

Barbara CZECHOWSKA  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska  
Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska  
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
Antoni BARBACKI  
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Pracownia Odnawialnych Źródeł Energii  
ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków  
e-mail: barbacki@min-pan.krakow.pl

Technika Poszukiwań Geologicznych  
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2016

## OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WÓD GEOTERMALNYCH NA OBSZARZE GMINY KĘTY

### STRESZCZENIE

W pracy zostały zebrane dane dotyczące zasięgu, rozmieszczenia oraz potencjału cieplnego wód geotermalnych na terenie gminy Kęty oraz w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Analizowany obszar zlokalizowany jest na pograniczu dwóch jednostek geologicznych: zapadliska przedkarpacciego oraz Karpat fliszowych.

Na podstawie danych otworowych wykonano przekroje geologiczne z oznaczeniem stwierdzonych przypływów wód geotermalnych. Przedstawiono charakterystykę zbiorników i oszacowano ich parametry hydrogeotermalne. Dla wybranych zbiorników przeprowadzono obliczenia, mające na celu ocenę zasobów występujących w poszczególnych basenach. Analizy danych umożliwiły wskazanie najbardziej perspektywicznych zbiorników oraz obszarów i kierunków wykorzystania wód geotermalnych. Na podstawie obliczonych wartości cieplnego potencjału technicznego jako optymalny uznano zbiornik dewoński, dla którego zaproponowano wykorzystanie wód z tego zbiornika dla celów rekreacyjnych. Dodatkowo opracowano prosty schemat basenowej instalacji geotermalnej.

### SŁOWA KLUCZOWE

Wody geotermalne, Kęty, ocena zasobów, rekreacja

\* \* \*

### WPROWADZENIE

Polska uważana jest za kraj o znacznych możliwościach wykorzystania energii geotermalnej. Około 70% powierzchni kraju zajmują obszary perspektywiczne pod względem możliwości zagospodarowania potencjału geotermalnego, a w tym 40% powierzchni kraju

ma korzystne warunki do budowy instalacji geotermalnych, gdzie cena za energię ze źródeł geotermalnych może być porównywalna z ceną ze źródeł konwencjonalnych (Sapińska-Śliwa 2007). Główne zasoby dyspozycyjne wód podziemnych związane są z formacjami na Nizinie Polskiej, w Karpatkach wewnętrznych oraz w niektórych rejonach Sudetów, Karpat zewnętrznych i w zapadlisku przedkarpackim. Głównymi czynnikami wpływającymi na możliwość zagospodarowania w sposób ekonomiczny wód geotermalnych jest ich temperatura, wydajność otworu, mineralizacja i skład chemiczny wody oraz ciśnienia złożowe.

Obecnie energia geotermalna w Polsce wykorzystywana jest w ciepłownictwie oraz w instalacjach pomp ciepła, zaś wody geotermalne znajdują zastosowanie do celów leczniczych (balneoterapeutycznych) i rekreacyjnych. Wody geotermalne do celów rekreacyjnych są eksploatowane na Podhalu, w Sudetach i w środkowej części Polski. Instalacje te nie są jednak rozpowszechnione na tak szeroką skalę, jak ma to miejsce np. w sąsiedniej Słowacji, chociaż warunki klimatyczne i hydrogeotermalne są podobne.

## **1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GMINY KĘTY**

Gmina Kęty położona jest w południowo-zachodniej części województwa małopolskiego, przy granicy z województwem śląskim, nieopodal granicy z Czechami i Słowacją. Jednostka terytorialna leży u stóp Beskidu Małego i Żywieckiego, w dolinie rzeki Soły. Granicami administracyjnymi gmina obejmuje miasto Kęty oraz sołectwa: Bielany, Bulowice, Łęki, Malec, Nową Wieś i Witkowice. Jest to jednostka miejsko-wiejska o powierzchni 76,43 km<sup>2</sup>, zamieszkała przez 34 357 mieszkańców (GUS 2014). Liczba ludności w mieście Kęty stanowi ponad 56% ogółu mieszkańców gminy.

### **1.1. Wody powierzchniowe i podziemne**

Największym naturalnym ciekim na terenie gminy Kęty jest rzeka Soła, która stanowi prawobrzeżny dopływ Wisły; jej długość wynosi 88,9 km, a całkowita powierzchnia zlewni 1390,6 km<sup>2</sup>. Rzeka rozpoczyna swój bieg na stokach Sołowego Wierchu około 755 m n.p.m. i przepływa przez cztery regiony fizjograficzne: Beskid Żywiecki, Beskid Śląski, Obniżenie Jabłonkowskie i Podgórze Karpackie.

Według informacji podanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie wynika, że wody występujące na tym obszarze spełniają wymagania, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia, należące do kategorii A2 (WIOŚ-Kraków 2015; Roz. Min. Środ. 2002).

Wody podziemne znajdujące się na terenie województwa małopolskiego należą do trzech regionów hydrogeologicznych: karpackiego, przedkarpackiego oraz śląsko-krakowskiego. Obszar gminy Kęty i jej bezpośrednie otoczenie znajduje się w zasięgu regionu przedkarpackiego i obejmuje trzy piętra wodonośne. Wody poziomu kredowego występują w śro-

dowisku szczelinowym lub też szczelinowo-porowym fliszu Karpat, poziom ten jednak nie odgrywa roli w zaopatrywaniu ludności w wodę. Kolejne, trzeciorzędowe piętro wodonośne, charakteryzuje się bardzo małą przepuszczalnością; ze względu na niekorzystną budowę geologiczną nie jest wykorzystywane do zaopatrywania w wodę. Podstawowym poziomem wodonośnym są utwory czwartorzędowe związane z dolinami rzecznyymi. Są to zbiorniki o porowym charakterze ośrodka, zlokalizowane w holocenijskich utworach piaszczystych i piaszczysto-żwirowych, lokalnie zaglinionych (Gołębiowska i Pająk (red.) 2003; Korzeń i in. 2014; Polakowski i in. 2015; Pająk (red.) 2015). Wody podziemne czwartorzędowe znajdują się na głębokości od 0,8 do 14 m, sezonowe wahania dochodzą do około 5 m. Zwierciadło posiada charakter swobodny i układa się współkształtnie do poziomu terenu.

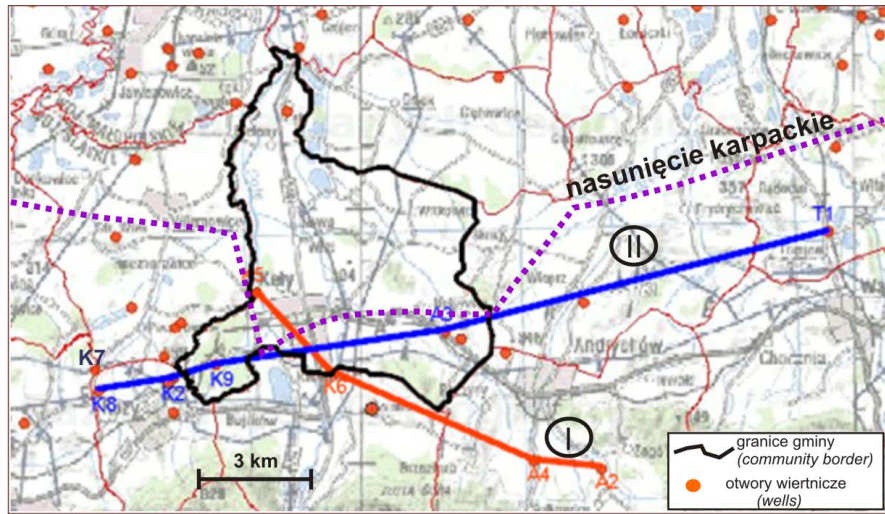
## 1.2. Warunki geologiczne

Północna część obszaru gminy Kęty położona jest w obrębie zapadliska przedkarpackiego, a południowa na terenie Karpat. Na południe od równoleżnika Kęt Karpaty Fliszowe wychodzą na powierzchnię i są przykryte jedynie utworami czwartorzędowymi. Fliszowe utwory kredy dolnej w południowej części gminy występują jako łupki cieszyńskie górne, wykształcone w postaci łupków marglistych i cienkoławicowych, drobnoziarnistych piaskowców z wtrąceniami wapieni. Miocenijskie utwory trzeciorzędowe występują w północnej części gminy w formie ilów i mułowców z wkładkami drobnego piasku oraz ilów z soczewkami piasków, żwirów, piasków oraz zlepieńców. Iły miocenijskie, częściowo sfałdowane, o miąższości dochodzącej do 300 m, zalegają pod czwartorzędem na głębokości od 20 m na wierzchołkach i 5–8 m w dolinie Soły. Czwartorzęd reprezentowany jest przez osady holocenu i plejstocenu, występujące na utworach fliszowych i miocenijskich. Wśród nich wyróżnić można aluwia rzeczne w dolinie Soły i jej dopływów jak i lessopodobne osady wodno-lodowcowe. Osady holocenijskie występujące w dolinie Soły są osadami akumulacji rzecznej, złożone głównie z piasków, żwirów, pospólek rzecznych i otoczków piaskowca. W dolinie rzeki Soły i jej dopływów występują piaski, żwiry, mułki, gliny i mady rzeczne zlodowacenia północnopolskiego. Występujące w zachodniej części miasta Kęty osady lessopodobne to utwory pyłowe o miąższości do 3 m (Korzeń i in. 2014).

## 2. ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH NA OBSZARZE GMINY KĘTY

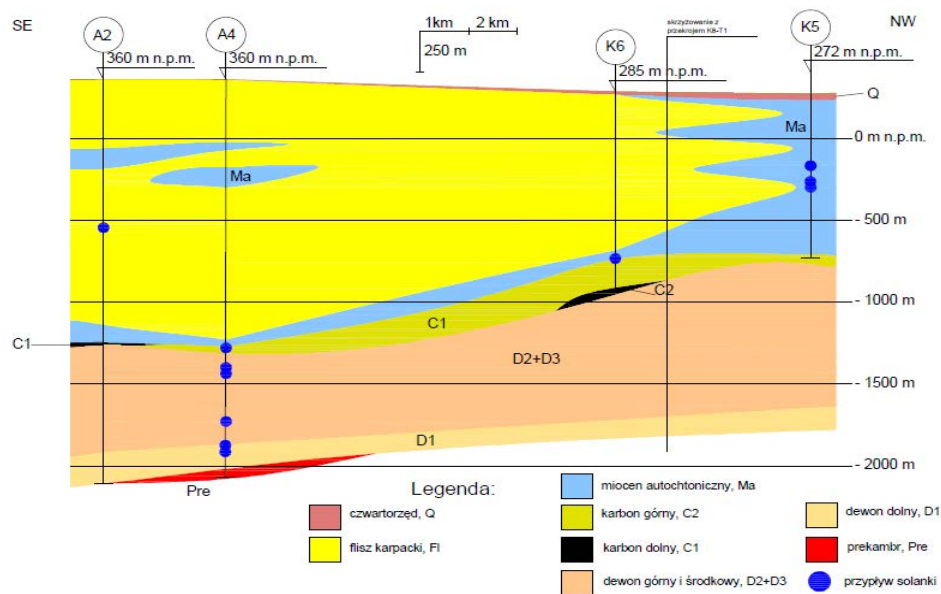
Ocenę hydrogeotermalną analizowanego rejonu wykonano na podstawie danych z Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG) Państwowego Instytutu Geologicznego–Państwowego Instytutu Badawczego (PIG–PIB), danych literaturowych (Florek i in. 1998) oraz katalogów wierceń Zakładu „GEONAF TA” – Kraków (Moryc 1970, 1976).

Na tej podstawie opracowano dwa przekroje geologiczne, których usytuowanie na tle obszaru gminy Kęty przedstawia rysunek 1 (wraz z zaznaczonymi otworami wiertniczymi o głębokości powyżej 500 m). Przekrój I przedstawiony na rysunku 2 przebiega przez



Rys. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych oraz przekrojów geologicznych I i II na tle obszaru gminy Kęty (K8 – otwór Kęty 8, T1 – otwór Tomice 1, A2 – otwór Andrychów 2) (podkład geologiczny: <http://bazagis.pgi.gov.pl/website/cbdg/viewer.htm>)

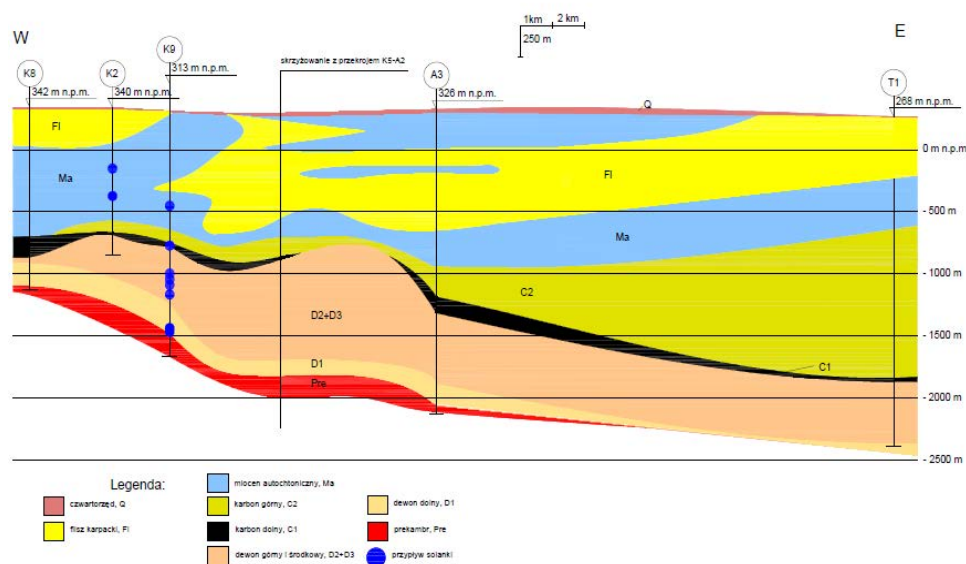
Fig. 1. Location of wells and geological cross-sections I and II on the background of the Kęty municipality (K8 – Kęty 8, T1 – Tomice 1, A2 – Andrychów 2 well) (base map in: <http://bazagis.pgi.gov.pl/website/cbdg/viewer.htm>)



Rys. 2. Przekrój geologiczny I z zaznaczonymi strefami wód podziemnych (lokalizacja i oznaczenia otworów jak na rys. 1)

Fig. 2. Geological cross-section I with marked zones of groundwater (location and mark the holes as in Figure 1)

graniczną strefę Karpat i zapadliska przedkarpackiego, natomiast przekrój II przedstawiony na rysunku 3 w całości usytuowany jest w strefie karpackiej.



Rys. 3. Przekrój geologiczny II z zaznaczonymi strefami wód podziemnych (lokalizacja i oznaczenia otworów jak na rys. 1)

Fig. 3. Geological cross-section II with marked zones of groundwater (location and mark the holes as in Figure 1)

Na przekrojach, według danych otworowych, oznaczono potencjalne strefy geotermalne związane ze stwierdzonymi miejscami przypływu wód złożowych. Analiza warunków hydrogeotermalnych została przeprowadzona głównie na podstawie danych z dziewięciu otworów wiertniczych znajdujących się na obszarze i w rejonie gminy Kęty.

Są to otwory (w nawiasach rok wykonania otworu): Andrychów-2 (1963/64), Andrychów-3 (1965/66), Andrychów-4 (1966/67), Tomice-1 (1968/69), Kęty-2 (1963), Kęty-5 (1964), Kęty-6 (1963/64), Kęty-8 (1967/68), Kęty-9 (1967).

Wyniki opróbowań wykonanych podczas wierceń wskazują, że główne zbiorniki wód podziemnych są zlokalizowane głównie w obrębie utworów: dewonu (dolny, środkowy i górny), karbonu górnego, miocenu oraz pojedynczo w utworach fliszu karpackiego. W tabeli 1 przedstawiono dane pochodzące z przykładowego otworu Kęty-9.

Analiza wód złożowych rejonu Cieszyn–Andrychów–Lachowice przedstawiana w literaturze (m.in. Florek R. i in. 1998) obejmuje dane dotyczące uzyskanych wielkości przypływów oraz parametry hydrochemiczne wód złożowych. W odwiercie Andrychów-4 (rys. 1) na głębokości 2286–2262 m oraz 2236–2229 m (dewon dolny) otrzymano przypływ solanki typu Cl-Ca o mineralizacji od 156,5 do 169,7 g/dm<sup>3</sup>. Wielkość przypływu wynosiła odpowiednio 350 l/h oraz 200 l/h. Z utworów węglanowych dewonu górnego i środkowego (na

Tabela 1

Dane z otworu Kęty-9 (wg Moryc 1970)

Table 1

Data from the Kęty-9 well (acc. Moryc 1970)

Wysokość m n.p.m.	313,0 m
Profil geologiczny	0 –5,0 m – czwartorzęd – 27,0 m – płaszczowina podśląska – 959,0 m – miocen ze sfaldowaną płaszczowiną podśląską na głębokości 575,0–645,0 m – 962,0 m – torton dolny – 1067,0 m – karbon górny – 1092,0 m – karbon dolny – 1561,0 m – dewon górny + środkowy – 1795,0 m – dewon dolny – 1984,0 m – podłoże krystaliczne
Objawy w czasie wiercenia	771,0 m – 767,0 m – przyływ solanki 1315,0 m – 1300,0 m – przyływ solanki 1360,0 m – 1350,0 m – przyływ solanki 1410,0 m – 1392,0 m – przyływ solanki 1490,0 m – 1473,0 m – przyływ solanki 1761,0 m – 1746,0 m – przyływ solanki 1782,0 m – 1774,0 m – przyływ solanki

głębokości: 2095–2082 m, 1802–1790 m, 1762–1755 m) uzyskano przyływ solanki typu Cl-Ca o mineralizacji od 145 do 167 g/dm<sup>3</sup>, wydajność wynosiła od 380 do 760 l/h.

Z otworów Kęty-7 oraz Kęty-9 (rys. 1) z warstw na głębokości od 976 do 1792 m otrzymano przyływ wysoko zmineralizowanej solanki z utworów klastycznych i węglanowych dewonu. W odwiercie Kęty-7 z głębokości 1260–1250 m (dewon środkowy) zanotowano przyływ solanki w ilości 16,2 m<sup>3</sup>/h o mineralizacji 130,1 g/dm<sup>3</sup>. Z odwiertu Kęty-9 uzyskano przyływ solanki Cl-Ca na głębokościach i w ilościach, odpowiednio: 1315–1300 m – 330 l/h, 1360–1350 m – 270 l/h, 1410–1392 m – 250 l/h, 1761–1746 m – 120 l/h.

Wody z utworów dewonu są wodami wykazującymi silne zmineralizowanie. Mineralizacja mieści się w przedziale 100–180 g/dm<sup>3</sup> lecz poniżej linii Andrychów–Kęty nie przekracza 50 g/dm<sup>3</sup>; są to solanki typu Cl-Ca. Zawartość jonu jodkowego w analizowanych wodach mieści się w zakresie 0,0003–0,022 g/dm<sup>3</sup>, jonu bromkowego występuje tylko w części wód poddanych analizie w ilości od 0,007 do 0,524 g/dm<sup>3</sup>. Zawartość NH<sub>4</sub> wynosi 0,01–0,029 g/dm<sup>3</sup> jednakże w większości analiz gazu tego nie stwierdzono.

Występujące na terenie Kęt wody termalne mogą być zatem uznane za wody o działaniu leczniczym, korzystnie wpływającym na organizm człowieka głównie w kontekście zawartości jodu i odpowiednio wysokiej temperatury (Sapińska-Śliwa i in. 2009).

### 3. POTENCJAŁ ENERGII GEOTERMALNEJ NA TERENIE GMINY

Na podstawie danych wiertniczych dotyczących obserwowanych przyływów wód w otworach (Florek i in. 1998; Moryc 1970, 1976) oraz według uzupełniającej informacji temperaturowej z *Atlasu zasobów wód i energii geotermalnej Karpat zachodnich* (Górecki (red.) i in. 2011) – wskazano na obszarze gminy strefę uznaną za optymalną dla zagospodarowania wód termalnych. Za strefę taką uznano obszar w rejonie otworu Kęty-9, dla którego oszacowano potencjalne parametry wód geotermalnych (tab. 2):

Parametry zbiornika dewońskiego: wielkość przyływu – 15 m<sup>3</sup>/h, po kwasowaniu orientacyjnie 30 m<sup>3</sup>/h, temperatura średnia 40°C, wody z głębokości 1400 m.

Parametry zbiornika miocenińskiego: wielkość przyływu 3 m<sup>3</sup>/h, temperatura 25°C, wody z głębokości 700–800 m.

Parametry zbiornika fliszowego: wielkość przyływu 2 m<sup>3</sup>/h, temperatura 28°C, wody z głębokości 900–910 m.

Do obliczeń potencjalnych zasobów wód geotermalnych w niniejszej pracy przyjęto zasadę określania mocy termicznej jako miary zasobów eksploatacyjnych dla pojedynczego ujęcia. Potencjał określany był na podstawie szacowanej średniej temperatury i wydajności wód występujących w obrębie danego zbiornika. Obliczenia zrealizowano na podstawie poniższych wzorów według stosowanych powszechnie formuł (Bujakowski i in. 2005). Dla oceny potencjału technicznego przyjęto schłodzenie wód do 5°C w systemach pomp ciepła i współczynnik rocznego wykorzystania mocy cieplnej 0,3.

$$P_{tech} = 0,0012 \cdot (t - 5) \cdot Q \text{ [MW]}$$

$$W_{tech} = P_{tech} \cdot 8760 \cdot 0,3 \text{ [TJ/rok]}$$

gdzie:

$P_{tech}$  – techniczna średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia [MW],

$t$  – średnia temperatura wód termalnych [°C],

$Q$  – średni strumień wód termalnych [m<sup>3</sup>/h],

$W_{tech}$  – techniczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia [TJ/rok].

Tabela 2

*Założone parametry wód geotermalnych poszczególnych zbiorników*

Table 2

*Established parameters of geothermal waters for analyzed reservoirs*

Parametry	Zbiornik dewoński	Zbiornik mioceniński	Zbiornik fliszu karpackiego
$t$ [°C]	40	25	28
$Q$ [m <sup>3</sup> /h]	30	3	2

Obliczenia dla poszczególnych zbiorników przedstawiono poniżej:

Zbiornik dewoński:

$$P_{tech} = 0,0012 \cdot (40 - 5) \cdot 30 = 1,26 \text{ [MW]}$$

$$W_{tech} = 1,26 \cdot 8760 \cdot 0,3 = 11,92 \text{ [TJ/rok]}$$

Zbiornik mioceński:

$$P_{tech} = 0,0012 \cdot (25 - 5) \cdot 3 = 0,07 \text{ [MW]}$$

$$W_{tech} = 0,07 \cdot 8760 \cdot 0,3 = 0,66 \text{ [TJ/rok]}$$

Zbiornik fliszu karpackiego:

$$P_{tech} = 0,0012 \cdot (28 - 5) \cdot 2 = 0,06 \text{ [MW]}$$

$$W_{tech} = 0,06 \cdot 8760 \cdot 0,3 = 0,57 \text{ [TJ/rok]}$$

Najkorzystniejsze warunki do wykorzystania wód geotermalnych na terenie gminy Kęty występują w obrębie zbiornika dewońskiego, który występuje na głębokości od około 1000 do około 2000 m. Z wyżej przedstawionych obliczeń wynika, że zbiornik ten ma najwyższy potencjał techniczny. Ponadto wody tego zbiornika charakteryzują się korzystnymi parametrami fizykochemicznymi. Jednak ze względu na wysoki stopień zasolenia wód (mineralizacja ok. 130 g/l) konieczne byłoby prowadzenie eksploatacji systemem dwuotworowym (dodatkowe koszty otworu chłonnego). Oszacowane wydajności otworów i temperatury wody tego zbiornika (rzędu 30 m<sup>3</sup>/h i 40°C) wskazują, że bezpośrednio może on zostać wykorzystany w celach rekreacyjnych, w balneoterapii lub ogrodnictwie, natomiast dla celów ciepłowniczych np. za pośrednictwem absorpcyjnych pomp ciepła. Pozostałe zbiorniki wykazują niski potencjał z uwagi na niższe temperatury oraz mniejsze wydajności otworów. Należy jednak zaznaczyć, że przyjęte wartości temperatury wody oraz wydajności otworów są orientacyjne.

#### 4. PRZYKŁAD ZASTOSOWAŃ – BASEN TERMALNY

Jako przykład wykorzystania wód geotermalnych w rekreacji i balneoterapii przedstawiono prosty schemat instalacji basenu termalnego uwzględniający oszacowane parametry hydrogeotermalne zbiornika dewońskiego w rejonie Kęt.

Z uwagi na wysoką mineralizację i niemożność zrzutu wykorzystanych wód do cieków powierzchniowych zastosowano wariant z otworem chłonnym (system dubletowy).



Jednocześnie – biorąc pod uwagę wiek istniejących odwiertów (lata 60. i 70. XX w.) – nie zrezygnowano ze wskazania otworu do potencjalnej rekonstrukcji.

Dane wejściowe dla przykładowej instalacji to:

— temperatura wody w otworze eksploatacyjnym  $\sim 40^{\circ}\text{C}$ ,

— wydajność wód  $\sim 30 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Zapotrzebowanie instalacji ciepłowniczej dla całorocznego basenu odkrytego wraz z centralnym ogrzewaniem (c.o.) i ciepłą wodą użytkową (c.w.u.) wynosi około  $3 \text{ kW}/\text{m}^2$  mocy cieplnej przypadającej na każdy  $1 \text{ m}^2$  powierzchni lustra wody. Największy udział stanowi ogrzewanie niecki basenowej –  $2 \text{ kW}/\text{m}^2$  (pozostała moc to wymagania związane z c.o. i c.w.u.). Zakładając temperaturę na wejściu do obiektu na około  $38^{\circ}\text{C}$  ( $2^{\circ}\text{C}$  straty na transporcie wody) oraz schłodzenie wód termalnych przez obiekt  $10^{\circ}\text{C}$  (temperatura wody w otworze chłonnym  $28^{\circ}\text{C}$ ) – moc grzewcza instalacji wyniesie:

$$P_{tech} = 0,0012 \cdot (38 - 28) \cdot 30 = 360 \text{ [MW]}$$

Możliwa do uzyskania powierzchnia niecki basenowej wyniosłaby zatem:

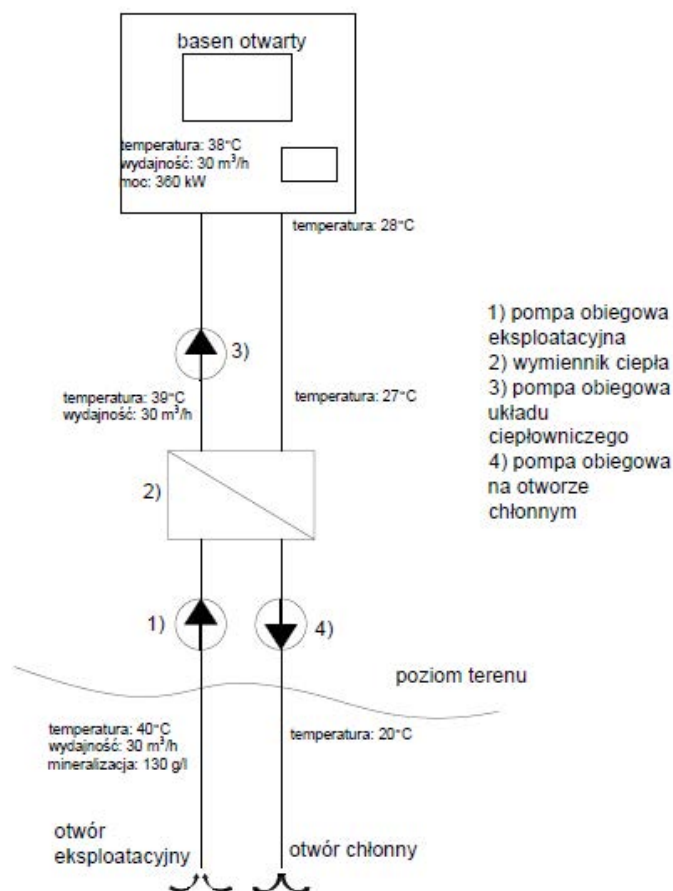
$$S = \frac{360 \text{ kW}}{3 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} = 120 \text{ [m}^2\text{]}$$

Oznacza to np. realizację dwóch basenów odkrytych zasilanych wodą geotermalną o powierzchniach  $S_1 = 80 \text{ m}^2$  oraz  $S_2 = 40 \text{ m}^2$ . Moc grzewcza na ogrzanie niecki wynosi  $P_{niecki} = 240 \text{ kW}$ , natomiast dla celów c.o. i c.w.u.  $P_{co+cwu} = 120 \text{ kW}$ . Instalacja mogłaby być rozbudowana na większą skalę poprzez zasilanie z dodatkowych źródeł (pompy ciepła, energia słoneczna, czy wspomaganie źródłami konwencjonalnymi).

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że na terenie gminy Kęty korzystnymi parametrami zbiornikowymi charakteryzują się głównie węglanowe utwory dewonu górnego i środkowego, utwory piaskowcowe dolnego dewonu, a jedynie lokalnie utwory miocenu oraz fliszu karpackiego.

Utwory dewonu środkowego i górnego są to wapienie, dolomity i margle, z kolei utwory dewonu dolnego wykształcone są w postaci serii piaskowcowo-mułowcowo-łupkowej. W obrębie zbiornika dewońskiego, który na terenie Kęt występuje na głębokości od około 1000 do około 2000 m (w zależności od lokalizacji) – przypuszczalna wielkość przyływu to około  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ , a po procesie intensyfikacji (kwasowanie, szczelinowanie) może osiągnąć wartość około  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ . Temperaturę wód warstw dewońskich oceniono na  $40^{\circ}\text{C}$ . Zbiornik ten wykazuje najwyższy potencjał techniczny ( $1,26 \text{ MW}$ ) spośród wszystkich zbiorników



Rys. 4. Przykładowa instalacja ciepłownicza dla basenu odkrytego

Fig. 4. Example of installation for heating an outdoor thermal pool

analizowanych na tym obszarze. Ponadto wody charakteryzują się korzystnymi parametrami fizykochemicznymi o znaczeniu leczniczym (m.in. wysoka zawartość jodu, wysoka temperatura oraz obecność innych pierwiastków korzystnie wpływających na organizm człowieka, jak np. brom).

Ze względu na zawartość wód o wysokim stopniu zasolenia (mineralizacja średnia ok. 130 g/l) konieczne byłoby jednak prowadzenie eksploatacji wód systemem dwuotworowym.

Powyższa analiza pozwala na jednoznaczne wskazanie, że optymalnym kierunkiem wykorzystania zasobów wód geotermalnych byłaby rekreacja i balneoterapia. Zagospodarowanie wód geotermalnych do celów ciepłowniczych nie wydaje się uzasadnione ekonomicznie ze względu na niewysokie wydajności i temperatury wód. Ważnymi czynnikami rzutującymi na efektywność pozyskania energii geotermalnej jest – oprócz wartości mocy termicznej – położenie zwierciadła wód podziemnych, wartość depresji podczas eksploatacji złoża oraz

stabilność wydajności w czasie. Podczas oceny efektywności konkretnej inwestycji geotermalnej czynniki te winny być każdorazowo analizowane i uwzględniane. Zagospodarowanie wód geotermalnych w rekreacji i lecznictwie na terenie gminy Kęty może przynieść wiele korzyści zarówno dla stałych mieszkańców, turystów, jak i dla środowiska naturalnego. Inwestycja wykorzystująca wody geotermalne zdecydowanie podniosłaby atrakcyjność regionu poprzez poszerzenie oferty turystycznej oraz zwiększyła wpływy do lokalnego budżetu. Obiekty geotermalne stanowią także atrakcyjną formę spędzania wolnego czasu, a lecznicze właściwości wód mogą zostać wykorzystane w kuracjach i rehabilitacji.

## LITERATURA

- BUJAKOWSKI W., BARBACKI A., GRZYBEK A., HOŁOJUCH G., PAJĄK L., SKOCZEK A., SKRZYPCZAK S., SKRZYPCZAK M., 2005 — Opracowanie metody programowania i modelowania systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego, wraz z programem wykonawczym dla wybranych obszarów województwa. Część II: program wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego (projekt). Kraków–Katowice, s. 93–101.
- FLOREK R., JAWOR E., 1998 — Stan rozpoznania geologiczno-złożowego województwa bielskiego. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia Nr 1–2, Kraków, s. 43–47.
- GŁÓWNY URZĄD STATYSTYCZNY, 2014
- GOŁĘBIEWSKA K., PAJĄK B. (red.), 2003 — Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2002 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Kraków, s. 123–125.
- GÓRCEKI W. (red.), 2011 — Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich. AGH KSE, Kraków
- KORZEŃ J., RÓG J., DOMAGAŁA A., 2014 — Zmiana studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Kęty. Jeleniogórskie biuro planowania i projektowania, Kęty, Jelenia Góra, s. 8, 15–16, 20–25.
- MORYC W., 1970 — Katalog wierceń Górnictwa Naftowego w Polsce wykonanych w latach 1945–1968. Tom 1, cz. 3, Warszawa.
- MORYC W., 1976 — Katalog wierceń górnictwa naftowego w Polsce wykonanych w latach 1969–1973 z uzupełnieniem lat wcześniejszych. Tom 1 cz. 5, Warszawa, s. 8–12, 140–147.
- PAJĄK B. (red.), 2015 — Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2014 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Kraków, s. 33, 38, 48.
- POLAKOWSKI Ł., KUKLA P., MOTYL A., 2015 — Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Kęty. Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Kęty, s. 24–26, 29–32.
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Dz. U. Nr 204, poz. 1728, 2002.
- SAPIŃSKA-ŚLIWA A. (red.), 2007 — Odnawialne źródła energii w Małopolsce. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cites”, Kraków, s. 72–74, 77–83, 86–87, 91–92.

- SAPIŃSKA-ŚLIWA A., GRZELIŃSKA E., GONET A., 2009 — Możliwości wykorzystania wody termalnej Uniejowa w formułach kosmetycznych. Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2, s. 1–2.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, 2015 — Ocena wód wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia w województwie małopolskim w 2015 roku. Kraków, s. 1, 6.

## **EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING THERMAL WATERS IN THE MUNICIPALITY OF KĘTY**

### **ABSTRACT**

The main aim of the following thesis is to present data concerning the location and use of thermal waters in the municipality of Kęty and the surrounding areas. The described region is situated on the borderline of two geological units: the Carpathian Mountains and the Carpathian Hollow.

Based on the well data, geological sections were carried out and places of thermal waters flow were noted. Then the characteristics of the thermal water reservoirs were presented and the hydrogeothermal parameters estimated. The data worked out in the article allows the most perspective areas and directions for use of thermal waters to be indicated. Based on the calculated value of the energetic potential of the Devonian reservoir, which is the most prospective, a simple scheme of geothermal pool installation was proposed.

### **KEYWORDS**

Thermal waters, Kęty, resources estimation, recreation