

Małgorzata LEWANDOWSKA  
Krzysztof PROBIERZ  
Politechnika Śląska, Gliwice

## PRÓBA ODTWORZENIA WARUNKÓW PALEOTERMICZNYCH NW – CZĘŚCI GZW

**Streszczenie.** Przedstawione wyniki oznaczeń paleotemperatur karbońskiego masywu skalnego. Oznaczono także wartości paleotemperatur, na podstawie oznaczeń średniej refleksyjności wityritu wykorzystując nomogramy Karweila i Bosticka oraz metodę Barkera i Pawlewicza.

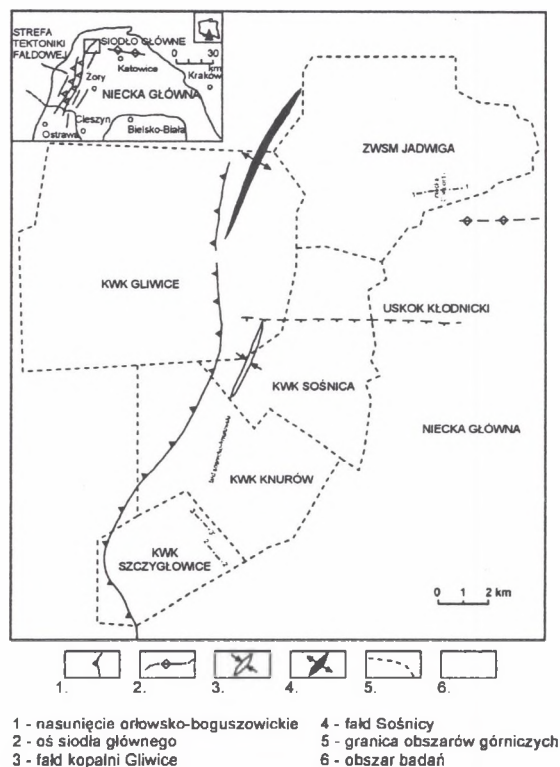
## THE ATTEMPT OF RECOGNITION OF PALEOTEMPERATURE CONDITIONS IN THE NW-PART OF UPPER SILESIA COAL BASIN (USCB)

**Summary.** The results of determination of the Carboniferous rock massif paleotemperature were presented. The paleotemperature values were determined on the basis of vitrinite reflectance estimation with the use of Karweil's and Bostick's nomograms and the Barker and Pawlewicz's method.

### 1. Wprowadzenie

Obszar badań zlokalizowany jest na pograniczu trzech głównych elementów strukturalnych GZW i obejmuje swym zasięgiem strefę struktur fałdowych, występującą na zachodzie zagłębia, jak również siodło główne i nieckę główną, zaliczane do strefy tektoniki dysjunktywnej. W tym niezwykle interesującym, ze względu na różnorodność występujących struktur

geologicznych, obszarze prowadzono liczne prace z zakresu tektoniki [m.in. 3, 4, 5, 9]. Głównym celem tych prac, oprócz bardziej szczegółowego rozpoznania budowy obszaru, była próba odtworzenia ewolucji strukturalnej GZW. Oprócz metod badań stricte tektonicznych (m.in. mezotektonicznych) stosowano także metody petrologii węgla (m.in. oznaczenie refleksyjności wityryny, charakterystyka indykatory). Uzyskane tymi różnorodnymi metodami wyniki nie pozwalają, jak dotychczas, na jednoznaczną interpretację tektogenezy GZW. Jest to spowodowane głównie brakiem informacji geologicznych z okresu po utworzeniu karbońskiej formacji węglonośnej (brak wielu ogniw stratygraficznych w nadkładzie), co znacznie utrudnia lub wręcz uniemożliwia datowanie zdarzeń geologicznych. W odtworzeniu historii tektonicznej GZW wielce przydatna może być również znajomość paleotemperatur masywu skalnego.



Rys. 1. Szkic tektoniki obszaru badań

Fig. 1. Tectonic sketch of the study area

Dotychczas problem paleotemperatur podejmowany był w literaturze tylko w odniesieniu do modeli bilansu generowania węglowodorów, nie tylko w seriach węglonośnych [2, 6]. Paleotemperature masywu skalnego można odtworzyć na podstawie znajomości stopnia wę-

glenia materii organicznej, bowiem maksymalna temperatura występująca w danym masywie skalnym została zapisana wartością zdolności odbicia światła wityrynytu [1, 7, 8, 10].

Celem niniejszej pracy było odtworzenie warunków paleotermicznych, tj. maksymalnej paleotemperatury skał oraz paleogradientów na podstawie przeprowadzonych badań średniej zdolności odbicia światła wityrynytu (refleksyjności  $R_o$ ) oraz danych dotyczących załęgania pokładów węgla w analizowanej części masywu skalnego. Obszar badań obejmuje swym zasięgiem obszary górnicze kopalń KWK „Gliwice”, „Knurów”, „Szczygłowice” oraz ZWSM „Jadwiga” (rys 1).

## 2. Budowa geologiczna obszaru badań

W obszarze badań występują warstwy czwartorzędu, trzeciorzęd i triasu, stanowiące nadkład, oraz utwory karbońskiej formacji produktywnej.

Karbon w analizowanym przedziale głębokościowym (tj. do ok. 1000 m) obszaru badań reprezentowany jest przez limniczne warstwy górnośląskiej serii mułowcowej (warstwy załęskie - westfal A) i górnośląskiej serii piaskowcowej (warstwy rudzkie i siódłowe - namur B - C) oraz paraliczną serię grupy brzeźnej (warstwy porębskie, jakłowieckie i gruszowskie - namur A). Warstwy brzeźne, a także górnośląska seria piaskowcowa są dominującymi elementami profilu litostratygraficznego kopalń w północnej części obszaru badań, zaś seria mułowcowa w jego południowej części.

Tektonika obszaru badań charakteryzuje się obecnością południkowo zorientowanych (NNE-SSW) struktur fałdowych w zachodniej jego części (alpinotyp) oraz dominacją tektoniki dysjunktywnej na wschodzie (germanotyp) [3, 4, 5, 9]. Za granicę tych stref przyjmuje się nasunięcie (zaburzenie) orłowsko – boguszowickie. W obrębie tej strefy fałdowej do najbardziej znanych struktur fałdowych należy zaliczyć fałdy kopalni „Gliwice” i „Sośnica”. W rejonie KWK „Knurów” i „Szczygłowice” występuje fałd sośnicko – knurowski będący kontynuacją fałdu IV KWK „Sośnica”.

W strefie tektoniki dysjunktywnej można wyróżnić dwie znaczące struktury: siódło główne w północno-wschodniej części badanego obszaru oraz nieckę główną obejmującą jego południowo-wschodnią część. W obrębie tych struktur występują mniejsze, i tak w części południowo-wschodniej obszaru badań, tj. w obrębie ZWSM „Jadwiga” występuje niecka

Concordii (duża i mała) oraz liczne południkowo zorientowane uskoki. W części południowej liczne są prawie równoleżnikowo zorientowane uskoki m.in. uskoki kłodnicki i Saara.

### 3. Metodyka badań

W celu odtworzenia warunków paleotemperaturowych obszaru badań podjęto próbę oszacowania wartości paleotemperatur na podstawie stopnia uwęglenia substancji organicznej.

Jedną z pierwszych aplikacji pozwalającą na kalkulację trzech zmiennych, tj. czasu, temperatury i stopnia uwęglenia, był nomogram Karweila [8, 10]-rys. 2.

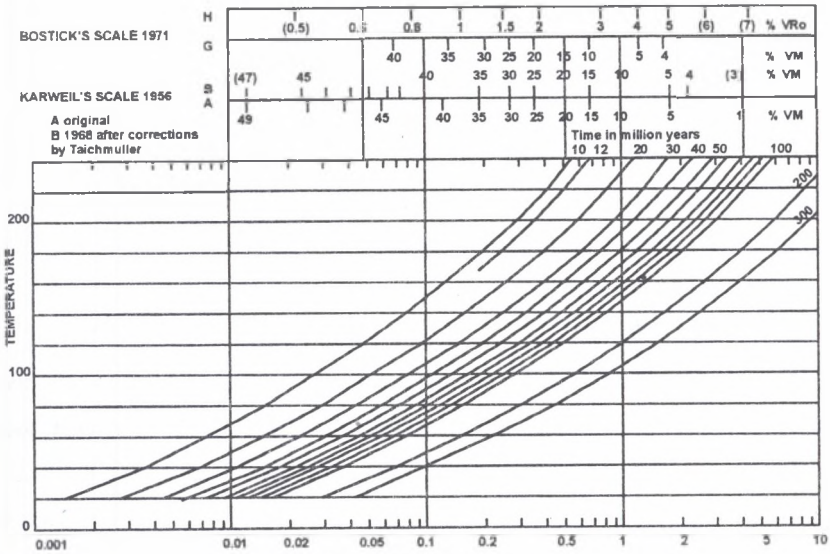
Czas jest tu czasem geologicznym, w którym zdeponowane osady podlegały "efektywnemu grzaniu", czyli ich temperatura znajdowała się pomiędzy 15°C a maksymalną temperaturą występującą w masywie skalnym. Temperatura na tym nomogramie jest maksymalną "zanotowaną" temperaturą skał<sup>1</sup> ( $T_{max}$ ), natomiast stopień uwęglenia zdeterminowany jest przez zawartość części lotnych  $V^{daf}$  lub refleksyjność wityrynytu  $R_o$ . Nomogram ten (rys. 3) był jednak sukcesywnie poprawiany przez Teichmüllera (1968), Hooda (1975) oraz Bosticka (1979) - rys. 3. W latach osiemdziesiątych Barker i Pawlewicz (1983, 1986) zaproponowali odmienną metodę kalkulacji refleksyjności wityrynytu i maksymalnej temperatury, która bazuje na danych pochodzących z 600 próbek z wielu basenów sedymentacyjnych świata. Autorzy znaleźli statystyczną linię relacji pomiędzy logarytmem refleksyjności wityrynytu i temperaturą maksymalną w °C [1].

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

W niniejszej pracy do określenia paleotemperatur wykorzystano nomogramy Karweila, Bosticka oraz metodę Barkera i Pawlewicza.

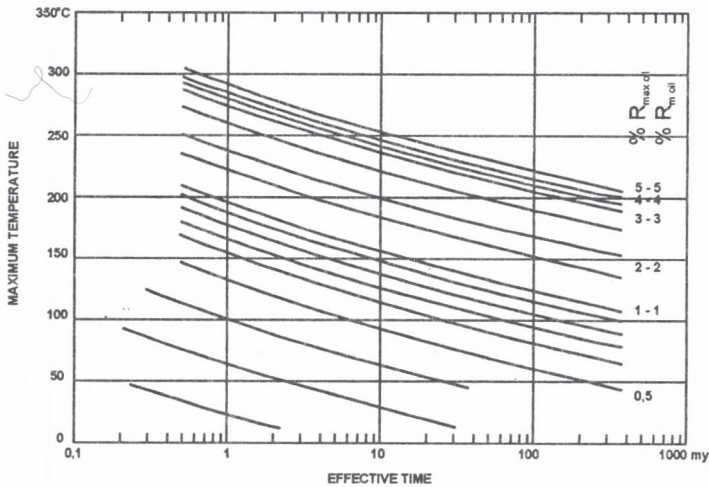
W tym celu pobrano 15 prób bruzdowych z różnych pokładów węgla KWK "Knurów", "Szczygłowice", "Gliwice" oraz ZWSM "Jadwiga". Głównym kryterium wyboru miejsc opróbowania była możliwość uzyskania pionowych profili temperaturowych. Dlatego też próby węgla pobierane były, w miarę możliwości, w stosunkowo niewielkiej odległości od siebie w poziomie i jak największej odległości w pionie, tak aby objąć jak największy odcinek głębokości.

<sup>1</sup> analogia do "termometru maksymalnego



Rys.2. Zależność między czasem, temperaturą i stopniem uwęglenia wg Karweil 1956, Bostick 1971, Teichmüller 1968

Fig.2. The intersection of the time curve (in MY) and the temperature (ordinate) gives, and the abscissa a value from Z (rank) expressed above in %Ro and %VM



Rys. 3. Zależność między efektywnym czasem grzania, maksymalną temperaturą skał oraz refleksyjnością wityryny ( $R_{max}$ ,  $R_m$ ), wg Bostick *et al.* 1979

Fig. 3. Relationship between effective heating time, maximum rock temperature and vitrinite reflectance ( $R_{max}$ ,  $R_m$ ), after Bostick *et al.* 1979



Z pobranych próbek wykonano preparaty ziarnowe – brykiety (pon. 1 mm) i na tak przygotowanych próbkach wykonano oznaczenia średniej refleksyjności wityrynytu. 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  $\lambda = 546\text{nm}$ .

Uzyskanych wartości paleotemperatur posłużyły do obliczeń paleogradientów.

#### 4. Analiza wyników badań

Ze względu na różnice w tektonice obszaru badań, wielkość średniej refleksyjności wityrynytu w dalszych rozważaniach rozpatrywana będzie oddzielnie dla obszaru KWK “Gliwice” i ZWSM “Jadwiga”, natomiast wspólnie dla obszarów KWK “Szczygłowice” i “Knurów”.

Zmienność średniej refleksyjności wityrynytu w zależności od głębokości w obszarze kopalni “Gliwice” zilustrowano na wykresie 1A (rys. 4). Rozpatrywana część złoża obejmuje pokłady od 618 do 918 (od głębokości 17 do –368 m npm). Próbkę węgla do badań pobrano z pokładów 830 i 833/1. Jak można zaobserwować na wykresie 1, refleksyjność wityrynytu nie wykazuje wyraźnej zależności od głębokości. Na tych samych poziomach głębokościowych wielkość średniej refleksyjności zmienia się w szerokim zakresie (od 0,87 do 1,68%). Spowodowane jest to prawdopodobnie bardzo skomplikowaną tektoniką tego obszaru (strefa tektoniki fałdowej z obecnością kilkunastu wąskopromiennych fałdów o dużej amplitudzie często poprzecinanych uskokami). Aktualna budowa geologiczna powoduje, że punkty pomiaru refleksyjności o oznaczonej obecnie głębokości, pierwotnie mogły się znajdować na innych głębokościach wskutek tektonicznych przemieszczeń. Korelacja głębokości (aktualnej) i refleksyjności może wykazywać zatem bardzo słabe dopasowanie.

Zmienność średniej refleksyjności wityrynytu w zależności od głębokości w obszarze ZWSM “Jadwiga” zobrazowano na wykresie B (rys. 4). Rozpatrywana część złoża obejmuje pokłady od 503 do 620. Analizując zależność średniej refleksyjności wityrynytu od głębokości można zauważyć wyraźną tendencję wzrostową wartości  $R_0$  wraz ze wzrostem głębokości. Zmianie głębokości od –304 m npm do –916 m npm towarzyszy wzrost średniej refleksyjności od 0,81 do 0,95%. Należy zauważyć, że tektonika w tym rejonie jest dużo mniej skomplikowana (niecka Concordii), co prawdopodobnie pozwala na dość dobre dopasowanie tych dwóch parametrów. Współczynnik dopasowania wynosi 0,51. Na przekroju 1-1’ (rys.5) w

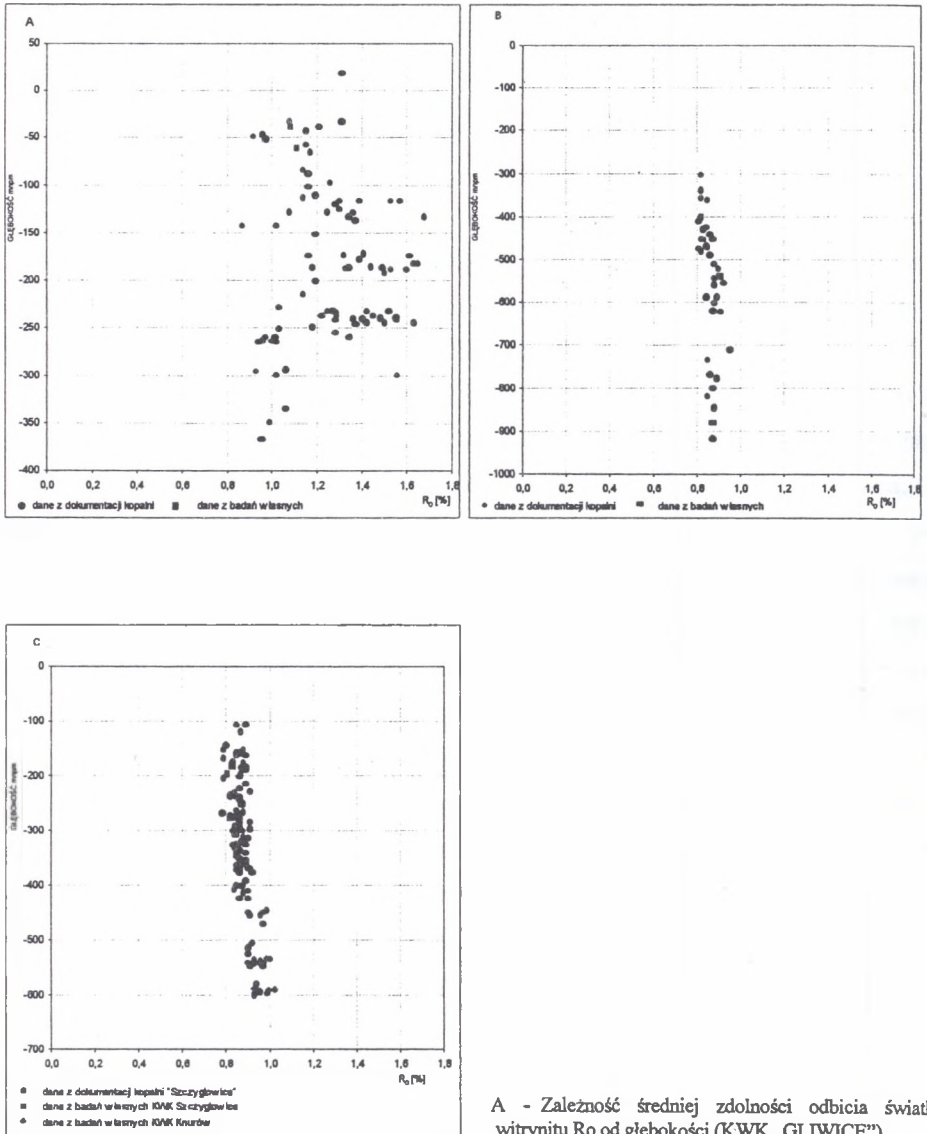
rejonie ZWSM „Jadwiga” zauważyć jednak można, że maksymalne wartości średniej refleksyjności (powyżej 0,94%) znajdują się w centralnej części niecki w obrębie pokładu 610, maleją zaś zarówno w głębszych partiach, jak i w płytszych. Wydaje się, że związek uwęglenia z ułożeniem pokładów na tym przekroju jest bezsporny.

Zmienność średniej refleksyjności wityrynytu w zależności od głębokości w obszarze kopalni „Szczygłowice” i „Knurów” pokazano na wykresie C (rys. 4). Rozpatrywana część złoża obejmuje pokłady od 357/1 do 415/2. W obszarze tym podobnie jak dla ZWSM „Jadwiga” ze wzrostem głębokości rośnie wartość średniej refleksyjności wityrynytu, podczas gdy głębokość analizowanych pokładów waha się w granicach od -106 do -600 m npm wartość refleksyjności zmienia się od 0,78 do 1,02%. Stopień zaawansowania tektonicznego w tym obszarze jest słaby (fałd sośnicko – knurowski), co prawdopodobnie wpłynęło na dobre dopasowanie się analizowanych parametrów. Współczynnik dopasowania wynosi 0,67. Na przekrojach 2-2' (rys. 6) i 3-3' (rys. 7) przebiegających prostopadle do osi fałdu sośnicko – knurowskiego największe wartości średniej refleksyjności obserwuje się we wschodnim skrzydle fałdu, w najpłytszym analizowanym pokładzie 357/1; maleją one w kierunku w głąb i na zachód (poniżej 0,80%). W zachodnim skrzydle analizowanego fałdu najwyższe wartości średniej refleksyjności zanotowano w najgłębszym analizowanym tu pokładzie, tj. 415/2 (powyżej 0,98%), maleją zaś w kierunku wyżej zalegających pokładów, by w pokładzie 405/3 osiągnąć wartości poniżej 0,86%. Oszacowane, na podstawie oznaczonej wielkości średniej refleksyjności wityrynytu, maksymalne paleotemperatury skał zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wartości paleotemperatur w poszczególnych częściach obszaru badań wg stosowanych metod

REJON	T <sub>max</sub>		
	wg Karweila i Bosticka	wg Bosticka	wg Barkera i Pawlewicza
KWK „GLIWICE”	50 – 75 °C	97 – 146 °C	136 – 220 °C
ZWSM „JADWIGA”	44 – 54 °C	90 – 104 °C	127 – 147 °C
KWK „SZCZYGŁOWICE” I „KNURÓW”	38 – 56 °C	84 – 107 °C	122 – 156 °C

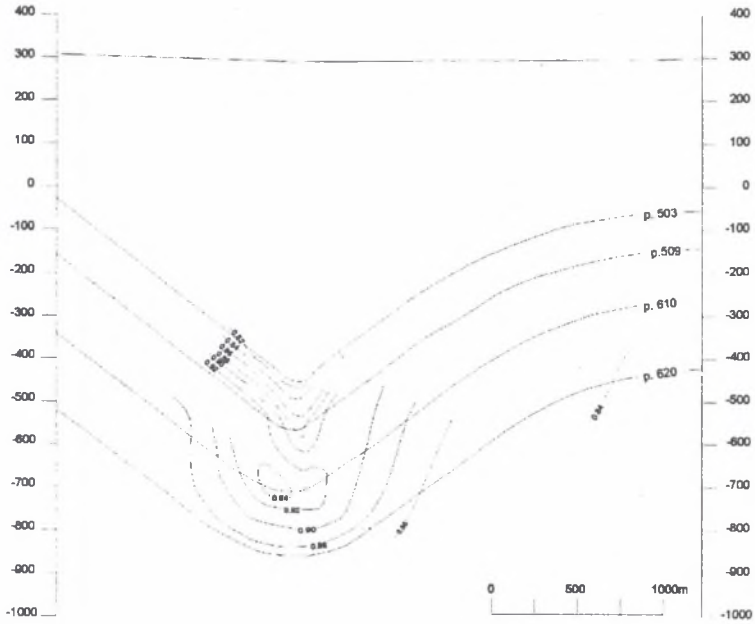


A - Zależność średniej zdolności odbicia światła wityritu  $R_0$  od głębokości (KWK „GLIWICE”),  
 B - Zależność średniej zdolności odbicia światła wityritu  $R_0$  od głębokości (ZWSM „JADWIGA”),  
 C - Zależność średniej zdolności odbicia światła wityritu  $R_0$  od głębokości (KWK „KNURÓW”, KWK „SZCZYGŁOWICE”)

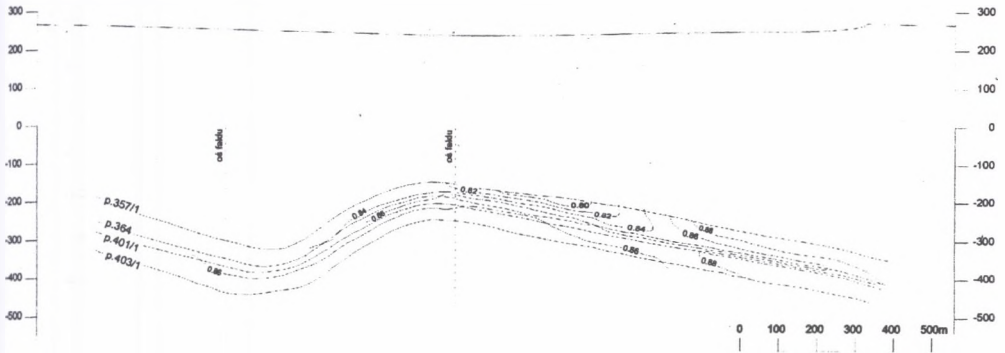
Rys. 4. Zależność średniej refleksyjności wityritu ( $R_0$ ) od głębokości, w poszczególnych rejonach obszaru badań

Fig. 4. Relationship between mean vitrinite reflectance ( $R_0$ ) and depth in other regions of the study area





Rys. 5. Rozkład średniej refleksyjności wityryny na przekroju geologicznym 1-1' przez niekę Concordii  
 Fig. 5. Distribution of mean vitrinite reflectance on the geological section 1-1' through Concordia syncline

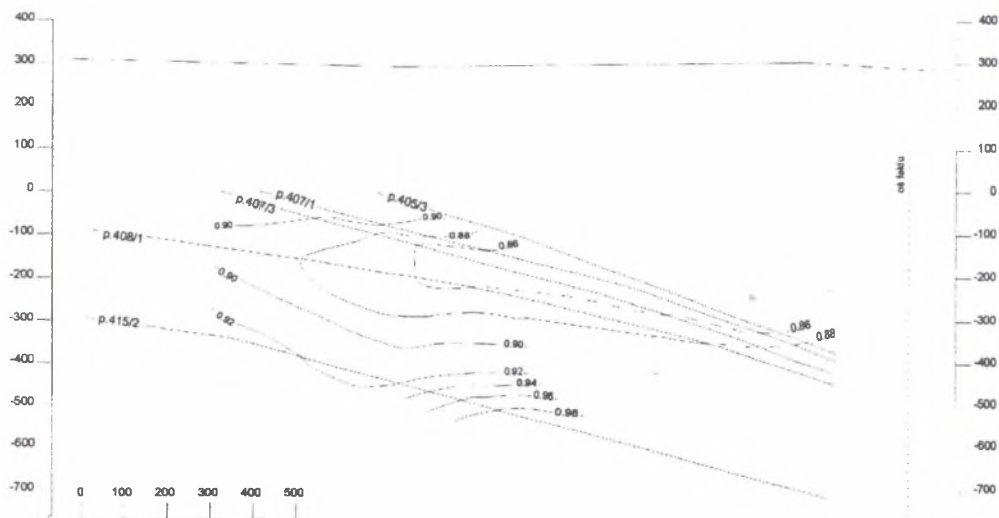


Rys. 6. Rozkład średniej refleksyjności wityryny na przekroju geologicznym 2-2' przez wschodnie skrzydło  
 fałdu sośnicko-knurowskiego  
 Fig. 6. Distribution of mean vitrinite reflectance on the geological section 2-2' through the eastern flank of  
 Sośnica-Knurows fold

Zauważyć należy, że w zależności od stosowanej metody szacowania maksymalnej paleotemperatury skał wyniki różnią się dość znacznie. Zaniżone, w stosunku do metody Barkera i Pawlewicza, wyniki z dwóch poprzednich metod (tj. Karweila i Bosticka oraz Bosticka) są prawdopodobnie spowodowane trzecim czynnikiem branym pod uwagę przy szacowaniu maksymalnej paleotemperatury, tj. czasem "efektywnego grzania". W niniejszej pracy, dla uproszczenia, przyjęto, że czas ten w przybliżeniu równy jest ok. 300 mln lat. Prawdopodobnie jest on znacznie zawyżony, gdyż w analizowanym obszarze badań po okresie karbońskim miała miejsce nie tylko sedimentacja, ale także erozja. Maksymalna wielkość erozji w obszarze badań, oszacowana na podstawie modelowań basenu sedimentacyjnego, wynosi 1700 m [7]. Uwzględniając zatem w metodach Karweila i Bosticka ten parametr uzyskalibyśmy wyższe wartości paleotemperatur i bardziej zbliżone do wartości uzyskanych metodą Barkera - Pawlewicza.

Obliczone na podstawie oszacowanych, metodą Barkera i Pawlewicza, maksymalnych paleotemperatur skał paleogradienty są różne w poszczególnych rejonach.

Dla obszaru ZWSM "Jadwiga" średnia wartość paleogradientu wynosi  $3,26^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , natomiast w obszarze KWK "Szczygłowice" i "Knurów" średnio wynosi on  $6,88^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ .



Rys. 7. Rozkład średniej refleksyjności wityryny na przekroju geologicznym 3-3' przez zachodnie skrzydło fałdu sośnicko-knurowskiego

Fig. 7. Distribution of mean vitrinite reflectance on the geological section 3-3' through the western flank of Sośnica - Knurów fold

## 5. Podsumowanie

Uzyskane wyniki badań mogą też być przydatne w badaniach nad tektoniką GZW, wykazano bowiem wyraźnie podwyższone wartości refleksyjności wityrynytu (i związanych z tym paleotemperatur) w strefie osiowej niecki Concordii. W fałdzie sośnicko-knurowskim natomiast zaobserwowano lokalną inwersję uwęglenia we wschodnim jego skrzydle. Świadczyły to może o odrębności procesu uwęglenia i tektogenezy w odrębnych jednostkach strukturalnych GZW.

## 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. Kotarba M.: *Geochemiczne kryteria genezy gazów akumulacyjnych w serii węglonośnej górnego karbonu niecki wałbrzyskiej*. Akademia Górniczo-Hutnicza Zeszyty Naukowe nr 42, Kraków 1988.
3. Kotas A.: *Moravian – Silesian – Cracovian region: Upper Silesian Coal Basin*. in: *The Carboniferous System in Poland*. Praca PIG CXLVIII, Warszawa 1995.
4. Kuzak R.: *Tektonika fałdów gliwickich*. Rozprawa doktorska, Arch. Uniw. Śl., Sosnowiec 1992.
5. Morga R.: *Wpływ tektoniki na anizotropię i 2 $\theta$  jakość węgla w obszarach górniczych kopalń "Sośnica", "Makoszowy", "Bielszowice", "Pokój"*. Rozprawa doktorska. Arch. Pol. Śl., Gliwice 1997.
6. Ney R., Kotarba A. (pod red.): *Opracowanie modeli bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnosląskiego Zagłębia Węglowego*. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków 1995.
7. Probiez K., Lewandowska M.: *Współczesny strumień ciepła i paleotemperatury masywu skalnego NW-części GZW*. Materiały IX Międzynarodowego Sympozjum Geotechnika '2000, Gliwice – Ustroń 17 – 21 października 2000 - w druku.

8. Stach E.: Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebrüder Borntraeger, Berlin - Stuttgart 1982.
9. Staniek L.: Tektonika warstw karbońskich kopalni "Sośnica" w nawiązaniu do kopalń sąsiednich i jej wpływ na warunki eksploatacji. Mat. Symp. Oddz. Zabrze - Gliwice SITG, 4 marca 1976.
10. Taylor G. H. *et al.*: Organic Petrology. Gebrüder Borntraeger, Berlin 1998.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Dubiński

## Abstract

Paleotemperatures of rock massives were often determined with the reference to the models of hydrocarbons' generation balance. Analysis of paleotemperature condition can be useful for reconstruction of tectonic evolution of the area.

The aim of the work was the characteristics of paleotemperature conditions, i.e. of the maximum paleotemperature and paleogradients on the basis of medium vitrinite reflectance ( $R_o$ ) measurements and the data on the occurrence of the sampled coal seams. To reach the aim Karweil's and Bostick's nomograms and Barker and Pawlewicz's method were used. The study area was situated on the border of three principal structural elements of the USCB i.e. the main anticline, the main syncline and the fold tectonics zone.

Because of differentiation of tectonics within the study area, paleotemperature conditions were analysed separately in three regions, i.e. "Gliwice", "Jadwiga" and "Szczygłowice - Knurów" coal mines. In the "Gliwice" region the vitrinite reflectance value (0,87 - 1,68%) doesn't correlate with the depth (17 - -368 m.a.s.l.). It is caused probably by very complicated geological building (the fold tectonics zone). In the "Jadwiga" region the vitrinite reflectance values (0,81 - 0,95%) grow up with the depth (-304 - -916 m.a.s.l.) and the correlation coefficient equals 0,51. The maximum vitrinite reflectance values were observed in the central part of the Concordia syncline. In the "Szczygłowice - Knurów" region the vitrinite reflectance value (0,78 - 1,02%) grow up with the depth (-106 - -600 m.a.s.l.) and the correlation coefficient equals 0,67. The maximum vitrinite reflectance values were observed in the eastern flank of the Sośnica - Knurów fold in the deepest seam, while in the western flank of the fold in the most shallow seam.

The paleotemperatures estimated on the basis of vitrinite reflectance values, change from 50 to 220°C in the “Gliwice” region, from 44 to 147 °C in the “Jadwiga” region and from 38 to 156 °C in the “Szczygłowice – Knurów” region, according to the method used. The values obtained by the Karweil’s and Bostick’s methods are smaller than obtained by the Barker and Pawlewicz’s method.

The paleogradients calculated on the basis of the maximum paleotemperatures, estimated by the Barker and Pawlewicz’s method, are different in each regions. For the “Jadwiga” region the value of paleogradients amounts 3,26°C/100m, while in the “Szczygłowice – Knurów” region 6,88 °C/100m.

Different character of vitrinite reflectance distribution in each region can indicate that coalification and tectonic processes in some of the structures of USCB underwent separately.