

Elżbieta LIBER-MAKOWSKA
Zakład Geologii i Wód Mineralnych
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Politechnika Wrocławska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
elzbieta.liber@pwr.wroc.pl

Technika Poszukiwań Geologicznych
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2013

WARUNKI GEOTERMICZNE NIECKI TUROSZOWA

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono warunki występowania wód termalnych w kopalni węgla brunatnego Turów na tle budowy geologicznej niecki żytańskiej. Przy rozpoznaniu warunków geotermalnych niecki Turowszowa najbardziej istotne jest określenie stref tektonicznych uprzywilejowanych dla drenażu wód termalnych. Występujące tu wody termalne są prawdopodobnie wodami szczelinowymi, związanymi z krystalicznym podłożem granitowym. Ich wypływy związane są z Uskokiem Głównym, który może być przedłużeniem większych stref tektonicznych o charakterze regionalnym.

SŁOWA KLUCZOWE

Wody termalne, wody szczelinowe, tektoniczny rozłam, Sudety

* * *

WPROWADZENIE

Występowanie wód termalnych w regionie sudeckim związane zazwyczaj jest z masami krystalicznymi, w których gromadzenie i przepływ wód umożliwia system, zazwyczaj bardzo głębokich, stref tektonicznych. Dotychczas najlepiej rozpoznane są warunki geotermiczne złóż termalnych wód leczniczych Łądka-Zdroju i Jeleniej Góry-Cieplic, gdzie wody są wykorzystywane od kilkuset lat. Słabiej rozpoznane są warunki występowania niewykorzystywanych wód termalnych stwierdzonych pojedynczymi otworami, m.in. w Dusznikach-Zdroju, Grabinie czy Krosnowicach. Naj słabiej rozpoznane są zaś warunki geotermiczne rejonów, w których przypadkowo odkryto wypływy wód termalnych. Takim rejonem jest niecka Turowszowa, gdzie w podłożu eksploatowanych przez KWB Turów pokładów węgla brunatnego stwierdzono występowanie wód termalnych w ujęciach wykorzystywanych głównie do odwadniania kopalni.

1. STAN ROZPOZNANIA WARUNKÓW GEOTERMICZNYCH

W celu szerszego rozpoznania warunków geotermicznych niecki Turowszowa należy określić możliwości wyprowadzania wód głębokiego krążenia oraz obraz pola ciepłego Ziemi w tym regionie.

Pierwsze syntetyczne opracowanie dotyczące ogólnych warunków geotermicznych Dolnego Śląska przedstawiła B. Bruszezka (2000), która na podstawie wytypowanych 51 punktów pomiarowych sporządziła mapę rozkładu temperatury i gęstości strumienia ciepłego. Wzrost wartości gęstości strumienia ciepłego, podobnie jak wzrost temperatury, zaznacza się na badanym obszarze w kierunku północno-wschodnim wzdłuż uskoku Odry oraz w kierunku południowym w rejonie Karkonoszy i Kotliny Kłodzkiej (powyżej 60 mW/m^2). Najwyższe wartości gęstości strumienia ciepłego stwierdzono w głębokich ujęciach wód termalnych: C-1 w Jeleniej Górze-Cieplicach (79 mW/m^2) i L-2 w Łądku-Zdroju ($71,2 \text{ mW/m}^2$) (Dowgiało 2008).

W świetle dotychczasowych badań w Sudetach i bloku przedsudeckim (Plewa 1996; Bruszezka 2000) średnia wartość gęstości strumienia ciepłego jest znacznie mniejsza, nawet w stosunku do pobliskiej monokliny przedsudeckiej. Mapa gęstości strumienia ciepłego Dolnego Śląska sporządzona przez B. Bruszezka (2000) jest zgeneralizowanym obrazem, gdzie brak jest oszacowania wartości strumienia ciepłego w rejonie niecki żytańskiej. Również inne późniejsze prace przeglądowe dotyczące warunków geotermicznych Polski i Sudetów nie charakteryzują lokalnej anomalii geotermalnej występującej w rejonie niecki Turowszowa. Jedyne szacowanie na podstawie geotermometrów chemicznych, przeprowadzone dla tego obszaru przez J. Dowgiałę (2002), wykazało, że temperatury w dolnych partiach systemu krążenia mogą przekraczać 100°C .

Na tym etapie rozpoznania warunków geotermalnych prowincji sudeckiej, najbardziej istotne dla określenia perspektywicznych obszarów występowania wód termalnych wydaje się wytypowanie stref tektonicznych umożliwiających przepływ i drenaż wód głębokiego krążenia, gdyż największe dotychczas rozpoznane sudeckie złoża wód termalnych Jeleniej Góry-Cieplic i Łądku Zdroju zaliczane są do złóż wód szczelinowych bardzo głębokiego krążenia (Liber 2001), których wyprowadzenie związane jest ze strefami głębokich rozłamów tektonicznych, wzdłuż których tworzą się anomalie hydrogeotermalne. Średni czas przepływu dla takich wód, określony na podstawie badań izotopowych, sięga nawet dziesięciu tysięcy lat, a obszar ich zasilania znajduje się w znacznej odległości od miejsc ich wypływu.

Opisywane przez szereg autorów warunki występowania wód termalnych i szczaw w prowincji sudeckiej potwierdzają, że strefy tektoniczne są głównymi drogami wyprowadzania tych wód, a także towarzyszącego szczawom dwutlenku węgla. Szczególnie predysponowanymi strefami wypływu wód termalnych są regionalne strefy rozłamów tektonicznych, dzięki którym możliwe jest bardzo głębokie krążenie wód i przeniesienie ciepła z ośrodka skalnego o wyższej temperaturze.

W strukturze Masywu Czeskiego i jego obrzeżenia, w tym prowincji sudeckiej, można wyróżnić szereg stref rozłamowych o głębokim, pionowym zasięgu. Rozłamy te dzielą

obszar Sudetów na bloki różniące się wykształceniem litologicznym i przebiegiem ewolucji strukturalnej. Strefy te rozpoznawane są bezpośrednio metodami geofizycznymi (Guterch i in. 1975; Pożaryski 1975; Cwojdziański i in. 1995), pośrednio na ich występowanie wskazywać może pasowy układ mineralizacji kruszcowej (Karnasiewicz, Sylwestrzak 1970; Michniewicz 1981, 2003), obecność skał zasadowych i ultrazasadowych, czy też obszary występowania kenozoicznych bazaltoidów (Cwojdziański, Jodłowski 1982).

Dotychczasowe rozpoznanie warunków występowania złóż wód leczniczych w prowincji sudeckiej wykazują, że występowanie źródeł wód termalnych związane jest z przebiegiem głównych stref tektonicznych, często zgodnych z przebiegiem fotolineamentów (Bażyński i in. 1986; Doktor i in. 1985), które czasami mogą wskazywać także na przebieg głębokich rozłamów.

Syntetyczne zestawienie sieci rozłamów wgłębnych na obszarze Sudetów i przyległej części Masywu Czeskiego przedstawił M. Michniewicz (1981). Uwzględniając warunki występowania wód leczniczych, w tym termalnych, wykonano korektę dotyczącego przebiegu rozłamu karkonoskiego i wydzielono nowy rozłam cieplicki (Przylibski 2007). Głównym argumentem przemawiającym za takim wytypowaniem stref jest częste występowanie w ich obrębie lub w pobliżu stwierdzonych już wystąpień wód termalnych (powyżej 20°C) i wód o podwyższonej temperaturze (od 15°C do 20°C).

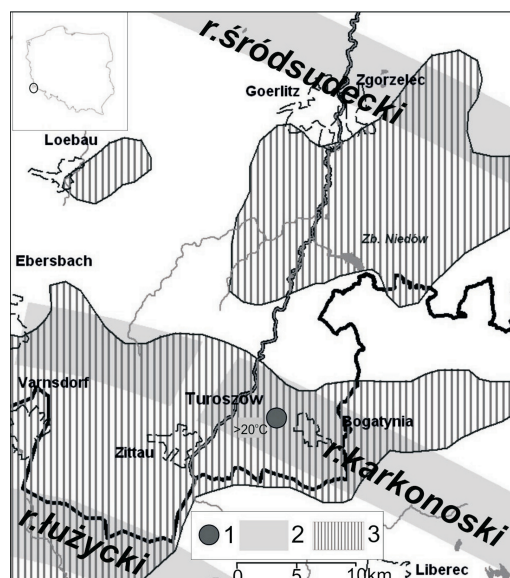
W obszarze prowincji sudeckiej wyróżniają się dwa systemy rozłamów, pierwszy o przebiegu NW-SE i drugi o przebiegu NNE-SSW.

Przez depresję Turoszowa przebiega strefa rozłamu karkonoskiego o kierunku NW-SE (rys. 1). Strefa ta kontynuuje się poza obszarem prowincji sudeckiej, przez Janské Lázně i Batňovice, ponownie wkracza na obszar zapadliska Kudowy, dalej przebiega przez Duszniki, Krosnowice, zmienia nieco przebieg na bardziej równoleżnikowy, jako przypuszczalna strefa przebiega dalej przez Łądek aż do Prudnika. Na południe od niecki Turoszowa przebiega równolegle rozłam łżycki (wzdłuż granicy Niemiec i Czech), zaś na północy, w okolicy Zgorzelca, rozłam śródsudecki.

Takie położenie depresji Turoszowa względem głębokich stref rozłamów, zwłaszcza rozłamu karkonoskiego, może być związane z występowaniem w tym rejonie wód termalnych.

2. ZARYS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Złoże węgla brunatnego „Turów”, w obrębie którego stwierdzono występowanie wód termalnych, położone jest w obrębie niecki żytawskiej na pograniczu masywu czeskiego wraz Sudetami i masywu łżyckiego, a w szczególności oddziela blok karkonosko-izerski od bloku łżyckiego (rys. 1). Niecka żytawska jest częścią strefy strukturalnej o charakterze wydłużonego zapadliska tektonicznego, leżącego na skrzyżowaniu dwóch regionalnych stref tektonicznych: ryftu Ohrzy i łżycko-łabskiej strefy tektoniczno-wulkanicznej. Strefa ta składa się z szeregu zapadlisk, wypełnionych osadami neogeńskiej asocjacji brunatnowęglowej (Kasiński, Panasiuk 1987; Kasiński 1998, 2000).



Rys. 1. Perspektywiczne obszary występowania wód termalnych w rejonie niecki żytawskiej (zmodyfikowano na podstawie Kasiński 1998 oraz Przylibski 2009)

1 – ujęcia wód termalnych (Hop 72bis, Hop 70bis i HKPp-53); 2 – strefa rozłamów; 3 – obszar występowania skał magmowych i metamorficznych (w podłożu niecki Turoszowa – granit rumburski i granodioryt zawidowski)

Fig. 1. Prospective areas of the thermal waters occurrences in the region Zittau Basin (modified on the basis of Kasiński 1998 and Przylibski 2009)

1 – thermal water intakes (Hop 72bis, Hop 70bis and HKPp-53); 2 – zone of splits; 3 – occurrence area of igneous and metamorphic rocks (in the substrate the basin Turoszow – Rumburk granite and Zawidów granodiorite)

Niecka żytawska jako zapadlisko tektoniczne otoczona jest blokami tektonicznymi. Jest ona ograniczona od północy – zrębem Działoszyna, od wschodu – łańcuchem wzgórz wulkanicznych, od południowego wschodu – zrębem Gór Izerskich oraz strukturą Jesztedu, od południowego zachodu – skałami krystalicznymi przedpola Gór Żytawskich, nasuniętych na kompleks magmowo-metamorficzny (nasunięcie łużyckie), a od północnego zachodu – kompleksem skał wulkaniczno-piroklastycznych i krystalicznych Masywu Łużyckiego.

W podłożu utworów neogeńskiej asocjacji brunatnowęglowej występują dolnopaleozoiczne skały krystaliczne, głównie granity i granodioryty (granity rumburskie i zawidowskie) często zmetamorfizowane (granitognejsy, gnejsy, łupki krystaliczne, kataklazyty). Na tych utworach, pociętych gęstą siecią uskoków, rozwinęły się utwory wulkaniczne i piroklastyczne kilku generacji. Młodsze generacje wulkanitów mają, w stosunku do formacji brunatnowęglowej, charakter śródformacyjny.

Sumaryczna miąższość osadów neogenu niecki żytawskiej przekracza 350 metrów (rów Rybarzowic). Bezpośrednio nad krystalicznym podłożem niecki żytawskiej zalegają utwory zwietrzelinowe zaliczane do miocenu dolnego. Wyróżnia się zwietrzeliny rozwinięte

na magmowych skałach typu granitoidów i gnejsów oraz mniej liczne zwietrzliny bazaltowe występujące w postaci odosobnionych płatów i kopuł.

Zwietrzliny rozwinięte na granitoidowym podłożu mają charakter skał ilastych. Stwierdzone występowanie wód termalnych na obszarze kopalni węgla brunatnego Turów związane jest ze strefą uskokową, pokrytą tymi zwietrzelinami, sięgającą w głąb przedwaryscyjskiego granitu rumburskiego. Obszar zasilania systemu wód termalnych znajduje się prawdopodobnie na zachodnich stokach masywu karkonosko-izerskiego (Dowgiałło, Fistek 2008).

W dotychczas stosowanym sposobie przedstawiania warunków hydrogeologicznych w rejonie dla KWB Turów wydzielane są następujące poziomy wodonośne: czwartorzędowy, nadkładowy górny i dolny, międzywęglowy i podwęglowy. W zachodniej części odkrywki (filar rzeki Nysy Łużyckiej) wyróżnia się ponadto poziomy wodonośne w górnej i dolnej ławie górnego (II) pokładu węgla (Pacia, Tylikowski 2010).

Na stan warunków hydrogeologicznych znaczący wpływ wywiera zaangażowanie tektoniczne górotworu. Wśród licznych dyslokacji dominujące znaczenie ma Uskok Główny i Uskok Południowy, które mają blokujący charakter dla przepływu wód podziemnych. Powoduje to, że obszar kopalni można podzielić na oddzielne rejony i strefy, różnie reagujące na odwadnianie i charakteryzujące się odmiennymi warunkami zasilania.

3. CHARAKTERYSTYKA WÓD TERMALNYCH

Wyływy wody termalnej w kopalni KWB Turów były stwierdzone w styczniu 1981 r. w jednym z chodników odwadniających w rejonie Uskoku Głównego (Ciężkowski, Sztuk 1985). Wyływ wody termalnej o temperaturze 25–26°C, typu HCO₃-Na, mineralizacji 3,2–4,2 g/dm³ i o znacznej wydajności wynoszącej 54,2m³/h pochodził ze strefy uskokowej rozwiniętej, w podłożu formacji brunatnowęglowej, w obrębie przedwaryscyjskiego granitu rumburskiego (Ciężkowski 1990). Obecnie ujęcia tych wód nie istnieją, zostały zlikwidowane na skutek rozszerzenia odkrywki kopalni Turów.

W lipcu 2010 r. autorka, we współpracy z hydrogeologiem kopalni Z. Markiem, rozpoczęła badania wód termalnych wypływających z ujęć odprężeniowych (Hop 72bis, Hop 70bis i HKPp-53) wykonywanych w rejonie Uskoku Głównego (rys. 1). Temperatura wody na wypływie z tych ujęć wahała się od 24,4°C (HKPp-53) do 26,4°C (Hop 72bis). Ze względu na sposób ujmowania możliwe było zmierzenie wydajności tylko w dwóch ujęciach: Hop 72bis o wydajności 0,18 dm³/s i HKPp-53 o wydajności 0,67 dm³/s. Na podstawie oznaczeń wybranych składników (wykonanych w roku 2010 r. przez autorkę) bezpośrednio na wypływie (tab. 1) oraz analizy chemicznej wykonanej (w 2009 r.) w laboratorium na zlecenie kopalni KWB Turów, wypływające wody są typu HCO₃-Na, o mineralizacji wynoszącej od 2605 mg/L (Hop 72bis) do 2841 mg/L (HKPp-53). Charakterystykę fizykochemiczną badanych wód termalnych przedstawia tabela 1. Dodatkowo, na zlecenie kopalni, wykonano badania izotopowe. Wyniki oznaczeń trwałych izotopów tlenu i wodoru

w wodach termalnych, wynoszące odpowiednio $-10,27\%$ i $-72,1\%$ wskazują, że wody te były zasilane albo w warunkach klimatycznych nieco chłodniejszych od panujących obecnie albo na większych wysokościach. Wody te są pozbawione trytu, co oznacza, że zasilane były one przed 1952 rokiem, tzn. przed rozpoczęciem prób termojądrowych w atmosferze. Wszystkie próby wód, w granicach niepewności pomiarowej, są pozbawione radiowęglu. Brak radiowęglu pozwala szacować ich wiek na kilkadziesiąt tysięcy lat.

Tabela 1

Wyniki obserwacji hydrogeologicznych – wydajność i parametry fizykochemiczne wód termalnych z otworów obserwacyjnych w kopalni węgla brunatnego Turów

Table 1

Results of hydrogeological observations – discharge and physical-chemical parameters of the thermal waters of the observation well in Turow brown coal mine

Nr	Nazwa ujęcia	Rodzaj ujęcia	Data badania	HCO ₃ [mg/l]	Temp. [°C]	Ph	Wydajność [dm ³ /s]	CO ₂ [mg/l]	Przewodność [uS/cm]
1	HOp-72bis	studnia	7-07-2010	2343	26,4	7,11	0,178	320±80	3,96
2	HOp-70bis	studnia	7-07-2010	2216	26,3	7,08	–	350±80	4,1
3	HKPp-53	ujęcie poziome	7-07-2010	2222	24,4	7,07	0,667	300±80	4,36

Rozpoczęte w lipcu 2010 r. badania wód termalnych zostały przerwane przez powódź, która wystąpiła w wyniku ekstremalnych opadów atmosferycznych w sierpniu 2010 r. Nastąpił niekontrolowany spływ wód opadowych oraz wód powierzchniowych z rzeki Miedzianki w rejon północnego zwałowiska wewnętrznego. Zalane zostały najniższe poziomy eksploatacyjne północnego pola wydobywczego w obszarze prowadzonych obserwacji. Badania zostały wznowione dla innych ujęć wód podziemnych, gdyż badane w 2010 r. ujęcia wód termalnych wskutek powodzi zostały zniszczone.

PODSUMOWANIE

Występowanie wód termalnych niecki Turowszowa związane jest z głębokimi strefami dyslokacyjnymi w utworach krystalicznych. Są to więc wody szczelinowe, sytemu głębokiego krążenia sięgającego w głąb przedwaryscyjskiego granitu rumburskiego, stanowiącego podłoże neogeńskiej asocjacji brunatnowęglowej.

Wody termalne typu HCO³-Na charakteryzują się stosunkowo wysoką mineralizacją (2,6–2,8 g/L) oraz obecnością wolnego dwutlenku węgla (300–350 mg/L). Skład izotopowy tych wód wskazuje na ich infiltracyjne pochodzenie, a brak radiowęglu pozwala szacować ich wiek na kilkadziesiąt tysięcy lat. Przypuszczalny obszar zasilania sytemu wód termalnych znajduje się na zachodnich stokach masywu karkonosko-izerskiego.

Stwierdzone na obszarze kopalni węgla brunatnego Turów, wypływy wód termalnych związane są bezpośrednio z Uskokiem Głównym, który może być przedłużeniem większej strefy tektonicznej o charakterze regionalnym, takiej jak strefa rozłamu karkonoskiego, która przebiega przez rejon Turoszowa.

LITERATURA

- BAŻYŃSKI J., GRANICZNY M., OBERC J., WILCZYŃSKI M., 1986 — Mapa fotogeologiczna Sudetów. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- BRUSZEWSKA B., 2000 — Warunki geotermiczne Dolnego Śląska. *Przegląd Geologiczny*, Vol. 48, s. 639–643.
- CIĘŻKOWSKI, W., 1990 — Studium hydrogeochemii wód leczniczych Sudetów polskich. *Pr. Nauk. Inst. Geotechn. Pol. Wrocław*. 60. Wrocław, 133 p.
- CIĘŻKOWSKI W., SZTUK, T., 1985 — Wody termalne kopalni „Turów”. *Symp. Nauk.-Techn.: Stan rozpoznania i perspektywy wykorzystania wód termalnych*. Kraków, 24–25.10.1985, p. 10–17.
- CWOJDZIŃSKI S., JODŁOWSKI S., 1982 — „Plamowe” koncentracje bazaltowe masywu czeskiego i Dolnego Śląska. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, nr 341, s. 201–229.
- CWOJDZIŃSKI S., MLYNARSKI S., DZIEWIŃSKA L., JÓŹWIĄK W., ZIENTARA P., BAZIUK T., 1995 — GB-2A – pierwszy sejsmiczny profil głębokich badań refleksyjnych (GBS) na Dolnym Śląsku. *Przegląd Geologiczny*, vol. 43, s. 727–737.
- DOWGIAŁŁO J., 2002 – The Sudetic geothermal region of Poland. *Geothermics*, 31, 343–359.
- DOWGIAŁŁO J., 2008 — Stan rozpoznania zasobów wód termalnych regionu sudeckiego i perspektywy ich wykorzystania. *Materiały Ogólnopolskiego Kongresu Geotermalnego, Geotermia w Polsce — doświadczenia, stan aktualny, perspektywy rozwój*. Radziejowice, 17–19 października 2007, s. 32–35.
- DOWGIAŁŁO J., FISTEK J., 2008 – Wody mineralne. Prowincja sudecka. [W:] *Hydrogeologia regionalna Polski t. 2, Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane*, s. 57–77.
- DOKTÓR S., GRANICZNY M., WIŚNIEWSKA M., 1985 — Wykorzystanie badań teledetekcyjnych do poszukiwań wód termalnych i mineralnych na przykładzie masywu granitowego Karkonoszy. *Przegląd Geologiczny* vol. 33, no. 8, s. 454–458.
- GUTERCH A., MATERZOK R., PAJCHEL J., PERCHUĆ E., 1975 — Sejsmiczna struktura skorupy ziemskiej wzdłuż VII profilu międzynarodowego w świetle badań metodą głębokich sondowań sejsmicznych. *Przegląd Geologiczny* vol. 23, no. 4, s. 153–163.
- KANASIEWICZ J., SYLWESTRZAK H., 1970 — Zależność między przebiegiem głębokich stref tektonicznych a rozmieszczeniem złóż endogenicznych w Sudetach. *Przegląd Geologiczny* vol. 18, no. 5, s. 219–221.
- KASIŃSKI J., 1998 — Sukcesja środowisk sedymentacyjnych trzeciorzędu w niecce żytańskiej na tle ewolucji strukturalnej (praca doktorska). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- KASIŃSKI J. 2000 — Atlas geologiczny trzeciorzędowej asocjacji brunatnowęglowej w polskiej części Niecki Żytańskiej. *Geological atlas of the Tertiary lignite-bearing association in the Polish part of the Zittau Basin*, 1 : 50 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- KASIŃSKI J., PANASIUK M., 1987 — Geneza i ewolucja strukturalna niecki żytańskiej. The origin and structural evolution of the Zittau Depression. *Biul. Inst. Geol.* 357, 5–39.
- LIBER E., 2001 — Zmienność wydajności ujęć wód leczniczych eksploatowanych samoczynnie ze złóż sudeckich (praca doktorska). *Raporty Inst. Gór. Ser. PRE* nr 3, Politechnika Wrocławska, s. 1–169.

- MICHNIEWICZ M., 1981 — Próba interpretacji wczesnych etapów tektogenezy Sudetów w nawiązaniu do teorii diapiryzmu wgłębnego oraz koncepcji głębokich rozłamów. *Geologia Sudetica* vol. 16, no. 2, s. 75–141.
- MICHNIEWICZ M., 2003 — Surowce metaliczne w strukturze bloku karkonosko-izerskiego. [W:] *Sudety Zachodnie: od wendy do czwartorzędu*. Polskie Towarzystwo Geologiczne. Wydawnictwo WIND. Wrocław, s. 155–168.
- PLEWA M. (red.), 1996 — Badania ciepła radiogenicznego skał krystalicznych i osadowych obszaru sudeckiego. *Prace Geol.*, nr 141, Kom. Nauk. Geol. PAN, Kraków, s. 1–73.
- POŻARYSKI W., 1975 — Interpretacja geologiczna wyników głębokich sondowań sejsmicznych na VII profilu międzynarodowym. *Przegląd Geologiczny* vol. 23, no. 4, s. 163–171.
- PACIA G., TYLIKOWSKI M., 2010 — Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne złoża węgla brunatnego „Turów” (maszynopis).
- PRZYLIBSKI T. (red.), 2007 — Studium możliwości rozpoznania nowych wystąpień wód zmineralizowanych, swoistych i termalnych na obszarze bloku przedsudeckiego. *Raporty Inst. Gór. Ser. SPR I-11/S-5/2007*, Politechnika Wrocławska, s. 1–109.

THE GEOTHERMAL CONDITIONS OF THE TUROSZÓW BASIN

ABSTRACT

The paper presents the occurrence of thermal waters in Turów lignite mine on the background of the Zittau Basin geological structure. The most important for the indication of the geothermal conditions of basin of Turossów is the determining the tectonic zones which can be zones of drainage of those waters. Thermal waters that occur here are probably the fissure waters, associated with the crystalline ground of granite. Their outflows are related to the Main Fault, which may be the extension of the major tectonic zones of regional character.

KEY WORDS

Thermal waters, fissure waters, tectonic split, Sudetes Mts.