

## MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WÓD TERMALNYCH CENTRALNEJ CZĘŚCI NIECKI NIDY

### POSSIBILITIES TO USE OF THERMAL WATERS OF THE CENTRAL PART OF THE NIDA BASIN

BEATA WIKTOROWICZ<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Wody termalne stanowią szczególny rodzaj wód podziemnych, uznanych za cenną grupę kopalin. Są to wody, które dzięki specyficznemu składowi chemicznemu i właściwościom fizycznym mają szerokie zastosowanie do celów balneologicznych i rekreacyjnych oraz mogą stanowić źródło energii cieplnej. Centralna część niecki Nidy jest uważana za jeden z bardziej perspektywicznych rejonów pozyskiwania energii geotermalnej z wód podziemnych. W świetle istniejącego rozpoznania geologicznego można przyjąć, że najważniejszymi kolektorami wód termalnych niecki Nidy są utwory dewonu, triasu, jury środkowej i górnej oraz cenomanu.

**Słowa kluczowe:** wody termalne, geotermia, niecka Nidy.

**Abstract.** Thermal waters are the special kind of underground waters, recognised as a valuable raw material. Due to the specific chemical composition and physical properties, they are widely used for recreation and therapeutic purposes and may be a source of thermal energy. The central part of the Nida Basin is one of the most perspective areas of occurrence of thermal waters. Their principal resources are accumulated predominantly in the Devonian, Triassic, Middle and Upper Jurassic and Cenomanian rocks.

**Key words:** thermal waters, geothermal energy, Nida Basin.

### WSTĘP

Wody termalne stanowią szczególny rodzaj wód podziemnych – są to wody, które na wypływie osiągają temperaturę co najmniej 20°C (Dowgiałło i in., 2002; Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze). Dzięki ich specyficznemu składowi chemicznemu i właściwościom fizycznym wody te uznano za cenną grupę kopalin, które mają zastosowanie do celów balneologicznych, rekreacyjnych oraz jako źródło energii cieplnej.

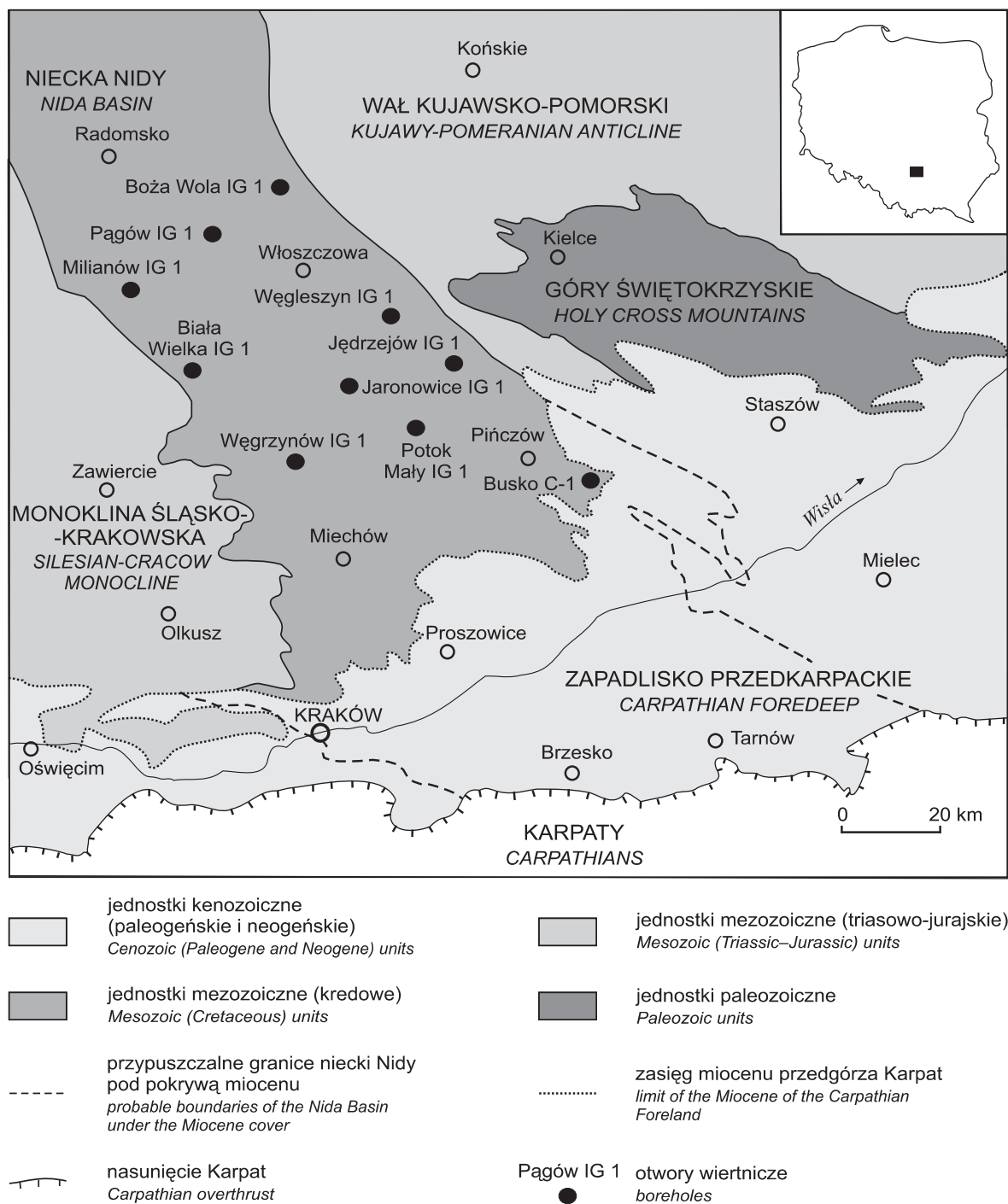
Jednym z bardziej perspektywicznych rejonów kraju pod względem pozyskiwania energii geotermalnej z wód termalnych jest niecka Nidy (zwana też niecką miechowską), a zwłaszcza jej centralna część. Korzystne warunki geoter-

malne tego obszaru potwierdzono na podstawie wyników badań licznych głębokich otworów wiertniczych, wykonywanych od lat 60 XX w. (fig. 1). Obecnie nie funkcjonuje tu jeszcze żaden zakład geotermalny, ale udokumentowano siarczkową wodę termalną w otworze wiertniczym Busko C-1 (Giełżecka-Mądry, 2009).

Literatura dotycząca występowania wód termalnych w niecce miechowskiej nie jest szczególnie bogata. Należy tu wymienić opracowania Jurkiewicza i Szczerby (1976) oraz Barbackiego (2004).

Przedmiotem artykułu jest scharakteryzowanie warunków występowania wód termalnych w centralnej części niecki

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce;  
e-mail: beata.wiktorowicz@pgi.gov.pl.



**Fig. 1. Lokalizacja badanych otworów w niecce Nidy na tle jednostek geologicznych południowej Polski (wg Jurkiewicza, 1974)**

Location of studied boreholes in the Nida Basin on the background of geological units of southern Poland (after Jurkiewicz, 1974)

Nidy. Podstawowymi źródłami informacji podczas rozpoznania możliwości występowania wód termalnych na badanym obszarze były archiwalne dane otworowe pochodzące z Centralnej Bazy Danych Geologicznych Państwowego In-

stitutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, a także materiały publikowane w postaci map, przekrojów i innych opracowań.

## ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Niecka Nidy w regionalnym podziale geologicznym jednostek piętra alpejskiego należy do struktury Niżu Polskiego i stanowi rozległą brachysynklinę wypełnioną utworami mezozoicznymi (fig. 1). W części południowej są one przykryte mioceńskimi utworami zapadliska przedkarpackiego (Cieśliński, 1973). Podłoże jednostki stanowią zdyslokowane skały paleozoiczne (Pożaryski, 1974).

Profil stratygraficzny niecki miechowskiej jest niepełny (Stupnicka, 2007). Występują tu głównie utwory kredy dolnej i górnej oraz niewielkiej miąższości utwory triasu i jury

dolnej i środkowej. Seria sedymentacyjna kredy rozpoczyna się piaskowcami albu. Na nich zalegają utwory cenomanu, wykształcone w facji piaszczystej, węglanowej, a w stropie zlepieńcowatej. Utwory turonu i santonu stanowią skały węglanowe, natomiast utwory kredy górnej tworzą jednolity, monotony kompleks składający się głównie z margli i wapieni marglistych. Sumaryczna miąższość skał kredy w strefie osiowej niecki wynosi od 800 do 1000 m (Cieśliński, 1973).

## WARUNKI TERMICZNE

Gęstość strumienia ciepłego w centralnej części niecki Nidy kształtuje się w przedziale od 75 do 98 mW/m<sup>2</sup> (Szewczyk, Gientka, 2009). Są to wartości porównywalne z wartościami średnimi dla Polski i Europy.

Z analizy danych wynika, że na obszarze niecki Nidy zmiany temperatury w pionie następują nierównomiernie. Duży wpływ na rozkład temperatury ma czynnik hydrogeologiczny, związany z wymianą wód powierzchniowych i w głębszych na obszarach rozwiniętego krasu i w strefach dyslokacji (Plewa, 1994). Według Jurkiewicza i Szczerby (1976) średnia wartość gradientu geotermicznego w badanej jednostce zmienia się od 1,91 do 3,09°C/100 m, natomiast stopień geotermiczny przyjmuje wartości od 31,6 do 60,2 m/°C (tab. 1). Należy zwrócić uwagę na anomalnie wysokie wartości gradientu geotermicznego odnotowane w otworach wiertniczych Pągów IG1 i Żółcza 1, o czym wspomnieli już Jurkiewicz i Szczerba (1976).

Na podstawie analizy archiwalnych profili termicznych stwierdzono, że na badanym obszarze na głębokości (fig. 2):

- 50 m temperatura wody podziemnej wynosi od 8,5 do 21,5°C;
- 500 m uzyskano wodę o temperaturze od 20,0 do 33,0°C;
- 1000 m temperatura wody zmienia się od 33,0 do 38,5°C;
- 2000 m odnotowano wodę o temperaturze od 54,0 do 70,0°C;
- 3000 m temperatura wody sięga od 77,0 do 100,0°C.

Najwyższą temperaturę wody podziemnej na terenie centralnej części niecki Nidy stwierdzono w otworze wiertniczym Pągów IG 1 – na głębokości 2030 m uzyskano przy-  
pływ wody o temperaturze 71,0°C, a na głębokości 3020 m maksymalna temperatura wyniosła 102,0°C (Jurkiewicz, Szczerba, 1976).

**Tabela 1**

**Średni stopień geotermiczny i gradient geotermiczny na obszarze niecki Nidy (wg Jurkiewicza, Szczerby, 1976)**

Average geothermal degree and geothermal gradient of Nida Basin (after Jurkiewicz, Szczerba, 1976)

Jednostka	Otwór wiertniczy	Średni stopień geotermiczny $H$ [m/°C]	Średni gradient geotermiczny $G$ [°C/100 m]
Niecka Nidy	Biała Wielka IG 1	56,7	1,91
	Jaronowice IG 1	58,1	2,05
	Jędrzejów IG 1	60,2	2,09
	Milianów IG 1	42,1	2,45
	Pągów IG 1	39,6	2,99
	Węgrzynów IG 1	53,2	2,10
	Węgleszyn IG 1	–	2,00
Zapadlisko przedkarpackie	Żółcza 1	31,6	3,09
	Trzonów 2	–	2,40

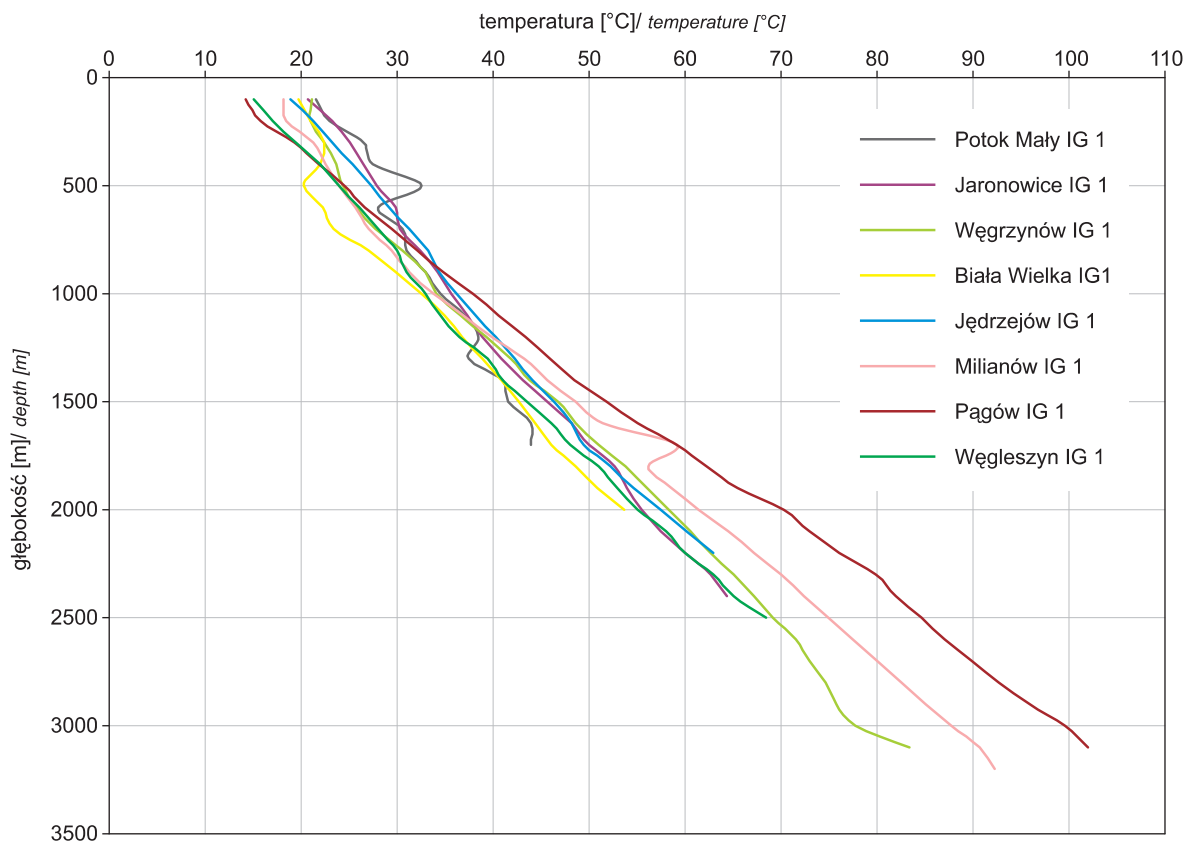


Fig. 2. Zmiany temperatury z głębokością w otworach wiertniczych na obszarze niecki Nidy

Changes of temperature with the depth in boreholes of Nida Basin

## CHARAKTERYSTYKA ZBIORNIKÓW WÓD TERMALNYCH

Na podstawie danych geologicznych i hydrogeologicznych wyznaczono potencjalne zbiorniki wód termalnych w centralnej części niecki Nidy. Najważniejszymi kolektorami są tu utwory dewonu, triasu, jury środkowej i górnej oraz cenomanu. Zestawienie podstawowych parametrów wód termalnych występujących w poszczególnych zbiornikach znajduje się w tabeli 2.

Utwory dewonu w niecce Nidy zalegają na głębokości poniżej 1083,0 m p.p.t. Są to głównie skały węglanowe dewonu środkowego oraz ilasto-piaskowcowa seria dewonu dolnego. Skały te odznaczają się dużą zmiennością parametrów hydrogeologicznych. Przyływ wody z tych utworów wynosi od 1,00 do 2,00 m<sup>3</sup>/h (przy średniej porowatości 3,0% i przepuszczalności od 8,0 do 23,0 mD). Skały dewonu są jednak silnie spękane, co znacznie polepsza ich właściwości kolektorskie. Zwierciadło swobodne stabilizuje się na głębokości ok. 140,0 m p.p.t. Miąższość dewońskiego kompleksu oszacowano na ok. 960 m. Temperatura wód dewońskiego zbiornika geotermalnego zmienia się w szerokim zakresie – od 30 do 102°C. Pod względem chemicznym są to typowe solanki Na-Cl i Cl-Na o mineralizacji od 67,0 do 229,0 g/dm<sup>3</sup>. Charakterystyczną cechą tych wód jest obecność bromu.

Parametry hydrogeologiczne zbiornika triasowego są ściśle związane z litologią utworów tego wieku i ich diagenetą. Występują tu zarówno piaskowce, jak i wapień oraz ily z anhydrytami o niewielkiej, nieprzekraczającej 35 m miąższości. Utwory te mają średnią porowatość od 1,1 do 20,0% i średnią przepuszczalność rzędu kilkudziesięciu milidarcy. Wydajność poziomu kształtuje się od 0,06 do 15,40 m<sup>3</sup>/h. Temperatura wód triasowego zbiornika waha się od 30 do 71°C, natomiast mineralizacja – od ok. 1,9 do 172,8 g/dm<sup>3</sup>. Wody triasowego zbiornika geotermalnego są typu hydrochemicznego Na-Cl i Cl-Na i zawierają znaczne ilości bromu i jodu.

Zbiornikowe utwory jury środkowej i górnej są reprezentowane przez skały węglanowe, głównie wapień i wapień marglisty, oraz piaskowce, występujące na głębokości od 201,0 do ok. 1613,0 m p.p.t. Porowatość utworów jury wynosi od 2,7 do 12,5%, ich przepuszczalność zmienia się w bardzo szerokim zakresie, od 12,7 do nawet 905,1 mD. Na podstawie wyników analizy stwierdzono, że temperatura wód zbiornika jury środkowej i górnej sięga od 20 do 41°C. Mineralizacja wód wynosi od 0,1 do 68,1 g/dm<sup>3</sup>, a ich typ hydrochemiczny to HCO<sub>3</sub>-Ca-Na, Na-Cl i Cl-Na.

Tabela 2

## Podstawowe parametry zbiorników wód termalnych występujących w centralnej części niecki Nidy

Data on the occurrence and characteristics of thermal basin reservoirs of the Nida Basin

Zbiornik geotermalny	Głębokość stropu [m]	Temperatura wody [°C]	Wielkość przyływu [m <sup>3</sup> /h]	Mineralizacja [g/dm <sup>3</sup> ]	Typ chemiczny, składniki specyficzne*	Parametry zbiornikowe		Moc termiczna otworu [mW]
						porowatość [%]	przepuszczalność [mD]	
Cenoman	462,5–840,0	21–35	0,20–100,00	0,2–17,1	HCO <sub>3</sub> -Ca-Na, HCO <sub>3</sub> -Na, Na-Cl, Cl-Na, H <sub>2</sub> S	9,1–32,8	27,7–1380,0	0,07–1,04
Jura środkowa i górna	201,0–1613,0	20–41	0,03–800,00	0,1–68,1	HCO <sub>3</sub> -Ca-Na, Na-Cl, Cl-Na, Br, I, H <sub>2</sub> S	2,7–12,5	12,7–905,1	0,01–14,00
Trias	899,0–2525,0	30–71	0,06–15,40	1,9–172,8	Na-Cl, Cl-Na, Br, I, Fe	1,1–20,0	2,0–340,0	0,003–0,23
Dewon	1083,0–3018,0	30–102	0,02–3,00	67,0–229,0	Na-Cl, Cl-Na, Br	2,5–12,0	8,0–23,0	0,06–0,15

\* Zgodnie z klasyfikacją Altowskiego i Szwieca

\* According to Altowski and Szwiec classification

Utwory cenomanu w centralnej części niecki Nidy są wykształcone jako piaskowce i piaski glaukonitowe o bardzo korzystnych parametrach zbiornikowych. Ich porowatość wynosi od 9,1 do 32,8%, a przepuszczalność od 27,7 do 1380,0 mD. Na podstawie prób złożowych przeprowadzonych w otworach badawczych, wykazano wysoką wydajność eksploatacyjną otworów, przekraczającą niekiedy 100,00 m<sup>3</sup>/h (otwór Słomniki IG 1). Z dostępnych danych wynika, że temperatura wód cenomańskiego zbiornika geotermalnego waha się od 21 do 35°C, natomiast mineralizacja kształtuje się w zakresie od 0,2 do ponad 17,1 g/dm<sup>3</sup>. W wodach cenomańskiego zbiornika geotermalnego dość powszechnie wy-

stępuje siarkowodor. Utwory cenomanu występują na głębokości od 462,5 do 840,0 m p.p.t.

Głębokość występowania wód słodkich w niecce Nidy oceniono na 100 m (Prażak, 2007). Powszechnie jest tu zjawisko stałego wzrostu mineralizacji ogólnej oraz zmiany składu chemicznego wraz z głębokością. Wody termalne najpłytszych horyzontów są reprezentowane głównie przez typ HCO<sub>3</sub>-Ca-Na, głębiej zaś występują typowe solanki Na-Cl i Cl-Na. Wraz ze wzrostem głębokości zmniejsza się udział jonów wodorowęglanowych i siarczanowych na korzyść jonów chlorkowych.

## PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA WÓD TERMALNYCH

Możliwości wykorzystania wód termalnych zależą głównie od zakresu ich temperatury (Lindal, 1973). Na podstawie wykonanej charakterystyki stwierdzono, że wody termalne niecki Nidy mają temperaturę od 20 do nawet 102°C, co sprawia, że możliwości ich wykorzystania są różnorodne (tab. 3). Do najważniejszych należy zastosowanie w rekreacji, w basenach kąpielowych krytych i otwartych, oraz w balneologii, w zakładach wodolecznictwa zdrojowego. Wymogi, które muszą spełniać wody przeznaczone do kąpieli rekreacyjnych, to: temperatura od 24 do 30°C i mineralizacja do 35,0 g/dm<sup>3</sup> (Rajchel, 2006). Należy jednak podkreślić, że wody termalne niecki Nidy, dzięki obecności bromu, jodu czy siarkowodoru, mają właściwości lecznicze i terapeutyczne i mogą być wykorzystywane w medycynie uzdrowskiej. Do najczęściej stosowanych zabiegów leczniczych, w których używa się wód termalnych, zaliczają się: kąpiele lecznicze, kuracje pitne, inhalacje, irygacje i płukania. Wy-

korzystanie wód termalnych do celów leczniczych sprowadza się jednak głównie do kąpieli w basenach lub wannach, odbywających się na zlecenie lekarza w uzdrowiskach. Według ustalonych kryteriów (Rajchel, 2006) wody termalne wykorzystywane w ten sposób powinny mieć temperaturę od 28 do 42°C oraz mineralizację do 60,0 g/dm<sup>3</sup> (Rajchel, 2006).

Najbardziej efektywnym i najprostszym sposobem zagospodarowania wód termalnych jest wykorzystanie ich możliwości energetycznych. Stosowane współcześnie rozwiązania techniczne i struktura urządzeń służących do pozyskania ciepła z wnętrza Ziemi pozwalają na zastosowanie wód termalnych do ogrzewania w gospodarce komunalnej, w rolnictwie, w procesach technologicznych, jako wspomaganie konwencjonalnych ciepłowni oraz na ich użycie jako źródła energii w siłowniach niskotemperaturowych (Górecki, 2006).

Tabela 3

## Możliwości zastosowania wód termalnych na obszarze niecki Nidy (wg Lindala, 1973)

Potential options of using thermal waters of the Nida Basin (after Lindal, 1973)

Zastosowanie	Temperatura [°C]																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Hodowla ryb																	
Uprawa hydroponiczna																	
Nawadnianie ciepłą wodą																	
Ogrzewanie pompami ciepła																	
Balneologia i rekreacja																	
Ogrzewanie upraw pod osłonami																	
Procesy fermentacji																	
Uprawa grzybów																	
Przemysł mleczarski																	
Przemysł mięsny																	
Ogrzewanie obiektów hodowlanych																	
Ogrzewanie budynków																	
Przemysł drzewny i papierniczy																	
Przemysł cukrowniczy																	
Przemysł przetwórczy owocowo-warzywny																	
Suszenie produktów rolnych																	
Browarnictwo																	

## PODSUMOWANIE

Przedstawiona w artykule charakterystyka warunków występowania wód termalnych ma znaczenie użytkowe. Możliwości wykorzystania wód termalnych występujących w centralnej części niecki Nidy są liczne. Przede wszystkim wody te mogą stanowić bazę surowcową do celów balneologicznych i rekreacyjnych (zakłady wodolecznictwa zdrowego,

baseny kąpielowe kryte i otwarte). Dane dotyczące temperatury wód, ich mineralizacji, składu chemicznego, wydajności oraz głębokości zalegania mogą stanowić podstawę do opracowania koncepcji i lokalnych projektów zagospodarowania energii geotermalnej.

## LITERATURA

- BARBACKI A.P., 2004 — Zbiorniki wód geotermalnych niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpacciego. IGSMiE PAN, ser. *Stud. Rozpr. Monogr.*, **125**.
- CIEŚLIŃSKI S., 1973 — Niecka miechowska. *W: Budowa geologiczna Polski. T. 1. Stratygrafia. Cz. 2. Mezozoik* (red. S. Sokołowski): 566–580. Wydaw. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., KLECZKOWSKI A.S., MACIOSZCZYK T., RÓŻKOWSKI A. (red.), 2002 — Słownik hydrogeologiczny. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GIEŁŻECKA-MĄDRY D., 2009 — Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia leczniczych wód siarczkowych Busko C-1 z utworów kredy górnej. *Arch. Hydrogeotechnika Sp. z o.o.*, Kielce.
- GÓRECKI W. (red.), 2006 — Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim. AGH, Kraków.
- JURKIEWICZ H. 1974 — Rozwój triasu na obszarze centralnej części Niecki Nidziańskiej. *Kwart. Geol.*, **18**, 1: 90–118.
- JURKIEWICZ H., SZCZERBA A., 1976 — Wyniki badań termicznych centralnej części niecki miechowskiej i przyległego obszaru Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **296**, 12: 129–161.
- LINDAL B., 1973 — Industrial and other applications of geothermal energy, except power production and district heating. *W: Geothermal energy* (red. H.C.H. Amstead). Vol. 12, UNESCO.
- PLEWA S., 1994 — Rozkład parametrów geotermalnych na obszarze Polski. CPPGSMiE PAN, Kraków.
- POŻARYSKI W. (red.), 1974 — Budowa geologiczna Polski. T. 4. Tektonika. Cz. 1. Niż Polski: 24–34. Wydaw. Geol., Warszawa.
- PRAŻAK J., 2007 — Subregion środkowej Wisły wyżynny – część centralna. *W: Hydrogeologia regionalna Polski. T. 1. Wody słod-*

- kie (red. B. Paczyński, A. Sadurski): 174–187. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RAJCHEL L., 2006 — Zastosowanie wód geotermalnych w balneoterapii i rekreacji. *W: Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niziu Polskim* (red. W. Górecki): 50–54. AGH, Kraków.
- STUPNICKA E., 2007 — *Geologia regionalna Polski*. UW, Warszawa.
- SZEWCZYK J., GIENKA D., 2009 — Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach. *Geol. Quart.*, **53**, 1: 125–140.
- USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (DzU Nr 163, poz. 981).

## SUMMARY

The paper presents the possibilities for the use of thermal waters in the Nida Basin. This region is one of the most prospective areas of thermal waters in Poland. Thermal waters are the special kind of underground waters, recognised as a valuable raw material. In the Nida Basin, they may be used for the purpose of balneology, recreation and heating. Hydrogeological parameters of thermal and geothermal reservoirs of this area are closely related to the lithology, erosion and tectonic processes. The Nida Basin is filled with Mesozoic

deposits overlying older rocks. The principal resources of the thermal waters are accumulated primarily in the Devonian, Triassic, Middle and Upper Jurassic and Cenomanian rocks. The major reservoirs include the Cenomanian interval, where the temperature is 35°C, and the Lower Jurassic formations with a temperature ranging from 20 to 41°C. The values of total dissolved solids (TDS) in these waters vary from 0.1 to 229.0 g/dm<sup>3</sup>, and they belong to four hydrogeochemical classes: HCO<sub>3</sub>-Ca-Na, Na-Cl and Cl-Na.