

WYSTĘPOWANIE WÓD TERMALNYCH I ZMINERALIZOWANYCH MOŻLIWOŚCIĄ ROZWOJU MIEJSCOWOŚCI UZDROWISKOWYCH JAKO ATRAKCJI TURYSTYCZNYCH W REJONIE WARSZAWY

OCCURRENCE OF THERMAL AND MINERALIZED WATERS AS AN OPPORTUNITY FOR DEVELOPMENT OF THERAPEUTIC RESORTS AS THE TOURISTIC ATTRACTIONS IN WARSAW REGION

IZABELLA GRYSZKIEWICZ¹, MARIUSZ SOCHA¹

Abstrakt. W rejonie Warszawy przeanalizowano wody termalne i zmineralizowane miast Sulejówek, Józefów i Otwock. Rozpatrzono wstępną ocenę wykorzystania tych wód opierając się na głębokich odwiertach i znaczeniu tych wód dla rozwoju gmin. Z przeprowadzonej analizy wynika, że na obszarze gmin Sulejówek, Józefów i Otwock w piętrach wodonośnych kredy dolnej i jury występują wody chlorkowo-sodowe o mineralizacji od ok. 10 do ponad 70 g/dm³, cechujące się prawdopodobnie podwyższoną zawartością składników swoistych pożądaných w przypadku wód stosowanych w balneoterapii – jodków (powyżej 1 mg/dm³ w piętrze kredy dolnej i jury dolnej) oraz dwuwartościowego żelaza (powyżej 10 mg/dm³ w piętrze jury dolnej). Wartości temperatury podpowierzchniowej na tym obszarze na głębokości 1000 m wynoszą ok. 35°C, a na głębokości 2000 m temperatura przekracza 50°C. Optymistyczny scenariusz uwzględnia możliwość rozwoju w regionie warszawskim miejscowości uzdrowiskowych jako atrakcji turystycznych wykorzystujących termy.

Słowa kluczowe: głębokie odwierty, wody termalne i zmineralizowane, atrakcje turystyczne i uzdrowiska.

Abstract. The thermal and mineralized waters in the subsurface of Sulejówek, Józefów, and Otwock towns of the Warsaw region have been analyzed. An initial assessment of the utilization of such waters based on deep boreholes and significance of these waters for development of the communities has been considered. The analysis shows that in the area of Sulejówek, Józefów and Otwock communes there are chloride and sodium waters in the aquifer of the Lower Cretaceous and the Jurassic of mineralization from about 10 to over 70 g/dm³, probably characterized by an increased content of specific components desirable in the case of waters used in balneotherapy – iodides (above 1 mg/dm³ in the lower cretaceous and lower jurassic) and divalent iron (over 10 mg/dm³ in the lower jurassic). The values of subsurface temperature in this area at a depth of 1000 m are about 35°C, at a depth of 2000 m the temperature exceeds 50°C. An optimist scenario includes a possibility of future development of touristic attractions in terms of therapeutic resorts in the Warsaw region.

Key words: deep boreholes, thermal and mineralized waters, touristic attractions and therapeutic resorts.

WSTĘP

Obecnie następuje wzrost popularności wód termalnych w turystyce. Po oddaniu do użytku ośrodków termalnych w rejonie Sulejówka, Józefowa i Otwocka wzrosła ich atrakcyjność turystyczna. Dzięki temu mogłyby się stać miejscem, gdzie można wypoczywać przez cały rok. Wykorzystanie wód termalnych zwiększa konkurencyjność

danego ośrodka. Przyszłe ośrodki termalne mogłyby stać się popularnymi miejscami nie tylko weekendowego wypoczynku mieszkańców regionu, lecz również celem dłuższych pobytów turystycznych, szczególnie, gdy odwiedzane obiekty oferowałyby usługi balneoterapeutyczne i spa. Dogodne połączenia Sulejówka, Józefowa i Otwocka ze stolicą zwiększają atrakcyjność turystyczną miejscowości. Dodatkowym atutem jest duża liczba zabytków kultury w analizowanych

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: izabella.gryszkiewicz@pgi.gov.pl, mariusz.socha@pgi.gov.pl.

gminach oraz ich częściowe położenie w Mazowieckim Parku Krajobrazowym. Na terenie gmin istnieje wiele szlaków turystycznych co sprawia, że miasta Sulejówek, Józefów i Otwock stanowią dogodnie miejsca dla wypoczynku.

WARUNKI GEOLOGICZNE

Pod względem geologicznym teren ten znajduje się w niecce warszawskiej w obrębie Nizżu Polskiego. Niecka warszawska stanowi część jednostki tektonicznej – synklinorium brzeżnego (Marek, 1983; Żelaźniewicz i in., 2011). Występuje ona w strefie krawędziowej prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, pochylonej w kierunku południowo-zachodnim. Linia Teisseyre’a-Tornquista oddziela ją od platformy zachodnioeuropejskiej. Główne zbiorniki wód podziemnych reprezentowane są przede wszystkim przez piaskowcowo-mułowcowe i wapienne poziomy skał osadowych mezozoiku. Kierując się ku zachodowi, miąższość osadów zmniejsza się ze względu na asymetryczną budowę niecki warszawskiej. Skrzydło zachodnie jest strome natomiast wschodnie łagodniejsze i przechodzi w prawie poziomo ułożone warstwy platformy. Warunki geologiczne i profil stratygraficzny zostały określone na podstawie badań w głębokich odwiertach wykonanych w rejonie analizowanych miejscowości: Okuniew IG 1, Dębe Wielkie 1, Warszawa IG 1, Kołbiel 1 (Centralna Baza Danych Geologicznych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego – CBDG PIG-PIB) (fig. 1)

Sukcesję mezozoiczną rozpoczynają osady triasu najbardziej zmiennego pod względem litologicznym. Charakteryzuje się on występowaniem cienkich warstw piaszczystych, mułkowatych i ilastych, a w wyższych partiach także węglanowych. Łączna miąższość osadów triasowych wynosi od około 571 m w rejonie Sulejówka i wzrasta w kierunku południowo-zachodnim do około 626 m (Warszawa IG 1).

Jurę dolną tworzą mułowce przechodzące w stropie w piaskowce. W rejonie Sulejówka osiągają miąższość 156 m i występują na głębokości 1349 m. Osady liasu w rejonie Kołbieli występują na głębokości 1308–1394 m. Stratygraficznie są to warstwy liwieckie odpowiadające liasowi dolnemu, warstwy olsztyńskie należące do liasu środkowego. Nad nimi leżą warstwy ciechocińskie i borucickie zaliczone do toarku.

Jura środkowa reprezentowana jest przez dolomity, wapienie dolomityczne i wapienie piaszczyste batonu oraz wapienie mułkowcowe i piaszczyste, mułowce i piaskowce wapieniste keloweju. Osady te nawiercono w otworze Okuniew IG 1 na głębokości 1293,0 m, o miąższości 56 m, a w otworze Warszawa IG 1 na głębokości 1512,0 o miąższości 76,0 m.

Jura górna reprezentowana jest przez wapienie oolitowe i organodetrytyczne oraz wapienie gąbkowe oksfordu. Kimeryd występuje w postaci wapieni, łupków wapienistych i margli. Osady malmu nawiercono w otworze Okuniew IG 1 na głębokości 912,0 m, o miąższości 381 m, a w otworze Warszawa IG 1 na głębokości 1111,6 m o miąższości 423,0 m.

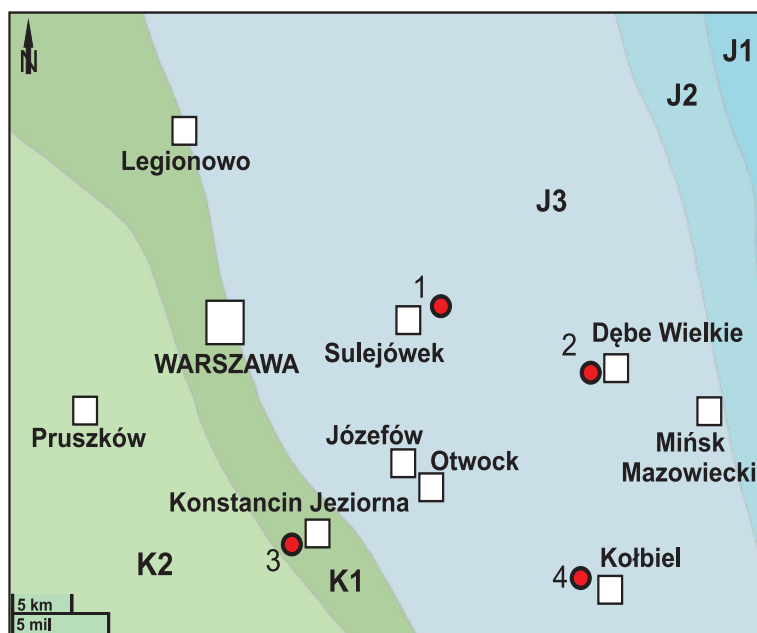


Fig. 1. Lokalizacja otworów archiwalnych w rejonie Sulejówek–Józefów–Otwock – wycinek mapy geologicznej ścieżką poziomą 1000 m p.p.m. w skali 1:750 000 (Kotański, 1997)

1 – Okuniew IG 1, 2 – Dębe Wielkie 1, 3 – Warszawa IG 1, 4 – Kołbiel 1

The location of archival boreholes in the Sulejówek–Józefów–Otwock region – a section of the geological map 1000 m b.s.l. in scale 1:750 000 (Kotański, 1997)

1 – Okuniew IG 1, 2 – Dębe Wielkie 1, 3 – Warszawa IG 1, 4 – Kołbiel 1

Osady kredy dolnej obejmują piętra od walanżynu górnego do albu środkowego, osiągając miąższość 28,0 m, występują na głębokości 884,0 m (Okuniew IG 1). Wykształcone są w postaci piaskowców i mułowców w spągowej części z przewarstwieniami węglanowo-syderytowymi. Profil mezozoiku kończą głównie różnego rodzaju skały węglanowe (margle, wapienie, opoki, gezy, kreda pisząca) oraz piaski kredy górnej. W Okuniewie utwory od cenomanu do mastrychtu osiągają miąższość 616,0 m i występują na głębokości 268,0 m. Strop kredy w Konstancinie-Zdroju występuje na głębokości 297 m i ma miąższość 815 m.

Podłoże czwartorzędu w omawianych otworach tworzą wapienie i margle paleocenu, piaskowce oligocenu, piaski i mułki z domieszką węgla brunatnych miocenu oraz ropy pliocenu. Na powierzchni terenu występują osady pochodzenia lodowcowego (piaski, żwiry, gliny). Miąższość osadów kenozoicznych jest zmienna i wynosi na ogół ponad 250–300 m (CBDG PIG-PIB).

WARUNKI GEOTERMICZNE

Temperatura wód podziemnych zależy od głębokości występowania poziomów wodonośnych, wartości strumienia ciepłego oraz własności termicznych skał w profilu geologicznym, a zwłaszcza ich przewodnictwa ciepłego (Szewczyk, 2007).

Powierzchniowy strumień ciepły ma dwie składowe: kondukcyjną – związaną z przewodnictwem ciepłym skał i konwekcyjną – w której ciepło jest przenoszone w wyniku ruchu wód podziemnych. Wartość gęstości strumienia do głębokości 1500–2000 m jest zależna również od plejstocenских warunków paleoklimatycznych (Paczyński, Sadurski, 2007). Obszar objęty opracowaniem w skali kraju charakteryzuje się stosunkowo niską wartością gęstości ziemskiego strumienia ciepłego, która wynosi około 65 mW/m². Konsekwencją niskich wartości strumienia ciepłego jest także niska wartość gradientu geotermicznego, który przyjmuje w opisywanym rejonie wartość od 1,8 do 2,0°C na 100 m (Szewczyk, Gientka, 2009).

Należy jednak pamiętać, że dla występowania wód termalnych, oprócz warunków termicznych, wynikających zarówno z procesów zachodzących we wnętrzu Ziemi generujących strumień ciepły, jak i długookresowych zmian klimatycznych, najistotniejsze znaczenie mają warunki

hydrogeologiczne określające możliwość występowania wód w środowisku skalnym, ich zasobność, przepływ, odnawialność oraz systemy krążenia.

Wartości temperatury podpowierzchniowej na obszarze Sulejówka, Józefowa i Otwocka na głębokości 1000 m wynoszą około 35°C. Na głębokości 2000 m temperatura przekracza 50°C, a na 3000 m osiąga nawet 80°C (Górecki, 2006). Temperatury zostały podane na podstawie wyników profilowań termicznych wykonanych w głębokich otworach wiertniczych. Można przypuszczać, że na tym obszarze temperatura w stropie najpłycej występującego poziomu wodonośnego, branego pod uwagę jako zbiornik wód termalnych, tj. kredy dolnej wynosi około 35°C, w stropie jury dolnej zaś około 45°C.

Biorąc pod uwagę wyniki analizy warunków hydrogeologicznych oraz zmienność temperatury wraz z głębokością można przyjąć, że na obszarze Sulejówka, Józefowa i Otwocka wody termalne mogą zostać ujęte z utworów kredy dolnej i jury dolnej. Jedyne w przypadku jury dolnej jest to temperatura dostatecznie wysoka, aby wykorzystać ujmowane wody w ciepłowni geotermalnej.

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

DOTYCHCZASOWE ROZPOZNANIE WÓD TERMALNYCH W NAJBLIŻSZYM REJONIE

Podstawę rozpoznania warunków występowania wód termalnych w rejonie Sulejówka, Józefowa i Otwocka stanowi istniejące ujęcie tego rodzaju wód o udokumentowanych zasobach eksploatacyjnych Warszawa IG 1 oraz kilka głębokich otworów badawczych, w których przeprowadzono podstawowe badania hydrogeologiczne. Warunki występowania wód termalnych w analizowanym rejonie zostały w znacznym stopniu rozpoznane. Stan rozpoznania poszczególnych zbiorników wód termalnych jest jednak nierównomierny z uwagi na zróżnicowany zakres badań hydrogeologicznych przeprowadzonych w poszczególnych otworach. Część otworów wykonywana była głównie w celu poszukiwania i rozpoznania struktur związanych ze złożami ropy i gazu. Otwory lokalizowane były w szczytowych partiach antyklinalnych w związku z ich naftowym charakterem. Opróbowanie dotyczyło przede wszystkim kompleksów bardziej perspektywicznych dla złóż węglowodorów (tab. 1).

Tabela 1

Zestawienie podstawowych informacji o głębokich otworach wiertniczych w rejonie Sulejówek–Józefów–Otwock (CBDG PIG-PIB)

A list of basic information about deep wells in the Sulejówek–Józefów–Otwock region (CGD PGI-NRI)

Otwór wiertniczy	Miejscowość	Rok wykonania	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie	Stan obecny
Dębe Wielkie 1	Wielgolas Duchnowski	1968	3020	sylur	zlikwidowany
Kołbiel 1	Stara Wieś trzecia Kolonia	1964	2632	sylur	zlikwidowany
Okuniew IG 1	Okuniew	1967	4298	prekambr	zlikwidowany
Warszawa IG 1	Konstancin Jeziorna	1964	2663	perm górny	czynny

Poziom wodonośny **kredey dolnej** przebadano jedynie w otworze Dębe Wielkie 1. Na głębokości około 900,0 m otrzymano wodę o mineralizacji 11 g/dm³ i temperaturze 31°C (Barbacki, Bujakowski, 2010).

Poziom wodonośny **jury dolnej** przebadano w otworze Dębe Wielkie 1. W horyzoncie tym na głębokości około 1450,0 m stwierdzono wody o mineralizacji 51 g/dm³ i temperaturze 44°C w złożu (Piwońska, Kowalska-Łącka, 1971; Barbacki, Bujakowski, 2010). Wydajności nie zostały zbądane. Poziom jury dolnej udostępniono do badań również otworem Okuniew IG 1 przebadano poziomy zbiornikowe jury dolnej. W osadach dolnojurajskich przebadano horyzonty wodonośne w czterech interwałach: 1494–1504 m, 1462–1471 m, 1443–1450 m, 1431–1438 m. Poziomy tworzą warstwy ciechocińskie, olsztyńskie i liwieckie wykształcone w postaci piaskowców. Pomiaru przepływu dokonano za pomocą łyżki wiertniczej. Wydajność poziomu zbiornikowego wynosiła 8,5–10,0 m³/h przy depresji 0,0–5,0 m i poziomie hydrostatycznym ustalonym na głębokości 31,0 m. W celu stwierdzenia chłonności wykonano próbę zatłaczania. Do otworu zatłoczono 5 m³ wody przy ciśnieniu głowicowym 30 at. Opróbowane warstwy wykazują bardzo dobrą chłonność (nie stwierdzono wypływu wody). Z piaskowców i mułowców jury dolnej zalegających na głębokości 1431,0–1504,0 m uzyskano 10 m³/h wody typu Cl–Na o mineralizacji 52,9 g/dm³ i temperaturze 24°C (zaniżonej na skutek pomiaru na powierzchni po wydobyciu wody łyżką wiertniczą). Wartość temperatury w złożu wynosi 40°C (Areni, 1975). Otworem Warszawa IG 1 ujęto piaskowce, mułowce i ilowce oraz, w części stropowej, wapienie i dolomity, zalegające w strefie głębokości 1536–1750 m. Uzyskano wody typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji 69,4 g/dm³ i temperaturze na wypływie 35°C (Szymańska, 1967; Barbacki, Bujakowski, 2010; Socha i in., 2016).

MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA WÓD TERMALNYCH W REJONIE SULEJÓWEK – JÓZEFÓW–OTWOCK

WALORY TURYSTYCZNO-REKREACYJNE I UZDROWISKOWE

Otwock jako miejscowość sanatoryjno-uzdrowiskowa zaistniał dzięki budowie Kolei Nadwiślańskiej (koniec XIX w.). Niezwykłe walory klimatyczne sosnowych lasów i dogodne połączenie ze stolicą sprawiły, że wkrótce w Otwocku zaczęły powstawać liczne sanatoria, domy letniskowe. W roku 1880 powstało w Otwocku pierwsze „letnisko” podwarszawskie. Michał Elwiro Andriolli nad brzegami rzeki Świder, wybudował kilkanaście domków dla ówczesnej kulturalnej Warszawy. W letnisku organizowano festyny, spektakle teatralne, na które można było z Warszawy przyjechać zarówno pociągiem, jak i przyróżnąc statkiem kursującym na Wiśle. Atrakcje przyczyniły się do promocji Otwocka, który stał się modnym miastem wypoczynku. O dynamice rozwoju osady świadczy fakt, iż

do końca XIX wieku wybudowano ponad 500 drewnianych willi w charakterystycznym stylu „Świdermajer”. Osobną gałęzią rozwoju Otwocka była jego uzdrowiskowa funkcja. Suche powietrze, przesycone żywicznymi olejkami eterycznymi, nie miało sobie równych w leczeniu gruźlicy i innych schorzeń układu oddechowego. Status uzdrowiska nadała całemu regionowi działalność karczewskiego lekarza Józefa Mariana Geislera. W 1893 roku utworzył pierwsze w Polsce stałe sanatorium nizinne chorób płuc. Już w 1917 roku na terenie Otwocka znajdowały się 22 pensjonaty i 3 sanatoria (Sobierajska i in., 2014).

Józefów powstał pod koniec XIX wieku jako tzw. „letnisko”. Miasto o charakterze rekreacyjno-uzdrowiskowym należy do tzw. pasma otwockiego. Niezwykłe walory przyrodnicze dostrzegano od początku powstania miasta, kiedy to Józefów był główną bazą rekreacyjną dla Warszawy. Obecnie miasto staje się przedmieściem Warszawy ze względu na swoje usytuowanie w strefie podmiejskiej stolicy. Miasto charakteryzuje się dużymi walorami kulturowymi i przyrodniczymi. Sporą część obszaru pokrywa zieleń parków i lasów. Bardzo dobre połączenie z Warszawą wpływa również na atrakcyjność Józefowa, co przekłada się także na napływ nowych mieszkańców. Józefów położony jest tuż przy ujściu rzeki Świder do Wisły, a na jego terenie mieści się część Mazowieckiego Parku Krajobrazowego. Ponadto znajdują się tu trzy rezerваты przyrody tj. Wyspy Świderskie, Wyspy Zawadowskie oraz Świder (Sobierajska i in., 2014).

Sulejówek graniczy od zachodu i południa z miastem stołecznym Warszawa (dzielnica Wesoła), położony jest około 18 km od jego centrum. Pod względem funkcjonalnym Sulejówek powiązany jest z jednostkami otaczającymi, a przede wszystkim z obszarem metropolitalnym Warszawy. Położenie Sulejówka jest korzystne pod względem rozwoju społecznego i gospodarczego – znajduje się on w paśmie o podwyższonej aktywności i kierunkach rozwoju. Po I wojnie światowej Sulejówek stał się miejscowością o charakterze letniskowym, później zaś stał się zapleczem mieszkaniowym Warszawy. Mieli tutaj domy twórcy odrodzonego państwa polskiego, głównie związani z pierwszym Naczelnikiem Państwa – Józefem Piłsudskim. Po II wojnie funkcja letniskowa miasta stopniowo zamierała, a miejscowość zaczęła spełniać funkcje sypialniane, czemu sprzyjały zarówno korzystne warunki budowlane i klimatyczne, jak również dobre warunki komunikacyjne, umożliwiające szybki dojazd do centrum Warszawy (<https://www.sulejowek.pl/>).

WYKORZYSTANIE WÓD TERMALNYCH W NAJBLIŻSZYM REJONIE

W rejonie analizowanych miejscowości, najbliższe położone i wykorzystywane obecnie ujęcie wód termalnych znajduje się w Konstancinie-Zdroju (fig. 2). Konstancin-Zdrój zyskał popularność jako uzdrowisko klimatyczne na początku XX wieku. Dopiero w 1965 roku otworem badawczym Warszawa IG 1 o głębokości 1750,0 m z utworów jury dolnej i środkowej ujęto wody lecznicze

typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji około 75 g/dm³ i temperaturze na wypływie 35°C (Felter i in., 2018). Lecznice wody chlorkowe wykorzystano do zaopatrzenia tężni solankowej, stanowiącej otwarte inhalatorium w parku zdrojowym. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zlokalizowanego na obszarze górniczym Konstancin wynoszą 9,1 m³/h. Koncesjonariuszem jest Uzdrowisko Konstancin-Zdrój S.A. W 2015 roku oddano do użytku centrum hydroterapii, w którym świadczone są zabiegi balneoterapeutyczne (<http://evapark.pl/>). Woda termalna wykorzystywana jest w jednej z niecek basenowych. Odwiedzającym ośrodek udostępniono również solankowe kąpiele perełkowe w jacuzzi, saunę i łaźnie parową.

Kolejnym dobrze funkcjonującym kompleksem rekreacyjnym są termy w Mszczonowie zlokalizowane na południowy zachód od Warszawy. Otwór Mszczonów IG 1 o głębokości całkowitej 4119,0 m został wykonany w 1977 roku jako odwiert badawczy (Dębowska, Marek, 1988). Na głębokości 1602,0–1790,0 m ujęto w nim poziom wodonośny kredy dolnej, charakteryzujący się występowaniem wód termalnych typu HCO₃–Cl–Na–Ca o mineralizacji 0,5 g/dm³ i temperaturze na wypływie osiągającej 40°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w ilości 60,0 m³/h (Skrzypczyk, Sokołowski, 2017). W Mszczonowie eksploatację wód rozpoczęto w 1999 roku wraz z uruchomieniem ciepłowni geotermalnej (Kurek, 2011). Z uwagi na niską mineralizację wydobywane wody po odebraniu ciepła nie są zatłaczane do złoża, lecz po schłodzeniu wykorzystuje się je do celów komunalnych. Koncesje na eksploatację wód termalnych z obszaru górniczego Mszczonów posiada Geotermia Mazowiecka S.A. Część wydobywanych wód trafia do ośrodka rekreacyjnego Termy Mszczonów i służy do napełniania niecek basenów. Obiekt rekreacyjny umożliwia korzystanie z dwóch całorocznych basenów termalnych (zewnętrzny połączony z wewnętrznym), basenu rekreacyjnego, basenu sportowego i brodzika dla dzieci. Do dyspozycji gości jest również grotta solna, sauny i jacuzzi. Latem udostępniona jest plaża trawiasta, zimą natomiast można korzystać z lodowiska (<http://www.termy-mszczonow.eu/>).

STRATEGIE ROZWOJU I KIERUNKI ZAGOSPODAROWANIA

Otwock to miejscowość mająca naturalny potencjał dla rozwoju funkcji rekreacyjno-sportowych (Sobierajska i in., 2014). W studium zagospodarowania gminy wskazano na rozwój funkcji rekreacyjnej i wypoczynkowej dla mieszkańców aglomeracji warszawskiej oraz szeroko rozumianej turystyki. Wynika to z wizerunku miasta jako zaplecza wypoczynkowego regionu. Dobre warunki do rozwoju miasta stwarza bliskość Warszawy oraz dostępność komunikacyjna jak również położenie wśród lasów mazowieckiego parku krajobrazowego. Opracowany w 2016 roku projekt pn. „Aktualizacja lokalnego programu rewitalizacji miasta Otwocka na lata 2016–2023” wskazujący na obszary problemowe na terenie gminy i wyznaczający priorytetowe działania w zakresie ich rewitalizacji

mógłby zostać rozszerzony o koncepcje zagospodarowania wód termalnych. Działania rewitalizacyjne mają poprawić warunki życia mieszkańców poprzez zapewnienie miejsc do wspólnego spędzania czasu zarówno w sposób zorganizowany, jak i indywidualnego wypoczynku. Aktualny stan zagospodarowania, ukształtowana tradycja, uwarunkowania przyrodniczo-klimatyczne i położenie w regionie pozwoliły wnioskować, aby rozwój miasta koncentrował się wokół pełnienia wielu funkcji, w tym leczniczej i rekreacyjnej dla aglomeracji warszawskiej. Związane to będzie z utrzymaniem roli miasta jako unikalnego ośrodka lecznictwa chorób płucnych i krążenia, rozwinięciem miasta jako ważnego rejonu rekreacyjno-wypoczynkowego z usługami typu spa czy aquaparkiem oraz wzmocnieniem roli miasta jako ośrodka wypoczynku świątecznego dla aglomeracji warszawskiej. Tereny wschodniej części miasta położone na osi ul. Grunwaldzkiej oraz na wschód od wzgórz Meran wskazano jako obszary stwarzające możliwość lokalizacji ośrodków aktywnej regeneracji: aquapark, zespół rekreacyjno-basenowy czy rodzinny park rozrywki uzupełniony o instytuty odnowy biologicznej.

Józefów, którego głównym bogactwem są lasy kształtujące specyficzny mikroklimat charakteryzujący się wartościami uzdrowiskowymi zbliżonymi do klimatu sąsiedniego Otwocka, dzięki zagospodarowaniu wód termalnych może stać się również ważnym ośrodkiem funkcjonowania społeczności lokalnej. Stworzy to możliwość wzbogacenia usług rekreacyjnych na obszarach przewidzianych pod tereny turystyki, sportu, rekreacji tj. obiektów i urządzeń służących uprawianiu sportu oraz służących wypoczynkowi, rekreacji i ich obsłudze (kąpieliska, ośrodki wypoczynku świątecznego, domy wypoczynkowe, pensjonaty, a także ośrodki czasowe, czasowo-szkoleniowe, czasowo-konferencyjne (Sobierajska i in., 2014).

Sulejówek dysponuje terenem w postaci tzw. glinianek i planuje jego wykorzystanie na budowę zespołu sportowo-wypoczynkowego z bazą hotelową. Wykorzystanie wód termalnych do budowy ośrodka rekreacyjnego pozwoliłoby na zwiększenie konkurencyjności miasta jako bazy wypoczynkowej (Garbowski i in., 2010). Teren parku jest również przyszłą lokalizacją realizacji projektu „Stacja Polska”. Ma być to pierwszy w Polsce innowacyjny park tematyczny w całości poświęcony Polsce i jej dziedzictwu przyrodniczemu, gospodarczemu, historycznemu i kulturowemu. Budynek Stacji zlokalizowany na terenie Parku Glinianki będzie zaprojektowany jako Mapa Polski, w ramach której wybudowane będą strefy prezentujące poszczególne regiony z ich walorami takimi jak morze, plaża, jeziora, góry, roślinność oraz ich regionalne potrawy, sztuka i dziedzictwo kulturowe. Głównym zadaniem Stacji byłaby promocja walorów gospodarczych Polski (<https://www.sulejowek.pl/>).

Wobec powyższego, wykorzystując walory i uwarunkowania, należy pamiętać o stałym monitoringu zasobów, rozważnym ich wykorzystywaniu oraz podejmowaniu działań zapobiegawczych. Aby uzyskać obiektywne informacje na temat rzeczywistych uzdrowiskowych walorów środowiska, strategie i plany rozwoju miejscowości powinny uwzględnić

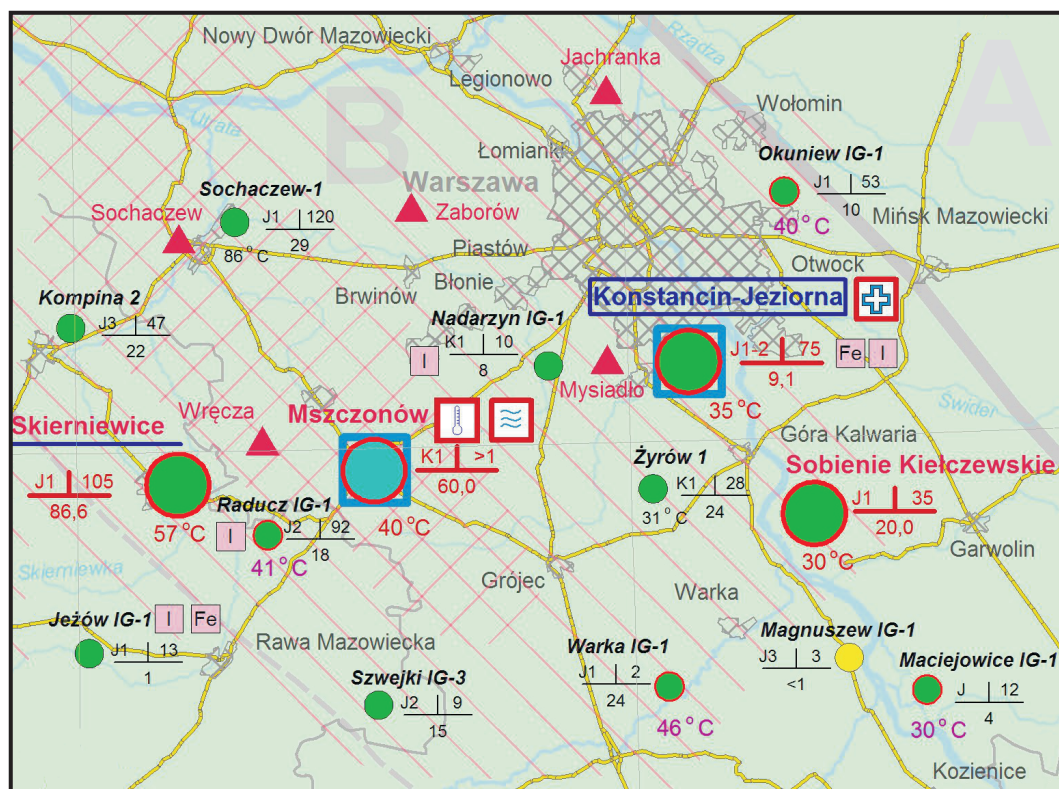


Fig. 2. Wycinek Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce w skali 1:1 000 000 (Felter i in., 2018) – objaśnienia na kolejnej stronie

A section of *The map of development of groundwaters included in mineral resources in Poland, scale 1:1,000,000* (Felter et al., 2018) – for explanations see next page

niać monitoring (w tym wód podziemnych) jako jeden z instrumentów ochrony walorów środowiskowych (Garbowski i in., 2010).

WODY TERMALNE JAKO JEDEN Z CZYNNIKÓW ROZWOJU SULEJÓWKA, JÓZEFOWA I OTWOCKA

Z przeprowadzonej analizy danych otworowych oraz rozpoznania regionalnego wynika, że na obszarze gmin Sulejów, Józefów i Otwock w piętrach wodonośnych kredy dolnej i jury występują wody chlorkowo-sodowe o mineralizacji od około 10 do ponad 70 g/dm³, cechujące się prawdopodobnie podwyższoną zawartością składników swoistych pożądaných w przypadku wód stosowanych w balneoterapii – jodków (powyżej 1 mg/dm³ w piętrze kredy dolnej i jury dolnej) oraz dwuwartościowego żelaza (powyżej 10 mg/dm³ w piętrze jury dolnej). Właściwości fizyczno-chemiczne wskazują zatem, że są to wody potencjalnie lecznicze, które po przeprowadzeniu specjalistycznych badań prawdopodobnie będą mogły zostać uznane za lecznicze. Z uwagi na wysoką mineralizację (40–50 g/dm³) wody podziemne piętra jurajskiego mogą również zostać udokumentowane jako solanki. Temperatury wód występujących w wymienionych piętrach wodonośnych (temperatury w złożu) wynoszą od około 30–35°C (kreda dolna) do ponad 40°C (jura dolna),

co powinno pozwolić przy szacowanych wydajnościach eksploatacyjnych ujęć, na uzyskanie na wypływie wód termalnych.

Z uwagi na zróżnicowanie mineralizacji, składu chemicznego i temperatury oraz wydajności, zależnie od celu wykorzystania, można brać pod uwagę ujmowanie wybranych horyzontów wodonośnych. Zmineralizowane wody termalne mogą być wykorzystywane w balneoterapii (lecznictwo, rehabilitacja i profilaktyka), rekreacji i produkcji ciepła, a także w produkcji żywności (uprawa warzyw, hodowla ryb ciepłolubnych). W sprzyjających warunkach powyższe cele mogą być realizowane łącznie w formie kaskadowego wykorzystania wód. W przypadku Otwocka i Józefowa pod uwagę można brać każdy z wymienionych kierunków wykorzystania wód.

BALNEOTERAPIA

Zmineralizowane wody chlorkowe, których obecności w utworach mezozoicznych należy spodziewać się w rejonie Sulejówka, Józefowa i Otwocka, są wykorzystywane do celów balneoterapeutycznych w 16 uzdrowiskach w kraju. W większości z nich lecznicze wody chlorkowe charakteryzują się dodatkowo zawartością istotnych terapeutycznie składników, na ogół jodków, rzadziej dwuwartościowej siar-


Objaśnienia do figury 2

Explanations to Figure 2


Informacje o wodach zaliczonych do kopalin oraz wodach zmineralizowanych i swoistych
 Information on waters classified as minerals deposit and mineralized and specific waters


Główne typy chemiczne wód / The main chemical types of waters





 wodorowęglanowe bicarbonate water  siarczanowe sulphate water  chlorkowe chloride waters


 dwa typy wód / two types of groundwater

Typy chemiczne wód wynikające z zawartości składników swoistych
 Hydrochemical types of groundwaters resulting from the content of specific components

 szczawiny i kwasowęglowe carbonated and carbonic acid water  siarczkowe sulphurous water  radonowe radon water


 dwa typy wód / two types of groundwater

 żelaziste ferruginous  jodkowe iodide water  krzemowe silicon water  fluorkowe fluoride water


 wody o temperaturze na wypływie > 20°C / water with temperature at the outflow >20°C

Parametry wód / Parameters of waters


Złoża wód zaliczonych do kopalin
 Deposit of waters classified as minerals


 A - stratygrafia
 B - mineralizacja [g/dm³]
 C - zasoby eksploatacyjne [m³/h]
 A - stratigraphy
 B - mineralization [g/dm³]
 C - admissible volume of extracted water [m³/h]


Wody potencjalnie lecznicze
 Potentially therapeutic waters

 A - stratygrafia
 B - mineralizacja [g/dm³]
 C - zasoby eksploatacyjne [m³/h]
 A - stratigraphy
 B - mineralization [g/dm³]
 C - admissible volume of extracted water [m³/h]

Poziomy wodonośne stwierdzone w otworach wiertniczych
 Aquifers found in boreholes

 A - stratygrafia
 B - mineralizacja [g/dm³]
 C - wydajność [m³/h]
 A - stratigraphy
 B - mineralization [g/dm³]
 C - discharge [m³/h]

 temperatura wód na wypływie [°C]
 water temperature at the outflow [°C]

 temperatura wody pomierzona na powierzchni
 temperatura wody pomierzona w złożu
 water temperature measured on the surface area
 water temperature measured in the deposit

Zagospodarowanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin, zmineralizowanych i swoistych
 Development of underground water classified as minerals, mineralized and specific

 balneoterapia
 balneotherapy



koncesje na wydobycie wód
 concessions for water extraction


 ciepłownictwo
 heating

Konstancin-Jeziorna

uzdrowiska
 health resort

 rekreacja
 recreation


obszar ochrony uzdrowiskowej
 health resort protection area

 Planowane roboty geologiczne związane z ujmowaniem wód termalnych
 Planned geological works related to the recognition of thermal waters


Inne / Other



Obszary perspektywiczne dla ujmowania wód termalnych
 Prospective areas for the recognition of thermal waters

 temperatury w stropie utworów kredy dolnej na Niżu Polskim >40°C
 temperatures at the top surface of lower cretaceous formation in the Polish Lowlands >40°C

A - platforma prekambryjska
 A - Precambrian platform

 temperatury w stropie utworów jury dolnej na Niżu Polskim >40°C
 temperatures at the top surface of lower jurassic formation in the Polish Lowlands >40°C

B - platforma paleozoiczna
 B - Paleozoic platform

 wody chlorkowe
 chloride waters

ki, dwuwartościowego żelaza lub dwutlenku węgla. Mineralizacja użytkowanych wód leczniczych wynosi od kilku do niemal 130 g/dm³, przy czym na ogół przekracza 20 g/dm³. W przypadku kilku uzdrowisk lecznicze wody chlorkowe są jednocześnie wodami termalnymi o temperaturze na wypływie od 22 do 67°C.

Wody chlorkowe z zawartością jodków są wykorzystywane w terapii wielu schorzeń, w szczególności chorób ortopedyczno-urazowych, układu nerwowego, reumatologicznych, kardiologicznych i nadciśnienia oraz dermatologicznych – w formie kąpeli wannowych i basenowych, chorób górnych i dolnych dróg oddechowych – formie inhalacji (w tym inhalacji okołotętniowych) oraz chorób układu trawienia i kobiecych – w formie kuracji pitnej i płukania (irygacji). Najczęściej stosowane kąpiele solankowe zmniejszają pobudliwość nerwów czuciowych i ruchowych, zwiększają ukrwienie skóry, a także normalizują ciśnienie krwi. Mają również działanie relaksujące.

Do kąpeli leczniczych wykorzystuje się na ogół wody o mineralizacji 30–80 g/dm³. Wyżej zmineralizowane wody wymagają na ogół rozcieńczenia, choć w przypadku chorób skórnych stosuje się wody o stężeniu do 100 g/dm³. Temperatura kąpeli wannowych wynosi zazwyczaj 36–38°C, a basenowych 28–42°C. Do kuracji pitnej wykorzystuje się wody o maksymalnym stężeniu wynoszącym 15 g/dm³, natomiast do inhalacji i płukania do 20–30 g/dm³.

Z uwagi na stosunkowo niewielkie objętości wód używanych do zabiegów balneoterapeutycznych wydajność ujęć służących do zaopatrzenia uzdrowisk często nie przekracza kilku m³/h.

Zabiegi lecznicze, rehabilitacyjne i profilaktyczne wykonywane przy wykorzystaniu naturalnych surowców leczniczych, w tym w szczególności wód, cieszą się dużym zainteresowaniem pacjentów i stale rosnącym zapotrzebowaniem społecznym. Prężnie rozwija się również turystyka uzdrowiskowa oraz sektor usług typu wellness i spa. Należy przypuszczać, że wzrost zamożności i starzenie się społeczeństwa będą sprzyjały powstawaniu nowych ośrodków rehabilitacyjno-wypoczynkowych oraz uzdrowisk.

W gminach Sulejówek, Józefów i Otwock warunki dla ujęcia wód leczniczych typu Cl–Na, i występują, jak wcześniej wspomniano, w utworach kredy dolnej oraz jury dolnej. Wody zbiornika kredowego charakteryzują się jednak stosunkowo niską mineralizacją (ok. 10–15 g/dm³), która w pewnym stopniu ogranicza możliwość ich stosowania do kąpeli leczniczych. Natomiast wody z utworów jury dolnej, które poza jodkami zawierają prawdopodobnie również dwuwartościowe żelazo w stężeniach właściwych dla wód leczniczych z uwagi na mineralizację (40–70 g/dm³) będą mogły być wykorzystywane do zabiegów leczniczych. Ponadto, ze względu na głębokość występowania (1300–1500 m), ich ujmowanie miałyby uzasadnienie jedynie w przypadku wykorzystania do produkcji ciepła, zaś zastosowanie w lecznictwie miałyby charakter towarzyszący.

Należy dodać, że w uzdrowiskach w Gołdapi i Polańczyku do zabiegów leczniczych służą zmineralizowane wody chlorkowe niezawierające farmakodynamicznie czynnych składników swoistych.

REKREACJA

Wody podziemne zaliczone do kopalin wykorzystywane do zaopatrywania basenów kąpielowych charakteryzują się na ogół odpowiednio wysoką temperaturą, która eliminuje konieczność ich podgrzewania. Istotne jest również by mineralizacja wód nie powodowała konieczności ich rozcieńczenia. W przypadku zaopatrywania basenów zapotrzebowanie na wodę w znacznym stopniu zależy od przyjętych rozwiązań technicznych. Przyjmuje się jednak, że wydajności ujęć powinny wynosić co najmniej kilkanaście m³/h.

Aktualnie w kraju istnieje 19 ośrodków rekreacyjnych i rekreacyjno-leczniczych, w których do napełniania basenów wykorzystywane są wody termalne lub lecznicze wody o temperaturze wynoszącej od 20 do 87°C na wypływie z ujęć i mineralizacji od 0,4 do niemal 80 g/dm³. W przypadku ośrodków zlokalizowanych w Ustce, Maruszy (Grudziądu), Inowrocławiu i Konstancinie-Jeziornie wody wymagają podgrzania przed podaniem do basenów z uwagi na zbyt niską temperaturę na wypływie z ujęć, a w Maruszy wody te dodatkowo są rozcieńczane ze względu na wysoką mineralizację.

Przedsięwzięcia związane z budową i eksploatacją ośrodków geotermalnych są w Polsce dziedziną młodą. Dotychczasowe doświadczenia nie pozwalają w prawdzie w pełni wiarygodnie prognozować rozwoju branży na przyszłość, umożliwiają jednak określenie rysujących się tendencji (Hałaj, Kępińska, 2013). Cechą charakterystyczną tego rodzaju przedsięwzięć jest ich wysoka rentowność już na początku działalności, czego potwierdzeniem jest stopień ich kredytowania przez banki. Rentowność ta mogłaby być jeszcze wyższa, gdyby wyeliminować problemy z uruchomieniem działalności uzupełniającej, takiej jak: części hotelowe, konferencyjne czy spa. Największą dynamiką rozwoju cechują się w szczególności ośrodki na Podhalu, a nieco mniejszą ośrodki w pozostałej części kraju. Różnic należy upatrywać głównie w poziomie atrakcyjności turystycznej regionów. Region Podhala charakteryzuje się wysoką atrakcyjnością turystyczną, a co za tym idzie dużą liczbą gości w trakcie całorocznego sezonu, co przekłada się na obroty i zyski. Ośrodki znajdujące się w części niżowej kraju są zlokalizowane w turystycznie mniej atrakcyjnych miejscowościach, posiadają za to bardziej korzystne warunki dostępności komunikacyjnej.

Większość gości odwiedzających poszczególne ośrodki geotermalne dojeżdża do nich z miejsca zamieszkania lub zakwaterowania średnio od 60 do 90 minut. Na obszarze gmin Sulejówek, Józefów i Otwock predysponowane do wykorzystania do celów rekreacyjnych są zmineralizowane wody termalne występujące w piętrach kredy dolnej i jury dolnej. Charakteryzują się one odpowiednio wysoką wydaj-

nością i odpowiednią temperaturą, należy jednak brać pod uwagę potrzebę rozcieńczenia (jura dolna) przed podaniem do basenów, co może powodować konieczność wtórnego podgrzewania.

Dojazd samochodem do kompleksu rekreacyjnego znajdującego się na pograniczu Józefowa i Otwocka z Warszawy zajęłoby aktualnie około 35 minut, zaś do ośrodka w Sulejówce około 30 min. Do Otwocka, Józefowa i Sulejówki można także w czasie około 40 min dojechać z centrum Warszawy pociągami Kolei Mazowieckich i Szybkiej Kolei Miejskiej. Zatem jako potencjalnych gości takiego kompleksu należy uznać mieszkańców aglomeracji warszawskiej. Pewną konkurencją dla potencjalnego ośrodka rekreacyjnego w rejonie Otwocka stanowić może w przyszłości budowany duży geotermalny ośrodek rekreacyjny w Mszczonowie. Jednak znajduje się on na tyle daleko, że odpływ potencjalnych gości byłby raczej niewielki. Ośrodek rekreacyjny w rejonie Otwocka powinien być zaprojektowany w ten sposób, aby oprócz gości z Warszawy odwiedzali go chętnie mieszkańcy miasta i gminy oraz gmin ościennych.

CIEPŁOWNICTWO

Czynnikami geologicznymi sprzyjającymi powodzeniu inwestycji związanych z produkcją ciepła przy wykorzystaniu wód termalnych jest duża wydajność ujęć wynosząca co najmniej 60–80 m³/h oraz możliwie wysoka temperatura wód na wypływie i niska mineralizacja. Dobremu wynikowi ekonomicznemu tego rodzaju przedsięwzięć szczególnie sprzyja kaskadowe wykorzystanie wód do celów towarzyszących, czyli rekreacji i balneoterapii.

Czynnikiem szczególnie niekorzystnie wpływającym na możliwość wykorzystania wód i powodzenie inwestycji jest wysoka mineralizacja, powodująca agresywność wody wobec niektórych materiałów konstrukcyjnych użytych do budowy otworów eksploatacyjnych oraz kolmatację przestrzeni porowych stref przyfiltrów otworów chłonnych, powodującą częściową utratę zdolności chłonnych górotworu.

W Polsce funkcjonuje obecnie 9 ciepłowni geotermalnych, w tym 6 komunalnych. Cztery z nich działają na zasadzie zamkniętego systemu eksploatacji złożonego z jednego lub dwóch dubletów geotermalnych, tj. par otworów eksploatacyjnego i chłonnego, służącego do odprowadzania schłodzonych wód do górotworu. Jedynie w Mszczonowie i Poddębicach, gdzie wody termalne charakteryzują się niską mineralizacją, zastosowane zostały systemy otwarte. Budowa otworów chłonnych w sposób istotny podraża koszty inwestycji, dlatego też opracowywane są inne metody utylizacji schłodzonych wód, w tym poprzez ich odsalanie (Bujakowski, Tomaszewska, 2009). Rozwiązania alternatywne budzą zrozumiałe nadzieje wśród potencjalnych inwestorów, należy jednak pamiętać, że zatłaczanie wykorzystanych wód do górotworu służy nie tylko utylizacji słonych wód, które ze względu na mineralizację nie mogą zostać zrzucone do wód powierzchniowych, lecz również ochronie zasobów głęboko występujących poziomów wodonośnych o ograniczonej, często wręcz znikomej odnawialności (Felter i in., 2018).

Wody termalne wykorzystywane w krajowych ciepłowniach geotermalnych charakteryzują się temperaturą na wypływie z ujęć od 40 do 86°C i mineralizacją od 0,5 do niemal 130 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne ujęć służących do zaopatrzenia ciepłowni wynoszą od 60 do 550 m³/h. W przypadku instalacji w Pyrzycach i Bańskiej-Niżnej, dysponujących odpowiednio dwoma i trzema otworami eksploatacyjnymi, łączne zasoby wynoszą 340 m³/h i 960 m³/h. W Poddębicach, Bańskiej-Niżnej, Mszczonowie i Uniejowie wody termalne są wykorzystywane również w geotermalnych ośrodkach rekreacyjnych. W ostatniej z wymienionych miejscowości ofertę usług opartych na wykorzystaniu wód termalnych, które uzyskały świadectwo potwierdzające ich właściwości lecznicze, uzupełniają dodatkowo zabiegi balneoterapeutyczne, a samo miasto posiada status uzdrowiska.

Przedsięwzięcia związane z ujmowaniem i wykorzystaniem wód termalnych charakteryzują się wysokimi kosztami początkowymi i dużym ryzykiem gospodarczym, lecz pomimo tego cieszą się coraz większym zainteresowaniem ze strony potencjalnych inwestorów, którzy zwykle planują wykorzystanie wód do celów produkcji ciepła oraz dodatkowo w rekreacji. Realizacja tego rodzaju przedsięwzięć jest możliwa między innymi dzięki publicznemu wsparciu finansowemu dla samorządów.

W przypadku gmin Sulejówek, Józefów i Otwock najbardziej korzystne parametry w zakresie zagospodarowania w ciepłownictwie mają wody występujące w zbiorniku jury dolnej w przedziale głębokości 1300–1500 m. Wody te charakteryzują się dość korzystną temperaturą (40–45°C w złożu), znaczną wydajnością, szacowaną na ponad 150 m³/h, oraz akceptowalnym poziomem mineralizacji (ok. 50–70 g/dm³). Występujący wyżej użytkowy poziom wodonośny kredy dolnej ma wyraźnie gorsze parametry termiczne i hydrodynamiczne w związku z czym nie powinien być brany pod uwagę do wykorzystania w celach ciepłowniczych.

GEOLOGICZNE RYZYKO INWESTYCYJNE

Geologiczne ryzyko inwestycyjne w rejonie Józefowa i Otwocka należy uznać za wysokie ze względu na brak w bliskim sąsiedztwie otworów wiertniczych. W okolicy Sulejówka został wykonany otwór Okuniew IG 1 jednak ze względu na niewielką liczbę badań hydrogeologicznych wykonanych w tym otworze ryzyko w tym rejonie należy uznać także za wysokie. Istniejące, archiwalne wyniki badań hydrogeologicznych wskazują na prawdopodobieństwo występowania zmineralizowanych wód termalnych o parametrach fizyczno-chemicznych pozwalających rozważać ich gospodarcze wykorzystanie w ciepłownictwie, rekreacji i potencjalnie w lecznictwie. Badania te były prowadzone w tak zwanych starych otworach wiertniczych: Dębe Wielkie, Okuniew IG 1 i Warszawa IG 1, które znajdują się w sąsiedztwie Sulejówka, Józefowa i Otwocka.

Na podstawie badań archiwalnych za najbardziej perspektywiczny należy uznać poziom wodonośny jury dolnej. Poziom ten ze względu na temperaturę wód wynoszącą około 40–45°C jest predysponowany do wykorzystania w

ciepłownictwie i rekreacji, potencjalnie także w lecznictwie. Za korzystne należy uznać prawdopodobne występowanie jonów żelaza i jodu w wartościach farmakologicznie istotnych. Poziom wodonośny jury dolnej ze względu na występowanie w nim wód o temperaturze około 40–45°C i wydajności ponad 150 m³/h predysponowany jest jednak w pierwszej kolejności do wykorzystania w ciepłownictwie.

Największym ryzykiem geologicznym obarczony jest parametr wydajności, ze względu na niedostateczną liczbę wiarygodnych badań archiwalnych w tym zakresie. Jednak wydajność ponad 150 m³/h z utworów jury dolnej należy uznać za wysoce prawdopodobną (Górecki, 2006). Działalność balneoterapeutyczna i rekreacyjna wymaga znacznie mniejszych wydajności niż ciepłownictwo, a zatem prognozowana wartość w przypadku poziomu wodonośnego jury dolnej jest całkowicie wystarczająca dla inwestycji uzdrowiskowej i rekreacyjnej. W przypadku ciepłowni wydajność z ujęcia na poziomie 150 m³/h należy uznać za bardzo korzystnie wpływającą na opłacalność, a zatem w pierwszej kolejności należy zakładać zagospodarowanie wód termalnych w Otwocku i Józefowie do celów ciepłowniczych.

GOSPODARCZE RYZYKO INWESTYCYJNE

Gospodarcze ryzyko inwestycyjne w przypadku obiektów uzdrowiskowych i rekreacyjnych jest bardzo trudno identyfikowalne. Czynnikiem zmniejszającym poziom ryzyka dla takich inwestycji jest położenie miejscowości, sieć komunikacyjna, obiekty rekreacyjno-wypoczynkowe oraz atrakcje turystyczne i unikalna przyroda. Biorąc pod uwagę powyższe, należy uznać, że to Otwock posiada najbardziej korzystne warunki do budowy kompleksu leczniczego z funkcją rekreacyjną. Za bardzo sprzyjające dla tego typu inwestycji należy uznać przede wszystkim położenie miejscowości w aglomeracji warszawskiej, co gwarantuje stale wysoką liczbę osób zainteresowanych korzystaniem z takiego obiektu i istniejące zaplecze medyczne w postaci szpitala klinicznego. Nie bez znaczenia są też tradycje uzdrowiskowe Otwocka. Dojazd samochodem z centrum Warszawy do Otwocka zajmuje około 35 minut (27 km), a pociągiem podmiejskim około 40 minut. Otwock posiada także dobre warunki do aktywnego wypoczynku i rekreacji ze względu na walory przyrodnicze, takie jak zabytkowe parki, doliny rzeczne i kompleksy leśne. Potencjalnego rynku osób zainteresowanych wypoczynkiem i rekreacją w Otwocku należy upatrywać wśród mieszkańców aglomeracji warszawskiej, czemu sprzyjają dobre połączenia drogowe i kolejowe.

Brak jest na chwilę obecną poważniejszej konkurencji dla potencjalnego kompleksu rekreacyjno-balneoterapeutycznego w Otwocku. Sytuacja ta może się zmienić nieznacznie w chwili oddania do użytku będącego w trakcie realizacji kompleksu Suntago Water World koło Mszczonowa. Ze względu na planowany szeroki zakres oferowanych usług rekreacyjnych w budowanym już kompleksie koło Mszczonowa należy uznać, że potencjalny kompleks w Otwocku powinien w pierwszej kolejności stawiać na usługi medyczne, a także wellness i spa. Rynek odbiorców usług rekreacyj-

nych i balneoterapeutycznych w Warszawie i jej aglomeracji jest na tyle szeroki, aby mogły funkcjonować bez przeszkód tego typu ośrodki, jednak wymaga to bardzo precyzyjnych badań potrzeb użytkowników i właściwego profilowania działalności potencjalnego obiektu w Otwocku. W związku z tym należy uznać, że cel inwestycyjny w postaci budowy kompleksu rekreacyjno-balneoterapeutycznego w Otwocku jest uzasadniony.

Gospodarcze ryzyko inwestycyjne w przypadku budowy ciepłowni geotermalnej dla Otwocka należy uznać za niskie, ponieważ miasto posiada sieć ciepłowniczą, zasilaną z ciepłowni Otwockiego Zakładu Energetyki Ciepłej, gdzie przy produkcji ciepła wykorzystywany jest gaz ziemny. Taka sytuacja gwarantuje bez dużych nakładów inwestycyjnych możliwość stałej sprzedaży istotnych wielkości wyprodukowanego ciepła geotermalnego. W sąsiednim Józefowie funkcjonują również lokalne ciepłownie i indywidualne źródła ciepła, w których produkcja ciepła odbywa się w wyniku spalania węgla. Sukcesywne ich przyłączanie do miejskiej sieci ciepłowniczej będzie wpływać korzystnie na wynik ekonomiczny ciepłowni geotermalnej i będzie poprawiać stan powietrza w mieście i okolicy. Otwock jest dynamicznie rozwijającym się ośrodkiem, a zatem wykorzystanie w tym mieście wód termalnych w celach ciepłowniczych przy wykorzystaniu istniejącej infrastruktury ma uzasadnienie gospodarcze i należy je uznać za bardzo korzystne dla rozwoju gospodarczego miasta. Planowane wykorzystanie powinno uwzględniać również zapotrzebowanie na energię ciepłą i usługi balneoterapeutyczno-rekreacyjne w pobliskim Józefowie. Ze względu na brak infrastruktury ciepłowniczej i przesyłowej w Sulejówku, brak jest uzasadnienia dla lokalizowania tam ciepłowni termalnej.

PODSUMOWANIE

Rozpoznanie wglębnej budowy geologicznej rejonu Sulejówka, Józefowa i Otwocka oraz warunków hydrogeologicznych panujących w poszczególnych piętrach wodonośnych było możliwe dzięki wykonaniu kilku głębokich badawczych otworów wiertniczych w tym rejonie. Na terenie samego Sulejówka, Józefowa i Otwocka prace wiertniczo-poszukiwawcze tego typu nie były prowadzone. Zarówno publikacje, jak i dostępne materiały archiwalne dotyczące nie tylko budowy geologicznej, ale również warunków hydrogeologicznych głębokich poziomów wodonośnych i ich charakterystyki geotermicznej mają charakter przeglądowy (regionalny), stąd przytaczane parametry złożowe wód termalnych i leczniczych są przybliżone.

Gminy Sulejówek, Józefów i Otwock znajdują się we wschodniej części niecki warszawskiej (płockiej). Obszar niecki położony jest na styku prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej i paleozoicznej platformy zachodnioeuropejskiej, rozdzielonych szeroką strefą tektoniczną Teisseyre'a-Tornquista, nazywaną również strefą TESZ.

Rejon Sulejówka, Józefowa i Otwocka charakteryzuje się stosunkowo niską wartością gęstości ziemskiego strumienia

cieplnego, który wynosi około 65 mW/m². Konsekwencją niskich wartości strumienia ciepłego jest niska wartość gradientu geotermicznego, który przyjmuje w opisywanym rejonie wartość od 1,8 do 2,0°C na 100 m. Wartości temperatury podpowierzchniowej w tym obszarze na głębokości 1000 m wynoszą około 35°C, na głębokości 2000 m temperatura przekracza 50°C, a na 3000 m osiąga nawet 80°C.

W rejonie Sulejówka, Józefowa i Otwocka wody podziemne zaliczone do kopalin występują w poziomach wodonośnych kredy dolnej i jury dolnej. Poziomy wodonośne w utworach starszych nie mają znaczenia użytkowego z uwagi na dużą głębokość zalegania, niskie zasoby oraz bardzo wysoką mineralizację wód. Przypuszcza się, że na obszarze Sulejówka, Józefowa i Otwocka temperatura w stropie najpłycej występującego poziomu wodonośnego branego pod uwagę jako zbiornik wód termalnych, tj. kredy dolnej wynosi około 30–35°C, w stropie jury dolnej zaś około 40–45°C.

W analizowanym rejonie największe perspektywy zagospodarowania wód termalnych, zarówno w ciepłownictwie, jak i balneoterapii oraz rekreacji ma Otwock wspólnie z Józefowem. Na podstawie danych archiwalnych za najbardziej perspektywiczne w tym rejonie należy uznać poziomy kredy dolnej i jury dolnej. Zagospodarowanie poszczególnych poziomów powinno zależeć od preferowanych sposobów wykorzystania. Sulejówek, mimo umiarkowanie korzystnych parametrów złożowych i hydrogeologicznych wód termalnych występujących w jego rejonie, nie jest miejscem w którym zagospodarowanie tych wód ma uzasadnienie ekonomiczne. Wynika to z faktu braku stosownej infrastruktury i braku rynku zbytu na usługi leczniczo-rekreacyjne z obiektów o podobnym profilu.

Na podstawie doświadczeń z już istniejących obiektów krajowych oraz danych archiwalnych, za najbardziej obiecujące kierunki wykorzystania wód termalnych w rejonie Otwocka i Józefowa należy uznać ciepłownictwo z uzupełniającym kierunkiem rekreacyjno-balneoterapeutycznym.

Jako główny czynnik geologicznego ryzyka inwestycyjnego dla projektu w tym rejonie należy uznać brak dostatecznego rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego, co skutkuje brakiem możliwości precyzyjnego określenia przewidywanych parametrów temperatury, wydajności i mineralizacji w rozpatrywanych poziomach.

Jako podstawowy czynnik gospodarczego ryzyka inwestycyjnego w rozważanym projekcie należy uznać w przypadku obiektu rekreacyjno-balneoterapeutycznego konkurencję ze strony budowanych w aglomeracji warszawskiej podobnych obiektów, jednak jest to ryzyko na bardzo niskim poziomie. W przypadku ciepłowni geotermalnej brak jest istotnego ryzyka gospodarczego.

LITERATURA

AREŃ B. (red.), 1975 – Okuniew IG 1. *Profile Głęb. Otw. Wiert. Inst. Geol.*, **29**.
 BARBACKI A., BUJAKOWSKI W., 2010 – Wstępne rozpoznanie wód termalnych w rejonie Warszawy. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, **1/2**.

BUJAKOWSKI W., TOMASZEWSKA W., 2009 – Koncepcja odsalania wód termalnych w kontekście poprawy bilansu wodnego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **436**: 17–22.
 DĘBOWSKA J., MAREK S., 1988 – Mszczonów IG 1, Mszczonów IG 2, Nadarzyn IG 1. *Prof. Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, **65**.
 FELTER A., SKRZYPCZYK L., SOCHA M., SOKOŁOWSKI J., STOŻEK J., GRYSZKIEWICZ I., GRYCZKO-GOSTYŃSKA A., 2018 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000. Tekst objaśniający. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
 GARBOWSKI Z., MAJDA T., MIRECKA M., BOBIŃSKI J., FIC M., KOŃSKA M., CHOLEW Ł., ROSIAK D., 2010 – Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Sulejówek. Załącznik do Uchwały nr LVIII/333/2010 rady miasta Sulejówek z dnia 22 kwietnia 2010 r.
 GÓRECKI W. (red.), 2006 – Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim. AGH, Kraków.
 HAJTO M., 2008 – Baza zasobowa wód termalnych na Niżu Polskim – geologiczne i hydrogeologiczne uwarunkowania lokalizacji obszarów perspektywicznych. *Geologia*, **34**, 3.
 HAŁAJ E., KĘPIŃSKA B., 2013 – Stan i perspektywy rozwoju geotermalnej balneoterapii i rekreacji w Polsce. *W: Rekreacyjne wykorzystanie wód geotermalnych w krajach Grupy Wyszehradzkiej* (red. M. Dej). Krajowy Instytut Polityki Przemysłowej i Mieszkalnictwa, Kraków.
 KOTAŃSKI Z. (red.), 1997 – Atlas geologiczny Polski. Mapy geologiczne ścięcia poziomego. 1:750 000. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
 KUREK J., 2011 – Geotermia i balneologia realną szansą rozwoju gmin. Odnawialne źródła energii czynnikiem rozwoju miasta. Gmina Mszczonów. II Europejski Kongres Gospodarczy, Katowice.
 MAREK S. (red.), 1983 – Budowa geologiczna niecki warszawskiej (płockiej) i jej podłoża. *Pr. Inst. Geol.*, **103**.
 PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Tom II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
 PIWOŃSKA J., KOWALSKA-ŁĄCKA M., 1971 – Dokumentacja wynikowa otworu geologiczno-strukturalnego Dęba Wielkie 1. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
 SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2017 – Solanki, wody lecznicze i termalne. *W: Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2016 r.* (red. M. Szufflicki i in.). Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
 SOBIERAJSKA I., SIKORSKA A.A., ZACZKIEWICZ W., KOWALSKI S., 2014 – Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Otwocka. Załącznik nr 1 do uchwały nr LII/540/14 rady Miasta Otwocka z dnia 10 czerwca 2014 r.
 SOCHA M., SOKOŁOWSKI J., FELTER A., STOŻEK J., 2016 – Charakterystyka występowania wód termalnych w rejonie aglomeracji warszawskiej oraz wstępna ocena możliwości ich zagospodarowania. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, **2**.
 SZEWCZYK J., 2007 – Strumień ciepły a temperatura i mineralizacja wód podziemnych. *W: Hydrogeologia regionalna Polski. Tom II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane* (red. B. Paczyński, A. Sadurski): 14–24. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
 SZEWCZYK J., GIENKA D., 2009 – Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach. *Geol. Quart.*, **53**, 1: 125–139.

- SZYMAŃSKA D., 1967 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych ujętych otworem Warszawa IG 1 w Konstancinie. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- ŻELAŻNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., BUŁA Z., KARNKOWSKI P., KONON A., OSZCZYPKO N., ŚLĄCZKA A., ŻABA J., ŻYTKO K., 2011 – Regionalizacja tektoniczna Polski. Kom. Nauk. Geol. PAN, Wrocław.
- Internet: <http://evapark.pl/> (dostęp: 30.08.2018 r.)
- Internet: www.geolog.pgi.gov.pl (dostęp: 30.08.2018 r.)
- Internet: <https://www.sulejowek.pl/> (dostęp: 30.08.2018 r.)
- Internet: <http://www.termymuszczonow.eu/> (dostęp: 30.08.2018 r.)

SUMMARY

The thermal and mineralized waters in the subsurface of the Warsaw Region (Sulejówek, Józefów, and Otwock towns) have been analyzed in terms of their applicability and attractiveness as potential resorts. Geologically, the region belongs to the Warsaw Trough situated near the major tectonic fault zone called the Teisseyre-Tornquist Line. The analyzed aquifers are developed within the Jurassic and Cretaceous sedimentary rocks. The present recognition of the

thermal and mineralized waters has been described and illustrated (Figs. 1 and 2; Sobierajska *et al.*, 2014). Further geological research of the Lower Cretaceous and the Jurassic aquifers is needed to decide whether they are satisfactory for the development of balneotherapeutic resorts. An optimistic scenario includes a possibility of future development of touristic attractions as well as the therapeutic resorts in the Warsaw agglomeration.