Janusz Trzepierczyński
Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach
e-mail: janusz.trzepierczynski@gmail.com

GEOTERMIA NA PRZYKŁADZIE TARNOWSKICH TERM W TARNOWIE PODGÓRNYM

s. 49-63

STRESZCZENIE

Polska posiada największe zasoby energii geotermalnej względem innych rodzajów energii odnawialnej. Energia geotermalna jest niezależna od warunków klimatycznych i atmosferycznych. Z końcem ubiegłego wieku w naszym kraju rozpoczęto prace badawcze poszukiwania i oszacowania zasobów wód geotermalnych, wskazano perspektywy ich wykorzystania oraz rozpoczęto budowę zakładów geotermalnych. Autor artykułu opracował możliwości pozyskania energii wód geotermalnych dla celów rekreacyjno-balneologicznych dla Tarnowa Podgórnego w Wielkopolsce. Na podstawie badań geologicznych autora wykonano projekt wiercenia, następnie dokumentację hydrogeologiczną, zaprojektowano i wybudowano ośrodek rekreacyjny Tarnowskie Termy otwarty w maju 2015 r. W artykule wskazano na rolę wyprzedzających badań geologicznych dla efektów poszukiwania wód geotermalnych. W Tarnowie Podgórnym nawiercono w utworach dolnojurajskich na głębokości 810-1170 m p.p.t. wodę geotermalną o wydajności 220m^3/h, temperaturze 44°C i mineralizacji 80g/l. Tarnowskie Termy to 2 baseny geotermalne wewnętrzny i zewnętrzny, basen rekreacyjny oraz basen sportowy i do nauki pływania. Woda chlorkowo-sodowa z zawartością pierwiastków: J, Ba, Mg, Ca, F, Cu, Fe stwarza perspektywy do rozwoju balneologii. Dziennie w Tarnowskich Termach przebywa około 1500 ludzi.
Obecnie po pewnym zastoju nastąpił w naszym kraju wzrost zainteresowania wykorzystaniem energii geotermalnej dla ciepłownictwa, rekreacji a nawet produkcji energii elektrycznej. Przełamano zastój budowy zakładu geotermalnego w Toruniu oraz zatwierdzono do realizacji wykonanie odwiertów geotermalnych na Podhalu, w Kole, Lądku Zdroju, Sochaczewie i Sieradzu. Problematykę wykorzystania energii geotermalnej powinno się również reaktywować w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym.

SŁOWA KLUCZOWE

geotermia, dolna jura, basen sportowo-rekreacyjny, perspektywy geotermii

WPROWADZENIE

Geotermia to dziadzina geologii, która bada ciepło wnętrza Ziemi, genezę i migrację strumienia cieplnego w kierunku powierzchni litosfery oraz wskazuje na możliwości wykorzystania dla celów geoenergetycznych. Temperatura w jądrze Ziemi wynosi około 6000° C i jest zbliżona do temperatury powierzchni Słońca. Od jądra Ziemi w kierunku powierzchni energia cieplna rozprzestrzenia się strumieniem cieplnym. Strumień cieplny Ziemi to ilość energii cieplnej przepływającej przez jednostkę powierzchni w jednostce czasu. W Polsce zachodniej strumień cieplny Ziemi wynosi > 60 mW/m^2, w Polsce wschodniej < 60 mW/m^2. Wartość strumienia cieplnego Ziemi zależy od przewodnictwa cieplnego skał. Wysoka wartość strumienia cieplnego jest podstawą funkcjonowania zakładu geotermalnego. Temperatura wzrasta w głąb Ziemi średnio o 1° C na około 30-33 m. Ten wzrost temperatury nazywamy stopniem geotermicznym. Stopień geotermiczny jest o zróżnicowanym zakresie wartości w zależności od struktury litosfery. W strefach mniejszych miąższości litosfery, regionalnych pęknięć skorupy ziemskiej, kontaktów płyt tektonicznych występuje wysoki strumień cieplny, a także nasilenie wulkanizmu i trzęsień Ziemi. Ta olbrzymia energia cieplna wnętrza Ziemi i jej przemiany w inne rodzaje energii umożliwia przemieszczanie się płyt tektonicznych. Nadmiar energii cieplnej wydostaje się strefami nieciągłości tektonicznych takich jak głębokie rozłamy i ryfty oceaniczne i kontynentalne. Wokół tych struktur uwidacznia się podwyższony strumień cieplny oraz następuje intensyfikacja wulkanizmu i trzęsień Ziemi.

Ludzkość od początku istnienia i w rozwoju cywilizacji wykorzystywała dwa rodzaje energii a mianowicie słońca i geotermalną. Energia przenoszona przez promienie słoneczne była i jest koncentrowana w glebach, wodach stojących i płynących w roślinach oraz organizmach zwierzęcych. Energię geotermalną wykorzystywali mieszkańcy jaskiń, ziemianek i prymitywnych budowli. Gorące i ciepłe wody używano do kąpieli, gotowania i pieczenia potraw oraz uzyskiwania niektórych minerałów np.: soli i siarki. Współcześnie geoenergetyka zajmuje się wykorzystaniem energii cieplnej wnętrza ziemi w zakładach geoenergetycznych do produkcji prądu elektrycznego i energii cieplnej.

Energia zgromadzona w skałach to energia geotermiczna, natomiast zawarta w wodach i parach wodnych to energia geotermalna. Wody geotermalne to takie, które występują w porach i szczelinach skał, o temperaturze przy wypływie na powierzchnię powyżej 20°C. Pod względem wartości temperatury wyróżnia się wody ciepłe 20-35°C, gorące 35-80°C, bardzo gorące 80-100°C i przegrzane > 100°C. Są to wody różnego pochodzenia: infiltracyjne dawne i współczesne, synsedymentacyjne kontynentalne lub morskie, chemogeniczne, juwenilne lub uwolnione w toku metamorfizmu termicznego. Wody geotermalne występują w zbiornikach geotermalnych, którymi określamy zespoły skał porowatych i szczelinowatych wypełnione wodami lub parami o mineralizacji umożliwiającej ich wykorzystanie. Zbiorniki te są na ogół ograniczone skałami nieprzepuszczalnymi o niskiej przewodności cieplnej.

Praktyczne zainteresowanie wykorzystaniem krajowych wód geotermalnych oraz stworzenie teoretycznych podstaw do ich eksploatacji zawdzięczamy prof. dr hab. inż. Julianowi Sokołowskiemu, odkrywcy wód geotermalnych w otworze Bańska IG-1 na Podhalu [1]. Otwór Bańska IG-1 wykonano w latach 1979 – 1981. Na podstawie przeprowadzonych w otworze opróbowań uzyskano samoczynny wypływ dużych ilości wody o temperaturze 70° C. Według projektu prof. J. Sokołowskiego w 1993 r. [1] zbudowano Doświadczalny Zakład Geotermalny, który wówczas składał się z dwóch otworów: eksploatacyjnego Bańska IG-1oraz iniekcyjnego Biały Dunajec PAN-1.

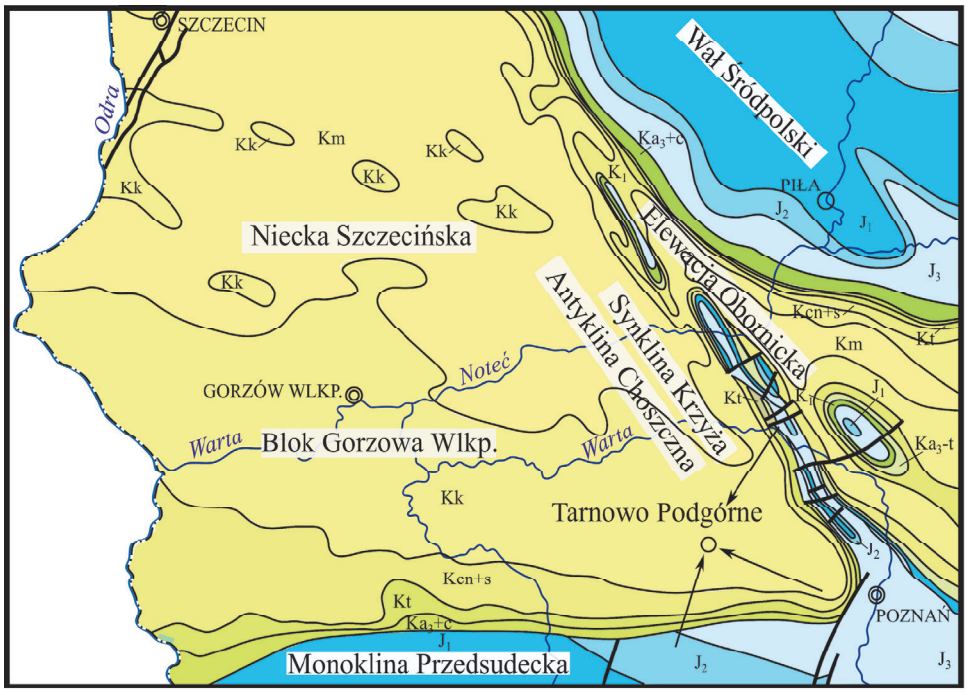
Odległość pomiędzy otworami połączonymi rurociągiem wynosi 1200 m. W kolejnej fazie do Doświadczalnego Zakładu Geotermalnego, w którym ogrzewano budynek administracyjny, suszarnię drewna, szklarnię i dwa baseny, podłączono 6 budynków mieszkalnych w Bańskiej Niżnej. System ten rozbudowano przez podłączenie kolejnych budynków. Prof. J. Sokołowski dokonał pierwszej oceny zasobów energii geotermalnej w Polsce, opracował metodykę eksploatacji energii geotermalnej, zaprojektował i zbudował pierwszy w Polsce zakład geotermalny w Bańskiej - Białym Dunajcu oraz stworzył projekty nowych zakładów geotermalnych dla Szczecina, Żyrardowa, Skierniewic i Warszawy [2]. Wspólnie z zespołem oszacował zasoby energii geotermalnej dla ponad 400 gmin i przedstawił koncepcję wykorzystania tej energii w gminach, powiatach i województwach [2]. W 1993r. utworzył Polską Geotermalną Asocjację, w ramach której zorganizował 8 kursów Polskiej Szkoły Geotermalnej i akcje odczytowo-referatowe celem zachęcenia władz administracji państwowej różnego szczebla do inwestycji w kierunku rozpoznawania zasobów geotermalnych oraz ich wykorzystania [3]. Dzięki staraniom Profesora przedstawiciele Polskiej Geotermalnej Asocjacji uzyskali stypendia Uniwersytetu ONZ w Reykjaviku na odbycie studiów z zakresu geotermii [3]. Z Polskiej Geotermalnej Asocjacji im. Juliana Sokołowskiego wyłoniło się Polskie Stowarzyszenie Geotermiczne.

Autor artykułu w latach 1980-2003 współpracował z prof. Julianem Sokołowskim w zakresie rozpoznania budowy geologicznej kraju i geotermii. Rezultatem tej współpracy było zaprezentowanie przez autora artykułu wyników badań w 2005 r., na Światowym Kongresie Geotermalnym w Turcji w Antalyi, w referacie „Geological Setting of the Geothermal Water In the Łódź Trough (Central Poland)" [4, 5].

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie znaczenia syntezy różnych danych geologicznych, wiedzy i doświadczenia dla poszukiwań i odkrycia wód geotermalnych oraz wykorzystania ich w budownictwie na podstawie Tarnowskich Term w Tarnowie Podgórnym koło Poznania. W 2007 r. wójt gminy Tarnowo Podgórne Tadeusz Czajka zwrócił się do autora artykułu właściciela firmy GEOSILESIA w Katowicach o rozpoznanie warunków geotermalnych dla budowy ośrodka rekreacyjno-balneologicznego. Autor artykułu wykonał „Studium warunków geologicznych pozyskania energii wód geotermalnych dla celów rekreacyjno-balneologicznych w Tarnowie Podgórnym" [6]. W ramach studium opracowano profil prognostyczny otworu geotermalnego Tarnowo Podgórne GT-1. Na podstawie wymienionego opracowania [6] Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A. zaprojektowało otwór geotermalny Tarnowo Podgórne GT-1, w którym uzyskano przypływ wody geotermalnej w lokalizacji i głębokości prognozowanej przez J. Trzepierczyńskiego [6]. W ramach artykułu przedstawiono charakterystykę potencjalnych poziomów energetycznych dla rejonu Tarnowa Podgórnego, odkrycie wód geotermalnych, ośrodek rekreacyjno-balneologiczny Tarnowskie Termy oraz stan aktualnych perspektyw rozwoju geotermii w kraju.

1. POZYCJA GEOLOGICZNA REJONU TARNOWA PODGÓRNEGO

W rejonie Tarnowa Podgórnego na podstawie rozpoznania wiertniczego i geologicznego stwierdzono obecność trzech pięter strukturalnych: polaramijskiego reprezentowanego przez osady kenozoiczne, laramijskiego przez utwory permo-mezozoiku i waryscyjskiego przez serie skalne karbonu [7, 8].



← kierunek zasilania zbiornika wody geotermalnej

J_1 - jura dolna, J_2 - jura środkowa: dogger, J_3 - jura górna: malm, Kreda górna: Ka_3+c - alb górny i cenoman, Ka_3+t - alb górny i turon, Kt - turon, Kcn+s - koniak i santon, Kk - kampan, Km - mastrycht

Rys. 1. Mapa geologiczna rejonu Tarnowa Podgórnego bez pokrywy kenozoicznej [8]
Fig. 1. Geological Map of Tarnowo Podgórne without Cainozoic deposits [8]

Piętro polaramijskie to osady kenozoiczne, które są złożone z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych. Miąższość utworów czwartorzędowych czyli plejstoceńskich i holoceńskich jest zawarta w granicach 40-100 m. Utwory plejstoceńskie to gliny zwałowe zlodowacenia bałtyckiego, pod którymi występują osady zastoiskowe, piaski i żwiry serii międzymorenowej oraz glina zwałowa zlodowacenia środkowopolskiego. Glina zwałowa zajmuje obszar na północ od Jeziora Lusowskiego (rys. 2). Na południe od Jeziora Lusowskiego znajdują się piaski akumulacji wodnolodowcowej w formie sandru. Osady holoceńskie to torfy i namuły organiczne, które wypełniają obniżenia na terenie gminy.
Strukturalne piętro laramijskie jest złożone z utworów permsko-mezozoicznych powstałych podczas rozwoju stadium platformowego [8]. W dolnej części znajduje się formacja wulkaniczna autunu, która stanowi stadium wulkanizmu finalnego orogenu waryscyjskiego a formacja osadowa saksonu molasę tego orogenu. Pod względem przynależności regionalnej obszar ten znajduje się w obrębie niecki szczecińskiej, która leży w pasie niecek przebiegających od Miechowa przez Łódź, Mogilno po okolice Szczecina.

● *GT-1* otwór geotermalny
● otwory PGNiG

Rys. 2. Mapa lokalizacji otworów wiertniczych okolic Tarnowa Podgórnego
Fig. 2 Localization of the boreholes in the vicinity of Tarnowo Podgórne

Niecka szczecińska jest położona pomiędzy monokliną przedsudecką a pomorskim odcinkiem wału środkowopolskiego (rys. 1). Od strony wschodniej ogranicza ją elewacja obornicka (struktura Szamotuł). Przez południowe skrzydło niecki szczecińskiej przebiega strefa dyslokacyjna Pyrzyce-Krzyż-Szamotuły. Strefa Pyrzyce-Krzyż-Szamotuły tworzy wyraźną granicę o różnym stopniu rozwoju tektoniki solnej, intensywnym w postaci wysklepionych poduszek i wałów solnych w niecce szczecińskiej i reprezentowanych przez formy bardziej płaskie na południowym skrzydle niecki. Struktury solne w północno-wschodniej części nadają niecce budowę synklinorialną. W obrębie południowego skrzydła niecki szczecińskiej wyróżnia się trzy jednostki [7]. W części zachodniej występuje jednostka Lipian, którą tworzą płaskie soczewy i poduszki solne o nieregularnych zarysach. Część środkowa to jednostka Drezdenka o intensywniejszej tektonice solnej, którą obramowują wały i poduszki solne wydłużone NW-SE. W części wschodniej znajduje się jednostka Wronek bez struktur lokalnych, z wyjątkiem poduszki solnej Obrzycka. Rozwój tektoniki solnej następował głównie w górny triasie i górnej kredzie [7].
Strukturalne piętro waryscyjskie jest reprezentowane przez mułowce ciemnobrązowe, partiami przechodzące w iłowce i piaskowce, silnie zmetamorfizowane, zbite i twarde, o słabo widocznym warstwowaniu o upadzie 60o. Wiek tych utworów określono jako namur. Te nawiercone serie skalne mogą należeć do zewnętrznej części struktur waryscyjskich lub ich rowu przedgórskiego.

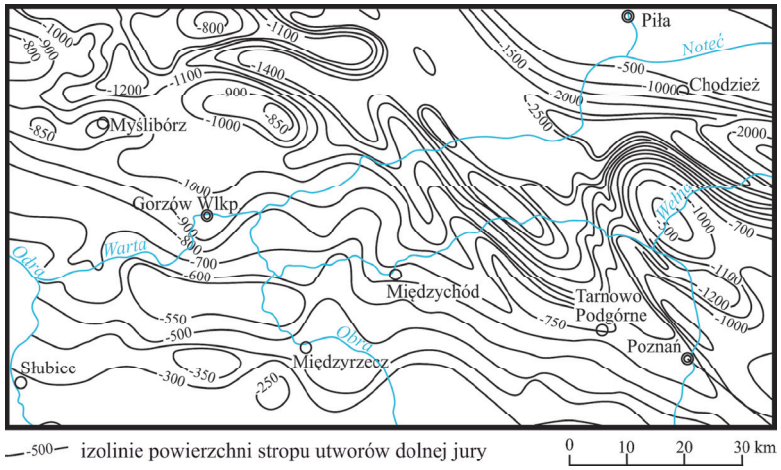
2. DOLNOJURAJSKA STREFA ENERGETYCZNA

Na podstawie analizy budowy geologicznej (rys. 1) rozpoznanej głębokimi wierceniami (rys. 2, 3, 4) i badaniami geofizycznymi wykonanymi przez górnictwo naftowe dla rejonu

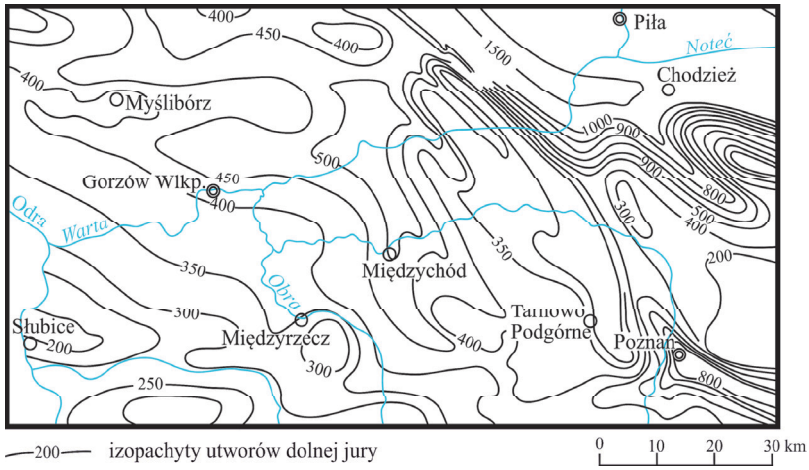
Tarnowa Podgórnego wytypowano następujące strefy o potencjalnym znaczeniu dla geotermii [6]:

- środkowojurajska strefa energetyczna,
- dolnojurajska strefa energetyczna,
- górnotriasowa strefa energetyczna,
- środkowotriasowa strefa energetyczna,
- dolnotriasowa strefa energetyczna,
- dolnopermska strefa energetyczna.

Na podstawie rozważań regionalnych [6], których wyniki potwierdzono otworem Tarnowo Podgórne GT-1 (rys. 5), bardzo korzystną strefą dla uzyskania energii geotermalnej, jest dolnojurajska strefa energetyczna (rys. 3, 4). Dlatego w dalszej części artykułu, charakterystyka ograniczy się do tej strefy.



Rys. 3. Mapa powierzchni stropu utworów dolnej jury
Fig. 3. Map of the top surface of the Lower Jurassic deposits



Rys. 4. Mapa miąższości utworów dolnej jury
Fig 4. Map of the thickness of the Lower Jurassic deposits

3. LITOLOGIA I WŁASNOŚCI ZBIORNIKOWE UTWORÓW DOLNEJ JURY

Utwory dolnojurajskie są wykształcone w litofacjach piaskowcowej i ilastej powstałych w rozległych jeziorzyskach oraz rzekach meandrujących i ich równiach zalewowych [7]. Od domeru po toars dolny w osadach tych obserwuje się wpływy morskie. Podział litostratygraficzny tych osadów przedstawia się następująco:
Toars górny: seria kamieńska dolna – piaski i piaskowce drobnoziarniste z nielicznymi wkładkami ilastymi,
Toars dolny: seria gryficka górna – szare i popielate iłowce i iłołupki, mułowce piaszczyste z wkładkami piaskowców, sporadycznie syderyty w spągu piaskowce drobnoziarniste,
seria gryficka dolna – iłowce i iły szarozielone, tłuste i plastyczne, wkładki iłów plastycznych i ciemnoszarych,
Domer: seria komorowska górna – mułowce szare, łupki ilasto-piaszczyste,
seria Komorowska dolna – drobnoziarniste, szare piaskowce kwarcowe, drobne żwiry kwarcowe z przekładkami szarych mułowców,
Karyks: seria łobeska – iłowce szare i popielatoszare z przeławiceniami mułowców i piaskowców mułowcowych oraz syderytycznych, łupki piaszczyste,
Synemur górny – seria radowska – piaskowce jasnoszare, drobnoziarniste o spoiwie ilastym,
Synemur dolny – seria mechowska górna – mułowce i iłowce szare, piaszczyste, ze sporadycznymi wkładkami piaskowców i węgli brunatnych,
Hetang górny – seria mechowska środkowa – piaskowce drobno i średnioziarniste, szare,
Hetang dolny – seria mechowska dolna – piaskowce szare i beżowe, drobno-średnioziarniste, żwirki kwarcowe, w stropie i spągu wkładki mułowców ciemnoszarych i szarych, węgle brunatne.
Utwory dolnojurajskie występują na głębokości około 750-1200 m (tab. 1) oraz charakteryzują się miąższością w granicach 242,0 (Swadzim 1) – 390,5 m (Lusówko 1).

Tab. 1. Głębokości i miąższości utworów dolnojurajskich w Gminie Tarnowo Podgórne [9]

Nazwa otworu	Głębokość stropu i spągu [m]	Miąższość [m]
Bytyń 2	851,0-1144,0	293,0
Ceradz Dolny 2	752,5-1131,0	378,5
Jankowice 1	797,5-1155,0	357,5
Jankowice 3k	781,0-1154,0	373,0
Jankowice 4	791,5-1176,0	384,5
Kalwy 1	748,0-1116,0	368,0
Lusówko 1	777,0-1167,5	390,5
Młodasko 1	810,0-1162,5	352,5
Młodasko 4	757,5-1124,5	367,0
Swadzim 1	785,0-1027,0	242,0

Na podstawie badań wykonanych w 2007 r. autor artykułu stwierdził, że dolnojurajska strefa energetyczna to piaskowce przeławicone mułowcami pochodzenia lądowego na głębokości od około 800 m do ponad 1100 m (rys. 3, tab. 1) i miąższości trzysta kilkadziesiąt metrów (rys. 4), w których temperatura wód geotermalnych wynosi powyżej 40° C [6]. Względny udział skał zbiornikowych w odwiertach wykonanych w obrębie utworów liasu wynosi od 44 do 75% Należy jednak zaznaczyć, że podczas prowadzenia wierceń przez Górnictwo Naftowe na terenie Gminy Tarnowo Podgórne (rys. 2), nie badano szczegółowo własności zbiornikowych i nie wykonywano prób złożowych w obrębie utworów liasu. W otworze Kalwy 3k w utworach liasu a właściwie

począwszy od utworów doggeru po kajper notowano zaniki płuczki wiertniczej od 6 m^3 do 12 m^3 [9], co dowodzi występowania w tych skałach stref chłonnych. Zanik ten następował w interwałach: 700-800 m, 800-840 m, 840-970m, 970-1140 m, 1140-1170 m [9]. Reasumując, przed wykonaniem otworu geotermalnego Tarnowo Podgórne GT-1 nie posiadano informacji na temat występowania wód geotermalnych w utworach liasu w okolicach Tarnowa Podgórnego.

Jednak biorąc pod uwagę powyższe dane geologiczne, interpretację oraz uwzględnienie, że Tarnowo Podgórne jest położone w perspektywicznej strefie geotermalnej o przebiegu równoleżnikowym od Gorzowa Wlkp. przez Poznań, Środę Wlkp. po Pyzdry, autor artykułu uznał możliwość odkrycia wód geotermalnych za realną [6]. W strefie tej piaskowce liasu występują na głębokości 800-1400 m, wykazują dobre cechy zbiornikowe, zawierają wody o niskim stopniu mineralizacji, od około 5 g/l do 70 g/l, o wydajnościach około 10-40 m^3/h i temperaturze wypływu 20 – 40° C. Wody dolnojurajskie synklinorium szczecińskiego są o stosunkowo niskiej mineralizacji ponieważ występują w basenie otwartym z trzech stron, z których są zasilane wodami infiltracyjnymi.

Geotermalne wody dolnojurajskie wykorzystuje się w ciepłowni w Pyrzycach, nawiercono je nad Jeziorem Malta w Poznaniu, w Uniejowie, w uzdrowisku w Ciechocinku. Istotnym jest fakt, że w trakcie dwudziestoletniego funkcjonowania ciepłowni w Pyrzycach zgromadzono bardzo istotne doświadczenia w zakresie eksploatacji i zatłaczania wód geotermalnych. Na sprzyjające regionalne warunki termiczne wskazują również wyniki badań złóż rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej, z których wynika, że temperatury na głębokości 1000 m wynoszą 40-45°C [10].

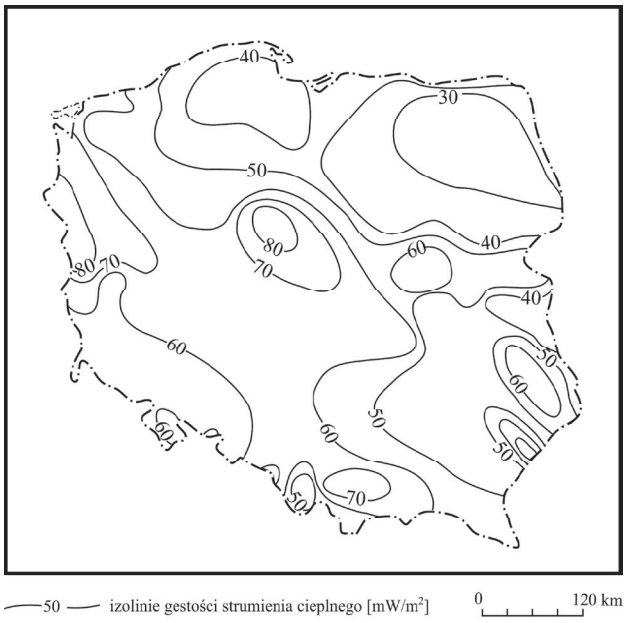
4. TEKTONIKA I JEJ WPŁYW NA SYSTEM GEOTERMALNY

Utwory permsko-mezozoiczne, w których występują wyróżnione strefy energetyczne, w sensie tektonicznym zostały uformowane podczas tektogenezy laramijskiej, czyli synalpejskiej. Okolice Tarnowa Podgórnego są położone na południowo-wschodnim skrzydle niecki szczecińskiej, w obrębie elewacji jej osi (rys. 1). Utwory kredy i podłoża po spąg permu włącznie zapadają pod kątem kilku stopni w kierunku północnym i północno wschodnim. Struktura niecki od strony północno-wschodniej i wschodniej jest ograniczona elewacją obornicką, poza którą znajduje się niecka mogileńska (rys. 1). Na zachodnim skrzydle elewacji obornickiej serie skalne kredy są nachylone pod większym kątem. W kierunku elewacji przegubu niecki szczecińskiej przebiegają osie struktur partii synklinorialnej całej jednostki.

Od Pniew po rejon otworu Młodasko 1 przebiega przedłużenie antykliny Choszczna, która od strony południowej jest przecięta regionalną dyslokacją o zrzucie około 50 m w kierunku południowym (rys. 1). Możliwe, że elewacja Ceradz Dolny – Kalwy jest częścią tej struktury. W kierunku północno-wschodnim pomiędzy antykliną Choszczna i elewacją obornicką (rys. 1) znajduje się synklina Krzyża [6]. Powstanie tych struktur jest związane z rozwojem tektoniki solnej, dlatego amplituda struktur wzrasta w kierunku północno zachodnim niecki.

Przebieg warstw utworów permsko-mezozoicznych sprzyja występowaniu i zasilaniu zbiornika wód geotermalnych. Piętra wodonośne na tym obszarze są zasilane od strony monokliny przedsudeckiej i elewacji obornickiej (rys. 1). Należy nadmienić jednak, że większość wierceń Górnictwa Naftowego została wykonana na strukturach podniesionych, dlatego nie znamy warunków geotermalnych w obrębie struktur obniżonych. Występowaniu wód geotermalnych i ewentualnej możliwości pobierania

z nich energii cieplnej, sprzyja również strumień cieplny o wartościach około 70 mW/m^2 (rys. 5). Intensywność strumienia cieplnego Ziemi zależy nie tylko od grubości górnego płaszcza skorupy ziemskiej i od miąższości serii osadowych, ale również od radioaktywności skał i ich przewodności termicznej. Najwyższą radioaktywność wykazują utwory ilaste, które są równocześnie najefektywniejszymi termoizolatorami [6]. Grube przeławicenia skał ilastych występują w obrębie utworów mezozoicznych oraz w paleozoicznym podłożu. Natomiast najlepszymi przewodnikami termicznymi są dolomity i sole. W sąsiedztwie struktur solnych temperatura wzrasta 6-10 krotnie w stosunku do tła [6].

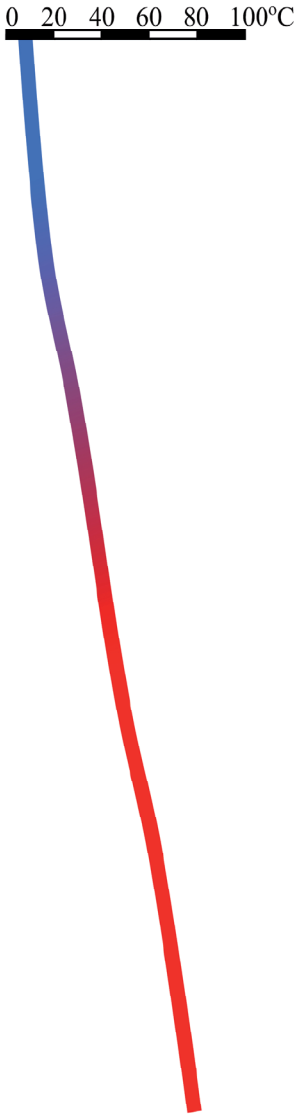


Rys. 5. Mapa wartości strumienia cieplnego na obszarze Polski [4]
Fig. 5. Map of the heat flow density in Poland

5. PROFIL PROGNOSTYCZNY OTWORU TARNOWO PODGÓRNE GT-1 I ODKRYCIE WÓD GEOTERMALNYCH

Na podstawie studium [6] i w nawiązaniu do planu zagospodarowania przestrzennego oraz uzgodnień z wójtem gminy Tadeuszem Czajką autor artykułu zaprojektował wykonanie otworu geotermalnego Tarnowo Podgórne GT-1(rys. 2, 6) w zachodniej części miejscowości [6]. Otwór ten znajduje się pomiędzy odwiertami Górnictwa Naftowego w odległości około 1500 m na południe od Młodasko 1 i około 2700 m na północny-wschód od otworu Jankowice 1. Zalecano wykonanie otworu do głębokości 1200 m, z uwzględnieniem możliwości pogłębienia do 2050 m, ponieważ konstrukcję otworu projektuje się od „dołu". Odwiertem tym spodziewano się przewiercić do spągu utwory dolnej jury (liasu) celem dokładnego rozpoznania własności zbiornikowych poziomów piaskowcowych oraz uzyskania dopływu wód geotermalnych, również poprzez zastosowanie zabiegów intensyfikacji [6].

Okres Głębokość*	Profil	wiek od [mln lat]	Litologia
Czwarorzęd Trzeciorzęd 211 (200)		65	Piaski, żwiry, gliny, iły, węgle brunatne
Kreda 391 (415)		140	Wapienie i piaskowce w spągu
Jura górna 726 (720)		163	Iły, iłołupki z wkładkami wapieni
Jura środkowa (810)		174	Iłowce i piaskowce
Jura dolna 1170 (1155)		201	Iłowce i piaskowce **ujęcie wody g e o t e r m a l n e j**
1200 Koniec otworu GT-1 Trias górny 1755		237	Iłowce, mułowce, piaskowce, gipsy, anhydryty
Trias środkowy 1995		247	Wapienie, wapienie piankowe, dolomity, iłowce
Trias dolny		251	Wapienie, dolomity, iłowce



* Głębokości powierzchni spągu w [m], w nawiasach podano głębokości prognozowane przez autora artykułu

Rys. 6. Profil geosynoptyczny [6] i wynikowy otworu Tarnowo Podgórne GT-1
Fig 6. Geosynoptic and result profile of the Tarnowo Podgórne GT-1 borehole

Głębokość położenia dolnojurajskiej strefy energetycznej w profilu prognostycznym autor artykułu oszacował na 810-1155 m p.p.t. W otworze Tarnowo Podgórne GT-1 w utworach środkowojurajskich wiercono do głębokości 1170 m a odwiert wykonano do głębokości 1200 m i zakończono w utworach triasu górnego (rys. 6). Projekt techniczny, otwór i dokumentację wykonało Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL

S.A. z Warszawy w sierpniu 2011 r. Wodę geotermalną nawiercono w dolnojurajskiej strefie energetycznej, o wydajności 220m^3/h, temperaturze 44°C oraz mineralizacji 80g/l. Jest to woda chlorkowo-sodowa z zawartością następujących pierwiastków: J, Ba, Mg, Ca, F, Cu, Fe. Zasoby wody geotermalnej zgodnie z projektem zagospodarowania złoża ustalono w ilościach podanych w tab. 1.

Tab. 1. Rodzaje zasobów dolnojurajskiej wody geotermalnej dla Tarnowa Podgórnego

Rodzaj zasobów	Ilość [m^3/rok]
eksploatacyjne	1.971.000
przemysłowe	3.242
nieprzemysłowe	1.967.758
przemysłowe operatywne	3.176
straty	66

Złoże będzie wykorzystane w minimalnym stopniu 0,16, ponieważ wielkość zasobów planowanych do ujęcia wynosi 3.176 m^3/rok.

6. OŚRODEK SPORTOWO-REKREACYJNY TARNOWSKIE TERMY

Na bazie wody geotermalnej z otworu Tarnowo Podgórne GT-1 zbudowano ośrodek sportowo-rekreacyjny Tarnowskie Termy (fot. 1, 2), który otwarto w maju 2015 r. Powierzchnia użytkowa ośrodka wynosi 10 000 m2, natomiast powierzchnia zabudowy 6000 m^2. Wewnątrz są 2 baseny geotermalne wewnętrzny i zewnętrzny, basen rekreacyjny oraz 6- torowy basen sportowy i basen do nauki pływania. Architektura wnętrza charakteryzuje się tropikalną aranżacją (fot. 3). Na dwóch słupach nośnych konstrukcji budynku przedstawiono bardzo ogólny profil otworu GT-1 z symbolami fauny żyjącej w poszczególnych okresach geologicznych oraz informacjami o temperaturze, wydajności i mineralizacji wody. Zdaniem autora artykułu wnętrze term należało zaaranżować na wyższym poziomie estetycznym i merytorycznym z uwzględnieniem obrazowego przedstawienia pochodzenia wody geotermalnej. Podstawą aranżacji wnętrza powinna być regionalna wiedza geotermalna pokazana na przekrojach geologicznych przedstawiająca zbiornik wody geotermalnej, strefy zasilania, pobór wody otworem GT-1, uproszczone schematy konstrukcji otworu i rozprowadzenia wody do basenów. Brakuje informacji o etapach prac wskazujących na obecność wody geotermalnej, w szczególności poszukiwawczych oraz architektoniczno-budowlanych. Syntezy prognostyczne umożliwiające nawiercenie wody geotermalnej, nie są zagadnieniem łatwym i oczywistym zawsze prowadzącym do pozytywnego efektu poszukiwawczego. W przedmiotowym przypadku na pozytywny efekt złożowy składała się wiedza i doświadczenie geologiczne oraz możliwości techniczne firmy wiertniczej. Merytoryczna aranżacja wnętrza ułatwiłaby korzystającym z obiektu uzyskanie wiedzy o pochodzeniu miejscowej wody geotermalnej.

Fot. 1. Tarnowskie Termy w Tarnowie Podgórnym
Fot. 1. Recreation centre –„Tarnowskie Termy" in Tarnowo Podgórne

Fot. 2. Ujęcie wody geotermalnej z otworu Tarnowo Podgórne GT-1
Fot. 2. Shot of geothermal water from the Tarnowo Podgórne GT-1 borehole

Fot. 3. Basen rekreacyjny w aranżacji tropikalnej
Fot. 3. Recreational swimming pool in a tropical arrangement

PODSUMOWANIE - PERSPEKTYWY ROZWOJU GEOTERMII

Ośrodki rekreacyjne z zastosowaniem wód geotermalnych zbudowano w Polsce w 11 miastach: Białka Tatrzańska, Bukowina Tatrzańska, Chochołów, Jelenia Góra, Lidzbark Warmiński, Mszczonów, Poznań, Szaflary, Tarnowo Podgórne, Uniejów, Zakopane. W Mszczonowie, Szaflarach, Uniejowie, Bańskiej Niżnej, Słomnikach, w Pyrzycach i Słomnikach energię cieplną wód geotermalnych wykorzystuje się w miejskich systemach ciepłowniczych. W Toruniu przełamano zastój budowy zakładu geotermalnego na bazie otworów GT-1 i GT-2, gdzie na głębokości 2300 m nawiercono wodę geotermalną o temperaturze 61°C i wydajności 320 m^3/godz. Podstawą uzyskania pozytywnych rezultatów poszukiwań wód geotermalnych jest studium warunków geologicznych wykonane na odpowiednim poziomie merytorycznym oraz możliwości techniczne i doświadczenie firmy wiertniczej, co w Tarnowie Podgórnym zostało spełnione. Ostateczne potwierdzenie wyniku regionalnych interpretacji geologicznych o występowaniu wód geotermalnych otrzymujemy po wykonaniu badawczego otworu wiertniczego. W tym momencie dochodzi trzeci element a mianowicie podjęcie finansowania otworu badawczego, który w przypadku pozytywnym może być przystosowany do roli otworu eksploatacyjnego. Ryzyko takie w Tarnowie Podgórnym podjął wójt gminy Tadeusz Czajka. Aktualnie dziennie w Tarnowskich Termach przebywa około 1500 ludzi. Rozważa się również zastosowanie wody geotermalnej ze względu na mineralizację do rozwoju sektora balneologicznego oraz ogrzewania sąsiednich obiektów.

Wykorzystanie energii geotermalnej stwarza nowe szanse dla rozwoju budownictwa a zwłaszcza budowy nowych obiektów rekreacyjno-balneologicznych. Energia geotermalna może być również stosowana w drogownictwie do odśnieżania i osuszania dróg, skrzyżowań, chodników i mostów [11]. Główną zaletą jest eliminacja środków chemicznych, które są szkodliwe dla materiałów budowlanych i środowiska. Zastosowanie instalacji geotermalnej do ogrzewania obiektów wydłuża czas ich użytkowania. Analogicznie instalacje te można stosować do utrzymania pasów startowych i manewrowych lotnisk oraz płyt stadionów. Zastosowanie ciepła geotermalnego w systemach ciepłowniczych lub rekreacji powinno być uwzględniane już na etapie opracowania planu zagospodarowania przestrzennego.

Niewątpliwą zaletą wykorzystania energii geotermalnej jest:

- brak lub minimalna zawartość szkodliwych zanieczyszczeń,
- możliwość wykorzystania w każdych warunkach klimatycznych i pogodowych,
- transport na większe odległości wyłącznie w formie przetworzonej.

Ze względu na zalety energii geotermalnej, oszacowane zasoby i opracowane metody eksploatacji, co dokonano w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, obecnie powinno funkcjonować w kraju więcej zakładów geotermalnych i ośrodków rekreacyjno-balneologicznych. Spowolnienie tempa udostępniania energii geotermalnej jest związane z wieloletnim zwłaszcza od początku lat dziewięćdziesiątych brakiem spójnej krajowej polityki energetycznej. Obecnie nastąpiła wyraźna poprawa klimatu gospodarczego w naszym państwie dla poszukiwań w zakresie geotermii. W 2017 r. Główny Geolog Kraju zaakceptował do realizacji 5 otworów badawczych: Bańska PGP-4 (Podhale), Koło GT-1, LZT-1 (Lądek Zdrój), Sochaczew GT-1 i w Sieradzu. Na Podhalu będzie realizowany otwór badawczo-eksploatacyjny do głębokości 5300 m. W przypadku uzyskania wody geotermalnej o temperaturze 130°C planuje się budowę elektrowni geotermalnej. W oczekiwaniu na decyzje pozostaje kolejnych 12 wniosków na wykonanie geotermalnych otworów badawczo-rozpoznawczych.

Bardzo duży potencjał wykorzystania ciepła wnętrza Ziemi jest na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) najlepiej rozpoznanego rejonu pod

względem geologiczno-geotermalnym [12, 13, 14, 15]. W 1980 r. wykonano pierwszy atlas geotermiczny w kraju właśnie dla obszaru GZW [12]. W tej jednostce geologicznej energię cieplną niskotemperaturową można pozyskiwać z kopalń czynnych i nieczynnych oraz z otworów wiertniczych [15, 16]. Zbiorniki wód geotermalnych w kopalniach to stare zroby i zatopione poeksploatacyjne wyrobiska górnicze w kopalniach czynnych i nieczynnych [14]. Temperatura wody w kopalniach może przekraczać 40oC. Wyrobiska podziemne można również wykorzystać do magazynowania i pobierania ciepła, zwłaszcza ciepła odpadowego np: ciepłe wody z elektrowni, odsalarni itp. [17].
Energię cieplną wysokotemperaturową można uzyskać głębokimi wierceniami z utworów górnokarbońskich poniżej głębokości kopalń oraz przede wszystkim z węglanowych utworów dewońskich i piaskowców kambryjskich [16,18]. Problematykę energii geotermalnej w Zagłębiu Górnośląskim obszernie przedstawiono na międzynarodowej konferencji naukowej w 2002 r. „Energia geotermalna w kopalniach podziemnych". Stopień zbadania potencjału geotermalnego GZW, szerokie możliwości wykorzystania zaprezentowane na w/w konferencji i opublikowane [14, 15, 16, 17], powinny być impulsem do opracowania szczegółowych projektów oszacowania i udostępnienia zasobów cieplnych dla aglomeracji górnośląskiej. Analogicznie problematykę tą należałoby rozpatrzyć względem Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego.

BIBLIOGRAFIA

[1] Sokołowski J., Makoudi S., Płytycz Z., Pawlik E., Ludwikowski B.: Informator o zakładzie geotermalnym na Podhalu. PGA, PAN, Kraków 1995.
[2] Pawlik E.: Ważniejsze dokonania w minionym 15-leciu z zakresu geosynoptyki i geotermii. W: TPGGiG nr 6, Kraków 2001
[3] Sokołowski J.: Wody geotermalne szansą zrównoważonego rozwoju Polski i godnego życia jej mieszkańców. Energia geotermalna w kopalniach podziemnych. Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, nr 17. Sosnowiec 2002, s. 11-19. ISBN 83-87431-39-7.
[4] Trzepierczyński J.: Geological Setting of the Geothermal Water In the Łódź Trough (Central Poland). W: Proceedings World Geothermal Congress
[5] Trzepierczyński J.: Polska geotermia na tle obrad Światowego Kongresu Geotermalnego. Ogólnopolskie Forum OZE, XI konf. nauk. – techn. Ministerstwo Gospodarki: materiały konferencyjne, 28-30 listopada 2005. Turcja, Antalya, 2005, s. 33 – 44.
[6] Trzepierczyński J.: Studium warunków geologicznych pozyskania energii wód geotermalnych dla celów rekreacyjno – balneologicznych w Tarnowie Podgórnym. GEOSILESIA, Katowice 2009
[7] Jaskowiak-Schoeneichowa M.: Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. Prace Instytutu Geologicznego. XCVI, 1979.
[8] Dadlez R., Marek S., Pokorski J.: Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku, 1: 1 000 000, PIG, 2001.
[9] Dokumentacje geologiczne otworów poszukiwawczych: Bytyń 2, Ceradz Dolny 2, Jankowice 1, Jankowice 2, Jankowice 3k, Jankowice 4, Jankowice 5, Kalwy 1, Kalwy 3k, Lusówko 1, Młodasko 1, Młodasko 4, Poznań GN 1, Swadzim 1. Centralne Archiwum Geologiczne PIG.
[10] Downorowicz S.: Geotermika złoża rud miedzi monokliny przedsudeckiej. Prace IG CVI, 1983.
[11] Heliasz Z., Ostaficzuk S.: Możliwości i sposoby wykorzystania w Polsce ciepła odpadowego i energii geotermalnej do odśnieżania i odladzania – koncepcje i problemy. W: Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, nr 17. Sosnowiec 2002, s. 243-256. ISBN 83-87431-39-7.
[12] Karwasiecka M.: Atlas geologiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego: Część I – Mapy geotermiczne. Wyd. Geol. Warszawa 1980.
[13] Karwasiecka M.: Atlas geotermiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. PIG, Warszawa 1996.
[14] Karwasiecka M.: Pole cieplne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Energia geotermalna w kopalniach podziemnych. W: Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego nr 17. Sosnowiec 2002, s. 53-62. ISBN 83-87431-39-7.

[15] Małolepszy Z.: Zasoby energii geotermalnej w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Energia geotermalna w kopalniach podziemnych. W: Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, nr 17. Sosnowiec 2002, s. 63-87. ISBN 83-87431-39-7.
[16] Trzepierczyński J.: Możliwości i uwarunkowania pozyskania energii geotermalnej z głębokich otworów wiertniczych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Energia geotermalna w kopalniach podziemnych. W: Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, nr 17. Sosnowiec 2002, s. 139-150. ISBN 83-87431-39-7.
[17] Ostaficzuk S.: Podziemne magazynowanie energii cieplnej. Energia geotermalna w kopalniach podziemnych. W: Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, nr 17. Sosnowiec 2002, s. 163-174. ISBN 83-87431-39-7.
[18] Sidło A.: Możliwości wykorzystania energii cieplnej wnętrza Ziemi w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym na przykładzie otworu Goczałkowice IG-1. Praca dyplomowa magisterska wykonana pod opieką naukową dra J. Trzepierczyńskiego. Uniwersytet Śląski WNoZ Katedra Geologii Podstawowej, Sosnowiec 2008.

GEOTHERMICS ON THE EXAMPLE OF TARNOWSKIE TERMY IN TARNOWO PODGÓRNE

SUMMARY

Great resources of geothermal energy in relation to other types of renewable energy there are in Poland. Geothermal energy is independent of climate and weather conditions. At the end of the past century, research for geothermal water condition and construction of geothermal plants were started in our country and then, their resources were estimated and the options of their use were determined. Possibilities for acquisition of geothermal water energy for recreation and balneology purposes in Tarnowo Podgórne in Wielkopolska Region of Poland were presented in this article. On the basis of the author's geological research, project of drilling and hydrogeological documents were prepared and then, the recreation centre "Tarnowskie Termy" was designed and built. Opening of the centre took place in May 2015. The article points out the role of leading geological research for the effects of searching for geothermal water. Geothermal water with the flow rate of 220m^3/h, 44°C of temperature and 80g/l mineralization was extracted in Tarnowo Podgórne in Lower Jurassic formations at the depth of 810-1170 m b.g.l. Tarnowskie Termy consist of 2 geothermal pools – an indoor and an outdoor pool, a pool for recreation swimming, a competition pool and a pool for learning swimming. Sodium chloride water with I, Ba, Mg, Ca, F, Cu, Fe elements provides perspectives for development of balneotherapy. Each day, 1,500 people spend time in Tarnowskie Termy. Currently, after some stagnation, a growth of interest in using geothermal energy for heat engineering, recreation and even electrical energy production has been observed in our country. The construction of geothermal plant in Toruń was resumed, and drilling of geothermal boreholes in Podhale, Koło, Lądek Zdrój, Sochaczew and Sieradz was accepted for accomplishment. The question of geothermal energy use should be also revived in Upper Silesian Coal Basin.

KEYWORDS

geothermics, Lower Jurassic, competition and recreation swimming pool, geothermics perspectives