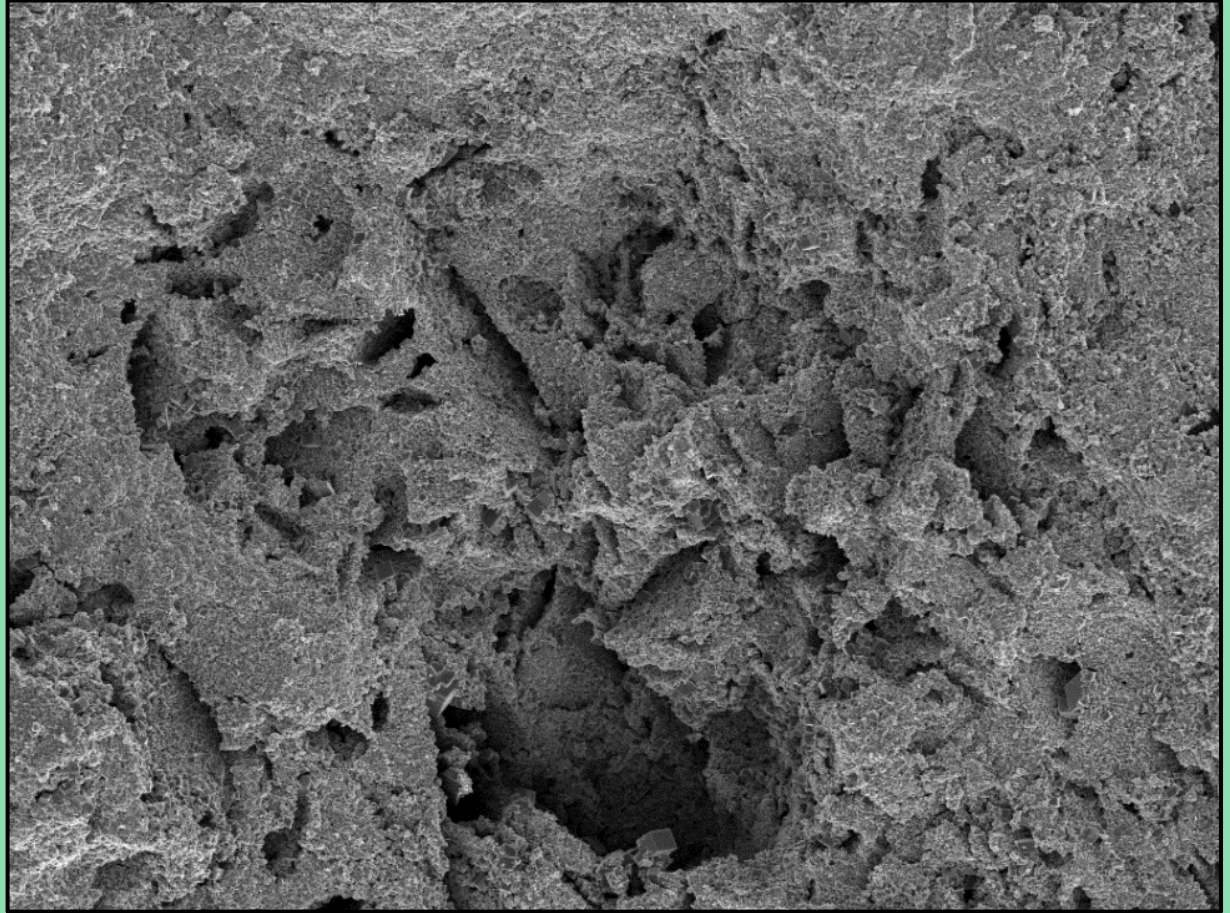
**Foto SEM piaskowca miocenińskiego  
(pow.250x)**



# KREDA



**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



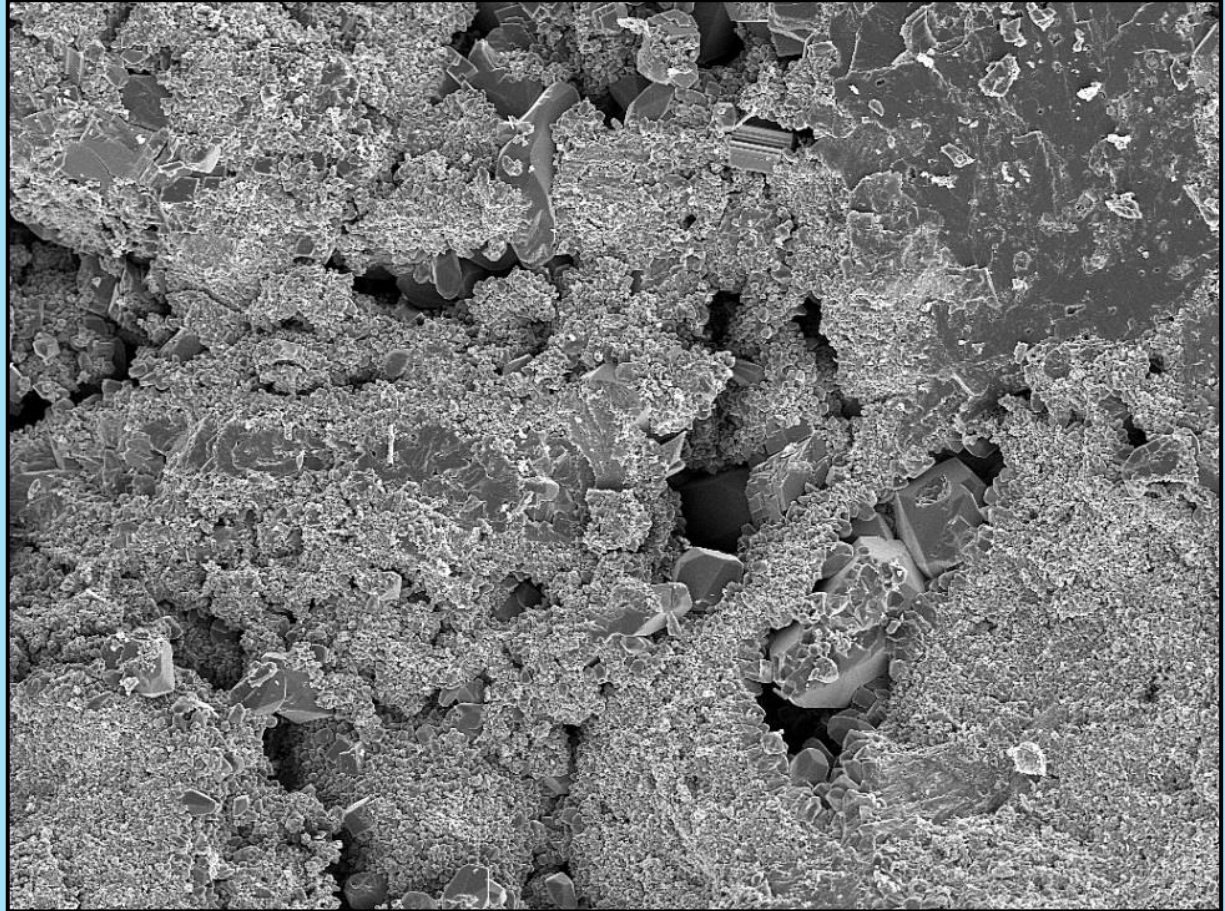
**Foto SEM węglanu (dolomit )  
(pow.85x)**



# JURA



**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



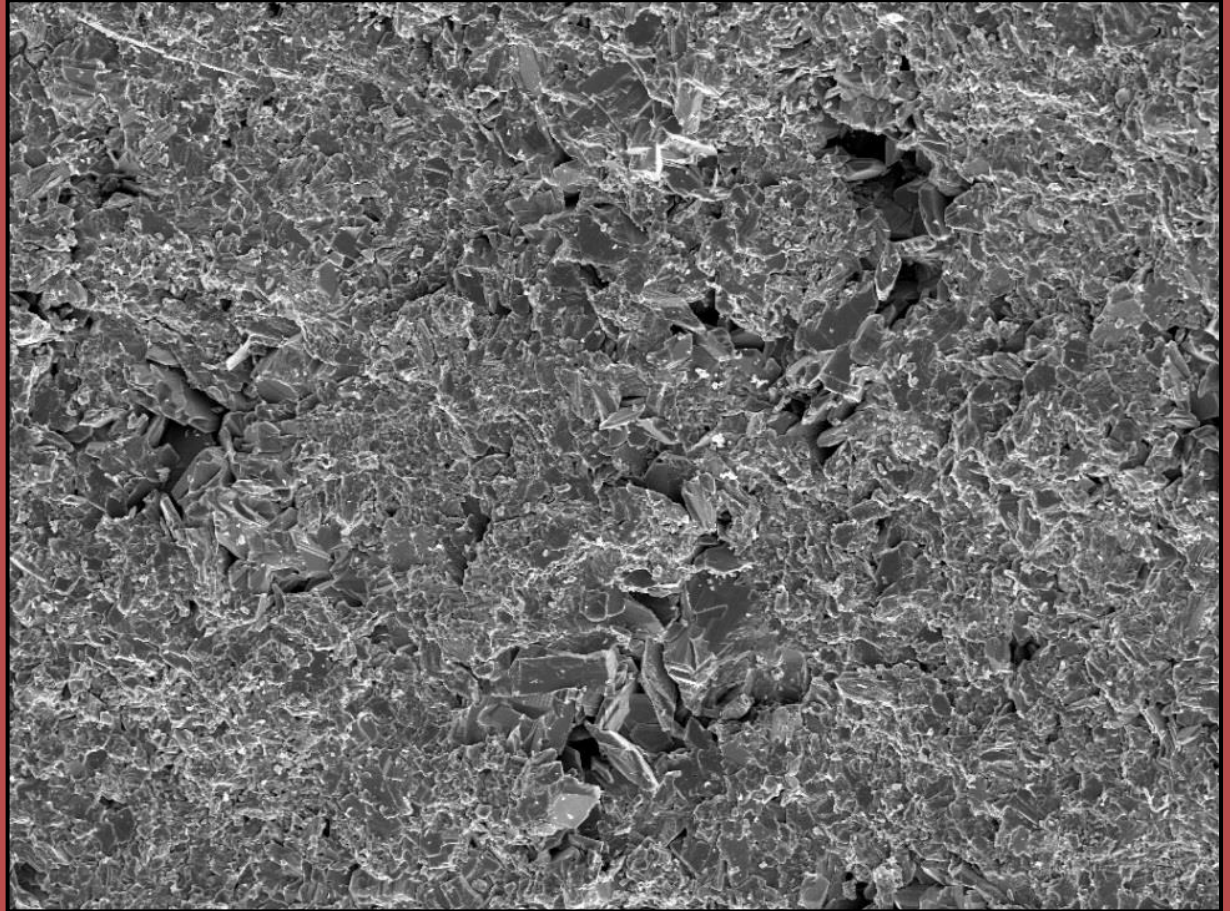
**Foto SEM węglanu (wapień)  
(pow.100x)**



# PERM



**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



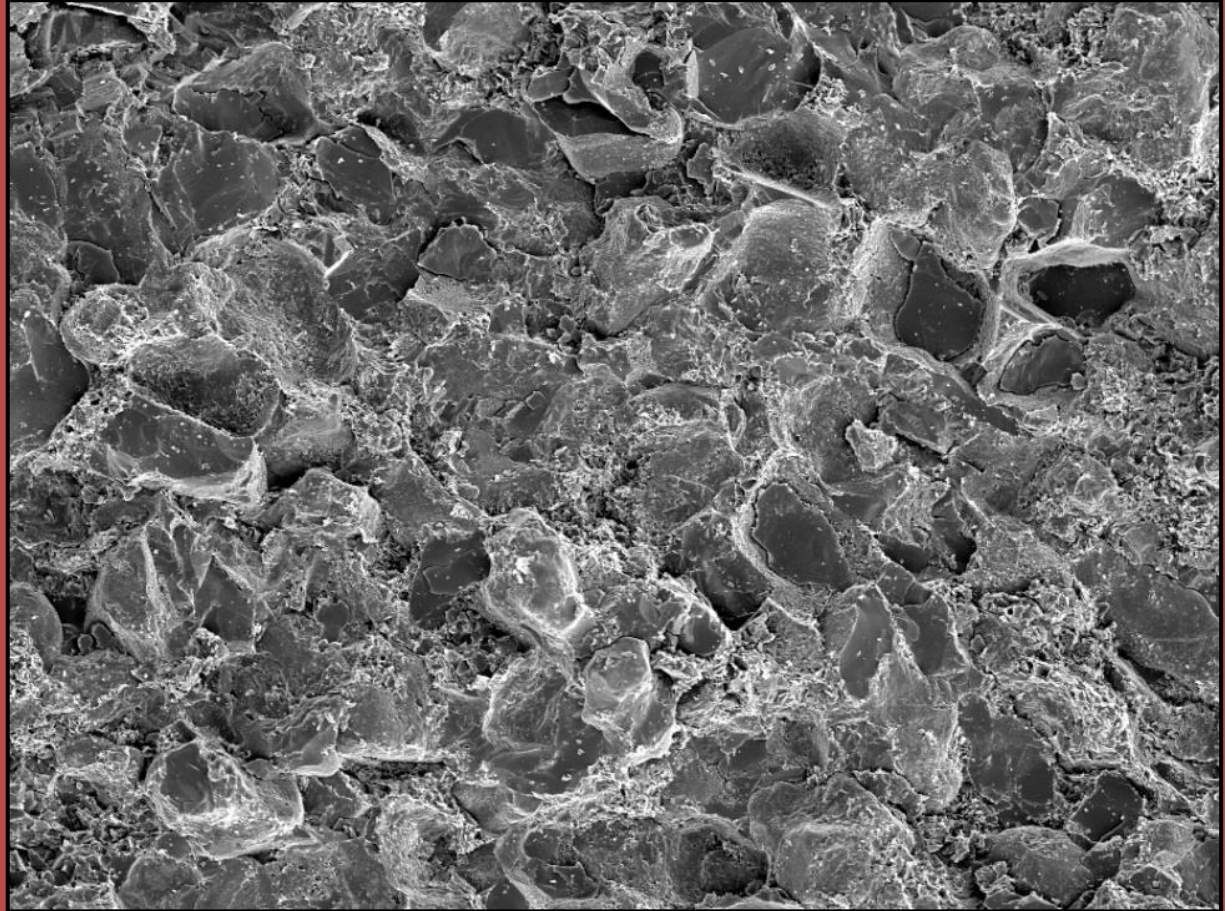
**Foto SEM dolomit główny  
(pow.100x)**



# PERM



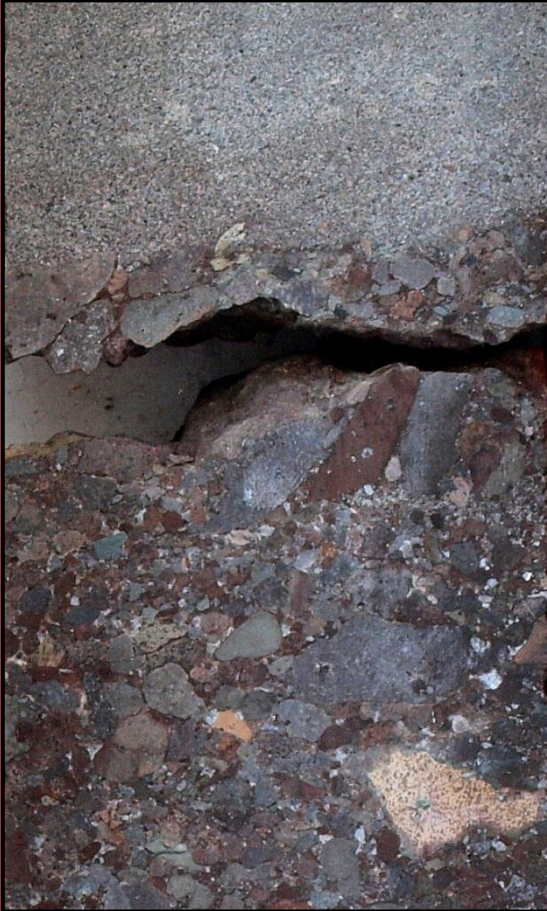
**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



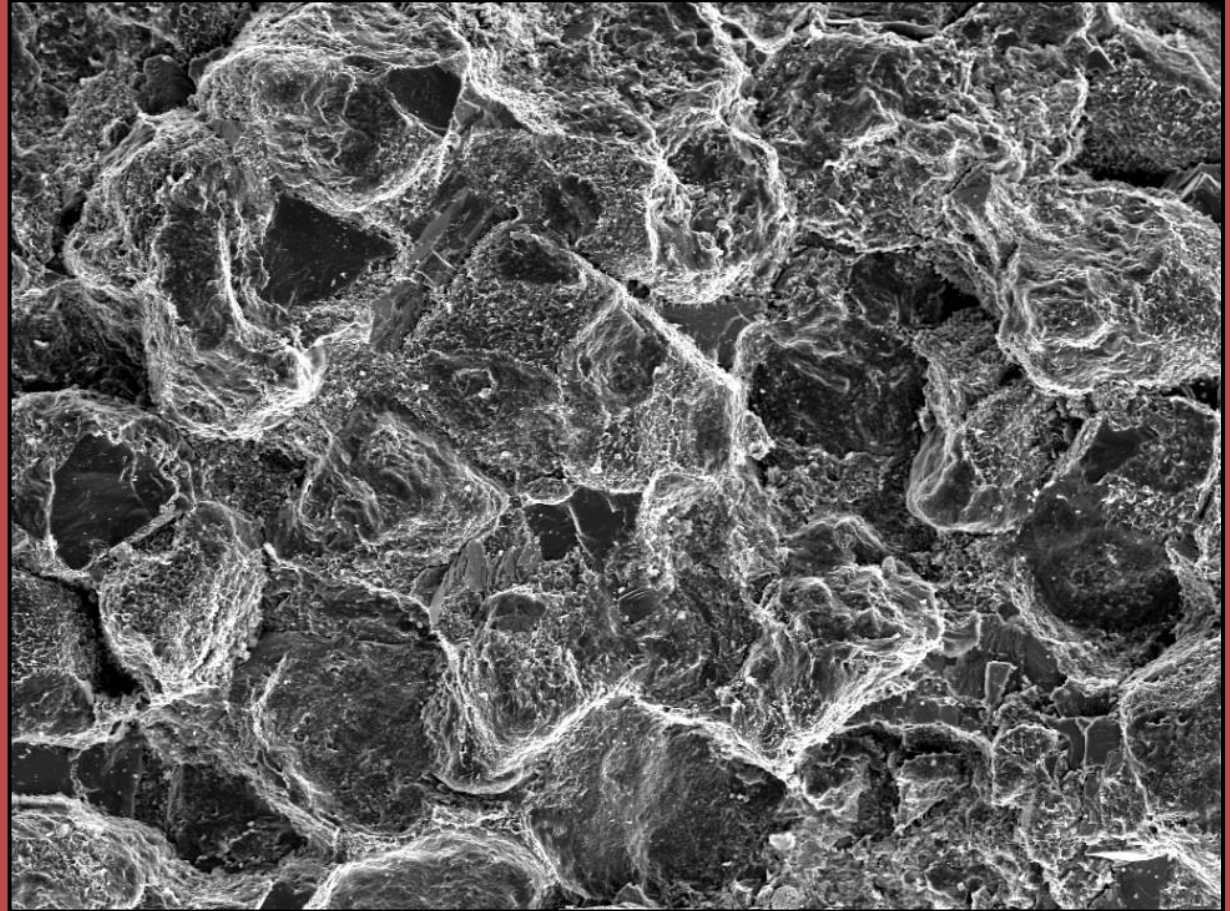
**Foto SEM czerwony spągowiec  
(pow.80x)**



# PERM



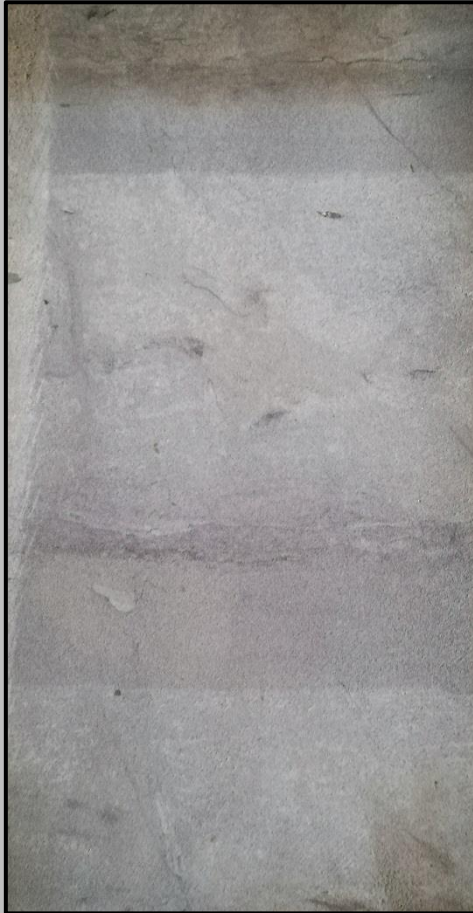
**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



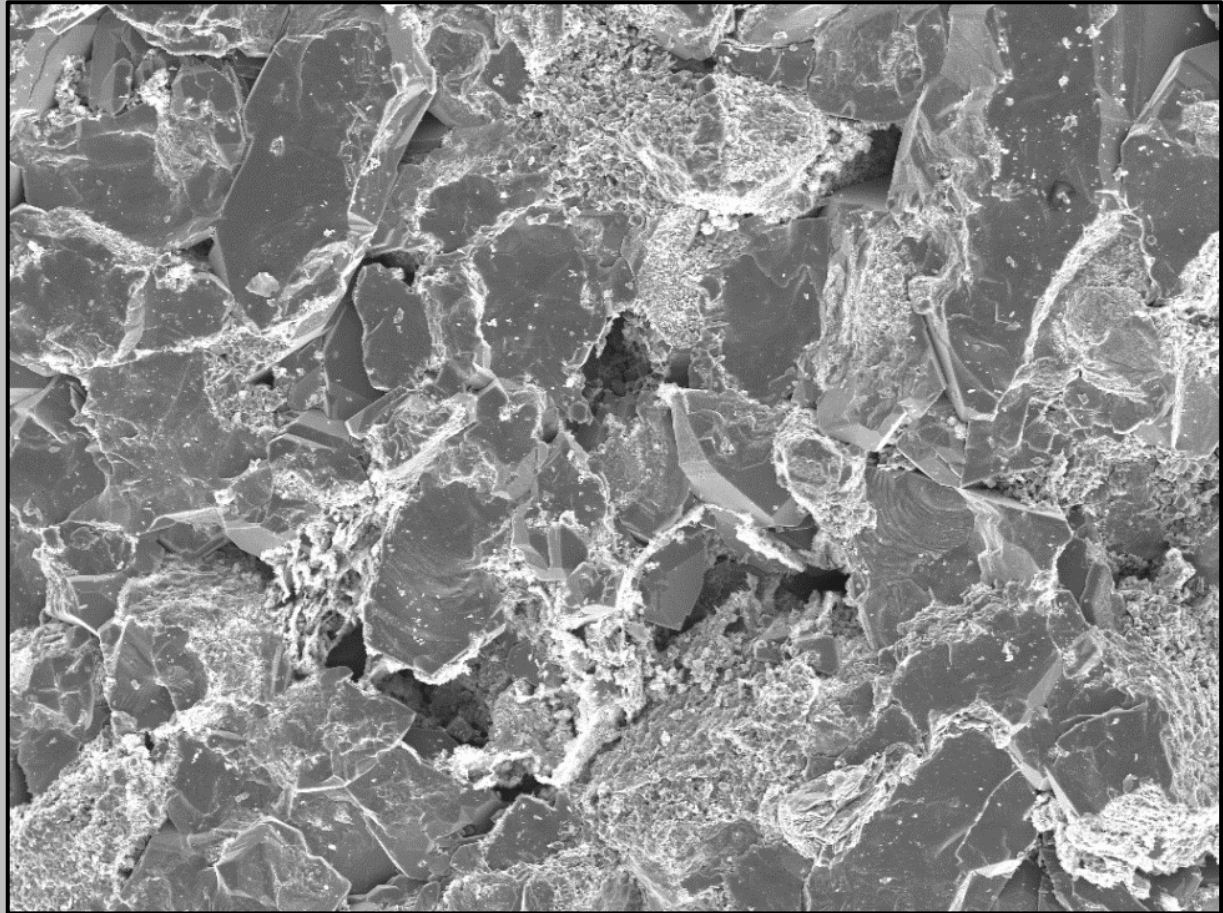
**Foto SEM czerwony spągowiec  
(pow.100x)**



# KARBON



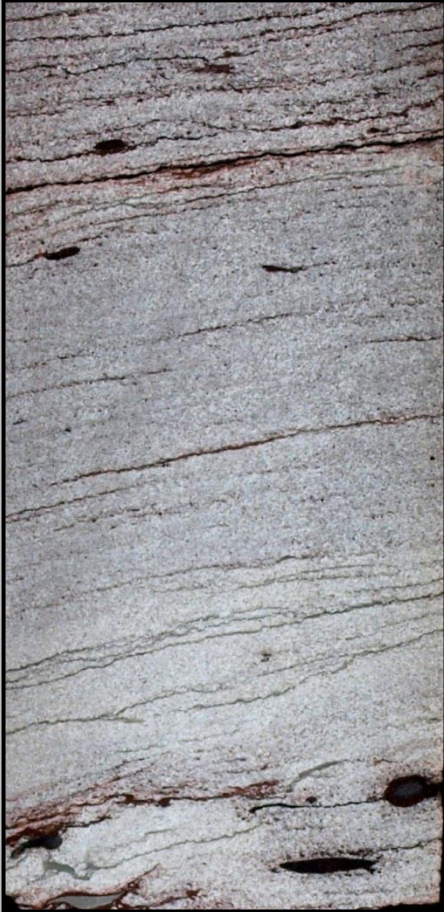
**Fragment rdzenia  
wiertniczego**



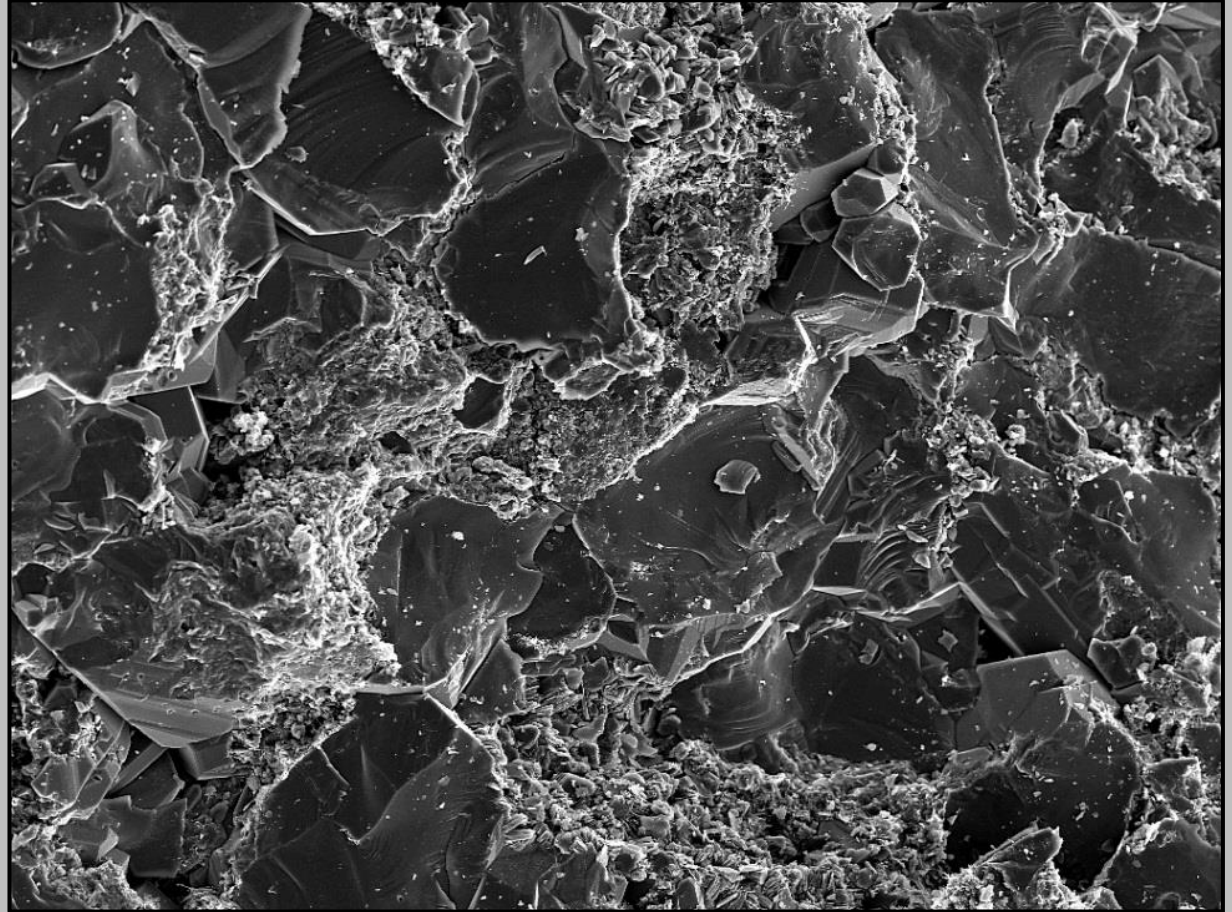
**Foto SEM piaskowiec karboński  
(pow.100x)**



# KARBON



**Fragment rdzenia  
wiertniczego**

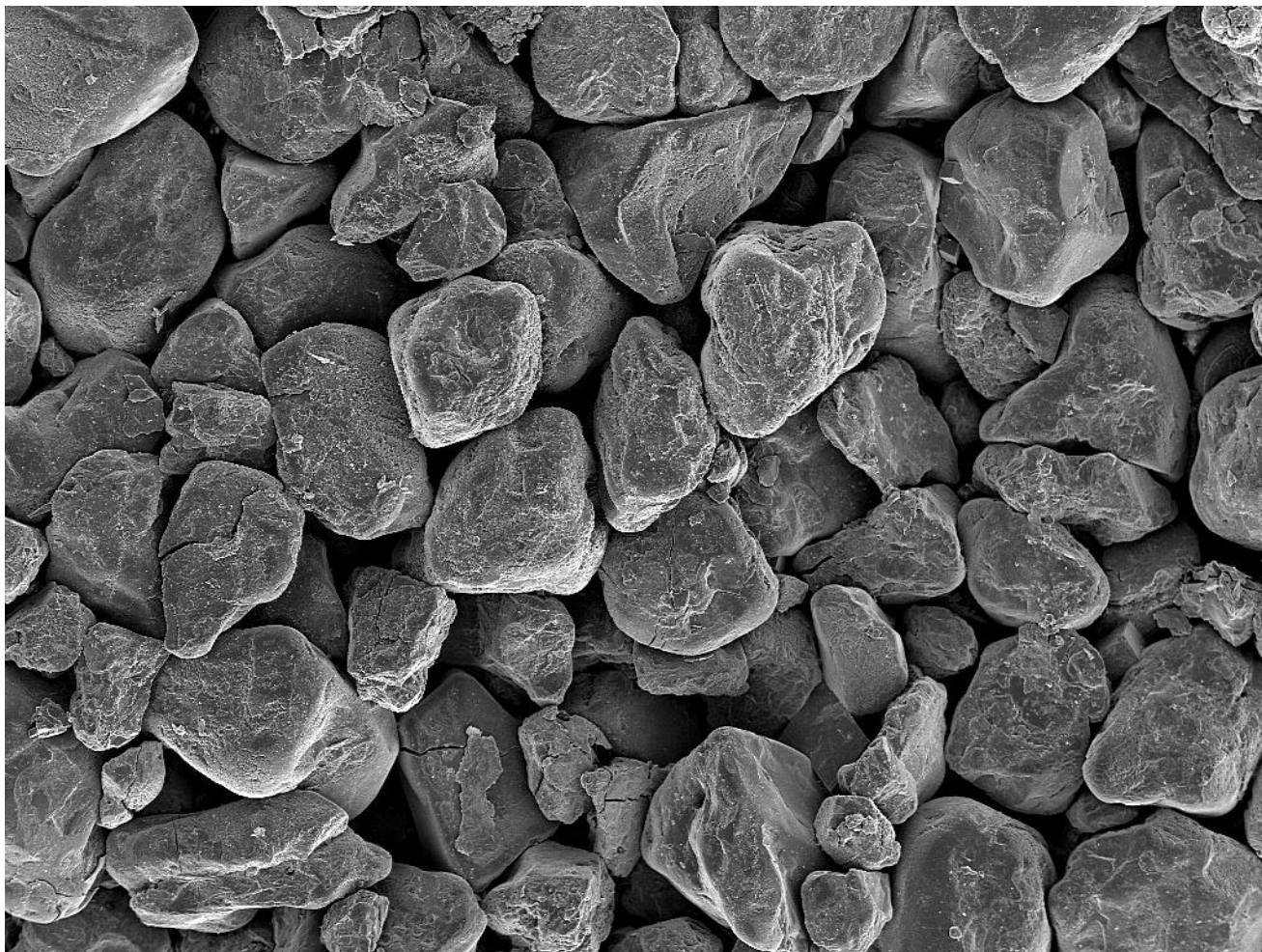


**Foto SEM piaskowiec karboński  
(pow.170x)**

# Przegląd skał i minerałów

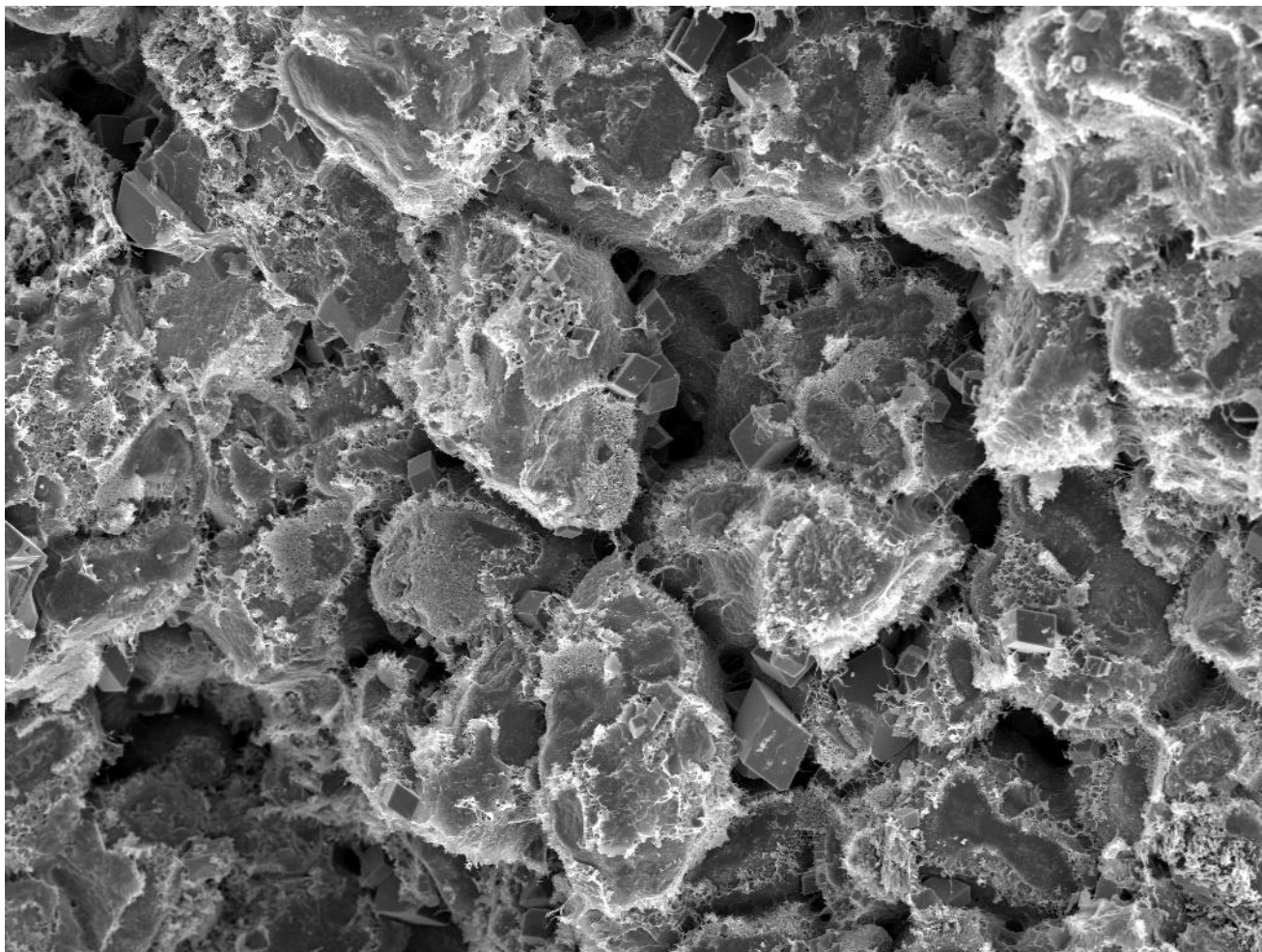


# Piaskowce



Pow.37x

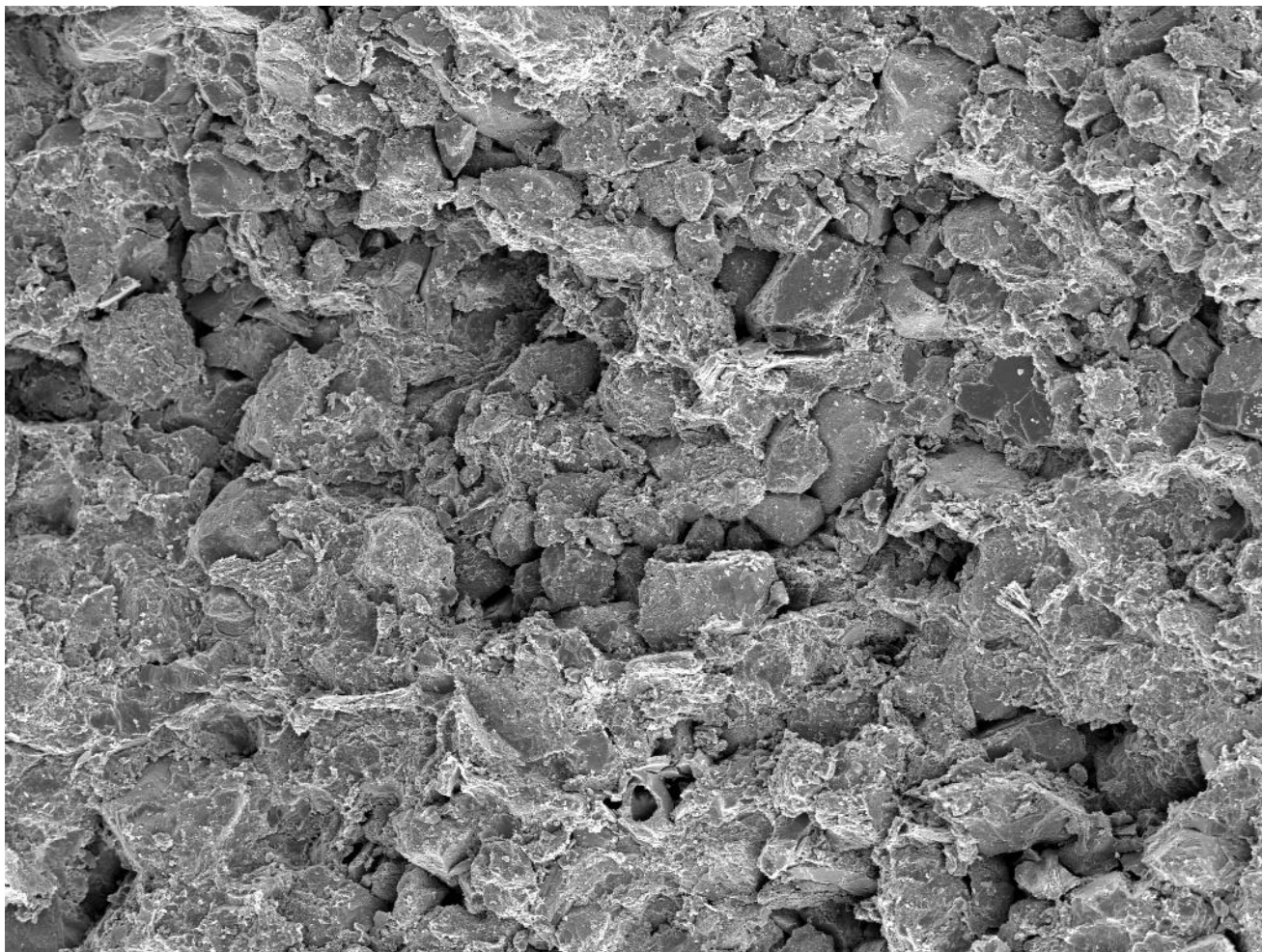
# Piaskowce



Pow.120x



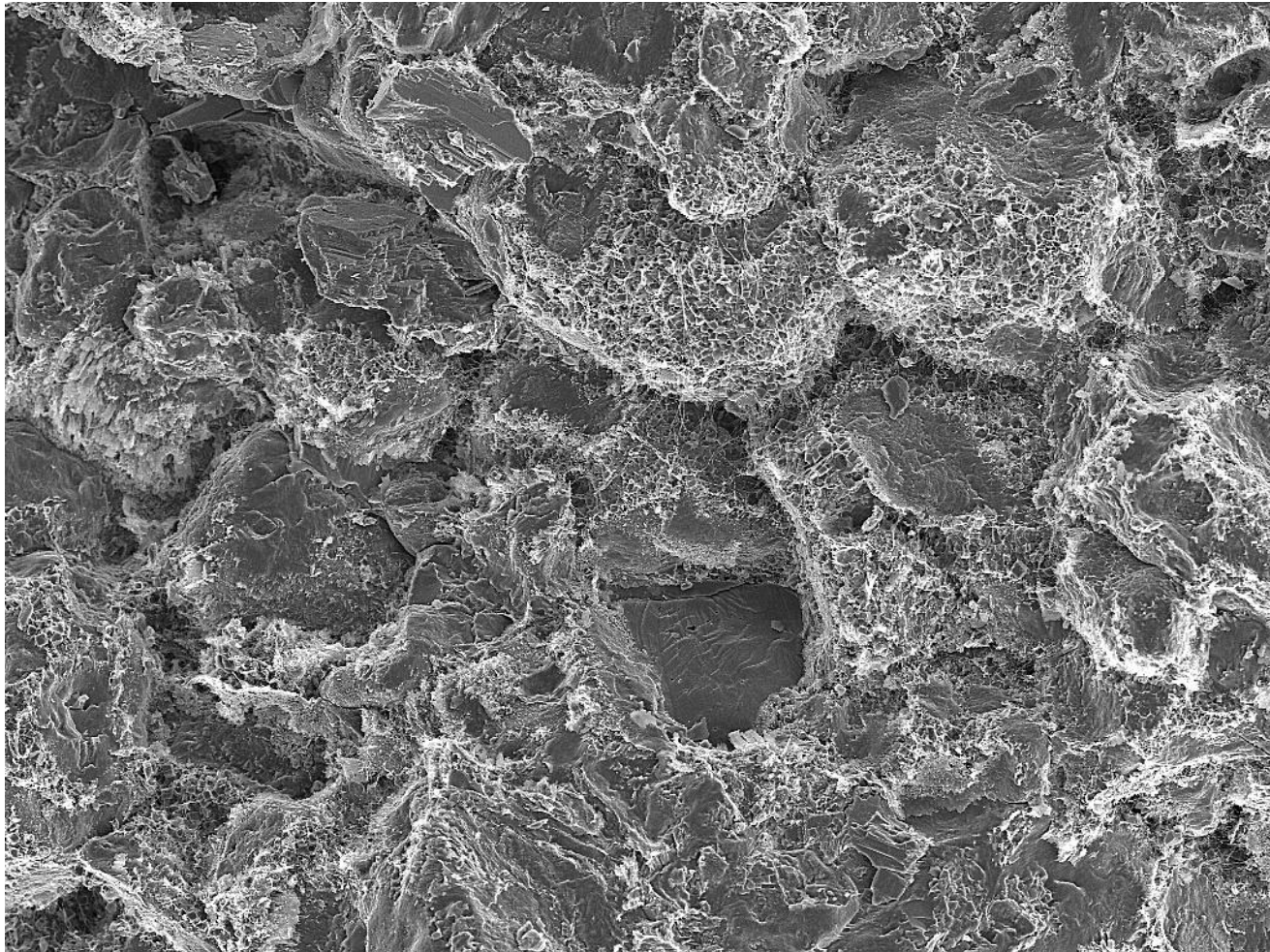
# Piaskowiec



Pow.50x



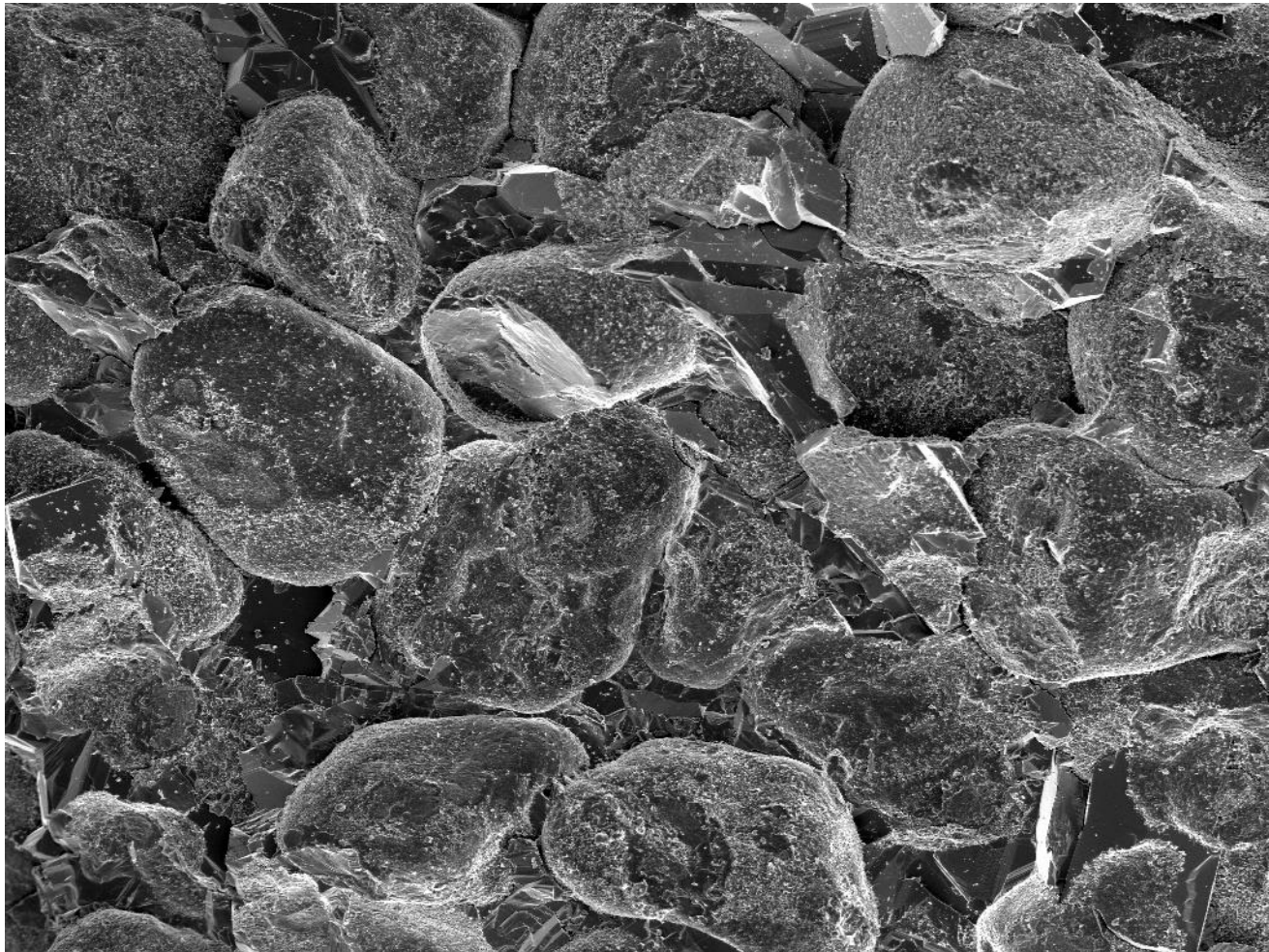
# Piaskowiec



Pow.95x



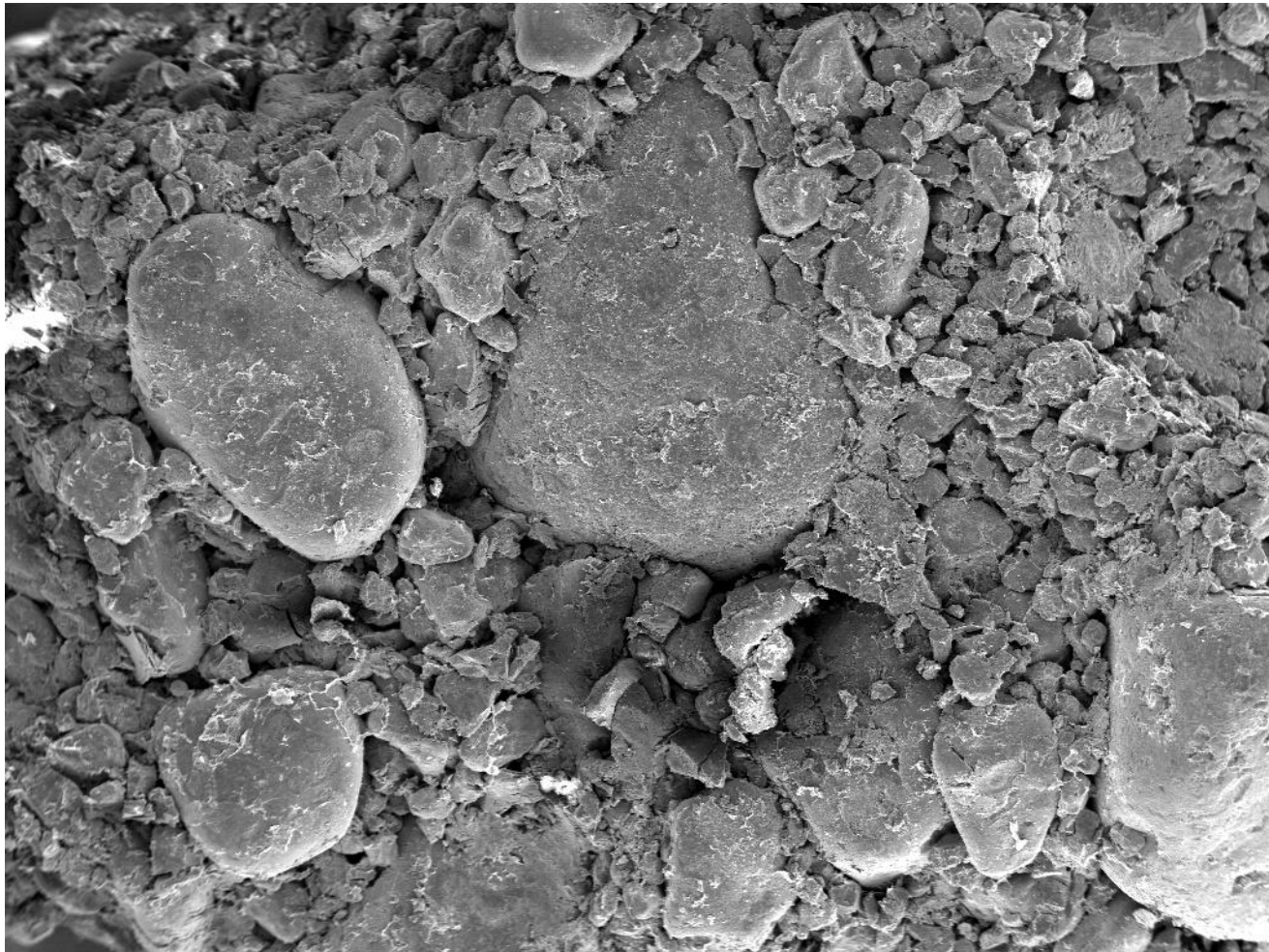
# Piaskowiec



Pow.33x



# Piaskowiec



Pow.16x

# Minerały występujące w piaskowcach

## **Szkielet ziarnowy:**

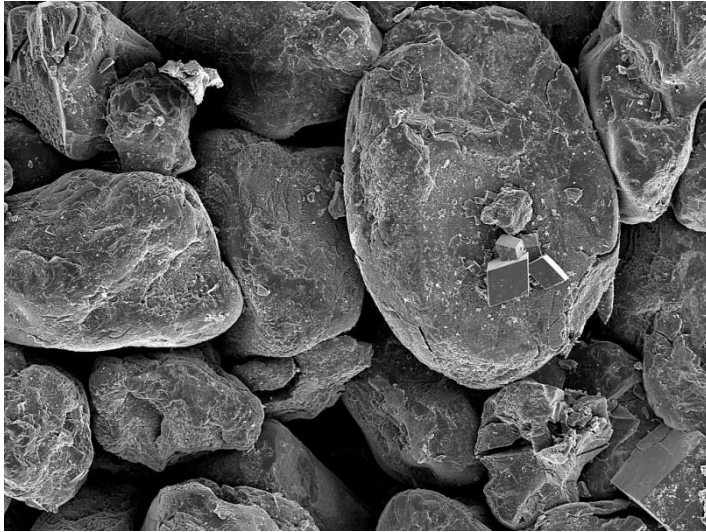
- Kwarc
- Skalenie
- Łuszczyki
- Okruchy węglanów
- Anhydryt
- Piryt

## **Spoiwo:**

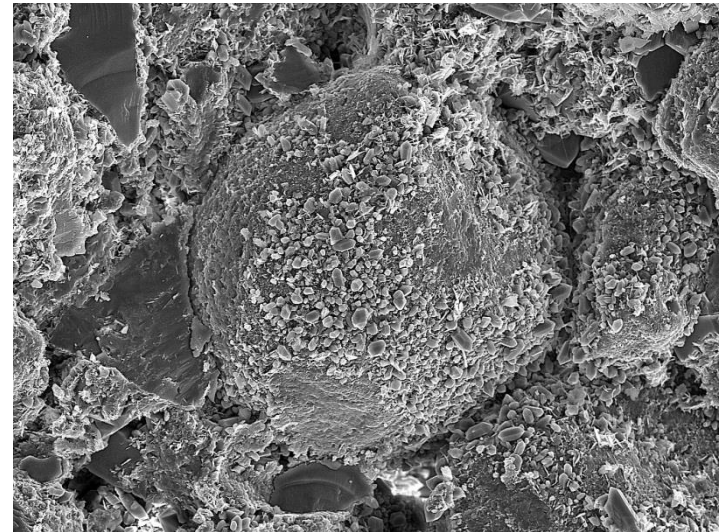
- Substancja ilasta
- Węglany (kalcyt, dolomit)
- Piryt
- Regeneracyjny kwarc
- Anhydryt
- Hematyt



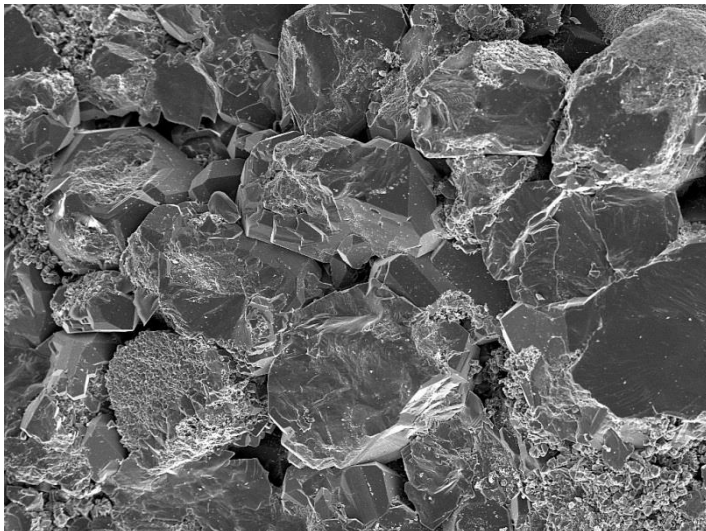
# Ziarna kwarcu



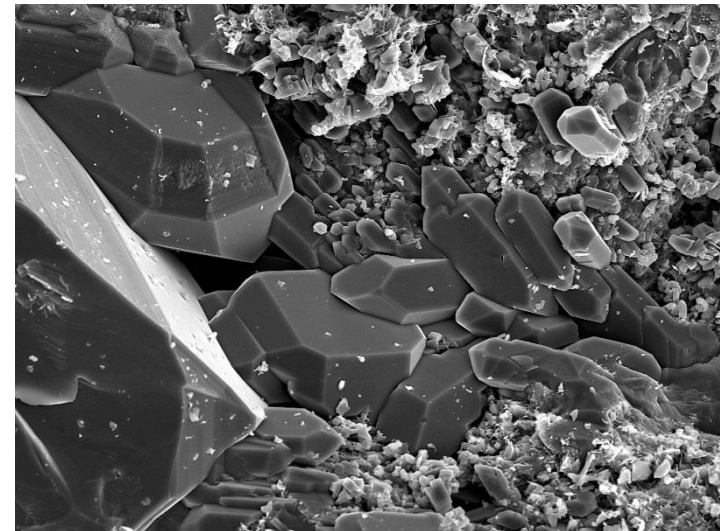
Pow.85x



Pow.400x



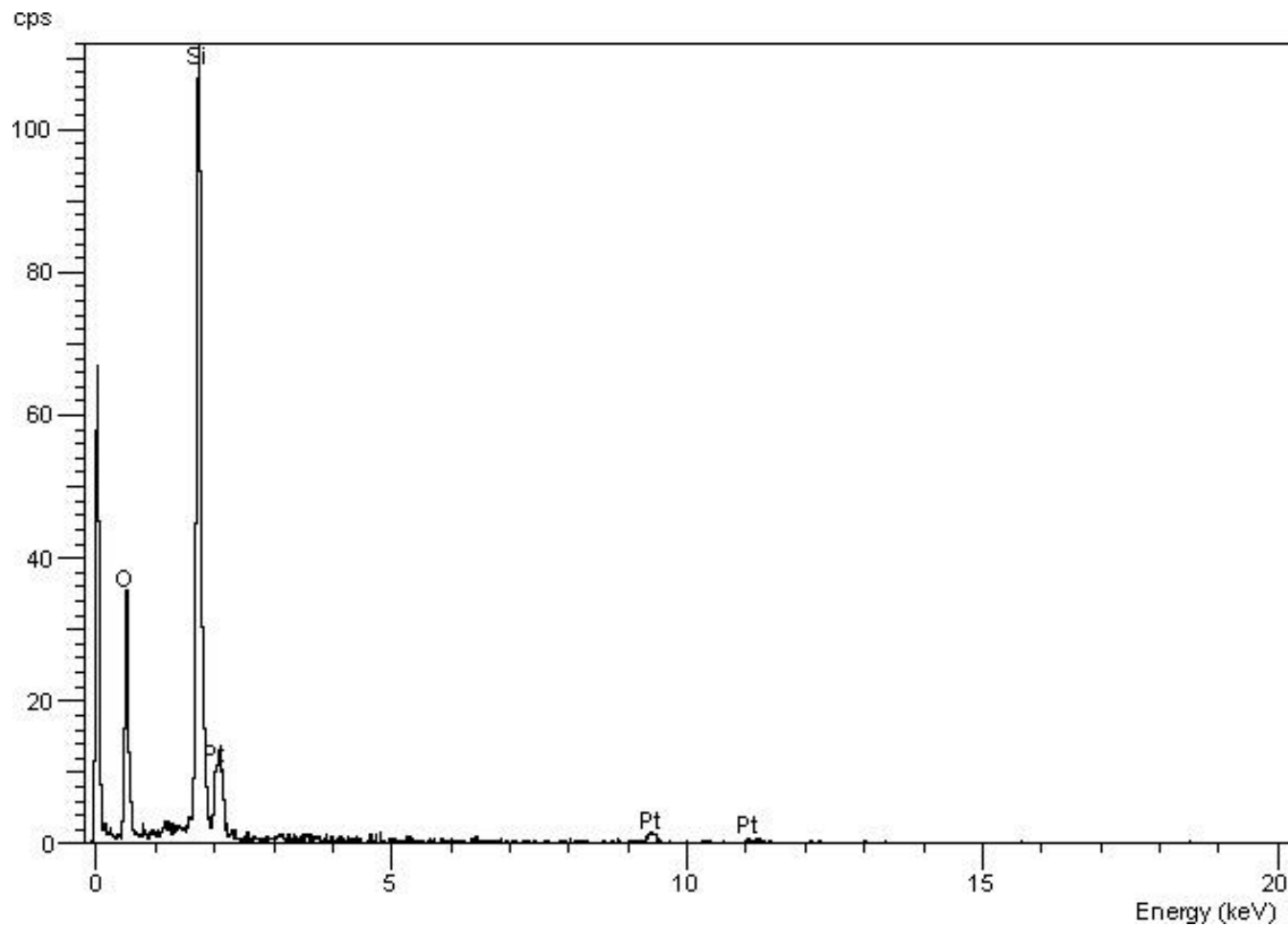
Pow.70x



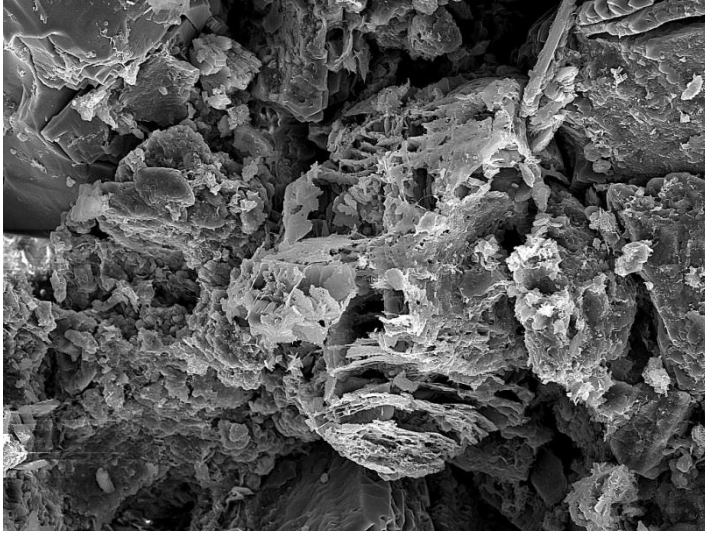
Pow.450x



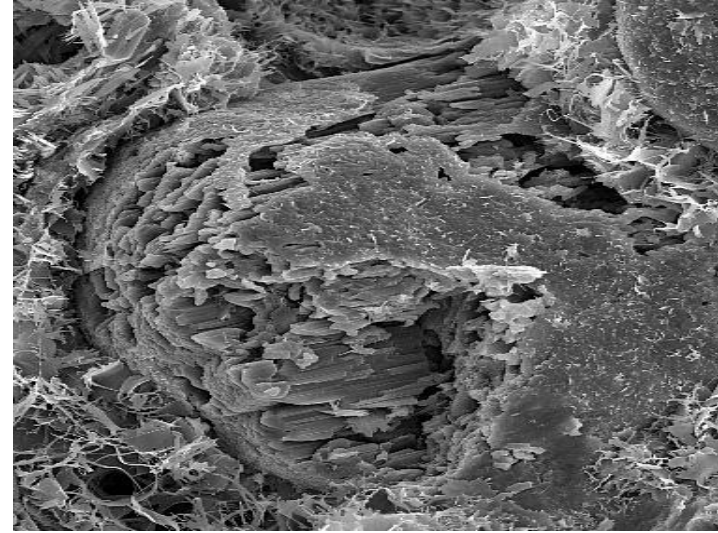
# Analiza EDS kwarcu



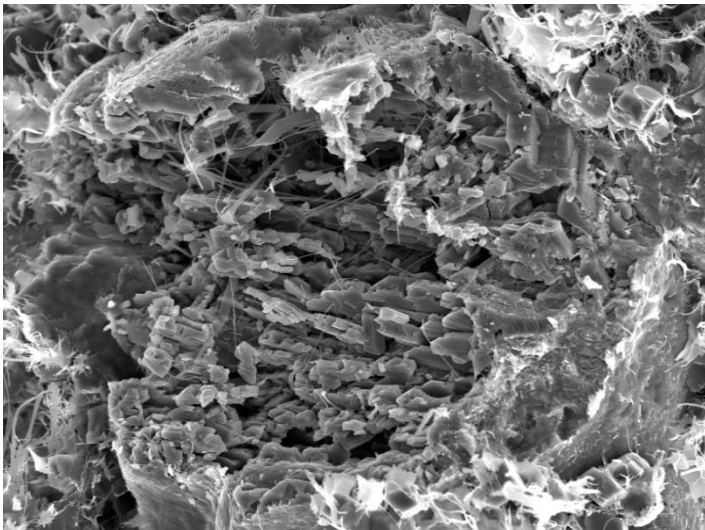
# Skalenie



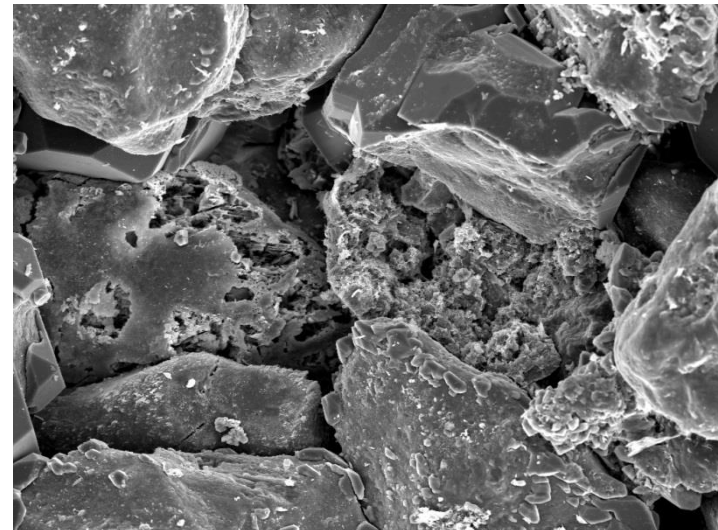
Pow.550x



Pow.370x

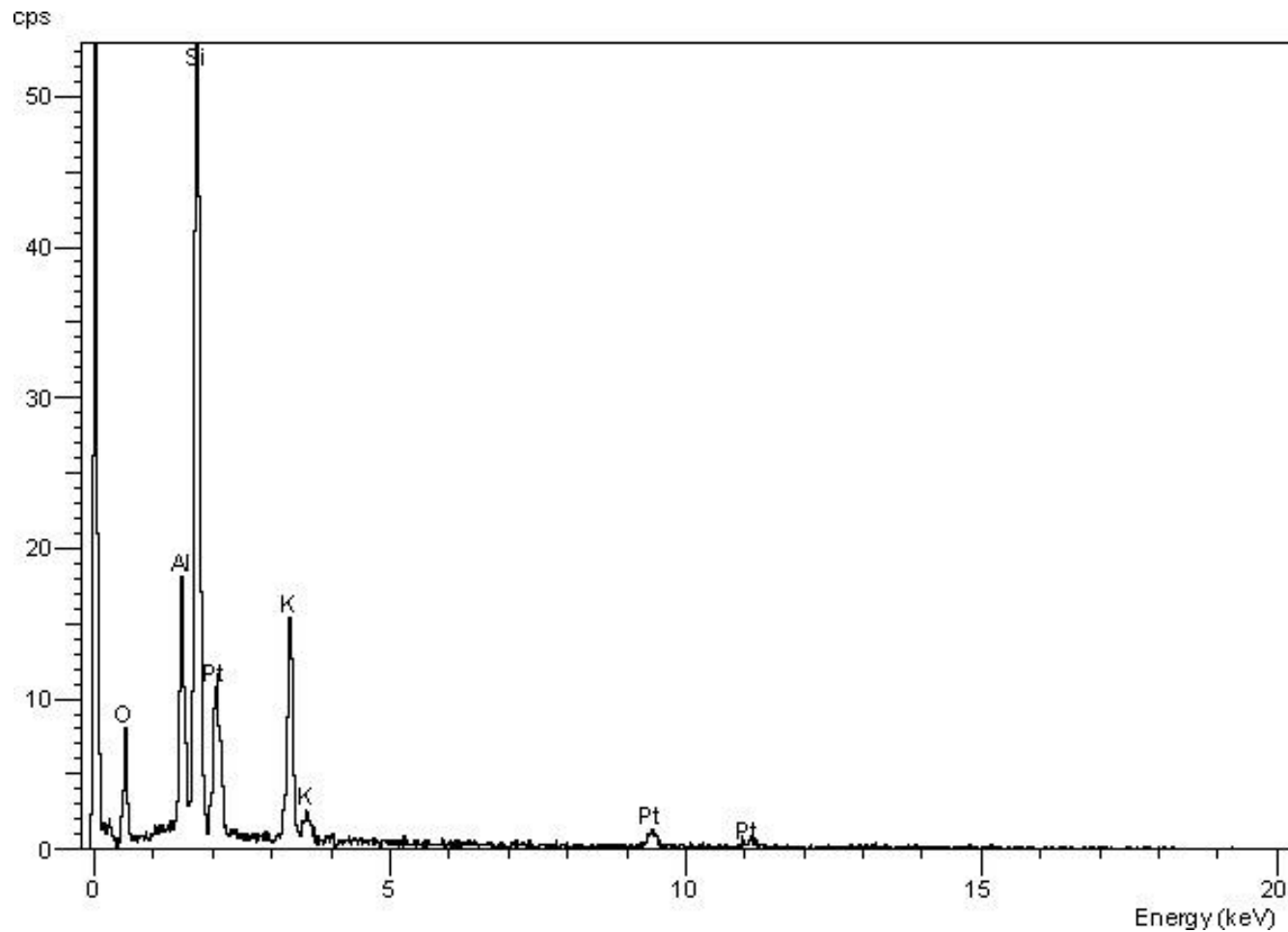


Pow.450x

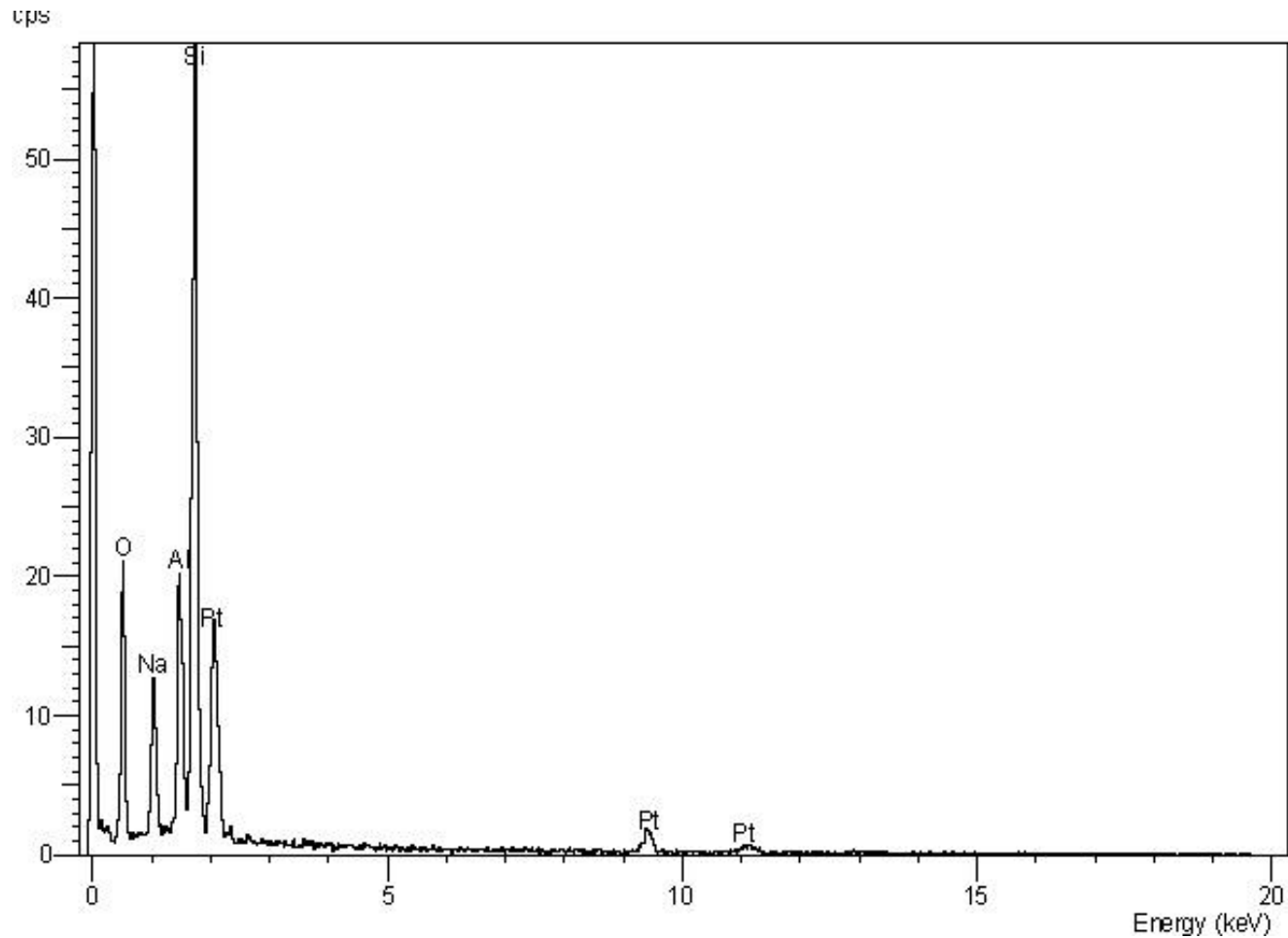


Pow.270x

# Analiza EDS skalenki potasowej

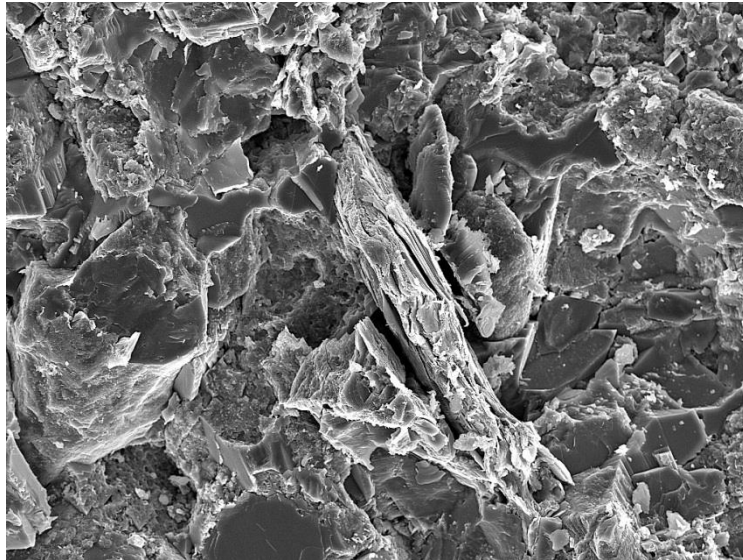


# Analiza EDS skalení sodowych

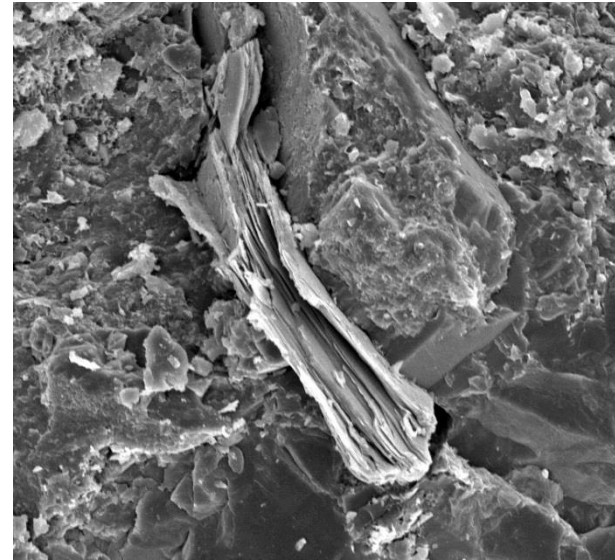




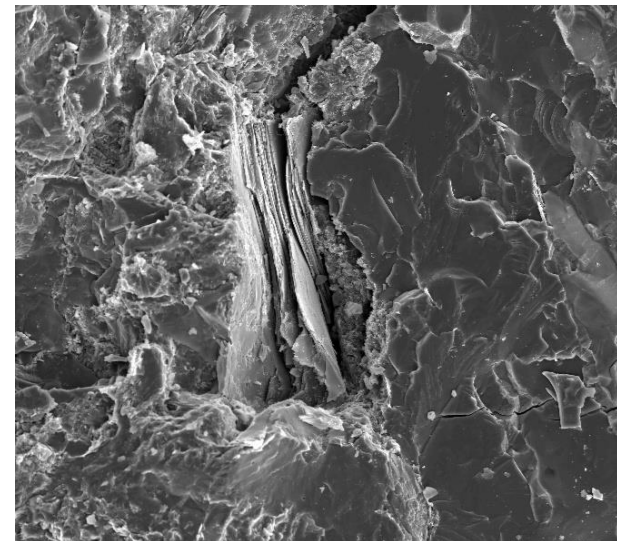
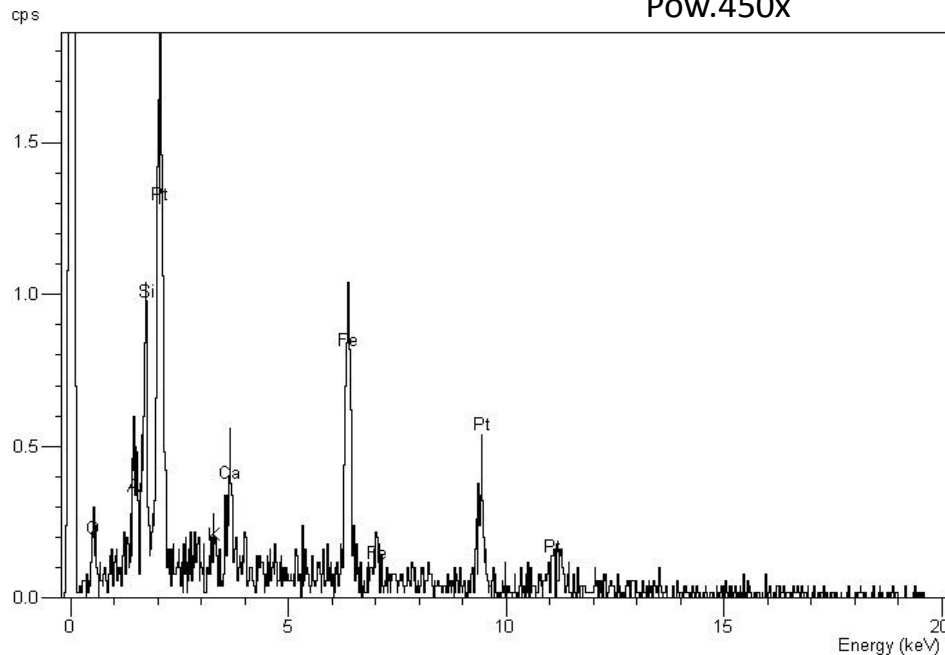
# Łyszczyki (miki)



Pow.450x



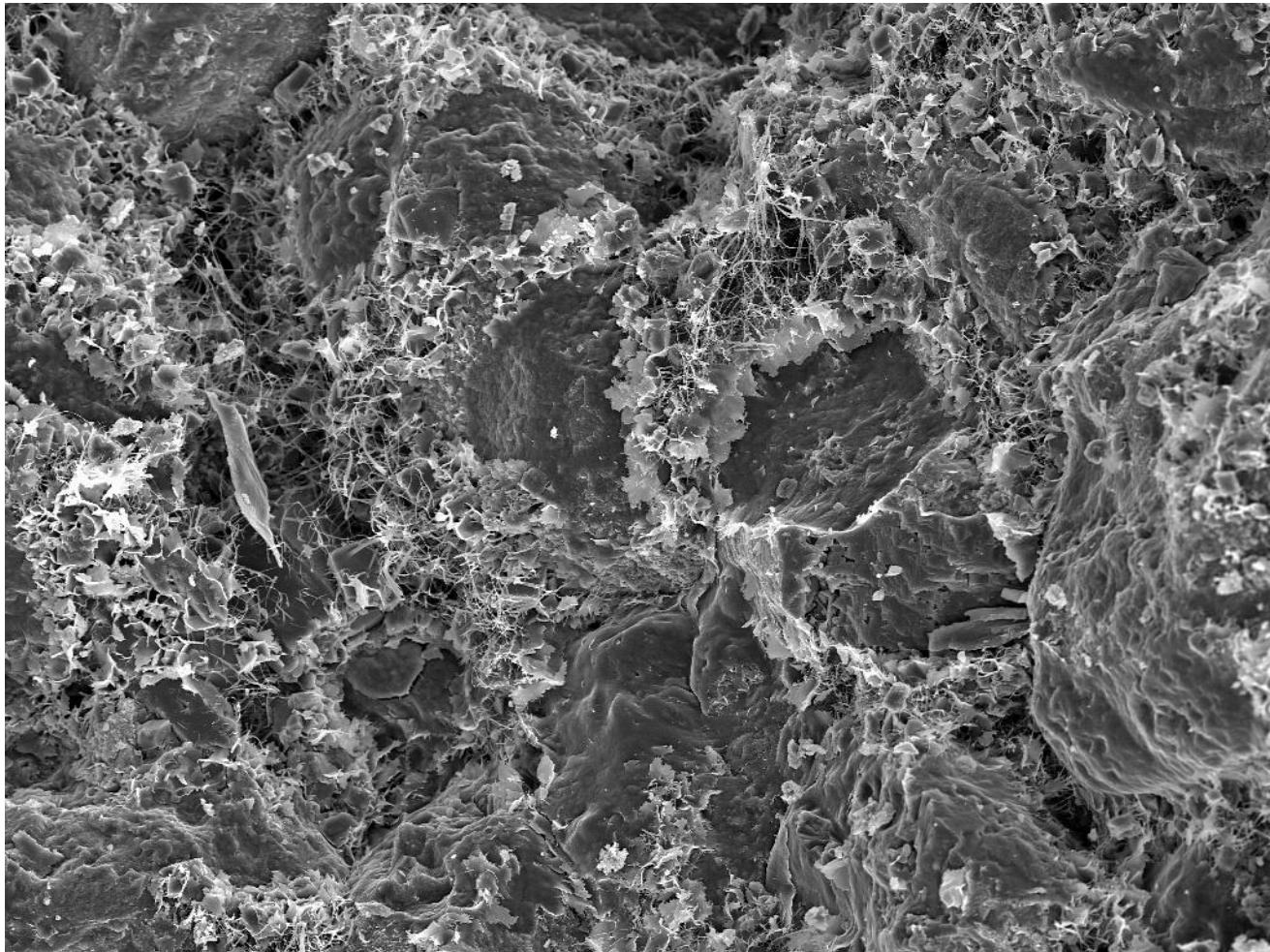
Pow.550x



Pow.180x

# Przestrzeń porowa w piaskowcu

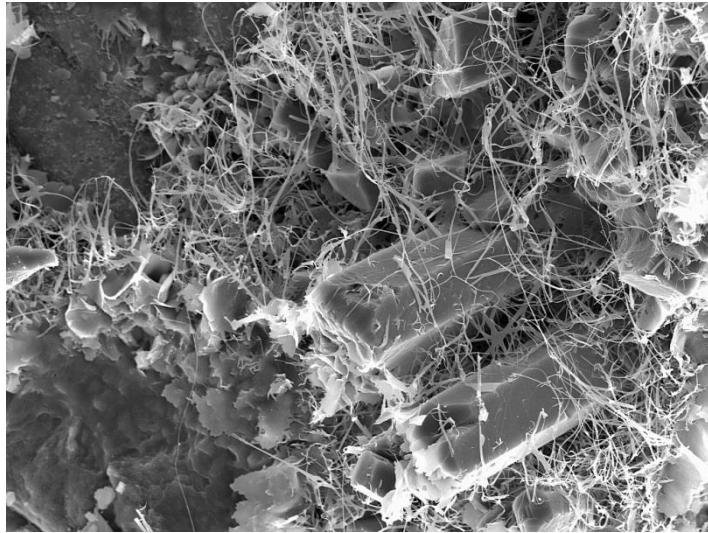
## Substancja ilasta



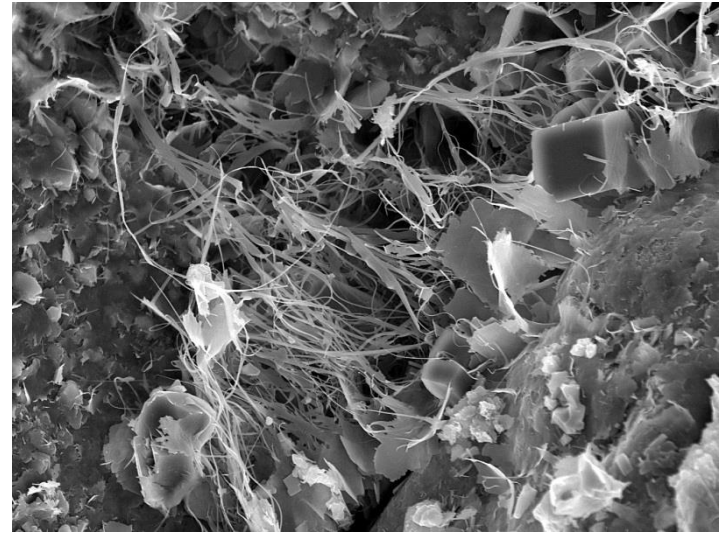
Pow.250x



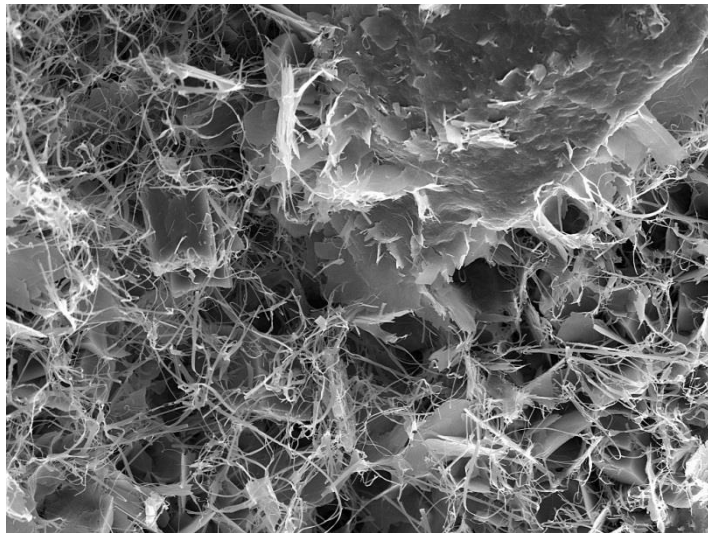
# Illit



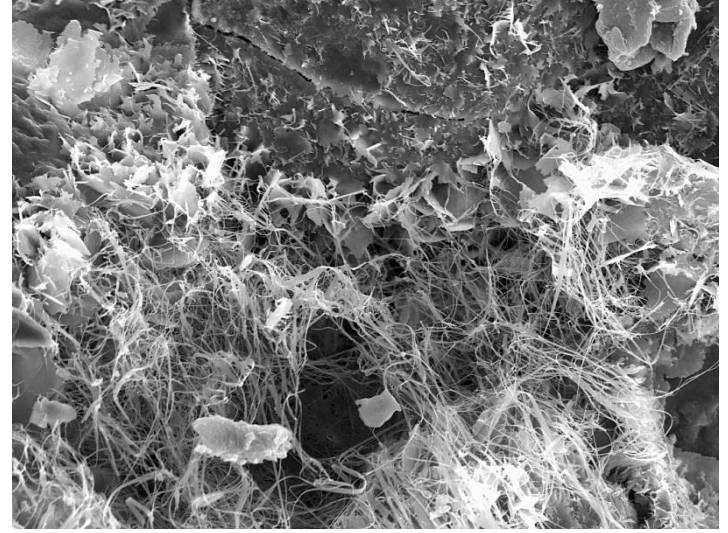
Pow.750x



Pow.1200x

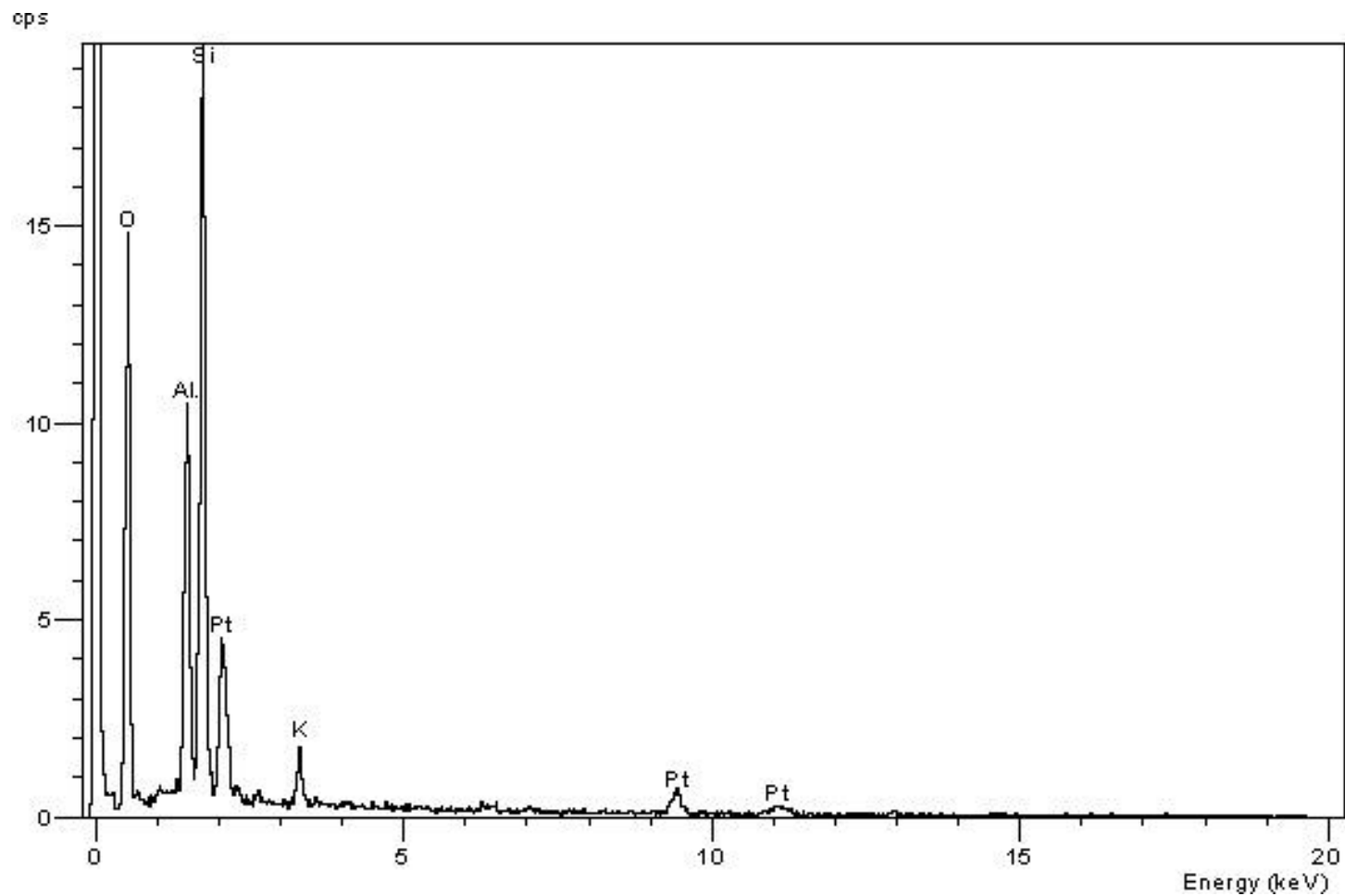


Pow.1000x



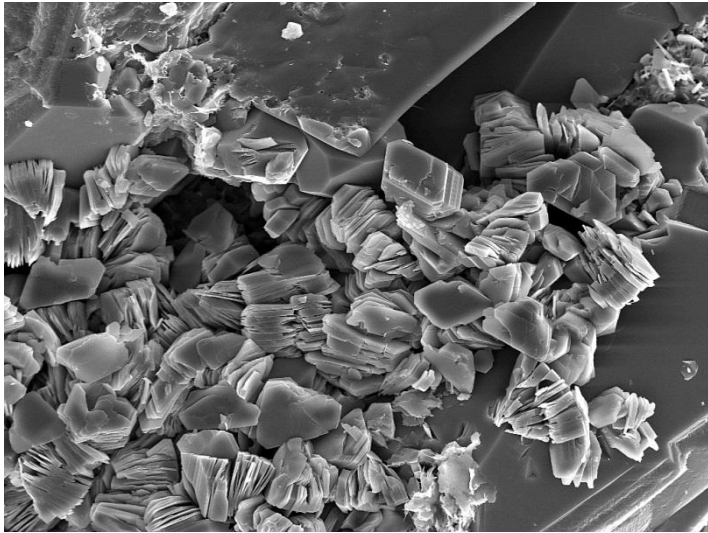
Pow.650x

# Analiza EDS illitu

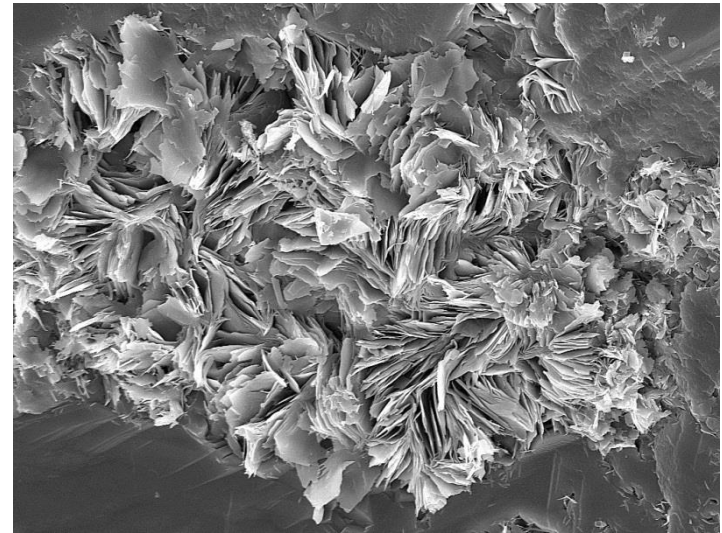




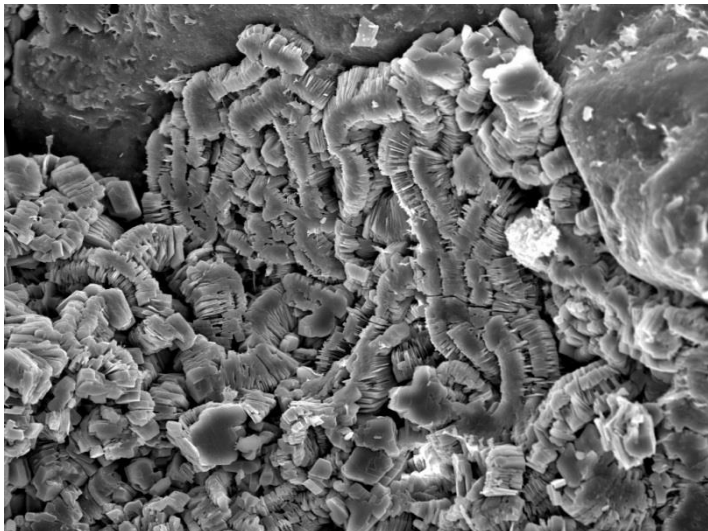
# Kaolinit



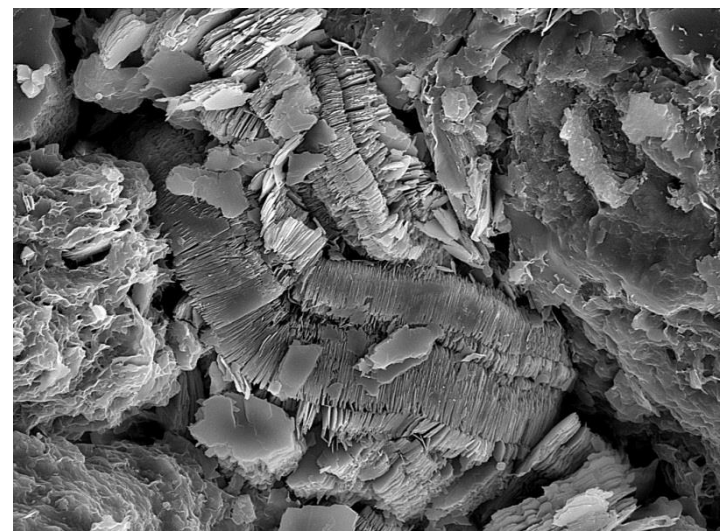
Pow.600x



Pow.950x

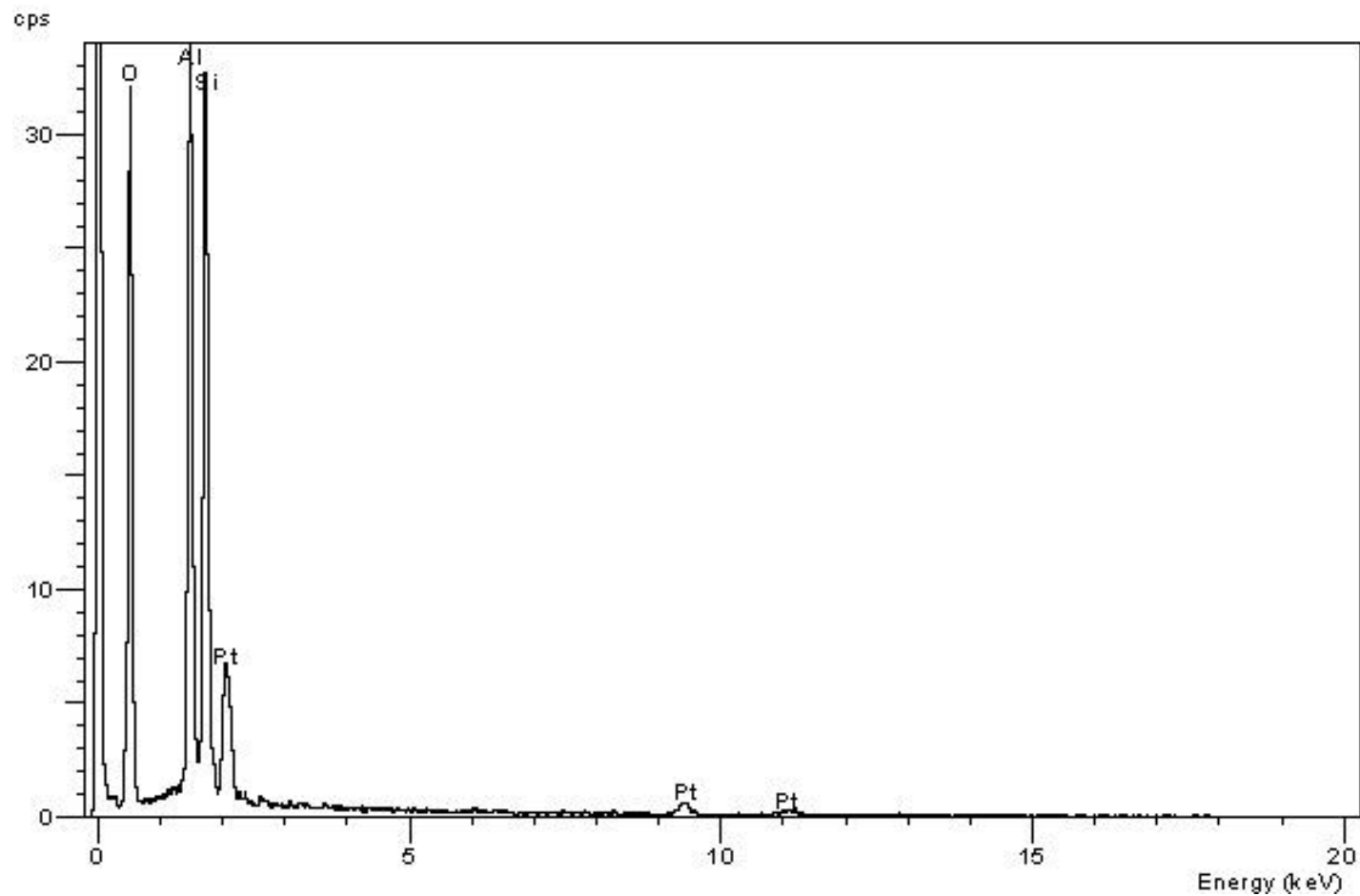


Pow.700x



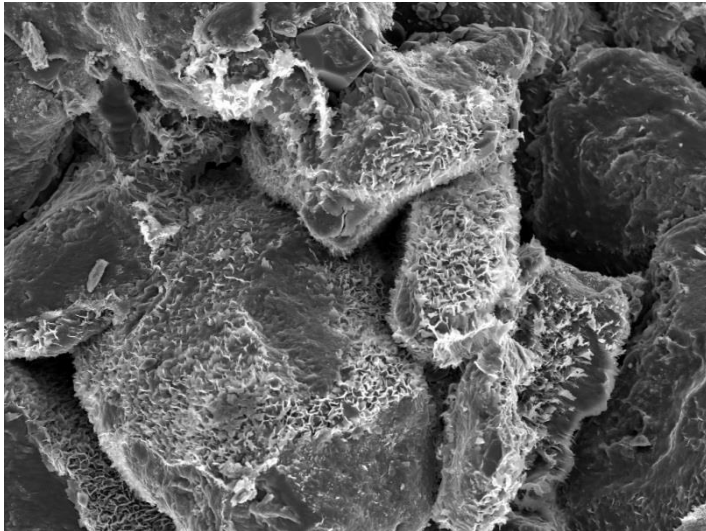
Pow.1700x

# Analiza EDS kaolinitu

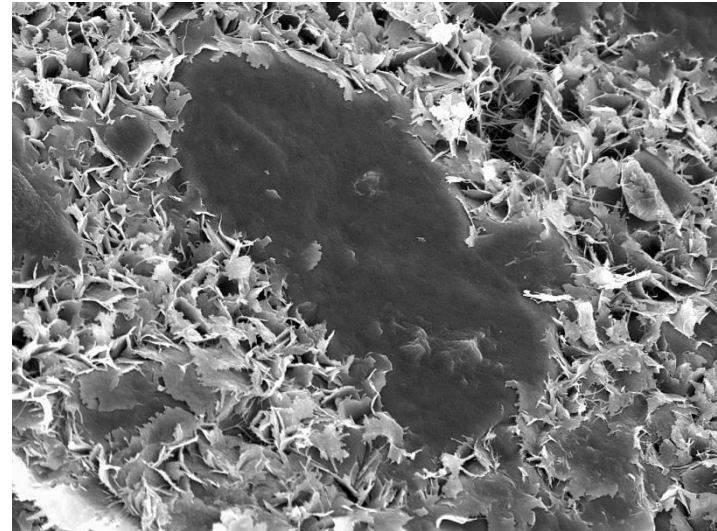




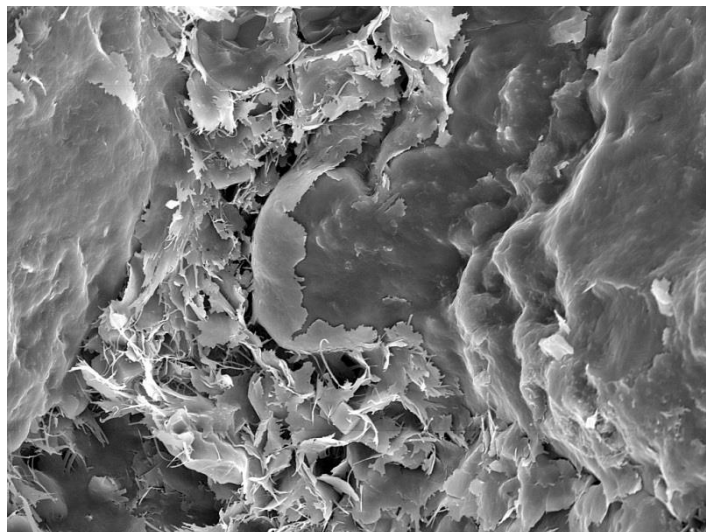
# Chloryty



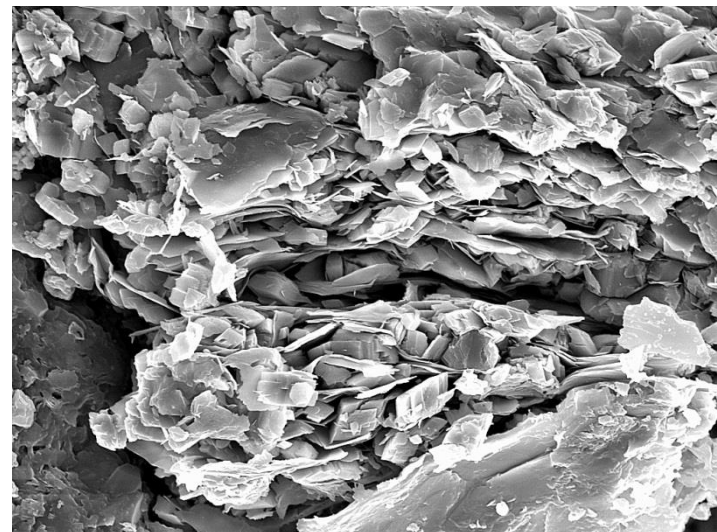
Pow.300x



Pow.1000x



Pow.1200x



Pow.1700x

# Analiza EDS chlorytów

