

Perspektywy i możliwości wykorzystania siarczkowych wód termalnych w rejonie Kazimierzy Wielkiej

Beata Wiktorowicz¹, Iwona Lipiec¹, Marcin Kos¹, Tomasz Młynczak¹

The possibilities and prospects for the use of thermal waters in the Kazimierza Wielka region. *Prz. Geol.*, 63: 1131–1134.

Abstract. The paper presents the possibilities and prospects for the use of thermal waters in the Kazimierza Wielka region. This region, is one of the most prospective areas of thermal waters in central part of Poland. The structure has an asymmetric structure, which comprises mesozoic sediments placed on the older rocks. The principal resources of the thermal waters are accumulated first of the all in the Cenomanian, where the temperature is from 21 to 35°C. All the waters studied have total dissolved solids TDS from 0.6 to 14 g/dm³ and belong to hydrogeochemical classes: HCO₃-Na, Na-Cl. Thermal waters in may be used for the purpose of balneology, recreation and heating.

Keywords: thermal waters, geothermal energy, Kazimierza Wielka

Miasto i gmina Kazimierza Wielka znajdują się w południowej części województwa świętokrzyskiego, w obrębie sudecko-świętokrzyskiego okręgu geotermalnego (Ney & Sokołowski, 1987). Pod względem geologicznym obszar ten stanowi południową część niecki miechowskiej, uznanej za strefę perspektywiczną dla występowania wód termalnych (Górecki, 2006). Warunki geotermalne tego regionu nie były dotychczas przedmiotem szerokiego rozpoznania. Spośród nielicznych prac należy wymienić opracowania Jurkiewicza i Szczerby (1976), Barbackiego (2004) oraz Lisika i Szczepańskiego (2014). Ostatnio tematyka geotermalna regionu świętokrzyskiego jest podejmowana przez zespół Oddziału Świętokrzyskiego Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (Wiktorowicz i in., 2012; Wiktorowicz, 2013; Wiktorowicz & Gała, 2013). Efektem wykonanych prac badawczych jest realizacja projektu otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego w celu udokumentowania wód termalnych z utworów cenomanu w miejscowości Cudzynowice (gm. Kazimierza Wielka) (Wiktorowicz i in., 2014). Podkreślić należy, że obecnie w regionie świętokrzyskim nie funkcjonuje jeszcze ani jeden zakład geotermalny, choć w otworze Busko C-1 udokumentowano siarczkową wodę leczniczą o temperaturze 25,5°C (Gielżecka-Mądry, 2009).

Przedmiotem niniejszej pracy jest synteza wyników dotychczasowych badań, dotyczących warunków występowania siarczkowych wód termalnych, w rejonie Kazimierzy Wielkiej. Podstawowe źródło informacji stanowiły archiwalne dane otworowe, pochodzące z Centralnej Bazy Danych Geologicznych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego oraz materiały publikowane w postaci map, przekrojów i innych opracowań.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Niecka Nidy lub niecka miechowska, w regionalnym podziale geologicznym jednostek piętra alpejskiego, należy do Nizu Polskiego i stanowi rozległą brachysynklinę wypełnioną utworami mezozoiku. W części południowej utwory są przykryte przez miocenijskie osady zapadliska przedkar-

packiego (Cieśliński, 1973). Podłoże jednostki stanowią zdyslokowane utwory paleozoiczne (Pożaryski, 1974).

Profil stratygraficzny niecki miechowskiej jest niepełny (Stupnicka, 2007). Występują tu głównie utwory kredy dolnej i górnej oraz niewielkiej miąższości – triasu, jury środkowej i dolnej. Kredowa seria sedymentacyjna rozpoczyna się piaskowcami albu. Następnie obserwuje się utwory cenomanu, wykształcone w facji piaszczystej, węglanowej oraz, w stropie, zlepieńcowatej. Osady turonu i santonu tworzą skały węglanowe. Natomiast utwory kredy górnej stanowią jednolity, monotony kompleks osadów reprezentowanych głównie przez margle i wapienie margliste. Sumaryczna miąższość utworów kredowych w strefie osiowej niecki osiąga wartości od 800 do 1000 m (Cieśliński, 1973).

WARUNKI TERMICZNE

Wartości strumienia ciepłego dla Europy kształtują się w zakresie od 55 do 65 mW/m². Na obszarze Polski natomiast zmieniają się w przedziale od 21 do 91 mW/m² (Plewa, 1994). Dla gminy Kazimierza Wielka gęstość strumienia ciepłego oceniono na 70 mW/m² (wg Szewczyka & Gientki, 2009), co stanowi wartość porównywalną z wyznaczonym przedziałem dla Polski i Europy. Oszacowano również rozkład bilansowej ilości ciepła na jednostkę powierzchni do stropu podłoża krystalicznego, w wysokości 350 GJ/m² (Górecki, 2006).

Na podstawie dotychczasowych badań wykazano, że na obszarze niecki miechowskiej pionowe zmiany temperatur następują nierównomiernie. Stwierdzono, że duży wpływ na rozkład temperatur ma czynnik hydrogeologiczny, związany z wymianą wód powierzchniowych i głębszych, na obszarach rozwiniętego krasu i w strefach dyslokacji (Plewa, 1994). Według Jurkiewicza i Szczerby (1976) wartość średnia gradientu geotermicznego dla jednostki niecki miechowskiej zmienia się w granicach od 1,91 do 3,09°C/100 m. Natomiast stopień geotermiczny przyjmuje wartości w przedziale od 31,6 do 60,2 m°C (tab. 1). Należy zwrócić również uwagę na anomalnie wysokie wartości gradientu i stopnia geotermicznego zanotowane w otworze

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce; beata.wiktorowicz@pgi.gov.pl, iwona.lipiec@pgi.gov.pl, marcin.kos@pgi.gov.pl, tomasz.mlynczak@pgi.gov.pl.

Tab. 1. Wartości średnie stopnia i gradientu geotermicznego na obszarze jednostki niecki miechowskiej (na podstawie Jurkiewicz & Szczerba, 1976)

Table 1. The average values of the geothermal gradient in the Miechów area (after Jurkiewicz & Szczerba, 1976)

Jednostka Geological unit	Nazwa otworu Name of well	Średni stopień geotermiczny Average geothermal degree H	Średni gradient geotermiczny Average geothermal gradient G
		[m/°C]	[°C/100 m]
Niecka miechowska Synclino- rium of Miechów	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	2,1
	Węgleszyn IG 1	–	2,0

Pągów IG1, o czym wspomnieli już Jurkiewicz i Szczerba (1976).

Najwyższą temperaturę wód podziemnych na terenie centralnej części niecki miechowskiej stwierdzono w otworze Pągów IG 1, gdzie na głębokości 2030 m uzyskano przyływ wód o temperaturze 71°C, a już na 3020 m zanotowano maksymalną wartość równą 102°C. Na podstawie pomiarów wód zbiornika cenomańskiego wykazano, że wartości temperatur wahają się od 21 do 35°C (Jurkiewicz & Szczerba, 1976).

CHARAKTERYSTYKA CENOMAŃSKIEGO ZBIORNIKA WÓD TERMALNYCH

Miasto i gmina Kazimierza Wielka są położone w strefie centralnej zbiornika wód termalnych niecki miechowskiej. Obszar charakteryzuje się największą subsydują, podkreśloną maksymalnymi miąższościami utworów cenomanu (Barbacki, 2004). Z uzyskanych danych archiwalnych wynika, że ich całkowita miąższość na obszarze badań wynosi około 120 m, a strop przewiduje się na głębokości 667 m. (Wiktorowicz i in., 2014).

W rejonie Kazimierzy Wielkiej utwory cenomanu są wykształcone jako piaskowce i piaski glaukonitowe o korzystnych parametrach zbiornikowych. Rozkład porowatości zawiera się w zakresie od 9,14 do 32,8%, a przepuszczalność wynosi od 27,7 do 1380 mD (tab. 2). Uzyskane wyniki badań archiwalnych próbek złożowych w otworach badawczych wykazały, że w strefie centralnej panują warunki artezyjskie, a ciśnienie zmierzone na głowicach otworów przekraczało niekiedy wartości 1,0 MPa. Obserwuje się tu dość często samowypływy wód z otworów o wydajnościach od 2,0 do ponad 50 m³/h (tab. 2).

Z dostępnych danych wynika również, że zróżnicowanie temperatur wód w rejonie Kazimierzy Wielkiej jest zgodne ze zróżnicowaniem głębokości zalegania zbiornika. W związku z tym stwierdzono, że na obszarze badań istnieje możliwość ujęcia wód o temperaturze około 27–30°C (Wiktorowicz i in., 2014).

Głębokość strefy występowania wód słodkich w niecce miechowskiej oceniono na 100 m (Prażak, 2007). W badanej jednostce często jest obserwowane zjawisko występowania

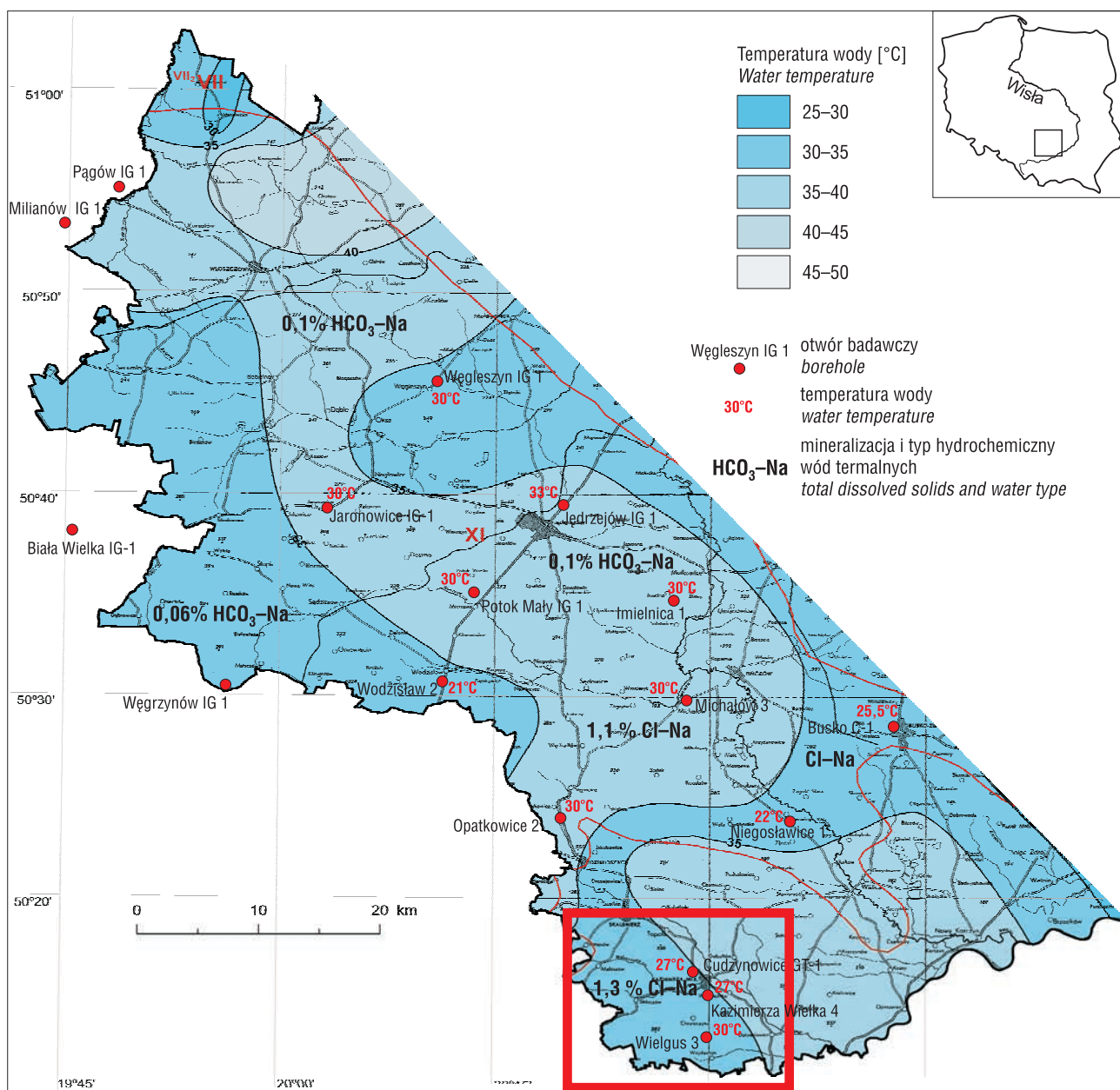
Tab. 2. Wybrane parametry hydrogeotermalne zbiornika cenomańskiego na obszarze niecki miechowskiej (na podst. Barbackiego, 2004, zmienione)

Table 2. Selected parameters of the Cenomanian geothermal aquifer in the central part of the Miechów basin (after Barbacki, 2004; modified)

Nazwa otworu Name of well	Opróbowany interwał [m p.p.t.] Tested interval [m b.g.l.]	Temperatura wód Water temperature [°C]	Wielkość przyływu Inflow [m ³ /h]	Mineralizacja wód Total dissolved solids [g/dm ³]	Typ wód Water type	Parametry zbiornikowe Reservoir parameters	
						Porowatość średnia Average porosity [%]	Przepuszczalność średnia Average permeability [mD]
Węgleszyn IG 1	742,0–872,7	35*	–	–	HCO ₃ –Na	17,5	572,0
Jaronowice IG 1	614,0–699,3	30*	6,0	–	HCO ₃ –Na	20,0	360,0
Jędrzejów IG 1	830,0–980,0	35*	1,0	<1,0	HCO ₃ –Na	15,0	87,0
Potok Mały IG 1	65,0–719,0	30*	36**	<1,0	HCO ₃ –Na	29,1	1380,0
Imielnica 1	682,0–827,0	30–35	2,0**	–	HCO ₃ –Na	16,23	873,0
Michałów 3	575,0–750,0	25–30	6,0**	11,0	Cl–Na	17,7	965,0
Wodzisław 2	462,5–470,0	21	4,2**	0,626	HCO ₃ –Na	–	–
Opatkowice 2	770,0–775,0	30	7,2	30,8	Cl–Na	8,17	–
Niegosławice 1	495,0–537,5	22	9,3**	17,14	Cl–Na	19,39	704,0
Kazimierza Wielka 4	650,5–720,0	25–27	50,0	13,8	Cl–Na	–	–
Wielgus 3	790,0–812,0	30–35	21**	–	Cl–Na	–	–
Cudzynowice GT-1	660,0–780,0	27	>50,0	14,0	Cl–Na	–	–
Busko C-1	662,2–649,6	23,5–25,5*	9,0	12,4	Cl–Na	–	–
Pławowice E-1	645,0–647,0	30	–	11,72	Cl–Na	–	–
Pławowice E-2	643,0–641,5	30	–	12,28	Cl–Na	–	–

* Temperatury zmierzone, pozostałe oszacowane. / Measured temperatures others estimated.

** Samowypływy wód / artesian flow.



Ryc. 1. Mapa hydrochemiczna cenomańskiego zbiornika wód termalnych centralnej części niecki miechowskiej (wykonano na podstawie Wiktorowicz i in., 2012, zmieniona)

Fig. 1. Hydrochemical map of the Cenomanian geothermal aquifer in the central part of the basin Miechów (after Wiktorowicz et al., 2012, modified)

stałego wzrostu mineralizacji ogólnej oraz składu chemicznego wraz z głębokością. Wody termalne najpłytszych horyzontów są reprezentowane tu przez typ hydrochemiczny HCO₃-Na o niewielkiej mineralizacji 0,626 g/dm³. Wraz ze wzrastającą głębokością zmniejsza się udział jonów wodorowęglanowych i siarczanowych na korzyść chlorkowych. W związku z tym, głębiej w zbiorniku są notowane wody wyłącznie typu Cl-Na i mineralizacji powyżej 11,0 g/dm³ (ryc. 1). Opisana pionowa zmienność hydrogeochemiczna jest typowa dla wód basenów sedymentacyjnych (Wiktorowicz i in., 2012).

Na podstawie wyników archiwalnych analiz chemicznych z otworów badawczych rejonu Kazimierzy Wielkiej wykazano, że występujące tu wody cenomańskiego zbiornika geotermalnego charakteryzują się mineralizacją 11,70–13,8 g/dm³. Są to wody reprezentujące jeden główny typ

hydrochemiczny Cl-Na, a cechą charakterystyczną jest tu częsta obecność siarkowodoru (tab. 2).

PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA SIARCZKOWYCH WÓD TERMALNYCH

Perspektywy i możliwości wykorzystania wód termalnych zależą głównie od ich temperatury (Lindal, 1973). Stwierdzono, że wody termalne w utworach cenomanu w rejonie Kazimierzy Wielkiej charakteryzują się zakresem temperatur od 27 do nawet 30°C (tab. 3). Najbardziej efektywnym i najprostszym sposobem zagospodarowania wód termalnych jest wykorzystanie ich możliwości energetycznych. Istniejące obecnie rozwiązania techniczne i struktura urządzeń służących do pozyskiwania ciepła z wnętrza ziemi, pozwalają na zastosowanie ich do ogrzewania

Tab. 3. Zestawienie podstawowych parametrów cenomańskiego zbiornika hydrogeotermalnego w rejonie Kazimierzy Wielkiej (Wiktorowicz & Gała, 2013)

Table 3. Basic parameters of the Cenomanian geothermal aquifer in the Kazimierza Wielka region (after Wiktorowicz & Gała, 2013)

Parametr Parameter	Wartość Value
Gęstość strumienia ciepłego <i>Terrestrial heat flow density</i>	75 mW/m ²
Strop utworów <i>Top surface</i>	667,0 m
Spąg utworów <i>Bottom surface</i>	787,0 m
Miąższość całkowita utworów <i>Total thickness</i>	120,0 m
Temperatura w stropie utworów <i>Temperatures at the top surface</i>	27–30°C
Wielkość przyływu <i>Inflow</i>	>50,0 m ³ /h
Mineralizacja wód <i>Total dissolved solids</i>	~13,0 g/dm ³
Typ chemiczny wód <i>Chemical type water</i>	Cl–Na
Moc termiczna otworu <i>Thermal power of well</i>	1,39 MW

w gospodarce komunalnej, w rolnictwie, w procesach technologicznych, jako wspomaganie konwencjonalnych ciepłowni, oraz użycie jako źródła energii w siłowniach niskotemperaturowych (Górecki, 2006). Do innych możliwości wykorzystania wód termalnych należy zaliczyć zastosowanie ich w rekreacji – baseny kąpielowe kryte i otwarte oraz w balneoterapii, w zakładach wodolecznictwa zdrojowego. Wymogi stawiane wodom przeznaczonym do kąpeli rekreacyjnych to temperatura 24–30°C i mineralizacja do 35 g/dm³ (Paczyński & Płochniewski, 1996; Rajchel, 2006).

Należy również podkreślić, że wody termalne występujące w utworach cenomanu niecki miechowskiej, dzięki obecności siarkowodoru, mają właściwości lecznicze i terapeutyczne i znajdują zastosowanie w medycynie uzdrowiskowej. Wśród najczęściej stosowanych zabiegów leczniczych, w których są wykorzystywane wody termalne, wymienia się: kąpiele lecznicze, kuracje pitne, inhalacje, irygacje i płukania. Według ustalonych kryteriów, wody termalne tak wykorzystywane, powinny charakteryzować się temperaturą od 28 do 42°C oraz mineralizacją do 60 g/dm³ (Paczyński & Płochniewski, 1996; Rajchel, 2006).

PODSUMOWANIE

Możliwości i perspektywy wykorzystania występujących w rejonie Kazimierzy Wielkiej siarczkowych wód termalnych są ogromne. Przede wszystkim wody te mogą

stanowić interesującą bazę surowcową w balneologii, oraz w rekreacji.

Przedstawione w pracy wyniki analizy warunków występowania wód termalnych mają znaczenie użytkowe. Dostarczając konkretnych danych, stanowią podstawę do opracowania koncepcji i lokalnych projektów zagospodarowania energii geotermalnej w regionie Kazimierzy Wielkiej.

LITERATURA

- BARBACKI A.P. 2004 – Zbiorniki wód geotermalnych niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego. Wyd. Inst. Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.
- CIEŚLIŃSKI S. 1973 – Niecka miechowska. [W:] Sokołowski S. (red.), Budowa geologiczna Polski, T. 1, cz. 2. Stratygrafia: 566–580. Wyd. Geol., Warszawa.
- GIEŁZECKA-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 Niziu Polskim, Wyd. AGH, Kraków.
- 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 Rother applications of geothermal energy, except power production and district heating. [W:] Amstead H.C.H. (red.), Geothermal energy, Earth Sciences T. 12, UNESCO.
- LISIK R. & SZCZEPAŃSKI A. 2014 – Siarczkowe wody lecznicze w części zapadliska przedkarpackiego. Wyd. Fundacja POSTERIS, Kielce.
- NEY R. & SOKOŁOWSKI J. 1987 – Wody geotermalne Polski i możliwości ich praktycznego wykorzystania. Nauka Polska, 35 (6): 67–92.
- PACZYŃSKI B. & PŁOCHNIEWSKI Z. 1996 – Wody mineralne i lecznicze Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PLEWA S. 1994 – Rozkład parametrów geotermalnych na obszarze Polski: 1–138. Wyd. CPPGSMiE, PAN, Kraków.
- POZARYSKI W. 1974 – Budowa geologiczna Polski T. 4, Tektonika cz. 1, Niz Polski: 24–34.
- PRAŻAK J. 2007 – Subregion środkowej Wisły część centralna. [W:] Paczyński B. & Sadurski A. (red.), Hydrogeologia regionalna Polski, T. 1. Państw. Inst. Geol – PIB, Warszawa.
- RAJCHEL L. 2006 – Zastosowanie wód geotermalnych w balneoterapii i rekreacji. [W:] Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niziu Polskim: 50–54. Wyd. AGH, Kraków.
- STUPNICKA A.E. 2007 – Geologia regionalna Polski. Wyd. UW, Warszawa.
- SZEWCZYK J. & GIENKA D. 2009 – Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach. Geol. Quart., 53: 125–140.
- WIKTOROWICZ B. 2013 – Możliwości wykorzystania wód termalnych centralnej części Niecki Nidy. [W:] VII Świętokrzyskie Spotkania Geologiczno-Geomorfologiczne. 22–24 maj 2013 r. Busko-Zdrój (mat. konf.): 90–93.
- WIKTOROWICZ B., BIAŁECKA K., HERMAN G., JANECKA-STYRCZAK K., KOS M., MŁYŃCZAK T. & SALWA S. 2012 – Potencjał hydrogeologiczny oraz zasoby energii ze źródeł geotermalnych na terenie województwa świętokrzyskiego. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddział Świętokrzyski, Kielce.
- WIKTOROWICZ B. & GAŁA I. 2013 – Studium wykonalności dotyczące możliwości występowania i zagospodarowania wód termalnych w gminie Kazimierza Wielka. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddział Świętokrzyski, Kielce.
- WIKTOROWICZ B., PACHOLEWSKI A., KOS M. & MŁYŃCZAK T. 2014 – Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego dla udokumentowania wód termalnych w m. Cudzyńowice, gm. Kazimierza Wielka, pow. kazimierski. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddział Świętokrzyski, Kielce.