

Małgorzata LEWANDOWSKA, Krystian PROBIERZ  
Politechnika Śląska, Gliwice

## STOPIEŃ UWĘGLENIA I PALEOTEMPERATURY WARSTW SIODŁOWYCH W REJONIE MIKOŁÓWA (GZW)

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące stopnia uwęglenia i paleotemperatur węgla warstw siodłowych rejonu Mikołowa. Analizy uwęglenia i pola termicznego dokonano na podstawie średniej refleksyjności wityryny węgla z otworów wiertniczych M19 i M40. Stwierdzono, wysoki stopień uwęglenia warstw siodłowych w analizowanym obszarze ( $R_o=0,97 - 1,56\%$ ), co znajduje odzwierciedlenie w wysokich wartościach paleotemperatur.

## COAL RANK AND PALEOTEMPERATURES OF SADDLE BEDS IN THE REGION OF MIKOŁÓW (UPPER SILESIA COAL BASIN)

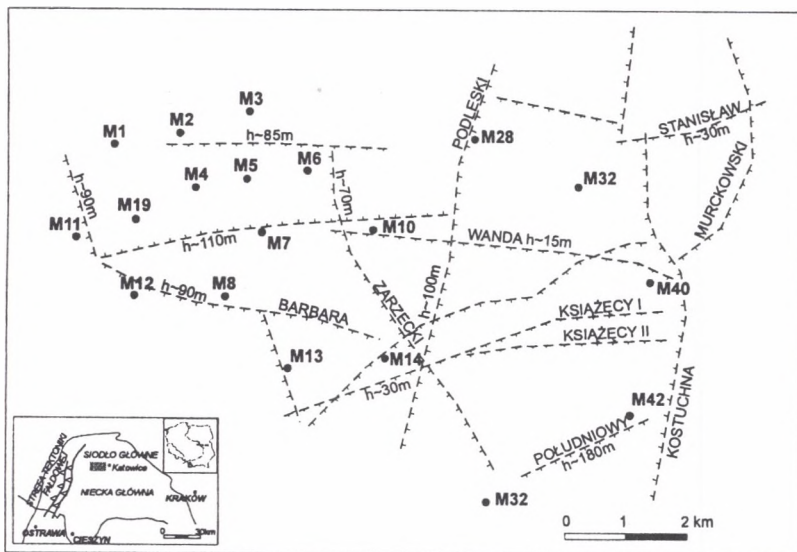
**Summary.** The paper presents results of coal rank and paleotemperatures of the saddle beds in the Mikołów region. The analysis of coal rank and thermal field was made on the basis of mean vitrinite reflectance of coal from boreholes M19 and M40. The results of the researches showed the high coal rank of the saddle beds in the study area ( $R_o=0,97 - 1,56\%$ ). It is connected with the high values of paleotemperatures.

### 1. Wprowadzenie

W niniejszej pracy scharakteryzowano stopień uwęglenia i warunki paleotermiczne panujące w warstwach siodłowych karbońskiego masywu skalnego. Charakterystyki tej dokonano na podstawie danych pochodzących z otworów wiertniczych Mikołów 19 i Mikołów 40 (rys.1).

Obszar badań znajduje się w środkowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) w tzw. synklinie Mikołowa, zlokalizowanej w obrębie strefy tektoniki dysjunktywnej [3]. Synklina Mikołowa występuje na południowym skrzydle siodła głównego na południe od

uskoku Kłodnickiego i na zachód od uskoku Zuzanny, a więc w strefie przejściowej pomiędzy siodłem głównym i niecką główną GZW. Węgłe tego rejonu były już przedmiotem badań petrograficznych i optycznych [2, 5] jednakże znajomość historii termicznej, nie tylko rejonu Mikołowa, ale także całego Górnosląskiego Zagłębia Węglowego, jest ciągle niewystarczająca.



Rys. 1. Szkic tektoniki obszaru badań  
Fig. 1. Tectonic sketch of the study area

## 2. Budowa geologiczna obszaru badań

W omawianym obszarze występują warstwy karbonu produktywnego serii paralicznej, górnosląskiej serii piaskowcowej oraz serii mułowcowej. Stwierdzono, że warstwy siodłowe, będące przedmiotem badań, osiągają miąższość od kilkunastu metrów w części wschodniej do kilkudziesięciu w części zachodniej. W warstwach tych w rejonie Mikołowa stwierdzono pięć pokładów węgla (501, 504, 506, 507 i 510). Pokłady te łączą się w kierunku wschodnim, rozdzielając się w kierunku zachodnim. W nadkładzie warstw karbońskich oprócz czwartorzędu występują utwory trzeciorzędu i triasu. Czwartorzęd stwierdzono na całym obszarze badań, a jego miąższość nie przekracza kilkunastu metrów. Trzeciorzęd stwierdzono tylko w południowej części obszaru badań, gdzie zalega on bezpośrednio na karbonie oraz w części północno-zachodniej gdzie zalega na utworach triasu. Miąższość trzeciorzędu waha

się od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Utwory triasu występują jedynie lokalnie w północno–zachodniej i południowo–wschodniej części obszaru badań, a ich miąższość osiąga maksymalnie miąższość 65 m.

### 3. Metodyka badań

Stopień uwęglenia materii organicznej określono na podstawie znajomości refleksyjności wityrynit. W tym celu przeprowadzono oznaczenia średniej refleksyjności wityrynit na 7 próbkach węgla uzyskanych z otworów wiertniczych Mikołów 19 (4 próbki) i Mikołów 40 (3 próbki). Próbki te pochodziły z pokładów warstw siodłowych, tj. 501, 504, 506 i 510.

Z pobranych próbek wykonano preparaty ziarnowe – brykiety (pon. 1 mm) i na tak przygotowanych próbkach wykonano oznaczenia średniej refleksyjności wityrynit. Wykonano je mikroskopem Axioskop firmy Zeiss w spolaryzowanym świetle odbitym przy powiększeniu 500x stosując ciecz imersyjną o współczynniku załamania światła  $n_0=1,5180$ , w temperaturze 297 K i przy długości fali świetlnej  $\lambda=546$  nm.

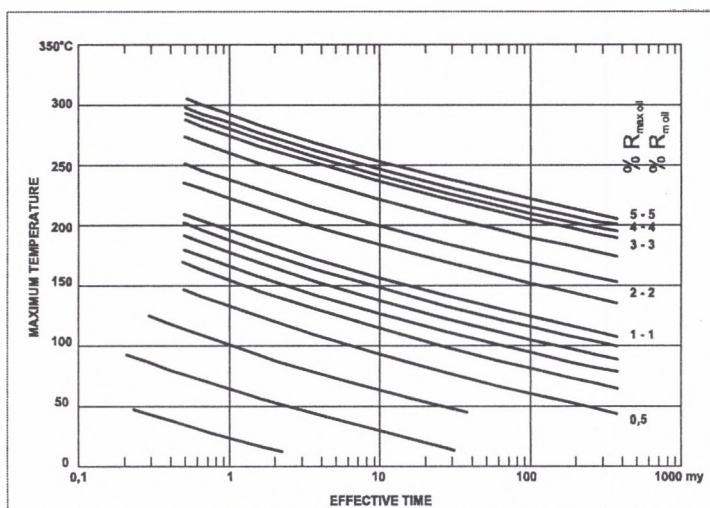
W pracy przyjęto założenie, że bezpośrednim odzwierciedleniem maksymalnych temperatur, panujących w masywie skalnym w historii geologicznej, jest stopień uwęglenia materii organicznej. Należy przy tym zaznaczyć, że stopień uwęglenia zależy zarówno od temperatury, jak i czasu jej oddziaływania, zwanego w literaturze efektywnym czasem grzania (*effective heating time*) oraz ciśnienia. Przyjmuje się jednak, że ciśnienie panujące w masywie skalnym ma większe znaczenie w początkowym stadium procesu przemiany struktury materii organicznej, a więc na etapie węgla brunatnych, głównie miękkich. W późniejszych stadiach uwęglania, ciśnienie raczej nie sprzyja wzrostowi stopnia uwęglenia, przeciwdziała bowiem przyrostowi temperatury.

W celu oszacowania wartości paleotemperatur zastosowano nomogram Bosticka oraz metodę Barkera i Pawlewicza [1, 6]. Nomogram Bosticka pozwala na kalkulację trzech zmiennych, tj. czasu, temperatury i stopnia uwęglenia (rys. 2). Czas jest tu czasem geologicznym, w którym zdeponowane osady podlegały „efektywnemu grzaniu”, czyli ich temperatura znajdowała się pomiędzy 15°C a maksymalną temperaturą występującą w masywie skalnym. Przyjęto, na podstawie wcześniejszych badań, że EHT = 20 mln lat [4]. Temperatura jest maksymalną „zanotowaną” temperaturą skał<sup>1</sup> ( $T_{\max}$ ), natomiast stopień

<sup>1</sup> Analogia do „termometru maksymalnego.

uwęglenia zdeterminowany jest przez refleksyjność wityrytu  $R_o$ . Metoda Barkera i Pawlewicza pozwala na uzyskanie maksymalnych paleotemperatur jedynie na podstawie znajomości stopnia uwęglenia materii organicznej, tj. refleksyjności wityrytu  $R_o$ , co wyrażone jest równaniem:

$$\ln(R_o) = 0,0078T_{\max} - 1,2$$



Rys. 2. Zależność między efektywnym czasem grzania, maksymalną temperaturą skał oraz refleksyjnością wityrytu ( $R_{\max}$ ,  $R_m$ ), wg Bostick *et. al.* 1979

Fig. 2. Relationship between effective heating time, maximum rock temperature and vitrinite reflectance ( $R_{\max}$ ,  $R_m$ ), after Bostick *et. al.* 1979

Na podstawie wyznaczonych wartości średniej refleksyjności obliczono gradienty uwęglenia, natomiast na podstawie uzyskanych wartości paleotemperatur obliczono wartości gradientów paleotermicznych.

#### 4. Analiza wyników badań

Otwór wiertniczy Mikołów 19 zlokalizowany jest w zachodniej części synkliny Mikołowa i przewierca warstwy siodłowe na głębokości od 1671,6 m (strop pokładu 501) do 1737,7 m (spąg pokładu 510). Miąższość warstw siodłowych wynosi zatem 66,1 m. W otworze wiertniczym Mikołów 19 nawiercono cztery pokłady, tj. 501, 504, 506 i 510. Otwór wiertniczy Mikołów 40 natomiast zlokalizowany jest we wschodniej części synkliny Mikołowa. Warstwy siodłowe mają tu miąższość 52,3 m od stropu pokładu 501 nawierzonego na głębokości 1192,6 m do spągu pokładu 510 na głębokości 1244,9 m. W otworze

wiertniczym Mikołów 40 nawiercono jedynie pokłady 501 i 510. Na uwagę zasługuje fakt, że głębokość występowania warstw siodłowych w analizowanych otworach wiertniczych różni się znacznie. W otworze wiertniczym Mikołów 19 warstwy siodłowe występują na większej głębokości aniżeli w otworze wiertniczym Mikołów 40.

Średnia refleksyjność wityryny ( $R_o$ ) węgla warstw siodłowych zmienia się w szerokim zakresie (tab.1).

Tabela 1

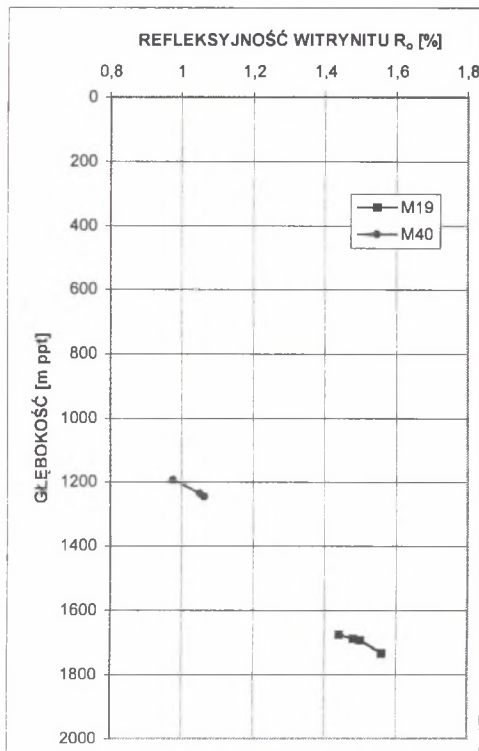
Stopień uwęglenia oraz wartości paleotemperatur i gradientów w pokładach węgla warstw siodłowych dla analizowanych otworów wiertniczych

OTWÓR WIERTNICZY	POKLAD WĘGLA	GŁĘBOKOŚĆ [m.p.p.t.]	$R_o$ [%]	Gradient $R_o$ [% $R_o$ /100m]	$T_{max}$ [°C]		Gradient paleotermiczny <sup>2</sup> [°C/100m]
					według Bosticka	według Barkera i Pawlewicza	
					EHT <sup>1</sup> [mln. lat] 20		
MIKOŁÓW 19	501	1671,6 – 1678,8	1,44	0,21	171	201	8,3 – 17,7
	504	1688,0 – 1688,8	1,48		172	204	
	506	1693,1 – 1695,1	1,50		173	206	
	510	1731,4 – 1734,7	1,56		176	211	
MIKOŁÓW 40	501	1192,6 – 1193,1	0,97	0,17	144	151	12,5 – 21,8
	510	1234,6 – 1235,6	1,05		149	160	
	510	1243,6 – 1244,9	1,06		150	162	

<sup>1</sup> - EHT – efektywny czas grzania (*effective heating time*)

<sup>2</sup> - niższa wartość paleogradientu obliczana była według wartości paleotemperatur uzyskanych z nomogramu Bosticka dla EHT=20 mln lat, wyższa wartość natomiast obliczana była według wartości paleotemperatur uzyskanych metodą Barkera i Pawlewicza

W otworze wiertniczym Mikołów 19 (M19) wyznaczone wartości  $R_o$  zmieniają się w zakresie 1,44 – 1,56% ( $s=0,04 - 0,06$ ), natomiast w otworze wiertniczym Mikołów 40 (M40) zmieniają się w zakresie 0,97 – 1,06% ( $s=0,04 - 0,05$ ). W obydwu analizowanych otworach wiertniczych zaobserwowano stały wzrost wartości średniej refleksyjności wityryny z głębokością, co można również zaobserwować na wykresie (rys.3). Korelacja pomiędzy głębokością a wartością średniej refleksyjności wityryny jest bardzo dobra, a współczynnik korelacji osiąga wartości 0,98 – 1,00. Obliczony, na podstawie wartości średniej refleksyjności wityryny i głębokości zalegania pokładów, gradient uwęglenia wynosi 0,21 i 0,17 % $R_o$ /100 m odpowiednio dla M19 i M40.



Rys. 3. Rozkład średniej refleksyjności wityrynitów z głębokością  
 Fig. 3. Distribution of mean vitrinite reflectance with depth

Uwzględniając wyznaczone wartości średniej refleksyjności wityrynitów w analizowanych pokładach warstw siodłowych oszacowano wartości maksymalnych paleotemperatur ( $T_{max}$ ). Stosując dwie metody szacowania uzyskano wyniki różniące się nieznacznie. Wyższe wartości paleotemperatur uzyskano metodą Barkera i Pawlewicza, niższe natomiast przy zastosowaniu nomogramu Bosticka. Wartości paleotemperatur warstw siodłowych, uzyskane przy zastosowaniu nomogramu Bosticka, zmieniają się w zakresie 171 – 176°C w otworze wiertniczym M19 i 144 – 150°C w otworze wiertniczym M40. Wartości paleotemperatur uzyskane natomiast metodą Barkera i Pawlewicza, zmieniają się w zakresie 201 – 211°C i 151 – 162°C odpowiednio w otworach wiertniczym M19 i M40. Na podstawie uzyskanych wartości paleotemperatur oszacowano średnie wartości gradientów paleotermicznych. W otworze wiertniczym M19 wartości te wahają się w zakresie 8,3 – 17,7°C/100 m, natomiast w otworze M40 w zakresie 12,5 – 21,8°C/100 m.

## 5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że pokłady węgla warstw siodłowych w rejonie synkliny Mikołowa charakteryzują się wysokimi wartościami średniej refleksyjności witrnytu. W części wschodniej (M19), gdzie warstwy siodłowe występują na większej głębokości (1671,6 – 1734,7m)  $R_o = 1,44 - 1,56\%$ , natomiast w części zachodniej (M40), gdzie warstwy siodłowe występują płycej (1192,6 – 1244,9m)  $R_o = 0,97 - 1,06\%$ . Wschodnia i zachodnia część synkliny Mikołowa różni się także wartościami gradientu uwęglenia, który w części wschodniej jest większy i wynosi  $0,21\%R_o/100$  m, w części zachodniej natomiast  $0,17\%R_o/100$  m.

Oszacowane, zależnie od stosowanej metody, wartości paleotemperatur warstw siodłowych w części wschodniej (głębiej zalegającej) wynoszą średnio  $173 - 205^\circ\text{C}$ , w części zachodniej natomiast  $148 - 158^\circ\text{C}$ . Wyznaczone wartości gradientów paleotermicznych są podobnie jak wartości gradientów uwęglenia, wysokie i wynoszą odpowiednio  $8,3 - 17,7^\circ\text{C}/100$  m w części wschodniej synkliny Mikołowa oraz  $12,5 - 21,8^\circ\text{C}/100$  m w części zachodniej.

Tabela 2

Porównanie stopnia uwęglenia i paleotemperatur w różnych częściach GZW

REJON (analizowane warstwy)	GŁĘBOKOŚĆ [m.p.p.t.]	$R_o$ [%]	Gradient $R_o$ [% $R_o/100$ m]	$T_{max}$ [ $^\circ\text{C}$ ]		Gradient paleotermiczny <sup>2</sup> [ $^\circ\text{C}/100$ m]
				według Bosticka dla EHT=20 mln lat	według Barkera i Pawłowicza	
ZWSM „JADWIGA” (warstwy siodłowe, porębskie)	604 - 916	0,81 - 0,95	0,010	129 - 142	127 - 147	1,0 - 1,5
KWK „GLIWICE” (warstwy gruszowskie)	317 - 546	0,87 - 1,68	0,047 - 0,055	135 - 179	136 - 220	2,4 - 5,9
KWK „SZCZYGLOWICE” i KWK „KNURÓW” (warstwy orzeskie załęskie i rudzkie)	406 - 1000	0,78 - 1,02	0,026	125 - 147	122 - 156	2,4 - 3,7
MIKOŁÓW 19 (warstwy siodłowe)	1671,6 - 1734,7	1,44 - 1,56	0,21	171 - 176	201 - 211	8,3 - 17,7
MIKOŁÓW 40 (warstwy siodłowe)	1192,6 - 1244,9	0,97 - 1,06	0,17	144 - 150	151 - 162	12,5 - 21,8

Porównując stopień uwęglenia i paleotemperatory w różnych rejonach GZW możemy stwierdzić, że w rejonie Mikołowa węgle warstw siodłowych charakteryzują się wyższym stopniem uwęglenia i wyższymi wartościami paleotemperatur aniżeli w innych rejonach (np.

ZWSM Jadwiga). Spowodowane to jest prawdopodobnie faktem, że warstwy siodłowe w rejonie ZWSM „Jadwiga” występują na mniejszej głębokości aniżeli w rejonie Mikołowa (tab.2). Podobnym natomiast stopniem uwęglenia charakteryzują się warstwy siodłowe z rejonu Mikołowa i warstwy gruszowskie z rejonu KWK „Gliwice”, mimo że występują na różnych poziomach głębokościowych.

Wartości gradientów uwęglenia i paleotermicznych w poszczególnych częściach GZW różnią się znacznie. Zdaniem autorów nie należy ich porównywać, gdyż dotyczą różnych interwałów głębokościowych. W rejonie Mikołowa jest to przedział około 50 m, natomiast w pozostałych analizowanych rejonach przedział ten jest większy i dochodzi nawet do około 600 m.

Na podstawie przeprowadzonych analiz możemy stwierdzić, że proces uwęglenia mógł mieć odmienny przebieg w poszczególnych rejonach GZW.

Autorzy składają serdeczne podziękowania Panu dr hab. inż. Henrykowi Buczkowi za udostępnienie próbek węgla z otworu Mikołów 19 oraz niektórych danych geologicznych.

## LITERATURA

1. Barker C. E., Pawlewicz M. J.: The correlation of vitrinite reflectance with maximum temperature in humic organic matter. In: Buntebarth G., Stegena L. (Eds): *Paleogeothermics, Lecture Notes in Earth Sciences*, 5, Springer, Berlin 1986, 79-93.
2. Komorek J.: Własności optyczne węgla typów 31 – 42 z pokładów Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Prace Geologiczne* 140, Wyd. Polskiej Akademii Nauk, Kraków 1996.
3. Kotas A.: Moravian – Silesian – Cracovian region: Upper Silesian Coal Basin. in: *The Carboniferous System in Poland. Praca PIG CXLVIII*, Warszawa 1995.
4. Lewandowska M.: Warunki występowania wód podziemnych, na tle ziemskiego strumienia ciepła, w kopalniach północno zachodniej części GZW. – *Arch. Pol. Śl. Gliwice* 2001, Praca doktorska.
5. Skowronek E.: Zmienność stopnia uwęglenia i składu petrograficznego węgla w zachodniej części złoża Mikołów. *Arch. Pol. Śl.* 1990. Gliwice, Praca doktorska.
6. Taylor G. H., Teichmüller M., Davis A., Diessel C.F.K., Littke R., Robert P.: *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin 1998.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Dubinski



**Abstract**

In this paper coal rank and thermal conditions occurring in the saddle beds of Carboniferous rock massifs were characterized. This characteristic was made on the basis of data from boreholes Mikołów 19 (M19) and Mikołów 40 (M40). Coal rank was determined on the basis of mean vitrinite reflectance. Mean vitrinite reflectance for 7 samples of coal from borehole M19 (4 samples) and M40 (3 samples) was determined. These samples were taken from coal seams of the saddle beds i.e. 501, 504, 506 and 510. For estimation the values of paleotemperatures used Bostic's nomogram and Barker and Pawlewicz's method.

The results of the researches showed, that coal seams of the saddle beds in Mikołów synclina are characterized by high values of vitrinite reflectance ( $R_o=0,97 - 1,56\%$ ). The values of coal rank gradients change in range  $0,17 - 0,21 \%R_o/100m$ . The determined values of paleotemperatures of the saddle beds amount to  $148 - 205 ^\circ C$ . The values of paleothermic gradients are high, like as the values of coal rank gradient and amount to  $8,3 - 21,8 ^\circ C/100m$ .

Comparing coal rank and paleotemperatures in different regions of the USCB we can ascertain that coal of the saddle beds in the Mikołów region are characterized by highest coal rank and highest values of paleotemperatures than in other regions of the USCB.