

ZENOBIUSZ PŁOCHNIEWSKI, JADWIGA STACHOWIAK

Instytut Geologiczny

WODY TERMALNE W NIECCE MOGILEŃSKO-ŁÓDZKIEJ

UKD 553.77.031.3/5.041:551.763.1:551.243.13(438—191,2+Koło+Uniejów)

Intensywne prace wiertnicze, wykonane w ostatnim dwudziestoleciu, dostarczyły wielu informacji o wodach podziemnych na dużych głębokościach, w tym również o wodach termalnych. Wyniki tych prac nie pozwalają jeszcze na dokonanie nawet wstępnej oceny zasobów wód termalnych, ale na ich podstawie można wyznaczyć obszary perspektywiczne do poszukiwania takich wód.

Gdy wody charakteryzują się małą mineralizacją oraz odpowiednio wysoką temperaturą, możliwe jest znaczne rozszerzenie obecnego wykorzystania wód

termalnych. W Polsce wody termalne stosuje się dotychczas niemal wyłącznie jako surowiec balneologiczny (Cieplice Śląskie Zdrój, Łądek Zdrój, Ciepłocinek), a ogrzewa się nimi tylko kilka pomieszczeń uzdrowiskowych (Łądek Zdrój).

Nasilające się od dłuższego czasu w wielu krajach trudności energetyczne spowodowały wzrost zainteresowania wodami termalnymi jako surowcem energetycznym. Najbardziej atrakcyjnym sposobem korzystania z ciepła wód termalnych jest produkcja energii elektrycznej. Istniejące i budowane obecnie na świe-

cie elektrownie tego typu stosują właściwie parę wodną. Z tych też względów ocena perspektyw użycia w Polsce wód termalnych jako surowca do produkcji energii elektrycznej jest obecnie negatywna. Zmiana tej opinii na pozytywną jest bardziej prawdopodobna w wyniku udoskonalenia technologii przetwarzania energii cieplnej na elektryczną.

W Polsce jest jednak możliwe istotne zwiększenie zastosowania wód termalnych zarówno do celów leczniczych i rekreacyjnych, jak i do ogrzewania. W niektórych rejonach Sudetów, Karpat i Niżu Polskiego stwierdzono występowanie wód termalnych nadających się do ogrzewania różnych obiektów, głównie ciepłarni, ośrodków wypoczynkowych, budynków hodowlanych (np. fermy kurozją) itp.

Jednym z rejonów perspektywicznych dla szerokiego, jak na warunki w Polsce, wykorzystania wód termalnych jest niecka mogileńsko-łódzka. Tej jednostce hydrogeologicznej jest poświęcony niniejszy artykuł.

STAN ROZPOZNANIA WÓD TERMALNYCH W NIECCE MOGILEŃSKO-ŁÓDZKIEJ

Warunki hydrogeologiczne niecki mogileńsko-łódzkiej zbadano już dość dawno w strefie do kilkuset metrów głębokości. W kilku pracach omawiano znane przejawy wód termalnych w Ozorkowie. Jednak głębsze poziomy wodonośne rozpoznano dopiero w ostatnich kilkunastu latach dzięki głębokim wierceniom parametrycznym Instytutu Geologicznego. Szczególnie korzystne wyniki osiągnął otwór Koło IG-3, wykonany w latach 1968—1969 we wsi Łabędź k. Dąbia w województwie konińskim. Z utworów kredy dolnej na głębokości 1772,6—1796,0 m uzyskano obfity (80 m³/h) samowypływ wody chlorkowo-sodowej o mineralizacji 6 g/dm³ i temperaturze 60°C. Do 1979 r. była to najwyższa na Niżu Polskim temperatura wody wydobytej na powierzchnię terenu. Na podstawie tych wyników specjaliści uznali tę część niecki mogileńsko-łódzkiej za perspektywiczną dla uzyskania wód termalnych o praktycznym znaczeniu. Poglądy takie można znaleźć w kilku pracach publikowanych i archiwalnych z lat siedemdziesiątych. Zawierają one jednak tylko bardzo ogólną ocenę perspektyw.

W 1975 r. w Instytucie Geologicznym opracowano projekt poszukiwania wód termalnych o małej mineralizacji. Do obszarów najbardziej perspektywicznych zaliczono m.in. omawianą nieckę i zaprojektowano wykonanie na jej terenie 5 poszukiwawczych otworów hydrogeologicznych dla rozpoznania wód termalnych. Korzystne warunki hydrogeotermiczne niecki mogileńsko-łódzkiej na tle Niżu Polskiego wykazano również w pracy L. Bojarskiego, Z. Płochniewskiego i J. Stachowiak (1) oraz Z. Płochniewskiego (4).

W połowie lat siedemdziesiątych wodami termalnymi jako nośnikiem energii cieplnej zainteresowały się czynniki gospodarcze oraz placówki naukowe zajmujące się sposobami wykorzystania ciepła. Między innymi w 1976 r. Instytut Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej podjął badania zmierzające do ustalenia technologii i kosztów użycia tego źródła ciepła.

W ramach realizacji ww. projektu poszukiwania wód termalnych, w 1978 r. odwiercono otwór Uniejów IGH-1, położony w południowej części województwa konińskiego. Przeprowadzone w 1979 r. opróbowanie hydrogeologiczne wykazało, że podobnie jak w otworze Koło IG-3 utwory kredy dolnej są dobrym poziomem wodonośnym. Z nowego otworu uzyskano samowypływ wody o temperaturze 67°C. Jest to najwyższa w kraju temperatura wody wydobytej na powierzchnię terenu. Nawet w Sudetach nie udało się dotychczas uzyskać wody o tak wysokiej temperaturze. Prace poszukiwawcze wód termalnych w niecce mogileńsko-łódzkiej są kontynuowane.

Dla charakterystyki wód termalnych w omawianej części Polski najistotniejszą rolę odgrywają utwory kredy dolnej, które tworzą wyraźną nieckę; stąd nazwa: niecka mogileńsko-łódzka, używana przez autorów. W niniejszym artykule zostanie omówiona perspektywiczna, tj. wschodnia część tej jednostki. W kilku opracowaniach obszar ten bywa również nazy-

wany strefą Gopło-Ponętów-Pabianice (5). Wschodnią granicą omawianego obszaru jest zasięg utworów kredy górnej, północno-zachodnią — linia Mogilno-Inowrocław, a południowo-wschodnią — linia Bełchatów-Tuszyn.

Szczegółową charakterystykę strukturalną i litologiczno-stratygraficzną tego obszaru można znaleźć w pracy zbiorowej pod red. S. Marka (5). Autorzy niniejszego artykułu podają tylko te cechy omawianego rejonu, które mają istotne znaczenie dla występowania wód termalnych. Cechą charakterystyczną niecki mogileńsko-łódzkiej jest bardzo duża miąższość utworów permo-mezozoicznych, które nie zostały przebite wierceniami. Ważną cechą omawianego obszaru jest również tektonika salinarna. Istnieją tutaj liczne struktury solne, zróżnicowane pod względem rozmiarów, kształtu oraz stopnia przebiecia utworów wyżejległych.

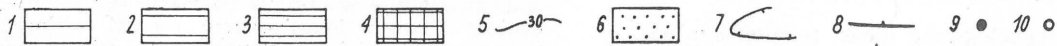
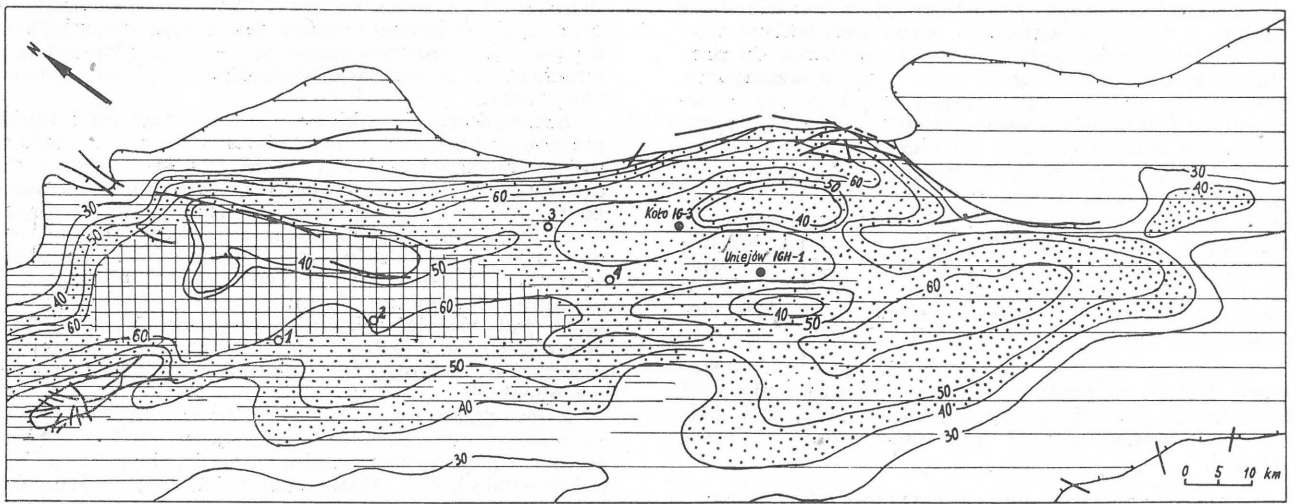
Z dotychczasowych prac geologicznych wynika, że na omawianym obszarze występują wszystkie utwory od permu do czwartorzędu, choć istnieje kilka luk sedimentacyjnych. Rozpoznanie litologii, warunków geotermicznych i hydrogeologicznych jest niedostateczne, szczególnie w obrębie utworów starszych od kenozoiku. Otwory lokalizowano niemal wyłącznie w szczytowych częściach struktur solnych, a procent rdzeniowania był niewielki. Opróbowaniu hydrogeologicznemu poddawano tylko niektóre horyzonty, przy czym wykonywany zakres badań nie zawsze był wystarczający dla ustalenia nawet najważniejszych parametrów hydrogeologicznych. Obecny stan wiedzy pozwala jednak na sformułowanie wniosku, że najkorzystniejsze warunki do poszukiwania wód termalnych istnieją w utworach kredy dolnej, gdyż na tej głębokości temperatura skał i zawartych w nich wód jest już dostatecznie wysoka, natomiast mineralizacja wody pozostaje jeszcze stosunkowo niska. Dlatego też zostaną omówione wody termalne właśnie w tych utworach.

WODY TERMALNE W UTWORACH KREDY DOLNEJ

Istnienie wód termalnych jest uzależnione od pola cieplnego Ziemi, głębokości występowania oraz filtracyjnych własności skał. W warunkach Niżu Polskiego głębokość występowania utworów wodonośnych w znacznym stopniu wpływa również na zmineralizowanie wód. Warstwę wodonośną kredy dolnej tworzą piaskowce i piaski górnej części profilu i dlatego jako głębokość do złoża można przyjąć spąg kredy górnej według pracy zbiorowej pod red. S. Marka (5). Z załączonej tam mapy, opracowanej przez M. Jaskowiak-Schoeneichową, wynika że powierzchnia graniczna między kredą górną i dolną jest silnie zróżnicowana, szczególnie w strefie sąsiadującej z wałem kujawskim oraz w strefach dyslokacji tektonicznych. Na skrzydłach niecki granicę tę wyznaczają izohipsy od +100 do —200 m. Na skrzydle SW granica ta obniża się stosunkowo łagodnie do —1500 m, a nawet —2000 m, na skrzydle NE zaś nachylenie tej płaszczyzny jest strome, miejscami bardzo strome. W kilku przegłębieniach omawiana granica występuje na głębokości —2500 m, a w rejonie Strzelna nawet —3000 m. Tak silne zróżnicowanie głębokości występowania utworów wodonośnych powoduje dużą zmienność temperatury wód.

Najkorzystniejsze warunki hydrogeologiczne istnieją w utworach albu środkowego. Są to piaskowce drobnoziarniste w części górnej i gruboziarniste w dolnej. Miąższość tych utworów zmienia się w znacznych granicach, bo od kilkunastu do 130 m, ale w porównaniu z innymi utworami kredy dolnej omawiane osady wykazują jednolitą miąższość na dużych obszarach. Cechą charakterystyczną omawianej niecki jest duża zmienność miąższości kredy dolnej, ale dotyczy to skał starszych od albu środkowego, które wypełniają bogato urzeźbioną powierzchnię jury. Na przeważającej części obszaru miąższość osadów albu środkowego można oceniać na 80 m, a tylko w jednym niewielkim rejonie spada ona do około 20 m.

Poza omówionymi utworami albu środkowego, wodonośne są również osady albu górnego, zaliczane do kredy górnej. Są to jednak piaskowce margliste, przechodzące w margle. W związku z tym stanowią one słaby poziom wodonośny.



Wody termalne w utworach kredy dolnej niecki mogileńsko-lódzkiej.

1-4 — mineralizacja ogólna wody w g/dm^3 : 1 — do 10, 2 — 10-20, 3 — 20-30, 4 — ponad 30; 5 — izolinie temperatury w utworach albu środkowego, 6 — obszar najbardziej perspektywiczny do wykorzystywania wód termalnych, 7 — granica niecki mogileńsko-lódzkiej (podkenozoiczne wychodnie granicy między kredą górną i dolną), 8 — uskoki z podanym kierunkiem zrzuwu, 9 — otwory wiertnicze, w których stwierdzono wody termalne, 10 — otwory wiertnicze projektowane w celu rozpoznania wód termalnych: 1 — Wilczyn IGH-1, 2 — Slesin IGH-1, 3 — Wrząca IGH-1, 4 — Dobrów IGH-1.

Thermal waters in Lower Cretaceous rocks of the Mogilno-Lódz Basin.

1-4 — total mineralization of water in g/dm^3 : 1 — below 10, 2 — 10-20, 3 — 20-30, 4 — over 30; 5 — temperature isolines in Middle Albian rocks, 6 — most perspective area for use of thermal waters, 7 — boundary of Mogilno-Lódz Basin (Cenozoic subcrop of Lower-Upper Cretaceous boundary), 8 — faults and direction of down-trust, 9 — boreholes recording thermal waters, 10 — boreholes designed for exploration of thermal waters: 1 — Wilczyn IGH-1, Slesin IGH-1, 3 — Wrząca IGH-1, 4 — Dobrów IGH-1.

Duże nagromadzenie osadów piaszczystych, głównie w formie piaskowców i piasków drobnoziarnistych, tworzą utwory walańzyny środkowego. Występują one najczęściej około 100 m głębiej niż utwory albu środkowego, ale ich miąższość jest bardzo silnie zróżnicowana (od 0 do ponad 100 m). W odróżnieniu od albu środkowego miąższość utworów walańzyny zmienia się proporcjonalnie do zmian ogólnej miąższości kredy dolnej, a ponadto walańzyn nie występuje na całym obszarze. Z tych też powodów utworów tych nie można uznać za poziom użytkowy charakterystyczny dla całego obszaru, choć w niektórych rejonach utwory te mogą dostarczyć wód termalnych. Będą to jednak wody o wyższej mineralizacji niż w utworach albu.

Z powyższych informacji wynika, że utwory albu środkowego tworzą jedyny poziom wodonośny o praktycznym znaczeniu. Zróżnicowana głębokość występowania tych wód powoduje, że temperatura wody jest różna nawet przy takim samym stopniu geotermicznym. Posługując się wartością tego stopnia (2) oraz głębokością do utworów wodonośnych, obliczono temperaturę wód w górnej części tych utworów (ryc.).

Na podstawie dotychczasowego rozpoznania można stwierdzić, że duża zmienność przestrzenną wykazuje również mineralizacja wody (ryc. 1). W rejonie Łodzi nie przekracza ona $1 g/dm^3$, a nawet są to typowe wody słodkie. Natomiast w NW części omawianej strefy mineralizacja przekracza $30 g/dm^3$. Wartość użytkowa wód termalnych jest w dużym stopniu uzależniona od ich mineralizacji. Dlatego też na ryc. 1 przedstawiono mineralizację wód możliwie dokładnie. Biorąc pod uwagę te ryc. można wnioskować, że dominują wody o stężeniu od kilku do $20 g/dm^3$.

Wydajności pojedynczych otworów ujmujących omawiane wody termalne są uzależnione od miąższości oraz uziarnienia i szczelinowatości utworów wodonośnych, a także od konstrukcji otworów. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że za pomocą typowego otworu można uzyskać wydajność od 20 do $100 m^3/h$.

Omawiane wody charakteryzują się wysokim ciśnieniem. Na znacznej części obszaru, w warunkach typowych dla niego rzednych terenu, można oczekiwać samowypływów wód. W otworach Koło IG-3 i Uniejów IGH-1 zwierciadło wody ustabilizowało się 30-35 m ponad terenem. Jest to bardzo ważna okoliczność dla oceny możliwości wykorzystania wód termalnych.

Dla oceny zasobów wód termalnych interesującą i ważną sprawą jest ich geneza. Omawiany poziom wodonośny tworzy typowy basen charakteryzujący się wyraźnymi zmianami chemizmu wód od jego brzegu ku centrum. Ten fakt oraz istnienie w niedalekich odległościach wychodni utworów wodonośnych pod osadami kenozoiku świadczą wyraźnie o istnieniu współczesnego zasilania omawianych wód termalnych. Zasilanie następuje zarówno od strony wału kujawskiego, jak i od strony monokliny przedsiudeckiej. Tak więc chemizm wód oraz budowa niecki mogileńsko-lódzkiej wskazują na to, że wody termalne są częściowo zasilane wspólnie. Nie oznacza to oczywiście, aby cała objętość tych wód była pochodzenia współczesnego. Znaczny stopień ich zmineralizowania wskazuje na poligenetyczny charakter wód. Są one zapewne mieszaniną słonych wód reliktowych z młodymi wodami słodkimi. Taki wniosek jest zgodny z warunkami paleohydrogeologicznymi rejonu. W kredzie dolnej w basenie morskim zachodziły bardzo duże zmiany: utwory mułowcowo-ilaste w dolnej części profilu powstawały w środowisku morskim lub brackiczo-morskim, natomiast osady piaszczyste wskazują na znaczne wysłodzenie zbiornika. Istniały więc wtedy warunki umożliwiające powstanie wód o mineralizacji niższej niż typowe zasolenie wody morskiej. Transgresja górnokredowa była powszechna i długotrwała, co sprzyjało zasoleniu wód w utworach kredy dolnej. Jeśli dodać do tego dopływ wód słodkich ze strefy zasilania, co zachodziło w kenozoiku, to pogląd o mieszanym pochodzeniu wód termalnych można uznać za najbardziej prawdopodobny.

Mimo bardzo skąpych danych o parametrach hydrogeologicznych omawianych utworów, można jednak podjąć próbę oszacowania ich zasobów progno-

stycznych. Z podanych wyżej powodów w obliczeniach uwzględnia się tylko wody w utworach barremu-albu środkowego. W celu zobrazowania ogólnej ilości wód termalnych znajdujących się w omawianych utworach, można oszacować ich zasoby statyczne według wzoru:

$$z_s = F m \mu$$

gdzie:

z_s — zasoby statyczne, km^3 ,

F — powierzchnia występowania utworów wodonośnych, km^2 ,

m — miąższość utworów wodonośnych, km ,

$\mu = 0,1$ — współczynnik odsączalności.

Na całym rozpatrywanym obszarze brak danych o wartości współczynnika μ . Na podstawie sporadycznych oznaczeń porowatości oraz przez analogię do innych obszarów przyjmuje się, że współczynnik ten wynosi 0,1. Na przeważającej części obszaru miąższość utworów wodonośnych można przyjąć równą 80 m, dla powierzchni około 15 km^2 należy przyjąć 20 m. Obszar przyjęty do obliczeń ma powierzchnię 6 tys. km^2 . Zasoby statyczne wynoszą około 48 km^3 . Tę wartość należy traktować jako najmniejsze zasoby statyczne wód termalnych w strefie Gopło-Ponętów-Pabianice, gdyż w obliczeniach uwzględniono tylko utwory albu środkowego.

Największe znaczenie praktyczne ma ustalenie zasobów eksploatacyjnych, tj. ilości wody, jaką można eksploatować przez długi okres bez wywoływania ujemnych skutków w złożu. Ze względu na słabe rozpoznanie warunków występowania wód termalnych i całkowicie szacunkowy charakter obliczeń, zagadnienia metodyczne nie będą szerzej omawiane.

Regionalne zasoby eksploatacyjne oblicza się według wzoru Bindemana-Boczewera:

$$z_e = \frac{kmFs}{at}$$

gdzie:

z_e — zasoby eksploatacyjne w $\text{m}^3/\text{dobę}$,

$k = 0,5$ $\text{m}/\text{dobę}$ — przyjęta wartość współczynnika filtracji,

$m = 80$ m lub 20 m — miąższość warstwy wodonośnej,

F — powierzchnia warstwy wodonośnej (bloku obliczeniowego), m^2 ,

$s = 100$ m — przyjęta wielkość depresji,

$a = 10^5$ $\text{m}^2/\text{dobę}$ — współczynnik przepuszczalności przyjęty na podstawie literatury,

$t = 10^4$ dób — założony okres eksploatacji (około 25 lat).

Dla całego obszaru strefy Gopło-Ponętów-Pabianice tak liczone prognostyczne zasoby eksploatacyjne wynoszą około 24 tys. $\text{m}^3/\text{dobę}$, tj. około 1000 m^3/h . Są to stosunkowo małe zasoby, ale należy pamiętać, że zgodnie z przyjętą metodyką jest to tylko znikoma część zasobów statycznych, związana z obniżeniem zwierciadła wody o 100 m, przy czym założona depresja jest stosunkowo mała (można przyjmować obniżenie zwierciadła wody do 150 m poniżej terenu, tj. dla niektórych rejonów depresja wyniesie 180 m).

Oszacowane zasoby można zróżnicować według temperatury i mineralizacji wody. Ze względu na orientacyjny charakter obliczeń podamy jedynie, że zasoby wód o temp. 30–50°C wynoszą ponad połowę zasobów całkowitych. Dominującą część zasobów o temp. do 50°C stanowią wody o mineralizacji do 20 g/dm^3 , zaś główna część zasobów wód o wyższej temperaturze charakteryzuje się mineralizacją ponad 20, a nawet ponad 30 g/dm^3 .

Zastosowana metoda szacowania zasobów wód podziemnych nie uwzględnia ich zasilania. Sprawa alimentacji poziomu dolnokredowego wymaga oddzielnych szczegółowych badań. Obecnie można jedynie stwierdzić, że zarówno od strony wału kujawskiego, jak i od monokliny przedsudeckiej następuje zasilanie omawianych wód termalnych. Podkenozoiczne wychodnie utworów kredy tworzą dwa wąskie pasy na brzegach niecki. W granicach rozpatrywanego obszaru część wychodni jest przykryta nieprzepuszczalnymi osadami trzeciorzędu. Obszar, gdzie może występować zasilanie kredy dolnej poprzez utwory kenozoiku oblicza się na ok. 600 km^2 . Infil-

tracja wód opadowych do kredy dolnej jest utrudniona i można ocenić ją na ok. 2% opadów, tj. 12 mm/rok . Tak szacowane zasoby odnawialne wynoszą 850 m^3/h . Całkowite zasoby eksploatacyjne wynoszą więc 1850 m^3/h , w tym uzyskane w wyniku obniżenia zwierciadła wody — 1000 m^3/h , zasoby odnawialne — 850 m^3/h .

Oszacowane zasoby można eksploatować za pomocą otworów pojedynczych lub współdziałających. Stwierdzone wydajności otworów wynoszą od 20 do ponad 100 m^3/h . Jako średnią można przyjąć wydajność 60 m^3/h . Wynika z tego, że dla eksploatacji oszacowanych zasobów potrzebne będzie wykonanie ok. 30 otworów.

Przedstawioną próbę oszacowania zasobów wód termalnych należy traktować z dużą ostrożnością. Konieczne jest uściślenie tych obliczeń na podstawie dalszych badań hydrogeologicznych w zaprojektowanych już otworach wiertniczych (ryc. 1).

W granicach omawianej strefy Gopło-Ponętów-Pabianice istnieją obecnie dwa otwory ujmujące wody termalne: Koło IG-3 i Uniejów IGH-1. Wydajność pierwszego wynosi 80 m^3/h , drugiego — 65 m^3/h . Zasoby tych wód nie zostały dotychczas formalnie zatwierdzone.

MOŻLIWOŚCI UŻYTKOWANIA WÓD TERMALNYCH

Możliwości użytkowania wód termalnych są wielorakie. Najczęściej wody te stosuje się do celów balneologicznych i rekreacyjnych, ale najbardziej atrakcyjnym sposobem ich użytkowania jest wykorzystanie ciepła do ogrzewania, a szczególnie do produkcji energii elektrycznej. Wody przeznaczone do każdego z wymienionych zastosowań muszą spełniać określone wymagania, które nie są dotychczas ściśle ustalone. Ogólnie można stwierdzić, że opłacalność zastosowania wód termalnych jest uzależniona od temperatury wody, jej składu chemicznego, wydajności otworów i ogólnych zasobów wody oraz od głębokości występowania wody i jej ciśnienia.

Największe ilości wód o wysokiej temperaturze są potrzebne przy użyciu tego surowca do produkcji energii elektrycznej. Istniejące elektrownie wyzyskują na ogół parę wodną, ale opracowano rozwiązania przewidujące stosowanie wody o temperaturze ponad 50°C.

Opłacalność stosowania wód termalnych do ogrzewania musi być oceniona oddzielnie dla każdego problemu, gdyż wpływa na nią wiele czynników (np. koszt odprowadzania zużytej wody). Należy podkreślić, że najbardziej opłacalne jest dwustopniowe lub trójstopniowe korzystanie z wód termalnych (np. do ogrzewania, a następnie do napełniania basenów kąpielowych). Woda do bezpośredniego ogrzewania musi mieć temperaturę ponad 70°C, a nawet ponad 90°C. Gdy temperatura jest niższa, konieczne jest odpowiednie zwiększenie powierzchni grzejników lub stosowanie pompy ciepłej. Ogólnie można przyjąć, że wody o temperaturze powyżej 35°C stanowią surowiec energetyczny. Temperatura wody w złożu musi być odpowiednio wyższa. Dużą przeszkodą w stosowaniu wód termalnych do ogrzewania jest konieczność usuwania wód zużytych. Temperatura wód nie stanowi w tej mierze większej przeszkody, a największe trudności są związane z wodami zmineralizowanymi.

Zużyte wody termalne mogą być usuwane kilkoma metodami, spośród których za najważniejsze można uznać: zrzut do rzek, odparowanie soli, zatlaczanie do odpowiednich warstw geologicznych. Zrzut wody do cieków jest możliwy, gdy wody zużyte są mało zmineralizowane (do ok. 1 g/dm^3 , maksymalnie do ok. kilku g/dm^3). Dopuszczalna mineralizacja odprowadzanej wody jest uzależniona od jej składu chemicznego, ilości tej wody i przepływu wody w rzece. Usuwanie zmineralizowanych wód termalnych przez odparowanie soli nie może być brane pod uwagę, ze względu na duży koszt tej metody.

Znaczne nadzieje można wiązać z metodą zatłaczania zużytych wód do odpowiednich warstw geo-

WYNIKI ANALIZ CHEMICZNYCH WODY

Składnik chemiczny	Koło IG-3		Uniejów IGH-1	
	mg/dm ³	% mvali	mg/dm ³	% mvali
sód Na ⁺	2533,0	98,95	3000,0	90,15
potas K ⁺	—	—	26,0	0,46
wapń Ca ²⁺	22,0	0,99	195,6	6,74
magnez Mg ²⁺	0,8	0,06	40,5	2,30
stront Sr ²⁺	—	—	10,6	0,16
żelazo Fe ²⁺	śl.	—	5,14	0,12
suma % mvali		100,00		99,93
chlorki Cl ⁻	3850,0	94,24	4904,9	95,58
bromki Br ⁻	3,0	0,0	5,06	0,04
jodki J ⁻	0,0	0,0	0,63	0,00
siarczany SO ₄ ²⁻	181,0	3,32	75,0	1,08
wodorowęglany HCO ₃ ⁻	232,0	2,44	291,4	3,30
suma % mvali		100,00		100,00
kwas meta-krzemowy H ₂ SiO ₃	—	—	58,5	—
kwas metaborowy HBO ₂	—	—	7,46	—
suma składników stałych	6821,8	—	8620,79	—

LITERATURA

- Bojarski L., Płochniewski Z., Stachowiak J. — Wody termalne na Niżu Polskim. Kwart. Geol. 1976 nr 3.
- Majorowicz J. — Analiza pola geotermicznego Polski na tle Europy ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień tektonofizycznych i hydrogeotermalnych. Prz. geol. 1977 nr 3.
- Mawricki B. F., Otman N. S. — Prognozyne zapasy termalnych wod Turanskiej płyty. Woprosy izuczenija miestorożdienij promyszlennych, termalnych i mineralnych wod i ocienka ich riersursov. Moskwa 1973.
- Płochniewski Z. — Warunki występowania wód termalnych na obszarze Polski oraz możliwości ich uzyskania i zastosowania. Probl. Uzdrow. 1978 z. 3 (125).
- Praca zbiorowa pod redakcją S. Marka — Budowa geologiczna wschodniej części niecki mogileńsko-łódzkiej (strefa Gopło-Ponętów-Pabianice). Wyd. Geol. 1977.
- Wysocka E., Góra T., Płochniewski Z. — Wytyczne programowe i przestrzenne wprowadzenia lecznictwa uzdrowiskowego do miejscowości potencjalnie uzdrowiskowych byłego województwa poznańskiego. Probl. Uzdrow. 1975 z. 8 (96).

SUMMARY

The Mogilno—Łódź Basin, situated in central part of Poland, is one of the most perspective areas of occurrence of thermal waters. The most advantageous for exploitation of these waters were found in the Lower Cretaceous (Barremian — Middle Albiam), mainly represented by sandstones and sands. These rocks form typical basin. Waters occurring here are varying in temperature and mineralization. Temperature of rocks and waters occurring in them ranges from 30° to 80°C in the most perspective, eastern part of the basin. Temperature of water at the outflow from a well depends on temperature in deposit and velocity of flow in the well. Several wells gave water with temperature up to 67°C. The output of wells usually ranges from 50 to 100 m³/h.

logicznych. Metoda ta jest stosowana w niektórych krajach do usuwania najbardziej toksycznych ścieków, ale w każdym wypadku wymaga ona szczególnego rozpoznania warunków hydrogeologicznych. Odbiornikiem zużytych wód termalnych może być ta sama warstwa wodonośna, z której woda jest pobierana, ale pod warunkiem, że w procesie użytkowania ciepła woda nie została zanieczyszczona. Odprowadzanie tych wód do innych warstw wodonośnych jest rozwiązaniem lepszym, ale nie mogą to być warstwy z wodami słodkimi. W Polsce nie sprawdzono dotychczas dostatecznie technicznych i ekonomicznych aspektów stosowania tej metody.

W warunkach hydrogeotermicznych niecki mogileńsko-łódzkiej najbardziej realne jest użycie wód termalnych do celów rekreacyjnych, balneologicznych oraz do ogrzewania niewielkich obiektów (ośrodki wypoczynkowe, szklarnie, suszarnie zboża itp.). Do tych celów najbardziej przydatne są wody o wysokiej temperaturze i małej mineralizacji, których jest niestety stosunkowo mało (ryc. 1). Za najbardziej perspektywiczny można uznać obszar występowania wód o temperaturze ponad 40°C (w złożu) i mineralizacji do 30 g/dm³. Jako uzasadnienie tej stosunkowo dużej mineralizacji można podać, że w literaturze zagranicznej przyjmuje się także nawet 35 g/dm³ (3) i 50 g/dm³. Według doświadczeń węgierskich i wstępnych badań w Polsce użycie wód termalnych jako nośnika ciepła jest uzasadnione przy ich temperaturze ponad 35°C. Tak wyznaczony obszar perspektywiczny obejmuje większą część strefy Gopło-Ponętów-Pabianice. Na całym tym obszarze wody termalne mogą być użytkowane do celów leczniczych, rekreacyjnych i do ogrzewania. W północnej części tej strefy występują zapewne termalne wody chlorkowo-sodowe o mineralizacji 30—50 g/dm³, które mogą znaleźć zastosowanie do celów leczniczych; użytkowanie ich zaś do ogrzewania będzie wymagać instalowania wymienników ciepła.

Podaną ocenę możliwości użytkowania wód termalnych należy traktować jako wstępną i wymagającą uściślenia na podstawie dalszych badań. Najbardziej realne są możliwości użytkowania wód termalnych w miejscowościach, gdzie istnieją już wiercenia, tj. w Łąbedziu k. Dąbia nad Nerem i w Uniejowie nad Wartą. Obie miejscowości są położone w południowej części województwa konińskiego. We wsi Łąbedź w latach 1968—1969 wykonano otwór parametryczny Koło IG-3. Dostarczył on 80 m³/h wody chlorkowo-sodowej o mineralizacji około 6 g/l i temperaturze 60°C. Otwór został przejęty przez Zjednoczenie „Uzdrowiska Polskie” z myślą o projektowaniu uzdrowiska. Powstanie tam uzdrowiska pozostaje jednak sprawą otwartą, gdyż teren jest stosunkowo mało atrakcyjny pod względem krajobrazowym i charakteryzuje się skromnym zapleczem rekreacyjnym. Z drugiej jednak strony rozpoznane zasoby wód termalnych pokryją całkowicie zapotrzebowanie na wodę leczniczą uzdrowiska średniej wielkości (6).

Ostatnio Instytut Geologiczny wykonał otwór Uniejów IGH-1, który dostarczył wody o rekordowo wysokiej temperaturze 67°C. Ilość wody uzyskanej samowypływem wynosi 65 m³/h, a zwierciadło wody stabilizuje się 35 m ponad terenem. Jest to woda chlorkowo-sodowa, bromkowa (5 mg/dm³), borowa (7,4 mg HBO₂/dm³) o mineralizacji 8,6 g/dm³. Wyniki analiz chemicznych wody z ww. otworów zestawiono w tabeli.

Otwór Uniejów IGH-1 zlokalizowano na terenie przyszłej dzielnicy rekreacyjnej w Uniejowie. Umożliwia to stosowanie wód termalnych na miejscu do wypełnienia basenów kąpielowych i do ogrzewania obiektów wypoczynkowych. Zakłada się przy tym, że wody zużyte odprowadzane będą do Wartę. Niezależnie od tego, ujęta woda termalna może również znaleźć zastosowanie do ogrzewania ciepłarni. W rejonie Uniejowa i Koła potwierdzono więc istnienie wód termalnych, nadających się do celów praktycznych. Pozostały obszar strefy Gopło-Ponętów-Pabianice wymaga dalszych badań hydrogeologicznych.

The thermal waters belong to the chlorine-sodium type, with mineralization ranging from 1 to over 35 g/dm³. The most interesting ones, with mineralization below 10 g/dm³, represent a marked part of the total resources of the thermal waters. The paper gives some results of preliminary evaluations of regional resources of these waters and the most perspective areas of occurrence of the thermal waters are shown.

Thermal waters of the Mogilno-Łódź Basin may be used for the purposes of balneology, recreation and heating. The Geological Institute drillings Kolo IG-3 and Umiejów IGH-1 have not been closed which makes it possible to exploit water with temperature 60°—67°C, mineralization of the order of a few g/dm³ and output (self-outflow) 65 to 80 m³/h.

РЕЗЮМЕ

Могиленьско-лодзская мульда, расположенная в центральной части Польши, принадлежит к самым перспективным районам по нахождению термальных вод. Самые благоприятные условия каптажа этих вод выступают в осадках нижнего мела (баррем-средний альб), представленных главным образом песчаниками и песками. Эти отложения обра-

зуют типичный бассейн, а находящиеся в нем воды характеризуются разной температурой и минерализацией. В самой перспективной — восточной части этого бассейна температура осадков содержащих воду и самой воды равняется 30—80°C. Температура воды истекающей из скважины зависит от пластовой температуры и скорости течения воды в скважине. В нескольких скважинах была получена вода с температурой до 67°. Производительность этих скважин составляла 50—100 м³/час

Описываемые термальные воды принадлежат к хлоридно-натриевым водам с минерализацией от 1 до свыше 35 г/дм³. Большую часть ресурсов термальных вод составляют воды с минерализацией до 10 г/дм³. В статье приведены результаты предварительной оценки региональных ресурсов этих вод и определён самый перспективный район их нахождения.

Термальные воды Могиленьско-лодзской мульды можно применять для разных целей: бальнеологических, рекреационных и нагревательных. Пробуренные Геологическим Институтом скважины Коло ИГ-3 и Унеюв ИГХ-1 не ликвидированны, из них можно эксплуатировать воду температурой 60—67°C, с минерализацией нескольких г/дм³ и производительностью 65—80 м³/час (самоизлив).