

Wojciech PRATKOWSKI
Termy Celejów Sp. z o.o.
ul. Biskupa Fulmana nr 7, 20-492 Lublin
e-mail: wojciech@pratkowski.eu
Henryk BIERNAT
Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.
ul. Berezynska 39, 03-908 Warszawa
e-mail: henryk.biernat@polgeol.pl
Bogdan NOGA
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny
im. K. Pułaskiego w Radomiu
Instytut Mechaniki Stosowanej i Energetyki
ul. Krasickiego 54, 26-600 Radom
e-mail: b.noga@uthrad.pl

Technika Poszukiwań Geologicznych
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2016

WYNIKI BADAŃ ZMIERZAJĄCYCH DO ROZPOZNANIA I UDOKUMENTOWANIA WÓD TERMALNYCH W REJONIE MIEJSCOWOŚCI CELEJÓW

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań geologicznych, geofizycznych, laboratoryjnych oraz hydrogeologicznych przeprowadzonych w rejonie miejscowości Celejów. Badania przeprowadzono dwoma otworami wiertniczymi: Celejów GT-1 i Celejów GT-2. Otwór Celejów GT-1 został wykonany do głębokości 3504 m i zakończony w utworach dewonu. W otworze tym nie uzyskano przyływu wody złożowej, natomiast na dnie otworu temperatura osiąga wartość 99,8°C. Otwór Celejów GT-2 został wykonany do głębokości 1234 m i zakończony w utworach jury środkowej. W otworze tym uzyskano wypływ wody termalnej w ilości 28 m³/h, temperaturze na wypływie wynoszącej 29,2°C (31°C w złożu) oraz mineralizacji ogólnej równej 45,5 g/dm³.

SŁOWA KLUCZOWE

Geologia, geotermia, otwory wiertnicze, woda termalna, Celejów, niecka lubelska

* * *

WPROWADZENIE

Wody termalne w miejscowości Celejów zostały rozpoznane dwoma otworami badawczymi: Celejów GT-1 i Celejów GT-2. Odległość pomiędzy tymi otworami wynosi 80 m. Prace badawcze były realizowane od grudnia 2013 roku do lutego 2015 roku.

Administracyjnie teren przeprowadzonych badań zlokalizowany został w środkowo-południowej części miejscowości Celejów, w północno-zachodniej części gminy Wąwolnica. Gmina Wąwolnica leży w środkowo-zachodniej części województwa lubelskiego, między Nałęczowem i Kazimierzem Dolnym.

Prace badawcze prowadzone były przez firmę Termy Celejów Sp. z o.o. przy dofinansowaniu ze środków PARP w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Badania geologiczne prowadzone były w pobliżu planowanej lokalizacji obiektów projektowanego innowacyjnego kompleksu biobalneologicznego, obejmującego m.in.: sanatorium, hotel, restaurację, kawiarnię, hale sportowe, jak również obiekty pływalni.

Celem prowadzonych badań było rozpoznanie występowania i wykształcenia utworów wodonośnych, określenie parametrów hydrogeologicznych, perspektywicznych horyzontów wodonośnych oraz rozpoznanie pionowej zmienności mineralizacji i temperatury wód w utworach kredy dolnej, jury, karbonu i stropowej warstwy dewonu. W ramach zrealizowanego projektu badawczego przewidywano ustalenie zasobów eksploatacyjnych możliwych do ujęcia z wyżej wymienionych horyzontów wodonośnych i podjęcie decyzji o ich zagospodarowaniu celem realizacji na ich bazie kompleksu o charakterze leczniczo-rekreacyjnym w miejscowości Celejów. Badania związane z rozpoznaniem zasobów wód termalnych prowadzone były w dwóch etapach:

- Etap I – wykonanie otworu Celejów GT-1 i rozpoznanie możliwości pozyskiwania wody termalnej z utworów karbonu i dewonu (Szydeł i in. 2013),
- Etap II – wykonanie otworu Celejów GT-2 i rozpoznanie możliwości pozyskiwania wód termalnych z utworów kredy dolnej, jury górnej i jury środkowej (Biernat i in. 2014b).

W ramach prowadzonych badań zmierzających do rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych w miejscowości Celejów wykonano badania geologiczne, geofizyczne, laboratoryjne i hydrogeologiczne (Biernat i in. 2014a, 2015; Noga i in. 2014).

Pozytywny efekt wiercenia i badań hydrogeologicznych, tj. woda termalna o odpowiednich parametrach, miał być podstawą do projektowania kompleksu biobalneologicznego. Zgodnie z koncepcją zakładano, że możliwe będzie pozyskiwanie wody termalnej z otworu Celejów GT-1 z utworów karbonu lub dewonu.

Obecnie kompleks biobalneologiczny „Termy Celejów” projektowany jest na bazie wody termalnej pozyskiwanej z otworu Celejów GT-2. Na dzień dzisiejszy eksploatacja wody termalnej planowana jest z jednego otworu, a zużyta woda będzie zrzucana do cieków powierzchniowych. Otwór Celejów GT-1 będzie mógł być wykorzystywany jako źródło ciepła po zamontowaniu w nim wymiennika ciepła. Rozwiązanie to wymaga jednak przeprowadzenia kolejnych badań.

1. WYNIKI BADAŃ GEOLOGICZNYCH

Na podstawie badań geologicznych przeprowadzonych otworami Celejów GT-1 i Celejów GT-2 określono budowę geologiczną rejonu miejscowości Celejów (tab. 1).

Tabela 1

*Uogólniony profil geologiczny w rejonie miejscowości Celejów
(Biernat i in. 2014a, 2015; Noga i in. 2014)*

Table 1

*Condensed geological profile in the region of Celejów
(Biernat et al. 2014a, 2015; Noga et al. 2014)*

Stratygrafia	Litologia	Otwór Celejów GT-1 [m p.p.t.]	Otwór Celejów GT-2 [m p.p.t.]
Czwartorzęd	lessy, piaski gliniaste	0,0–6,0	0,0–6,0
Kreda górna	margle, wapienie margliste i kredopodobne	6,0–914,0	6,0–912,9
Kreda dolna	piaskowce glaukonitowe	914,0–916,5	912,9–914,0
Jura górna	dolomity, wapienie dolomityczne, wapienie	916,5–1201,0	914,0–1171,0
Jura środkowa	wapienie organodetrytyczne	1201,0–1230,0	1171,0–1234,0
Karbon górny	iłowce, mułowce, łupki węgliste, piaskowce	1230,0–2962,0	–
Karbon dolny	iłowce, mułowce, wapienie, margle	2962,0–3063,0	–
Dewon górny	wapienie, margle, iłowce, mułowce	3063,0–3504,0	–

Utwory famenu (dewon górny) na obszarze badań nawiercono otworem Celejów GT-1 w interwale 3063–3504 m p.p.t., gdzie wiercenie zakończono. W rejonie miejscowości Celejów utwory famenu wykształcone są w postaci margli z wkładkami iłowców. W rdzeniach występują drobne spękania.

W otworze Celejów GT-1 utwory karbonu dolnego–wizenu przewiercono w interwale 2962–3063 m p.p.t. Tutaj utwory wizenu wykształcone są w głównie w postaci wapieni, iłowców i mułowców. Występują również wkładki margliste. W interwale 3031–3041,5 m p.p.t. występują wkładki piaskowców o miąższości od 0,5 do 1,2 m.

Utwory namuru (karbon górny) przewiercono otworem Celejów GT-1 w interwale 2512,0–2962 m p.p.t. Osady te kontynuują się warstwami bużańskimi z westfalu i przechodzą w formację z Terebina. W rejonie Celejowa warstwy bużańskie charakteryzują się wykształceniem w postaci iłowców szarych i ciemnoszarych z wkładkami mułowców. W rdzeniu rzadko są widoczne wkładki piaskowców o miąższości do kilkunastu centymetrów. W spągu w interwale 2623,4–2660,0 m p.p.t. warstwy bużańskie kończą się serią piaskowcową, drobnoziarnistą, słabo zwięzłą, o spoiwie ilastym. Formacja z Terebina w całej miąższości wykształcona jest głównie w postaci iłowców. W spągowej części westfalu występują osady określone jako warstwy kumowskie. W sąsiedztwie prowadzonych robót geologicznych zasadnicza część profilu jest zbudowana ze skał drobnoklastycznych, takich jak mułowce i iłowce. Stwierdzono również występowanie skał magmowych. Udział piaskowców stano-

wi tutaj poniżej 20%. Warstwy ogniwa kumowskiego w otworze Celejów GT-1 nawiercono w interwale 2046,0–2512,0 m p.p.t. Warstwy te wykształcone są głównie w postaci iłowców. W interwałach 2127,0–2135,0 m p.p.t. i 2240,0–2242,0 m p.p.t. nawiercono piaskowce drobnoziarniste, zwięzłe, o spoiwie ilastym. Stwierdzono również występowanie wkładek węgla. Formację z Lublina nawiercono w interwale 1230,0–1246,0 m p.p.t. Warstwy te wykształcone są głównie w postaci iłowców z wkładkami mułowców. W profilu sporadycznie występują również cienkie warstwy piaskowców. W próbach okrucowych i rdzeniach zauważono występowanie niezbyt licznych, cienkich wkładek węgla kamiennego.

Utwory jury środkowej nawiercone otworem Celejów GT-1 o miąższości około 29 m zalegają bezpośrednio na utworach karbonu w interwale 1201,0–1230,0 m p.p.t. W stropie jury środkowej występują wapienie krynoidowe szare i jasnoszare z nieregularnymi przerostami skrzemionkowanych czertów ciemnoszarych i drobnymi laminami ilastymi lub ilasto-piaszczystymi. Spąg jury środkowej stanowią skały wykształcone w postaci wapieni organodetrytycznych z krynoidami, jasnoszare, niewarstwowane, nieregularne, grudkowato skrzemionkowane i skalcytizowane, z nieregularnymi laminami iłowca ciemnoszarego, przerosty mułowca szarego o spoiwie dolomitycznym. W otworze Celejów GT-2 jurę środkową nawiercono na głębokości 1171 m p.p.t. Występują tutaj wapienie organodetrytyczne z dużymi przerostami czertów. Profil ten niewiele się zmienia, aż do głębokości 1225 m p.p.t., gdzie występują mułowce szarozielone.

W otworach Celejów GT-1 i Celejów GT-2 jura górna jest reprezentowana przez utwory kimerydu i oksfordu. Utwory kimerydu w otworze Celejów GT-1 znajdują się w interwale 916,5–991,0 m p.p.t. (miąższość 74,5 m), natomiast w otworze Celejów GT-2 występują w interwale 914,0–991,0 m p.p.t. (miąższość 77 m). Wykształcone są w postaci dolomitów wapiennych szarych z przewarstwieniami wapieni detrytycznych z fosforytami oraz wapieni detrytyczno-dolomitycznych z przewarstwieniami wapieni detrytycznych jasnoszarych. Spąg utworów kimerydu stanowią margle szare przeławicone wapieniami perlitycznymi, beżowo-szarymi i wapieniami drobnodetrytycznymi jasnoszarymi. Znajdują się tutaj również wkładki mułowców dolomitycznych szarych z brekcją dolomityczną z glaukonitem i pirytem. Utwory oksfordu w otworze Celejów GT-1 zalegają w interwale 991,0–1201,0 m p.p.t., natomiast w otworze Celejów GT-2 w interwale 991,0–1171,0 m p.p.t.. Różnica wynika stąd, że w otworze Celejów GT-2 wykonano więcej profilowań geofizycznych oraz rdzeniowania w stosunku do otworu Celejów GT-1, co umożliwiło dokładniejsze ustalenie granicy stratygraficznej. Miąższość utworów oksfordu wynosi 180 m. Są to skały wykształcone w postaci wapieni drobnodetrytycznych, dolomitycznych, pelitowych, oolitowych, detrytycznych, mikrytowych, onkoidowych oraz koralowcowo-gąbkowych. Przewarstwień piaskowcowych w horyzoncie jury górnej nie stwierdzono.

Utwory kredy dolnej występują w rejonie miejscowości Celejów w formie szczątkowej. W otworze Celejów GT-1 występują wyłącznie skały albu górnego o miąższości 2,5 m, których strop znajduje się na głębokości 914,0 m p.p.t. Wykształcone są one w postaci piaskowców drobnoziarnistych szarych o spoiwie krzemionkowo-węglanowym, z pojedynczymi okrucami glaukonitu i fosforytami. W otworze Celejów GT-2 kredę dolną stanowi brek-

cja wapienno-syderytowa oraz piaskowiec drobnoziarnisty, silnie zailony, dolomityczny, o barwie jasnozielono-szarej.

Generalnie należy stwierdzić, że kompleks kredy górnej tworzą utwory węglanowo-krzemionkowe. Stanowią one monotony profil skał wykształconych jako wapienie, wapienie margliste, margle i wapienie kredopodobne. Miąższość utworów kredy górnej w rejonie miejscowości Celejów wynosi około 906,9 m. Utwory partii stropowej kredy górnej odwierconego ujęcia wód termalnych wykształcone są jako piaski gliniaste ze żwirem i mocno zwietrzałe, szaro-żółte.

W rejonie prowadzonych badań utwory czwartorzędowe (plejstocenijskie) zalegają na skałach węglanowych kredy górnej i wykształcone są jako piaski różnoziarniste, pyły (lessy), gliny deluwialne oraz zwietrzliny gliniasto-pylaste. Strefa doliny rzeki Bystrej jest wykształcona jako U-kształtne wcięcie w górotwór węglanowo-krzemionkowy i wypełniona holocenijskimi osadami piaszczysto-pylastymi oraz torfami i namułami. Miąższość utworów czwartorzędowych jest uzależniona od morfologii stropu skał kredowych i w bezpośrednim sąsiedztwie otworów Celejów GT-1 i Celejów GT-2 wynosi około 6,0 m (Biernat i in. 2014a, 2015; Noga i in. 2014).

2. WYNIKI BADAŃ GEOFIZYKI OTWOROWEJ

Badania geofizyki otworowej przeprowadzone w otworach Celejów GT-1 i Celejów GT-2 pozwoliły na wyinterpretowanie właściwości skał zbiornikowych (Noga i in. 2014). Współczynnik porowatości utworów kredy górnej w otworze Celejów GT-1 w interwale 54,0–914,0 m p.p.t. wynosi średnio 17,5% z przedziału 5,0–27,5%. Współczynnik porowatości utworów kredy górnej w interwale 158,0–912,0 m p.p.t. w otworze Celejów GT-2 wynosi 20,2% z przedziału 6,2–27,5%.

Dla profilu kredy dolnej (914,0–916,5 m p.p.t.) średnia wartość współczynnika porowatości wynosi 19,5% z przedziału 5,0–25% – otwór Celejów GT-1. W przypadku otworu Celejów GT-2 pomiaru dokonano w interwale 912,0–914 m p.p.t., gdzie średni współczynnik porowatości wynosi 17,5% z przedziału 5,0–27,5%.

Dość mocno zróżnicowane właściwości zbiornikowe zarejestrowano w utworach jury górnej w interwale 914,50–1201,0 m p.p.t. Średnie wartości współczynnika porowatości wahają się od 7,5% do 20,6%. Jak wynika z badań geofizycznych przeprowadzonych w otworze Celejów GT-1 najwyższym współczynnikiem porowatości charakteryzuje się interwał 1013,5–1060,5 m p.p.t., gdzie średni współczynnik porowatości wynosi 20,0%. W tym interwale współczynnik porowatości zmienia się w przedziale od 5,7 do 30,6%. W otworze Celejów GT-2 najwyższy średni współczynnik porowatości na poziomie 20,6% występuje w interwale 914,0–921,0 m p.p.t. W tym interwale współczynnik porowatości zmienia się w przedziale od 11,07 do 27,0%.

Wysoka wartość współczynnika porowatości podczas badań geofizycznych została zarejestrowana również w utworach jury środkowej. W interwale 1201,0–1230,0 m p.p.t. war-

tość współczynnika porowatości zmieniała się od 10,0 do 21,3%, by osiągnąć wartość średnią na poziomie 16,3% – otwór Celejów GT-1. W tym przypadku współczynnik porowatości został potwierdzony również badaniami laboratoryjnymi rdzenia. W próbie z głębokości 1226,8 m stwierdzono współczynnik porowatości na poziomie 19,16%. W otworze Celejów GT-2 w interwale 1171,0–1226,0 m p.p.t. współczynnik porowatości osiąga wartość średnią 12,7% wyliczoną z przedziału 2,6–21,1%.

Poziom karbonu górnego wykształcony jest w postaci utworów ilasto-mułowcowych z wkładkami piaskowców, piaskowców mułowcowych i piaskowców zailonych, charakteryzujących się zwiększonymi wartościami porowatości efektywnej. Na podstawie analiz profilowania pełnego obszaru falowego oraz pomiarów wykonanych na rdzeniach stwierdzono, że większość warstw piaskowcowych ma znikomą przepuszczalność lub nie posiada jej wcale. Mimo dobrej wyliczonej porowatości może to świadczyć o niekorzystnych właściwościach kolektorskich wydzielonych warstw, potencjalnie złożowych. Lokalnie głównie w piaskowcach zaznacza się niewielka obecność węglowodorów. Węglowodory są w dużej mierze nieruchome (rezydualne).

Górną część karbonu dolnego stanowią warstwy wapieni o zróżnicowanym zaileniu przedzielone warstwami iłowców i iłowców wapnistych, sporadycznie występują niewielkie przewarstwienia piaszczysto-mułowcowe. Dolna część zbudowana jest z przewarstwień mułowców, iłowców i piaskowców, lokalnie z udziałem substancji węglanowej. W dużej części profilu utwory karbonu dolnego nie posiadają właściwości zbiornikowych. Według badań geofizyki otworowej w górnej i środkowej części profilu (2962,0–3023,0 m p.p.t.) niewielkie porowatości dochodzące maksymalnie do 5% wyinterpretowano w poziomach wapieni. Lokalnie w obrębie interwału 2988,5–2992,5 m p.p.t. wyliczono porowatości efektywne większe od 10% wraz z występowaniem węglowodorów, ale wartości te mogą być znacznie zawyżone z uwagi na bardzo duże, nieregularne skawernowanie ścian otworu. W dolnej części profilu (3023,0–3055,0 m p.p.t.) na wynikach interpretacji zaznacza się wyraźna porowatość (0,3–17%) z udziałem węglowodorów, jednak z uwagi na bardzo duże, nieregularne skawernowanie ścian otworu wyniki interpretacji należy traktować jedynie jako przybliżenie stanu faktycznego. Ślady gazu w tym interwale zostały potwierdzone w profilowaniu gazowym.

Utwory dewonu wykształcone są w postaci margli, podrzędnie iłowców i wapieni marglistych z udziałem substancji dolomitycznej. Poziom ten charakteryzuje się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi. Dla analizowanych utworów porowatość zawiera się w przedziale 0,0–12,0%. W interpretowanej objętości porowej występuje niewielka ilość węglowodorów, w części nieruchomych, z udziałem śladów gazu.

3. WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH SKAŁ

W całym profilu karbonu i dewonu porowatość jest zmienna i zawiera się w przedziale 0,3–12%. Pakiet potencjalnych utworów wodonośnych znajduje się w interwale na głęboko-

ści 2131,4–2134,2 m. Porowatość wynosi tutaj od 10,68% do 11,62% przy przepuszczalności równoległej 1,197 mD i przepuszczalności prostopadłej 1,254 mD.

Próbki z pozostałych karbońskich oraz dewońskich poziomów wodonośnych wykazują porowatość poniżej 5% i przepuszczalność 0,1 mD. W efekcie oznacza to bardzo ograniczoną migrację medium złożowego. Dodatkowo w rdzeniach obserwuje się występowanie śladów węglowodorów.

Próbka z głębokości 1226,8 m (spąg jury środkowej – otwór Celejów GT-1) posiada porowatość 22,5% przy przepuszczalności równoległej 1,808 mD i przepuszczalności prostopadłej 4,426 mD.

W ramach badań porozymetrycznych wykonano 16 analiz próbek rdzeni pobranych z otworu Celejów GT-2 z interwału 910,4–1233,0 m p.p.t. W badanym interwale porowatość całkowita zawiera się w przedziale 4,45–27,10% (efektywna 4,19–26,25%), przy czym w dobrze rozwiniętej przestrzeni porowej znajdują się warstwy o niższej porowatości (porowatość całkowita i efektywna poniżej 10,00%), zalegające na głębokościach: 910,40, 1038,50, 1203,20 i 1220,00 m p.p.t. Podobnie rozkładają się przepuszczalności w profilu. Maksymalna przepuszczalność wynosi 28,438 mD, a najniższa 0,012 mD, przy czym da się wyróżnić dwa dobrze przepuszczalne interwały głębokości: 1047,20–1057,10 m p.p.t. i 1207,90 m p.p.t. rozdzielone warstwami o niskiej przepuszczalności poniżej 1 mD. Interwały dobrze przepuszczające korelują z interwałami bardzo porowatymi, stanowiąc materiał skalny dobrze przewodzący, jak i magazynujący płyny złożowe. Są to warstwy w interwałach głębokości: 915,40–918,50 m p.p.t., 1047,20–1057,10 m p.p.t. i 1207,90 m p.p.t..

4. WYNIKI BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH

W trakcie wiercenia otworu Celejów GT-1 wykonano siedem badań rurowym próbnikiem złoża w utworach karbonu i dewonu (Biernat i in. 2014a; Noga i in. 2014). Zastosowany próbnik złoża posiadał automatyczną rejestrację ciśnienia i temperatury. Zespół obsługujący próbnik złoża posiadał oprogramowanie do odczytu i pełnej interpretacji wyników. Podczas prowadzonych badań nie uzyskano przyływu wód złożowych. Przyływu nie uzyskano również w wyniku zastosowania zabiegu kwasowania w interwale 3214,0–3504,0 m p.p.t. W wyniku braku przyływu wody termalnej do próbniaka złoża podjęto decyzję o zastosowaniu innej metody badań hydrogeologicznych, polegającej na wydobyciu wody z otworu (łyżkowanie). W miarę opadania zwierciadła wody w otworze powinien nastąpić przyływ wody ze złoża. Podobnie jak i poprzednio nie uzyskano dopływu wody złożowej do otworu.

Za pomocą otworu Celejów GT-2 opróbowano utwory kredy dolnej, jury górnej i jury środkowej (Biernat i in. 2015). Interwał 905–923 m (kreda dolna) został opróbowany poprzez zapięcie próbniaka na kotwicy w rurach 9 5/8". Podczas opróbowania nie stwierdzono dopływu wód podziemnych. Do próbniaka dopłynęło tylko około 60 litrów płuczki powstałej z odprężenia strefy podpakerowej próbniaka. Temperatura zarejestrowana na głębokości 879 m p.p.t. wynosiła 22,9°C. Ciśnienie hydrostatyczne w otworze wynosiło 92,2 bar. Ana-

lizując wyniki opróbowania złoza oraz litologię skał w tym interwale należy stwierdzić, że w rejonie miejscowości Celejów poziom wodonośny kredy dolnej nie występuje.

Interwał jury górnej został opróbowany poprzez zapięcie próbnika na kotwicy w rurach 9 5/8" w głębokości 975 m. Podczas opróbowania stwierdzono dopływ płynu złożowego do zestawu wiertniczego w ilości 6960 litrów. Zwierciadło wody w zestawie wiertniczym ustabilizowało się na głębokości około 81 m p.p.t. Zarejestrowana temperatura na głębokości 981 m to 25,6°C. Ciśnienie hydrostatyczne w otworze wynosiło 93,5 bar. Wapienie organodetrytyczne barwy beżowoszarej posiadały w tym interwale liczne spękania pionowe, którymi najprawdopodobniej migrują wody termalne. Ponadto, skały te posiadały teksturę porowatą, co potwierdziły analizy porozymetryczne – porowatość efektywna ponad 25%. Na tej podstawie należy zatem stwierdzić, że wapienie te stanowią poziom wodonośny jury górnej w rejonie miejscowości Celejów.

Interwał jury środkowej został opróbowany poprzez zapięcie próbnika „na nodze” w głębokości 1204 m (otwór Celejów GT-2). Podczas opróbowania stwierdzono dopływ płynu złożowego do zestawu wiertniczego w ilości 7750 litrów. Można było zaobserwować intensywny wypływ powietrza z głowicy. Zwierciadło wody w zestawie wiertniczym ustabilizowało się na głębokości około 86 m p.p.t. Zarejestrowana temperatura na głębokości 1211 m p.p.t. wynosiła 32,5°C. Ciśnienie hydrostatyczne w otworze wynosiło 128,4 bar. Na podstawie uzyskanych wyników z tego opróbowania, interwał został wytypowany do zafiltrowania i ujęcia wód termalnych.

Pompowanie pomiarowe w otworze Celejów GT-2 przeprowadzono przy użyciu pompy głębinowej zapuszczonej na głębokość 190 m p.p.t. Wszystkie parametry z tego zabiegu były rejestrowane elektronicznie. Wydajność pompowania była ustawiana przy użyciu zasowy na głowicy eksploatacyjnej, natomiast jej pomiar odbywał się poprzez zapuszczoną do otworu elektroniczną sondę oraz kontrolnie na normatywnej skrzyni przelewowej. Pomiar temperatury były wykonywane przy użyciu termometrów wbudowanych na powierzchni terenu w rurociąg odprowadzający wodę oraz na skrzyni przelewowej na wypływie (Biernat i in. 2015).

5. WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH WODY ZŁOŻOWEJ

W ramach prac badawczych przeprowadzono pełną analizę fizykochemiczną wody złożowej ujętej otworem Celejów GT-2. Pobrana w połowie stycznia 2015 r. próba pochodziła z połączonych interwałów jury górnej (1023,01–1101,34 m p.p.t.) i jury środkowej (1166,56–1221,94 m p.p.t.).

W wodzie z otworu Celejów GT-2 oznaczono 39 750,87 mg/dm³ rozpuszczonych składników mineralnych, w tym głównie chlorki (21 727 mg/dm³), siarczany (2536 mg/dm³), sól (12 258 mg/dm³), wapń (2004 mg/dm³) i magnez.

Spośród składników określonych jako swoiste lecznicze, w znaczącym stężeniu stwierdzono jodki w ilości 6,24 mg/dm³. Zawartość związków siarki nie przekracza wymaganego limitu 1 mg/dm³ – określonego dla wód siarczkowych.

Stężenie składników promieniotwórczych w analizowanej wodzie nie stanowi zagrożenia dla zdrowia.

Nie stwierdzono również wskaźników zanieczyszczenia wody pod względem mikrobiologicznym (Latour 2015).

6. PARAMETRY UDOSTĘPNIONYCH WÓD TERMALNYCH

Obecnie na terenie miejscowości Celejów znajdują się dwa otwory geotermalne:

- Celejów GT-1 o głębokości 3504 m, zakończony w utworach dewonu górnego, zafiltrowany stalowymi (N-80) rurami sznicowanymi o średnicy 5" w interwale 3214,0–3501,0 m p.p.t.,
- Celejów GT-2 o głębokości 1234 m, zakończony w skałach jury środkowej, zafiltrowany w utworach jury górnej w interwale 1023,01–1101,34 m p.p.t. oraz w utworach jury środkowej w interwale 1166,56–1221,94 m p.p.t. sznicowanymi rurami stalowymi N-80 o średnicy 7".

Za pomocą otworu Celejów GT-1 opróbowano otwory karbonu i dewonu górnego w interwale 1200–3504 m p.p.t. Po wykonaniu szeregu opróbowań za pomocą próbnika złoża okazało się, że nie ma żadnych dopływów wody złożowej. Brak dopływu wody złożowej został również potwierdzony podczas badań hydrogeologicznych, polegających na szczypaniu płynu złożowego za pomocą łyżki wiertniczej. Parametry otworu Celejów GT-1 przedstawiają się następująco:

- wydajność: brak dopływu wody złożowej,
- temperatura na dnie otworu: 99,8°C.

Celem otworu Celejów GT-2 było rozpoznanie możliwości pozyskiwania wody termalnej z utworów jury środkowej. Do przyszłej eksploatacji ujęto dwa poziomy wodonośne, tj.: jury górnej w interwale 1023,01–1101,34 m p.p.t. i jury środkowej w interwale 1166,56–1221,94 m p.p.t. W wyniku przeprowadzonych badań hydrogeologicznych w otworze Celejów GT-2 udokumentowano wodę termalną o:

- wydajności: 28 m³/h,
- temperaturze na wypływie: 29,2°C (31°C w złożu),
- mineralizacji ogólnej: 45,5 g/dm³.

Wodę udokumentowaną w otworze Celejów GT-2 można scharakteryzować jako wodę mineralną chlorkowo-sodową (solankę), jodkową, hipotermalną (czyli o temperaturze w zakresie 20–35°C).

PODSUMOWANIE

Celem wykonania otworów wiertniczych Celejów GT-1 i Celejów GT-2 było rozpoznanie występowania i wykształcenia warstw wodonośnych, określenie parametrów hydrogeologicznych w utworach kredy dolnej, jury, karbonu i stropowej warstwy dewonu. Otwór

Celejów GT-1 został wykonany do głębokości 3504 m i zakończony w utworach dewonu górnego. Wykonano w nim opróbowanie hydrogeologiczne w utworach karbonu i dewonu górnego, tj. siedem razy przy użyciu rurowego próbnika złoza oraz poprzez wykorzystanie łyżki wiertniczej nie uzyskując dopływu wód podziemnych.

W utworach karbonu występują niewielkiej grubości – do około 4 m warstwy piaskowców o dobrej porowatości efektywnej, sięgającej do 19%, ale o bardzo niskiej przepuszczalności, gdzie największa wartość osiągnęła 3 mD. Pozostały profil warstw karbonu wykształcony jest w formie ilasto-mułowcowej. Utwory dewonu wykształcone są w postaci węglanowej, jednak wszystkie mikrospeknięcia i szczeliny są zablżnione materiałem ilastym, tworząc nieprzepuszczalny masyw skalny.

W otworze Celejów GT-1 ujęto warstwy dewonu górnego tj. 3214–3501 m p.p.t., jako te, które posiadają najwyższą temperaturę i mogą w przyszłości zostać wykorzystane np. w ciepłownictwie.

Otwór Celejów GT2 odwiercony został do głębokości 1234 m p.p.t. Podczas pompowania pomiarowego uzyskano wydajność 28 m³/h, przy depresji 92,1 m i temperaturze na wy pływie 29,2°C. Udostępniony do eksploatacji wód termalnych poziom górno- i środkowojurajski występuje w interwałach 1023,1–1101,34 oraz 1166,56–1221,94 m p.p.t. Łączna długość części roboczej filtra wyniosła 62,0 m. Utwory budujące ten poziom to głównie wapienie organodetrytyczne, które w jurze górnej wykazują kolektor porowaty, natomiast w środkowej – szczelinowy. Ujęte wody są wodami termalnymi typu chlorkowo-sodowego. Ich mineralizacja wynosi 45,5 g/dm³.

Udostępnione otworem Celejów GT-2 wody termalne będą mogły być w przyszłości wykorzystywane do inhalacji i kąpieli leczniczych oraz do celów rekreacyjnych. Mogą one również stanowić dolne źródło ciepła dla sprężarkowych lub absorpcyjnych pomp ciepła.

Prezentowane w pracy wyniki badań uzyskano w ramach realizacji projektu pn. „Przemysłowe badania geologiczne i hydrogeologiczne związane z wydobyciem wód termalnych” dofinansowanego ze środków PÁRP w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, działanie 1.4 Wsparcie projektów celowych, działanie 4.1 – Wsparcie wdrożeń wyników prac B+R; umowa o dofinansowanie UDA-POIG.01.04.00-06-024/11-00

LITERATURA

- BIERNAT H., MARTYKA P., KOTKO D., PAJÁK Ł., CZAPLA K., ZWIERZYŃSKI M., 2015 — Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury górnej i jury środkowej w Celejowie. Archiwum PG POLGEOL, Warszawa.
- BIERNAT H., MARTYKA P., NOGA B., ZWIERZYŃSKI M., 2014a — Dokumentacja geologiczna inna z wykonania prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów wód podziemnych w otworze Celejów GT-1. Archiwum PG POLGEOL, Warszawa.
- BIERNAT H., ZWIERZYŃSKI M., NOGA B., MARTYKA P., 2014b — Projekt robót geologicznych otworu badawczego Celejów GT-2 w celu rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych o głębokości do 1200,00 m. Archiwum PG POLGEOL, Warszawa.

- LATOURE T., 2015 — Ocena właściwości fizykochemicznych i chemicznych oraz stanu mikrobiologicznego wody z otworu Celejów GT-2 w aspekcie możliwości wykorzystania jej do celów leczniczych, rehabilitacyjnych lub rekreacyjnych. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Poznań.
- NOGA B., BIERNAT H., MARTYKA P., CZAPLA K., ZWIERZYŃSKI M., 2014 — Raport końcowy z realizacji projektu robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Celejów GT-1 w celu rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych z utworów karbonu i dewonu. Archiwum PG POLGEOL, Warszawa.
- NOGA B., BIERENAT H., MAZUR M., 2015a — Raport końcowy – Przydatność wód termalnych ujętych otworami Celejów GT-1 i Celejów GT-2 do zasilania lokalnej sieci ciepłowniczej. Archiwum PG POLGEOL, Warszawa.
- NOGA B., BIERENAT H., PAJĄK Ł., 2015b — Raport końcowy – Właściwości wód termalnych do celów zdrowotnych ujętych otworami Celejów GT-1 i Celejów GT-2. Archiwum PG POLGEOL, Warszawa.
- SZYDEŁ R., ZARĘBSKI K., SIEROŃ W., NIEWĘGŁOWSKI P., GÓRA S., DYBOWSKI K., 2013 — Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Celejów GT-1 w celu rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych z utworów karbonu i dewonu /Etap I/. Archiwum Termy Celejów, Lublin.

RESEARCH RESULTS AIMED AT IDENTIFYING AND DOCUMENTING THERMAL WATERS IN THE REGION OF CELEJÓW

ABSTRACT

The paper presents the results of geological, geophysical and hydrogeological studies in the area of Celejów. The study was conducted on two wells – Celejów GT-1 and Celejów GT-2. The Celejów GT-1 well has a depth of 3,504 meters and was completed on the Devonian layer. In this well, the flow of water reservoir was not obtained, while the well's bottom temperature is around 99.8°C. The Celejów GT-2 well has a depth of 1,234 meters and was completed on the middle Jurassic layer. In this well, the flow of thermal water of 28 m³/h was obtained, the temperature of 29.2°C (31°C in the layer) and total mineralization equal to 45.5 g/dm³ was recorded.

KEYWORDS

Geology, geothermal, wells, thermal water, Celejów, Lublin basin

