

Grzegorz J. NOWAK  
Państwowy Instytut Geologiczny, Wrocław

## WSTĘPNE DANE NT. SKŁADU MATERII ORGANICZNEJ CECHSZTYŃSKIEGO ŁUPKU MIEDZIONOŚNEGO Z OBSZARU MONOKLINY PRZEDSUDECKIEJ

**Streszczenie.** Łupek miedzionośny z rejonu Polkowic – Sieroszowic z obszaru monokliny przedsudeckiej reprezentuje zasobne w materię organiczną czarne łupki. Ich głównym składnikiem organicznym jest materiał bezstrukturalny i bituminit typu wityrynitopodobnego. Pozostałe macerały grupy liptynit to sporynit, alginity i liptodetrynit występujące w zmienionych proporcjach. Znacząca dla łupku jest także obecność stałych bituminów. Zarówno bituminit, jak i stałe bituminy mogą tworzyć wraz z materią mineralną bitumiczno-mineralne tło. Natomiast macerały wityrynit i inertynit, jakkolwiek powszechnie występują, są tu składnikami podrzędnymi. W badanych profilach łupku miedzionośnego widoczne jest strefowe rozmieszczenie komponentów organicznych.

## PRELIMINARY DATA ON ORGANIC MATTER COMPOSITION OF THE ZECHSTEIN KUPFERSCHIEFER FROM THE FORE-SUDETIC MONOCLINE AREA

**Summary.** The Kupferschiefer from the Polkowice and Sieroszowice districts of the Fore-Sudetic Monocline represents typical black shales of organic matter – rich. The main organic component is unstructured material and bituminite occurring as a vitrinite-like type. However other macerals of liptinite group including sporinite, alginite and liptodetrinite occur in changeable proportions. Also the presence of solid bitumen is significant for the shale. Both bituminite and solid bitumen can form with mineral matter common bituminous – mineral background. However macerals of vitrinite and inertinite are generally common but minor constituents. In the Kupferschiefer profiles studied the zonation of organic components is visible.

## Wstęp

Rozproszona w skałach osadowych materia organiczna (OM) jest bardzo czułym ich składnikiem, ściśle związanym z różnego rodzaju procesami diagenetycznymi oddziałującymi na sekwencje osadowe. Poza uznanym jej znaczeniem w badaniach geologii naftowej, coraz częściej rozpoznanie charakteru i dojrzałości termicznej OM wskazuje na jej aktywną rolę w mineralnej diagenecie oraz transporcie i depozycji metali. Materia organiczna rozproszona w osadach może być potencjalnym wskaźnikiem zjawisk metalogenicznych, nawet jeżeli aktywnie nie uczestniczy w procesach mineralizacji.

Czarne łupki, które zawierają znaczne ilości materii organicznej, niekiedy wykazują poważne koncentracje metali, tak że często są one obiektem ekonomicznego zainteresowania. Dane literaturowe wskazują, że czarne łupki mogą wykazywać wzbogacenie w Au, Cu, Pb, Zn, Pt, lub inne metale [np. 1, 2]. Są to utwory różnego wieku i genezy, występujące w różnych częściach świata. Cechsżyński łupek miedzionośny, znany z literatury światowej jako *Kupferschiefer*, reprezentuje takie właśnie osady i stanowi jeden z najistotniejszych w skali światowej geologicznych nagromadzeń metali, znany przede wszystkim z występowania miedzi i srebra. Jest to utwór pochodzenia morskiego, osad typu bitumicznego, powstały w wyniku nagłej transgresji i rozciągający się od obszaru Polski po północno-wschodnią część Anglii. Pomimo dość znacznej jednorodności litologii omawianego horyzontu wyróżnia się w nim następujące strefy/facje geochemiczne (od spagu do stropu):

- utlenioną (*rote Fäule*),
- przejściową,
- redukcyjną.

Łupek miedzionośny cechuje się znaczną zawartością materii organicznej, wahającą się od 1 do 30%, przy średnim jej udziale wynoszącym 6%. Ta cecha łupku miedzionośnego w odniesieniu do zależności pomiędzy procesami mineralizacyjnymi - obecnością w utworach kruszczośnych materii organicznej, spowodowały zainteresowanie geologów materia organiczną występującą w łupku i jej badaniami w celu dokonania oceny roli materii organicznej w procesie okruszcowania utworów cechsżyńskich. Badania te dotyczyły oszacowania stopnia dojrzałości termicznej OM w oparciu o dane refleksyjności witrynytu, składu macerałów, typów kerogenu i geochemii organicznej [3 - 17] mające znaczenie zarówno poznawcze, jak i praktyczne.

Zagadnienia petrologiczne dotyczące OM w utworach cechsztyńskiego łupku miedzionośnego na obszarze środkowoeuropejskiego basenu permskiego są obecne w literaturze raczej sporadycznie i w węższym zakresie niż badania geochemiczne. Badania petrologiczne materii organicznej łupku miedzionośnego z terenu Polski dotyczą przede wszystkim rejonu starego zagłębia miedziowego – kopalni “Konrad” występującej na obszarze niecki północnosudeckiej oraz kopalń “Rudna” [3, 4, 7], “Polkowice” i “Sierszowice” [10] z LGOM – obszaru monokliny przedsudeckiej. Ze względu na właściwe rozpoznanie procesów metalogenicznych i w dalszej konsekwencji złożotwórczych łupku miedzionośnego konieczne jest właściwe zdiagnozowanie OM tak metodami geochemicznymi, jak i petrologicznymi. Te ostatnie polegają na: (i) mikroskopowej charakterystyce i identyfikacji różnych typów składników organicznych (macerałów), (ii) określeniu stopnia dojrzałości termicznej materii organicznej.

Celem niniejszego artykułu jest prezentacja danych nt. składu materii organicznej cechsztyńskiego łupku miedzionośnego z obszarów górniczych kopalń “Polkowice” i “Sierszowice” usytuowanych na obszarze monokliny przedsudeckiej (LGOM).

## Material i zakres badań

Obiektem badań były 3 profile kopalniane łupku miedzionośnego – dwa z rejonu Polkowic (PZ 17 i PZ 19) oraz jeden z otworu wiertniczego z Sierszowic (SZ). W obrębie tych profili utwory utlenione przenikają się lateralnie z utworami redukcyjnymi. W omawianym rejonie zaznaczona jest trójdzielność badanych profili – facja utleniona obejmuje biały spągowiec i spąg łupku miedzionośnego (czerwone łupki dolomityczno-ilaste, przesycone tlenkami żelaza), górną część pakietu utworów utlenionych stanowi strefa przejściowa o cechach pośrednich w stosunku do facji utlenionej i redukcyjnej (łupki ciemnoszare, ilastodolomityczne z niewielką domieszką materiału organicznego i tlenków żelaza), natomiast strop łupku miedzionośnego reprezentują utwory redukcyjne (czarne łupki węglanowo – ilaste, wzbogacone w materiał organiczny i siarczki). Ogółem przebadano 14 próbek łupku miedzionośnego.

Badania optyczne materii organicznej cechsztyńskiego łupku miedzionośnego były prowadzone w oparciu o techniki badawcze petrologii węgla - organicznej (zgodnie z zaleceniami ICCP [18, 19]). Analizy mikroskopowe wykonywano przy użyciu zestawu aparatury optycz-

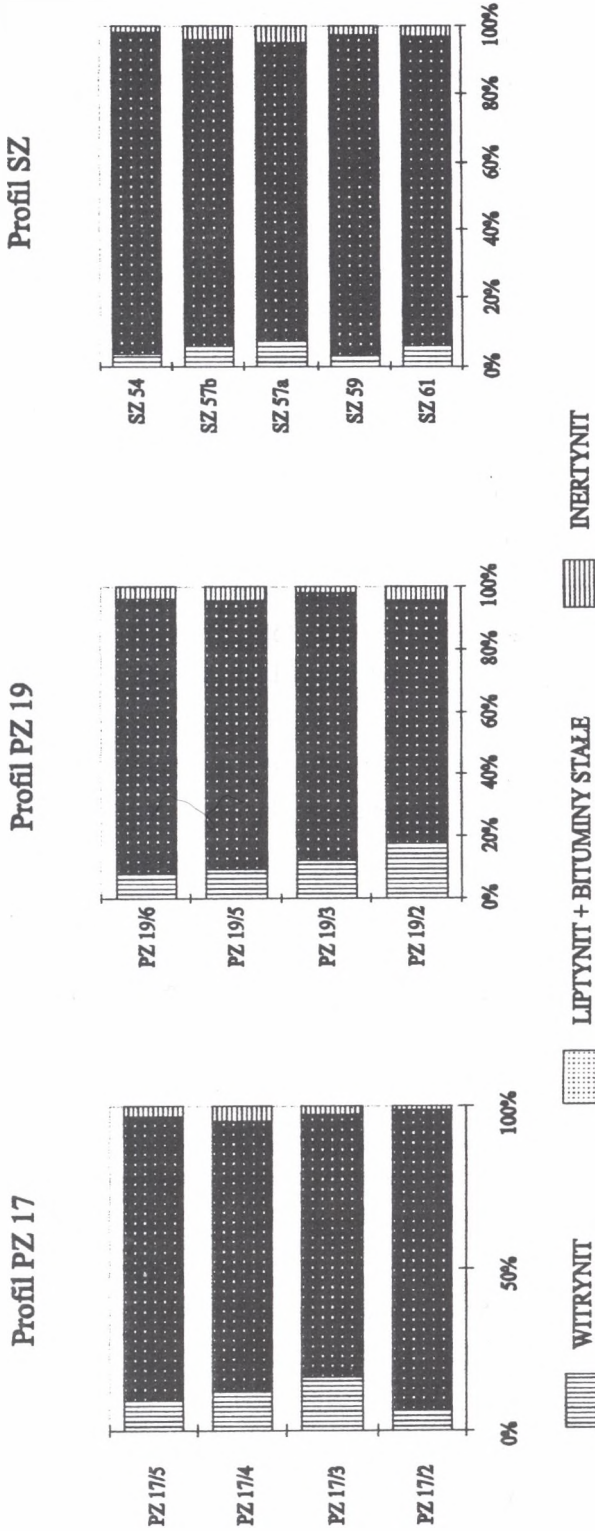
no-elektronicznej niemieckiej firmy *Carl Zeiss* o symbolu - *MPM 200*. Szczegółowy zakres i metodyka badań zostały podane w oddzielnej pracy [10].

Przeprowadzone badania optyczne przy zastosowaniu mikroskopu *Axioskop* umożliwiły rozpoznanie składników organicznych - macerałów i produktów ich wtórnych przeobrażeń - stałych bituminów (ang. solid bitumen) występujących w badanych utworach.

Zakres prezentowanych w niniejszej pracy badań obejmuje mikroskopową identyfikację i charakterystykę petrograficzną różnych typów składników organicznych.

### **Mikroskopowe składniki organiczne łupku miedzionośnego**

W badanych próbkach mikroskopowych przeważa liptynit oraz materiał amorficzny, natomiast wityrynit i inertynit należy uznać za składniki o drugorzędnym znaczeniu (rys. 1). Liptynit w badanych profilach łupku miedzionośnego reprezentowany jest przez alginity i sporynity, którym zwykle towarzyszy liptodetrynit, ale głównym składnikiem tej grupy jest bituminit, przy czym przez to pojęcie rozumieć należy raczej nie pojedynczy macerał, lecz grupę mikroskopowych składników organicznych, podobnie jak ujął to Koch [8]. W trakcie obserwacji mikroskopowych zidentyfikowano dwie zasadnicze odmiany bituminitu, których dokładna charakterystyka mikroskopowa została podana przez Bechtela i in. [10] oraz Oszczepalskiego i in. [20]: (i) bezstrukturalna (amorficzna) materia organiczna (AOM) o raczej niskiej intensywności fluorescencji, znacznie słabszej niż intensywność fluorescencji alginitu występującego w tej samej próbce, wykazuje ciemnożółte i jasnobrązowe barwy fluorescencyjne, natomiast w normalnym świetle odbitym wykazuje ciemnoszarą i szarobrązową barwę; ten typ AOM najbardziej przypomina bituminit I według klasyfikacji Teichmüller i Ottenjann [21]; (ii) jaśniejsza w świetle białym odbitym niż odmiana opisywana powyżej, wityrynitopodobny typ bituminitu, na ogół nie wykazuje fluorescencji, a jedynie czasami stwierdzono bardzo słabą o ciemnobrązowej (prawie czarnej) barwie fluorescencyjnej i refleksyjności nieco niższej od zdolności odbicia światła właściwego wityrynit; podobny typ bituminitu występujący w łupku miedzionośnym z terenu Niemiec został także opisany przez Kocha [8]; opisywana odmiana wityrynitopodobna, pomimo że nie znajduje się w międzynarodowych klasyfikacjach bituminitu [22], pod względem własności optycznych [por. 10 i 20] koresponduje z bituminitem III



Rys. 1. Udział procentowy grup macerałów w profilach łupku miedzionośnego z rejonu Polkowice i Sieroszowic  
 Fig. 1. Percentages of the maceral groups in the Kupferschiefer profiles of the Polkowice and Sieroszowice region

klasyfikacji Teichmüller i Ottenjanna [21] oraz nie fluoryzującą bezstrukturalną materią organiczną według schematu przedstawionego przez Taylora i in. [19].

Bardzo powszechnym macerałem liptynitów występującym w łupku miedzionośnym jest alginit reprezentowany przez alginit A (telalginit) i B (lamalginit) [23, 24, 24]. Pierwszy z wymienionych występuje w badanym horyzoncie raczej sporadycznie także jako tasmanit charakteryzujący się słabą fluorescencją o żółtej barwie. Z kolei lamalginit występuje w postaci cienkich wydłużonych lamel, cechujących się słabą do umiarkowanej fluorescencją o żółtych bądź brązowych barwach.

Sporynit występuje głównie jako cienkościenny tenuisporynit o żółtych i pomarańczowych barwach fluorescencyjnych. Ponadto stwierdzono występowanie liptodetrynitów, detrytusu macerałów lipoidalnych o żółtych i pomarańczowych barwach fluorescencyjnych.

Kolejną kategorią są wtórne produkty przeobrażeń materii organicznej reprezentowane przez stałe bituminy (*ang. solid bitumen*), które powszechnie współwystępują z nieorganicznym drobnoziarnistym materiałem terygenicznym, wypełniając przestrzenie międzyziarnowe czy tworząc powłoki na ziarnach detrytycznych lub impregnując materiał węglanowy. Bituminy wespół z materiałem nieorganicznym tworzą bitumiczno-mineralne tło, o charakterystycznej intensywnej, o żółtych barwach fluorescencji. Podobne asocjacje bitumiczno-mineralne były wcześniej opisywane przez Teichmüller i Ottenjanna [21] oraz Creaney [25].

Witrynit, pomimo że występuje w nieznaczących ilościach, jest stosunkowo powszechnym składnikiem organicznym badanych próbek. Tworzą go najczęściej żelowitrynit i wtro-detrynit, gdzie pierwszy z wymienionych zwykle reprezentuje generację syngenetyczną, natomiast drugi najczęściej jest pochodzenia epigenetycznego. Żelowitrynit wykazuje stosunkowo niskie wartości  $R_o$ , typowe dla okna roponośnego (0.72 – 1.13%), wzrastające zdecydowanie w kierunku spągu miedzionośnego – od 0.72 – 0.86% w utworach redukcyjnych, poprzez 0.72 - 1.13% w strefie przejściowej, do 1.03 – 1.10% w utworach utlenionych.

Inertynit jest rzadkim macerałem występującym w badanych próbkach łupku miedzionośnego. Głównie odnotowano inertodetrynit, miejscami o cechach typowych dla fuzynitu i semifuzynitu.

Zaobserwowano zależności pomiędzy rozmieszczeniem poszczególnych składników organicznych a facjami geochemicznymi. Osady utlenione charakteryzuje przewaga materiału bezstrukturalnego (rys. 1), a zwłaszcza stałych bituminów, podczas gdy pozostałe komponenty organiczne nie pojawiają się tu w ogóle lub występują sporadycznie. W utworach strefy przejściowej można zauważyć dominację materiału bezstrukturalnego oraz macerałów liptyni-

tu (rys. 1). Pojawiają się tu wityrynit, sporynit, liptodetrynit i wityrynitopodobny bituminit, szczególnie w górnych partiach tej strefy. Natomiast za cechę diagnostyczną osadów facji redukcyjnej należy uznać obecność alginitu i bituminitu. Obok nich spotyka się tu sporynit i liptodetrynit, a także pojawia się tu wityrynit i nieznaczne ilości inertynitu (rys. 1).

## LITERATURA

1. Leventhal J.: Metals and black shales. In: *Organic Geochemistry, 1993 - Principles and Applications* (M.H. Engel & S.A. Macko, eds.), s. 581-592. Plenum Press, New York.
2. Meyers P.A., Pratt L.M. & Nagy B. (red.): *Geochemistry of Metalliferous Black Shales*. Chem. Geol., 99, 1992, s. 211 pp.
3. Speczik S., Püttmann W. - Origin of Kupferschiefer mineralization as suggested by coal petrology and organic geochemical studies. *Acta Geol. Polonica*, 37, 1987, s.: 167-187.
4. Speczik S.: Kupferschiefer mineralization in the light of organic geochemistry and coal petrology studies. *Geol. Quaterly* 38, 1994, s. 639-650.
5. Oszczepalski S.: Kupferschiefer in southwestern Poland: sedimentary environments, metal zoning, and ore controls. *GAC Special Paper* 36, 1989, s. 571-600.
6. Wolf M., David P., Eckardt C.B., Hagemann H.W. & Püttmann W.: Facies and rank of the Permian Kupferschiefer from the Lower Rhine Basin and NW Germany. *Int. Jour. Coal Geol.*, 14, 1989, s. 119-136.
7. Sun Y., Püttmann W., Speczik S.: Differences in the depositional environment of basal Zechstein in southwest Poland: implication for base metal mineralization. *Org. Geochem.*, 23, 9, 1995, s. 819-835.
8. Koch J.: Organic petrographic investigations of the Kupferschiefer in northern Germany. *Int. Jour. Coal Geol.*, 33, 1997, s. 301-316.
9. Bechtel A., Elliott W. C., Wampler J. M., Oszczepalski S.: Clay mineralogy, crystallinity, and K-Ar ages of illites within the Polish Zechstein Basin: Implications for the age of Kupferschiefer mineralization. *Econ. Geol.*, 94, 1999, s. 261-272.
10. Bechtel A., Gratzner R., Püttmann W., Oszczepalski S., Nowak G.J.: Petrographic and geochemical characteristics across the oxic/anoxic interface (Rote Fäule front) within the

- Kupferschiefer of the Lubin – Sierszowice mining district (SW Poland). *Chemical Geology*, w druku.
11. Püttmann W., Hagemann H. W., Merz C., Speczik S.: Influence of organic material on mineralization processes in the Permian Kupferschiefer Formation, Poland. *Org. Geochem.*, 13, 1988, s. 357-363.
  12. Püttmann W., Heppenheimer H., Diedel R.: Accumulation of copper in the Permian Kupferschiefer: A result of post-depositional redox reactions. *Org. Geochem.*, 16, 1989, s. 1145-1156.
  13. Püttmann W., Fermont W.J. J., Speczik S.: The possible role of organic matter in transport and accumulation of metals exemplified at the Permian Kupferschiefer formation. *Ore Geol. Rev.*, 6, 1991, s. 563-579.
  14. Sawłowicz Z.: Organic matter in the Zechstein Kupferschiefer from the Fore-Sudetic Monocline. I. Bitumen. *Miner. Polon.*, 20, 1989, s. 69-86.
  15. Sawłowicz Z.: Organic matter in the Zechstein Kupferschiefer from the Fore-Sudetic Monocline. II. Kerogen. *Miner. Polon.*, 22, 1991, s. 49-67.
  16. Sawłowicz Z.: Organic matter and its significance for the genesis of the copper-bearing shales (Kupferschiefer) from the Fore-Sudetic Monocline (Poland). *Spec. Publ.*, 9, 1993, s. 431-446.
  17. Sawłowicz Z., Speczik S.: Substancja organiczna i jej rola w procesach złożotwórczych. Monografia KGHM Polska Miedź SA, Lubin 1996.
  18. Stach E., Mackowsky M.-TH., Teichmüller M., Taylor G.H., Chandra D. i Teichmüller R.: Stach's textbook of coal petrology. III wyd. Gebrüder Borntraeger. Berlin – Stuttgart 1982.
  19. Taylor G.H., Teichmüller M., Davis A., Diessel C.F.K., Littke R., Robert R.: *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger. Berlin – Stuttgart 1998.
  20. Oszczepalski S., Bechtel A., Nowak G.J.: Secondary oxidation of the Zechstein Kupferschiefer, Polkowice area, SW Poland: Evidence from petrography, geochemistry, and stable isotope studies. *Geol. Quart.*, w druku.
  21. Teichmüller M., Ottenjann K.: Art und diagenese von Liptiniten und lipoiden Stoffen in einen Erdölmuttergestein auf Grund fluoreszenzmikroskopischer Untersuchungen. *Erd.u. Kohle*, 30, 1977, s. 387-398.
  22. ICCP - International Handbook of Coal Petrography. 2nd ed., 3rd suppl., Univ. of Newcastle upon Tyne, England 1993.



23. Hutton A. C., Kantsler A. J., Cook A. C., McKirdy D. M.: Organic matter in oil shales. Australian Petrol. Expl. Assoc. Jour., 20, 1980, s. 235-247.
24. Hutton A.C.: Petrographic classification of oil shales. Int. Jour. Coal Geol., 8, 1987, s. 203-231.
25. Creaney S.: The organic petrology of the Upper Cretaceous Boundary Creek formation, Beaufort-Mackenzie basin. Bull. Canad. Petrol. Geol., 28, 1980, s. 112-119.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Wiesław Gabzdyl

## Abstract

The Kupferschiefer from the Polkowice and Sieroszowice districts of the Fore-Sudetic Mopnokline represents typical black shales of organic matter – rich.

The main organic component is unstructured material, mostly represented by bituminite, occurring in two varieties: (i) amorphous organic matter and (ii) vitrinite-like type. However other macerals of liptinite group including sporinite, alginite and liptodetrinite occur in changeable proportions, while the first of mentioned here macerals is relatively scarce. Also the presence of solid bitumen is significant for the shale. Both bituminite and solid bitumen can form with mineral matter common bituminous – mineral background of characteristic yellow fluorescence.

Macerals of vitrinite and inertinite are generally common but minor constituents.

In the Kupferschiefer profiles studied the zonation of organic components is visible. The oxidised facies is characterised by an abundance of solid bitumen, while liptinite macerals are absent or occur in negligible percentages. An amount of bituminite and amorphous organic matter increases toward the top of the Kupferschiefer profiles and predominate in the samples of both transitional zone and weak reduction facies. However the occurrence of alginite is restricted only to reduction facies.