

WARUNKI GEOTERMICZNE ZŁOŻA WĘGLA KWK "SILESIA"

GEOHERMIC CONDITIONS OF "SILESIA" MINE COAL DEPOSIT

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia analizę rozkładu temperatur skał w obszarze kopalni Silesia. Przeanalizowano zmienność pionową na podstawie danych temperatur z otworów wiertniczych, oraz poziomą w czterech płaszczyznach: -250, -500, -750 i -1000 m n.p.m., na podstawie pomiarów temperatur w otworach i wyrobiskach kopalnianych. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, iż głównym czynnikiem wpływającym na rozkład temperatur w obszarze badań jest równoleżnikowa dyslokacja Bzie-Czechowice. Temperatury skał wzrastają w jej kierunku. Na podstawie wcześniejszych badań, można ją traktować jako strefę o wysokiej wartości generacji ciepła radiogenicznego. Innym czynnikiem wspomagającym wzrost temperatur w kierunku dyslokacji jest niska przewodność cieplna pakietu iłowcowo-mułowcowego, oraz mięjszego ilastego nadkładu mioceńskiego. Wyniki badań przedstawione w niniejszym artykule mogą stanowić podstawę do obliczenia zasobów energii geotermalnej w obszarze kopalni z uwzględnieniem czynnika tektonicznego. Stwarza to możliwość eksploatacji naturalnej energii cieplnej wnętrza Ziemi przez kopalnię Silesia.

* * *

1. WSTĘP

W ostatnich latach coraz większe znaczenie przypisuje się naturalnemu ciepłu skał, dopatrując się w nim niekonwencjonalnego, alternatywnego źródła energii. Eksploatacja energii geotermalnej dla celów gospodarczych, czy też komunalnych może być nowym celem kopalń węgla kamiennego z uwagi na zakumulowany znaczny potencjał ciepła w skałach górnego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Celem niniejszego artykułu jest prześledzenie zmienności temperatur skał pomierzonych w otworach wiertniczych i wyrobiskach kopalnianych obszaru górniczego Kopalni Węgla Kamiennego Silesia i najbliższej okolicy, oraz próba wskazania przyczyn aktualnego rozmieszczenia pola temperatur dla tego obszaru.

Obszar górniczy KWK Silesia położony jest w południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w obrębie południowego skrzydła niecki głównej, w środkowej części strefy uskoku Bzie-Czechowice.

ABSTRACT

The paper presents analysis of rock temperature distribution in area of Silesia coal-mine. Basing on temperature datas from bore-holes, the vertical changeability was analysed. Basing on temperature datas from bore-holes and underground mine excavations, the horizontal changeability was analysed in four levels above sea: -250, -500, -750 and -1000 m. The obtained results shows, that the main factor influencing on the temperature distribution is parallel (of latitude) Bzie-Czechowice dislocation in investigated area. Basing on the previous investigation results, Bzie-Czechowice fault can be treated as a zone of high value of radiogenic heat generation. The other factors which have an effect on rise temperature to dislocation direction are low thermal conductivity of siltstone and claystone rock-pack and also high thickness of Miocene clay cover stratas. The investigation results presented in this paper can be base for calculation of geothermal energy resources in Silesia coal mine area with tectonic factor regard. The Silesia coal-mine has a possibility of geothermal energy mining.

* * *

W budowie geologicznej tego obszaru do głębokości dokumentowania złoża węgla biorą udział utwory karbonu górnego wykształcone w seriach: paralicznej, górnośląskiej piaskowcowej, mułowcowej, oraz krakowskiej piaskowcowej, która występuje tylko w północnej części obszaru. Węglonośny karbon górny przykryty jest w całości ilasto-piaszczystym pakietem osadów mioceńskich o miąższości 200-700 m, oraz fluwioglacjalnymi utworami czwartorzędowymi o miąższości do 100 m.

Obszar kopalni Silesia charakteryzuje się występowaniem różnorodnych kopalni towarzyszących węglowi kamiennemu. W obrębie piaskowców łaziskich udokumentowano złożę metanu wolnego, pochodzącego z degazacji pokładów węgla (Kędzior, 2000). Zasoby przemysłowe tego gazu wynoszą 22,7 mln Nm³. Planowana jest jego eksploatacja w ciągu najbliższych 6 lat (Grudnik, Wątor, 2000). Powyższy przykład dowodzi, iż kopalnia zainteresowana jest eksploatacją alternatywnych dla węgla surowców energetycznych.

2. METODYKA PRACY

W artykule wykorzystano wyniki pomiarów temperatur skał pochodzących z otworów wiertniczych, oraz wyrobisk kopalnianych. Temperaturę skał podano w oparciu o pomiar temperatury płuczki wiertniczej w odwiertach, w warunkach ustalonej równowagi cieplnej po kilkudziesięciu godzinach stójki od chwili zakończenia wiercenia. Wyeliminowano pomiary temperatury z głębokości mniejszej niż 500 m od powierzchni terenu z uwagi na możliwość błędu pomiaru spowodowanego brakiem ustalenia równowagi cieplnej płuczki, oraz niekorzystnym wpływem wód podziemnych na naturalne pole cieplne górotworu (nadmierne wychłodzenie).

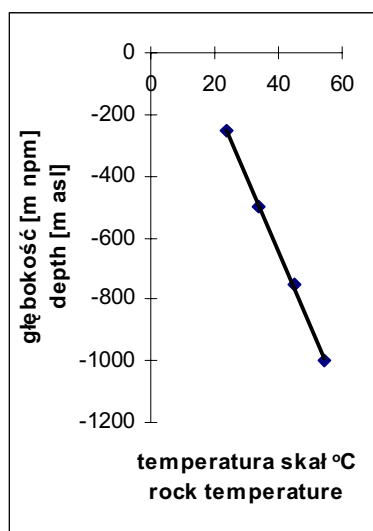
W oparciu o wyniki pomiarów temperatury w otworach wiertniczych utworzono wykresy pionowej zmienności cieplnej górotworu. Wykresy te skonstruowano

za pomocą linii prostych aproksymujących, będących rezultatem przeprowadzonej regresji wielomianowej pierwszego stopnia metodą średnich kwadratów. Na podstawie pomiarów temperatury z otworów wiertniczych i wyrobisk kopalnianych wykreślono interpolacyjne mapy izoterm skał przyjmując cztery poziomy w odniesieniu do poziomu morza: -250, -500, -750, -1000 m. Oprócz tego wykreślono mapę izoterm średnich gradientów temperatur w otworach wiertniczych przyjmując jednostkę główną 1000 m.

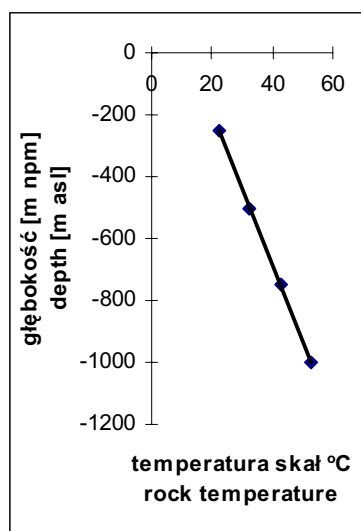
Do analizy warunków geologicznych obecnego rozmieszczenia temperatur skał wykorzystano następujące czynniki:

- tektonikę uskoku,
- litologię skał karbońskich,
- miąższość nadkładu mioceńskiego.

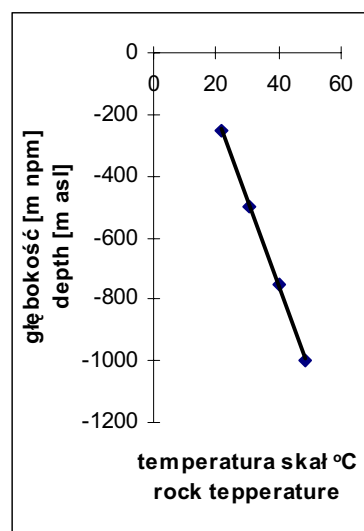
Istotą jest określenie kierunków zmienności pola



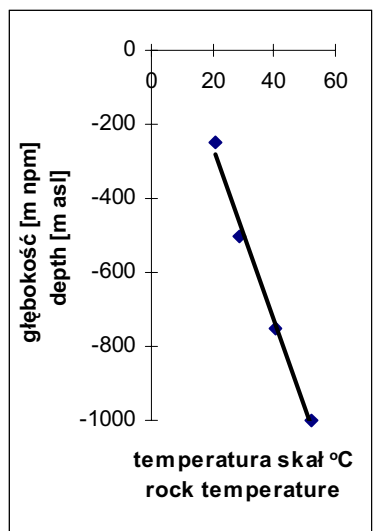
Silesia 5 35.8 °C/1000 m



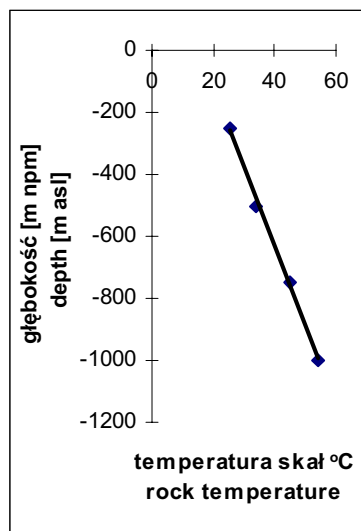
Silesia 6 34.0 °C/1000 m



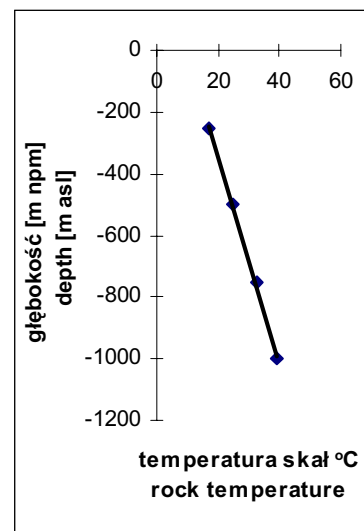
Silesia 7 31.4 °C/1000 m



Silesia 11 31.4 °C/1000 m



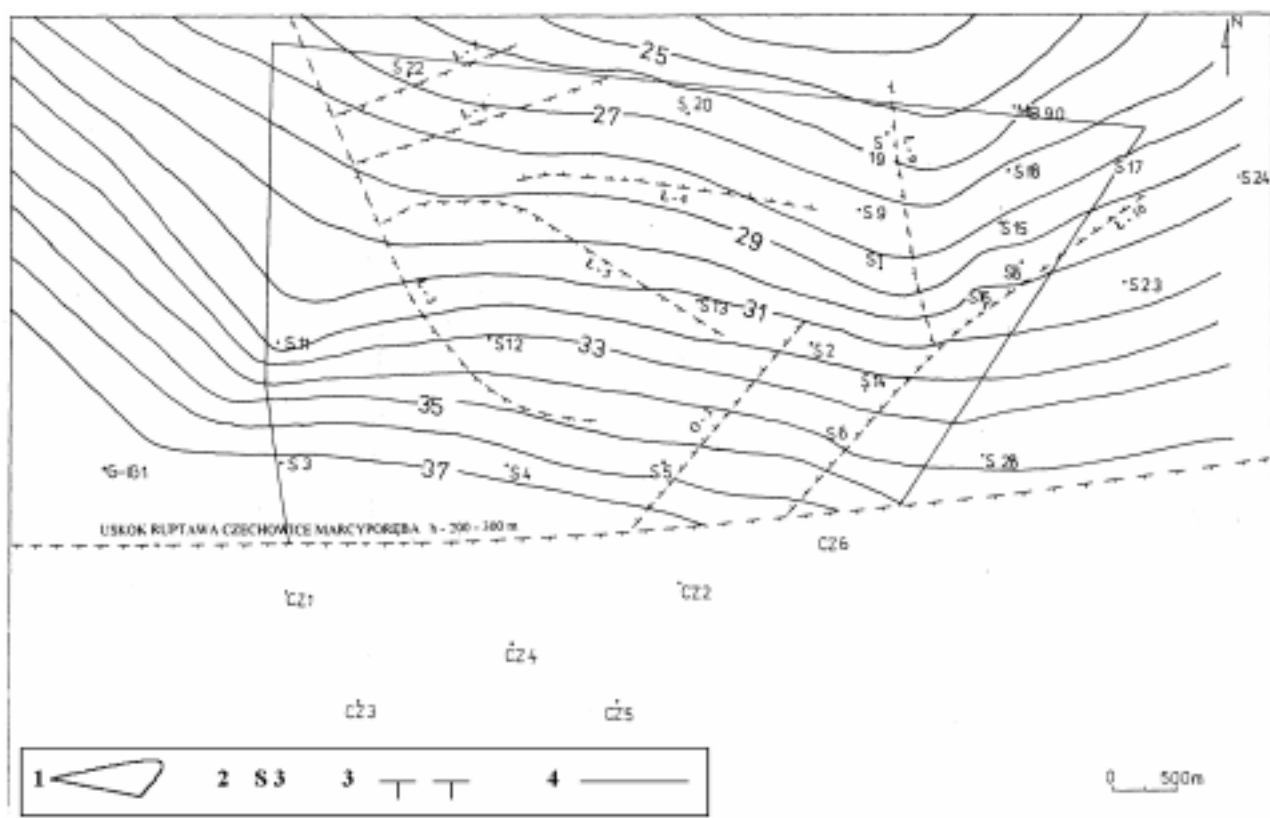
Goczałkowice IG-1 37.4 °C/1000 m



MB 88 23.1 °C/1000 m

Ryc. 1 Zmienność temperatur skał wraz z głębokością z podanymi gradientami °C/1000 m w wybranych otworach w obszarze badań

Fig. 1 Changeability of rock temperature according to depth with shown geothermal gradients °C/1000 m in selected boreholes in investigated area.



Ryc. 2. Zmienność gradientów temperatur w obszarze kopalni Silesia.

1 - izoterma skał [°C], na rycinie 2 izoterma gradientu [°C/1000 m]; 2 - otwór wiertniczy; 3 - uskoki; 4 - granica obszaru górniczego KWK Silesia
Fig. 2. Changeability of temperature gradients in Silesia coal-mine area.

1 - izoline of rocks temperature [°C], fig. 2 - izoline of geothermal gradient [°C/1000 m]; 2 - bore-hole; 3 - fault; 4 - border of Silesia mining area

ciepłego, wykazanie anomalii geotermicznych lub potwierdzenie istniejących, oraz stwierdzenie, który z wyżej wymienionych czynników odgrywa dominującą rolę w obecnym ukształtowaniu pola ciepłego w obrębie złoża Silesia.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

We wszystkich analizowanych otworach w obszarze badań widoczny jest równomierny wzrost temperatury wraz z głębokością (ryc. 1). Najmniejszy średni gradient przyrostu temperatury ($23,7^{\circ}\text{C}/1000\text{ m}$) zanotowano w otworze Międzyrzecze-Bieruń 87 w skrajnie północnej części obszaru. Gradient największy, wynoszący $37,4^{\circ}\text{C}/1000\text{ m}$ występuje w otworze Goczałkowice IG-1 w sąsiedztwie uskoku Bzie-Czechowice, w południowej części obszaru badań. Wartość średnia gradientu w obszarze badań dla 9 otworów wynosi $30^{\circ}\text{C}/1000\text{ m}$, przy odchyleniu standardowym populacji 4,3. Widoczny jest wzrost gradientu z północy na południe, w kierunku uskoku Bzie-Czechowice (ryc. 2).

Na poziomie -250 m npm minimalną temperaturę zanotowano w otworze Międzyrzecze - Bieruń 88 ($16,9^{\circ}\text{C}$) na północy obszaru, maksymalną ($25,3^{\circ}\text{C}$) w otworze Goczałkowice IG-1 w pobliżu dyslokacji Bzie-Czechowice w południowej części obszaru badań. Temperatura skał wzrasta w kierunku południowym

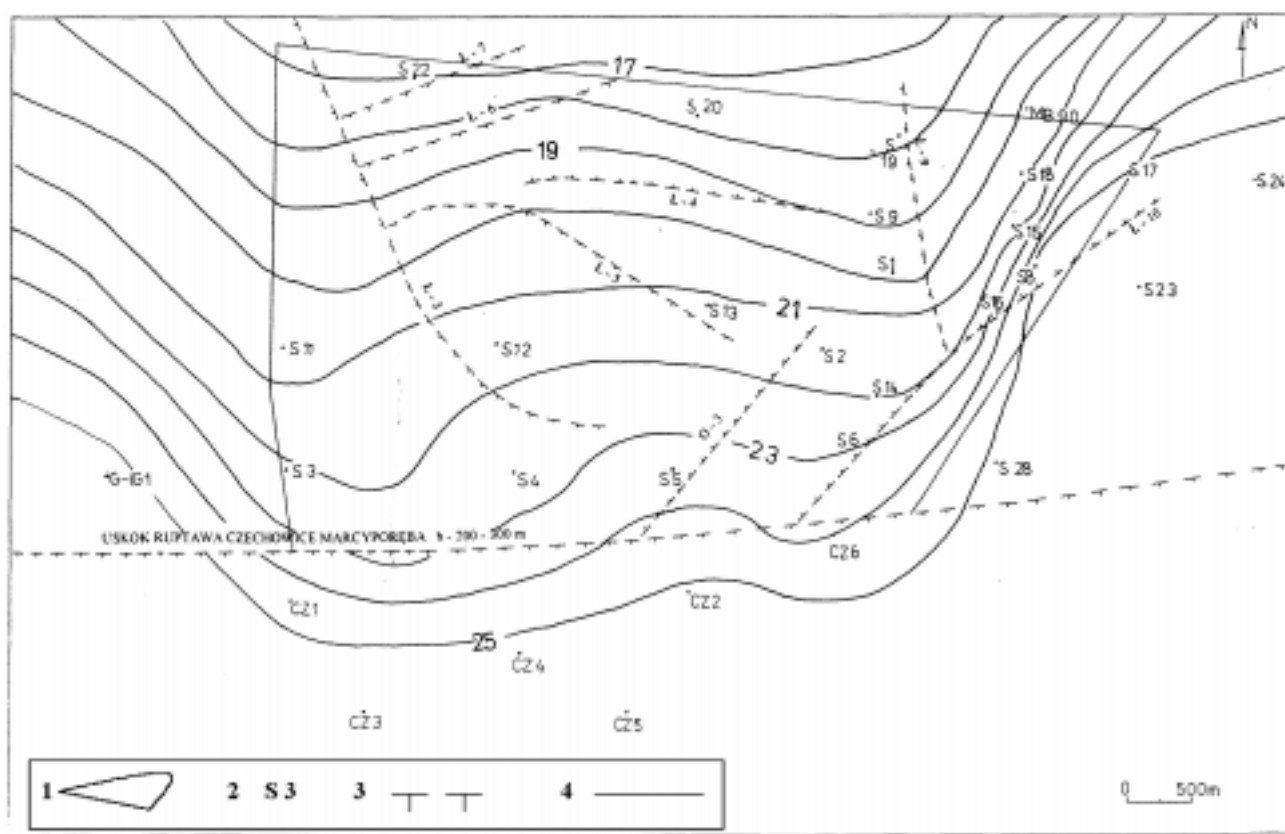
z odchyleniem na południowy wschód i południowy zachód (ryc. 3).

Poziom -500 m npm charakteryzuje się podobnym rozkładem temperatur jak poziom wyższy. Wartość minimalna temperatury ($24,6^{\circ}\text{C}$) występuje w otworach Międzyrzecze Bieruń 87 i 88, maksymalna w otworze Goczałkowice IG-1 ($34,2^{\circ}\text{C}$) (ryc. 4).

Na poziomie -750 m npm widoczny jest wyraźny przyrost temperatury z północy na południe. Największą temperaturę ($45,2^{\circ}\text{C}$) zanotowano w otworze Goczałkowice IG-1, najniższą ($32,5^{\circ}\text{C}$) w otworze Międzyrzecze-Bieruń 88.

Zmienność temperatur skał na poziomie najgłębszym -1000 m npm zmienia kierunek na NE-SW. Maksymalna temperatura ($54,5^{\circ}\text{C}$) występuje w otworze Silesia 5 w południowej części obszaru, minimalna $39,3^{\circ}\text{C}$ w otworze Międzyrzecze-Bieruń 87 (ryc. 5).

Wyniki temperatur skał wykazują tendencję rosnącą w kierunku południowym, lub południowo-zachodnim na wszystkich analizowanych poziomach. Przez południową część badanego obszaru przechodzi równoleżnikowa, regionalna w skali GZW dyslokacja Bzie-Czechowice. Widoczny jest więc wyraźny wpływ tej dyslokacji na rozkład temperatur w serii skalnej. Prawdopodobnie stanowi ona coś w rodzaju szczeliny przewodzącej ciepło z głębszych partii górotworu. Dotychczasowe wyniki badań wskazują na wysoką war-



Ryc. 3. Zmienność temperatur skał w obszarze kopalni Silesia na poziomie -250 m npm.

1 - izoterma skał [°C], na rycinie 2 izoterma gradientu [°C/1000 m]; 2 - otwór wiertniczy; 3 - uskoki; 4 - granica obszaru górniczego KWK Silesia
Fig. 3. Changeability of rock temperature in Silesia coal-mine area on -250 m above sea level

1 - izoline of rocks temperature [°C], fig. 2 - izoline of geothermal gradient [°C/1000 m]; 2 - bore-hole; 3 - fault; 4 - border of Silesia mining area

tość generacji ciepła radiogenicznego w tej strefie dyslokacyjnej (Leśniak, Leśniak, 1994). Omawiana strefa uskokuwa przyczynia się do ogrzania sąsiednich partii skalnych, stąd też zanotowane wysokie temperatury w otworach zlokalizowanych w jej pobliżu (Silesia 5, Goczałkowice IG-1). Na poziomach -250 i -500 m npm. widoczne jest wygięcie izoterm zgodnie z przebiegiem uskoku Ł-10 o orientacji NE-SW (ryc. 3 i 4). Może oznaczać to, iż pole cieplne jest kontrolowane przez dyslokacje o dużych zrzutach. Wszystkie analizowane poziomy charakteryzują się zwiększającymi się temperaturami skał także w kierunku południowo-wschodnim. Kierunek ten wyznaczać może występująca lokalna anomalia cieplna w rejonie Zbiornika Goczałkowickiego (Karwasiecka, 1996).

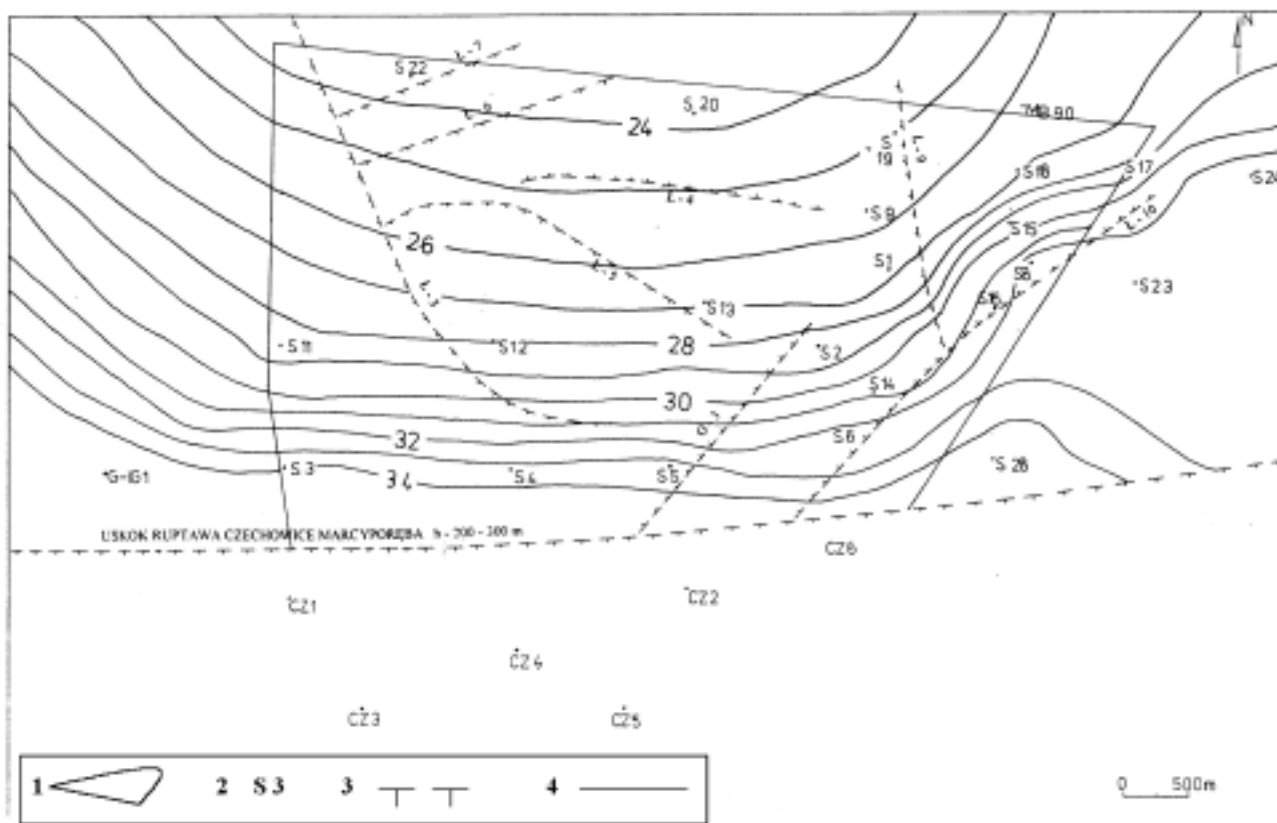
Na obecny rozkład pola temperatur badanego obszaru może mieć wpływ także litologia skał karbońskich. Najniższe temperatury zanotowano w otworach zlokalizowanych w północnej części (otwory Międzyrzecze-Bieruń 87, 88 i 90), a także w wyrobiskach kopalnianych wydrążonych w skałach krakowskiej serii piaskowcowej. Piaskowce łaziskie tej serii występują w północnej części obszaru, ich miąższość wzrasta także w kierunku północnym. Piaskowce charakteryzują się na ogół wysoką przewodnością cieplną. Prowadzić to może do

ucieczki ciepła i w konsekwencji obniżenia temperatur skał. Zjawisko wzmacniać może też ruch wód podziemnych. Stwierdzono, iż ze wzrostem skaleni i minerałów ilastych obniża się wartość przewodności cieplnej skał (Buła i in., 1995). Skały ilowcowo-mułowcowe (seria mułowcowa) występujące bezpośrednio pod nadkładem mioceńskim w południowej części obszaru badań, o niższej w stosunku do piaskowców przewodności cieplnej, mogą być dodatkową przyczyną występowania wyższych temperatur skał na południu obszaru.

Nadkład ilasty mioceński charakteryzuje się niską zdolnością przewodzenia ciepła. Jego miąższość wzrasta również w kierunku południowym, co może być kolejną przyczyną wzrostu temperatur w tym kierunku.

Współczesny strumień ciepła w KWK Silesia wzrasta w kierunku południowym z 57,3 mW/m² (otwór Międzyrzecze-Bieruń 87) do 58,2 mW/m² (otwór Silesia 5) (Małolepszy, 2000).

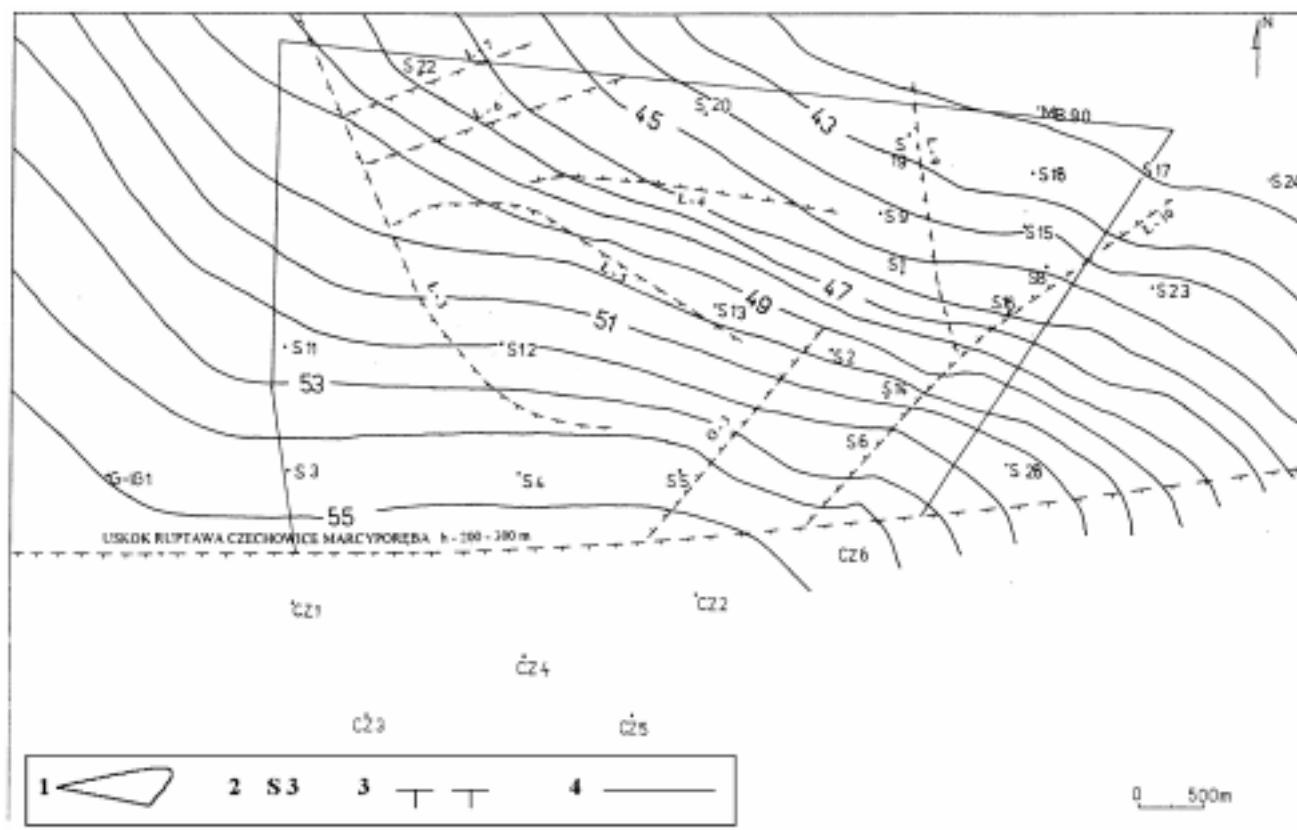
Podjmując próby gospodarczego wykorzystania energii geotermalnej z obszaru kopalni Silesia należy zwrócić uwagę na zagadnienie tektoniki dysjunktywnej, a zwłaszcza na uskoki Bzie-Czechowice, który może być swoistym generatorem ciepła w tym rejonie.



Ryc. 4. Zmienność temperatur skał w obszarze kopalni Silesia na poziomie -500 m npm.

1 - izoterma skał [°C], na rycinie 2 izoterma gradientu [°C/1000 m]; 2 - otwór wiertniczy; 3 - uskoki; 4 - granica obszaru górniczego KWK Silesia
Fig. 4. Changeability of rock temperature in Silesia coal-mine area on -500 m above sea level.

1 - izoline of rocks temperature [°C], fig. 2 - izoline of geothermal gradient [°C/1000 m]; 2 - bore-hole; 3 - fault; 4 - border of Silesia mining area



4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza pola cieplnego w obszarze górniczym kopalni Silesia wykazała znaczny wpływ dyslokacji Bzie-Czechowice na rozkład temperatur skał. Temperatury wzrastają w kierunku tego uskoku i w jego pobliżu osiągają wartości maksymalne. Wzrost temperatur w kierunku uskoku wspomagany być może także czynnikiem litologicznym - obecnością ilowców i mułowców o niskiej przewodności cieplnej - a także wzrostem miąższości ilastego nadkładu mioceńskiego w kierunku południowym. Prawdopodobne jest, iż uskoki Bzie-Czechowice, oraz Ł-10 stanowią strefy dyslokacyjne o wysokiej wartości generacji ciepła radiogenicznego, co może być istotną przesłanką dla prowadzenia bardziej szczegółowych badań nad wykorzystaniem energii geotermalnej skał suchych w rejonie stref tektonicznych. Wyniki badań przedstawione w niniejszym artykule mogą stanowić podstawę do obliczenia zasobów energii geotermalnej z uwzględnieniem czynnika tektonicznego. Stwarza to możliwość eksploatacji naturalnej energii cieplnej wnętrza Ziemi przez kopalnię Silesia.

LITERATURA

- BUŁA Z., BOTOR D., KARWASIECKA M., KOSAKOWSKI P. 1995 - Zarys budowy geologicznej i warunki geotermiczne utworów węglonośnych górnego karbonu w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. W: Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego - Ney R., Kortała M. (red), Wyd. Centrum PPGSMiE PAN, Kraków.
- GRUDNIK J., WAŹTOR L. 2000 - Ocena możliwości eksploatacji metanu wolnego nagromadzonego przy stropie utworów karbonu w złożu KWK Silesia. Prace GIG nr 35 - VIII Konferencja nt. Problemy geologii w ekologii i górnictwie podziemnym, Katowice.
- KARWASIECKA M. 1996 - Atlas geotermiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, PIG Warszawa.
- KĘDZIOR S. 2000 - Rola czynników geologicznych w ukształtowaniu współczesnego pola metanonośności serii węglonośnej w wybranych obszarach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Praca doktorska. AGH Kraków (niepublikowane)
- LEŚNIAK L., LEŚNIAK A. 1994 - Modelowanie rozkładu temperatury w strefie uskokowej w rejonie Czechowic. Zesz. Nauk. AGH, Geologia, t. 20, z. 2, Kraków.
- MAŁOLEPSZY Z. 2000 - Geosynoptyczny model pola geotermicznego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Technika Poszukiwań Geologicznych, nr 3, s. 1-35, Kraków.