

NOGA Bogdan<sup>1</sup>  
KOSMA Zbigniew<sup>2</sup>  
BIERNAT Henryk<sup>3</sup>

### **PRZEGLĄD OBECNIE REALIZOWANYCH PROJEKTÓW WYKORZYSTANIA WÓD TERMALNYCH I ENERGII GEOTERMALNEJ NA NIŻU POLSKIM**

*W artykule omówiono realizowany obecnie stan wykorzystania wód termalnych i energii geotermalnej na Niżu Polskim. Zaprezentowane są już rozpoczęte i realizowane projekty geotermalne, czyli te, w których wykonane są już otwory eksploatacyjne. Dodatkowo przedstawione zostały projekty geotermalne, które wykonane zostaną na terenie Niżu Polskiego w 2011 i 2012 roku. W tym przypadku zostały przedstawione założenia projektowe co do spodziewanych parametrów rozpoznawanych wód termalnych. W prezentowanej pracy przeanalizowane zostały jedynie te przedsięwzięcia, co do których zostały już rozstrzygnięte przetargi na prace geologiczne.*

### **REVIEW OF THE CURRENTLY IMPLEMENTED PROJECTS OF USE OF THERMAL WATER AND GEOTHERMAL ENERGY FOR THE POLISH LOWLAND**

*In the article there is discussed the implemented state of use of the thermal water and the geothermal energy on the Polish Lowland. The geothermal projects, which are presented in this article, are already begun and in all of them the production wells are already constructed. In addition, there are described the geothermal projects, which will be performed in the Polish Lowland in years 2011 and 2012. In case of the future projects, the design assumptions of the expected parameters of the recognized thermal waters are presented. The article is concentrated only on those projects for which tenders for the geological works have already been resolved.*

<sup>1</sup> Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Mechaniki Stosowanej i Energetyki; 26-600 Radom; ul. Krasickiego 54. Tel: 48 361-71-23. E-mail: b.noga@pr.radom.pl

<sup>2</sup> Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Mechaniki Stosowanej i Energetyki; 26-600 Radom; ul. Krasickiego 54. Tel: 48 361-71-20. E-mail: z.kosma@pr.radom.pl

<sup>3</sup> Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A. 03-908 Warszawa; ul. Berezyńska 39. Tel.: 22 617 42 21. E-mail: henryk.biernat@polgeol.pl

## 1. WSTĘP

Obecnie na terenie Niżu Polskiego w trakcie realizacji jest sześć nowych inwestycji mających na celu eksploatację wód termalnych. Są to inwestycje w następujących miejscowościach: Gostynin, Toruń, Kleszczów, Poddębice, Lidzbark Warmiński i Tarnowo Podgórne (Rys. 1). We wszystkich sześciu miejscowościach wykonane są już odwierty, które będą otworami eksploatacyjnymi. W Toruniu i Kleszczowie są już zakończone otwory zatłaczając i prowadzone są prace związane z udokumentowaniem zasobów oraz uzyskaniem koncesji na eksploatację wód termalnych. W Gostyninie bardzo intensywnie prowadzone są prace związane z wyłonieniem wykonawcy robót wiertniczych dla odwiercenia otworu zatłaczającego.



Rys. 1. Lokalizacja realizowanych w Polsce instalacji wykorzystujących wody termalne

## 2. WYKONANE DUBLETY GEOTERMALNE

### 2.1 Dublet geotermalny w Toruniu

Wykonując otwór Toruń TG-1 wykazano, że na Niżu Polskim w okręgu grudziądzko-warszawskim są znaczne zasoby wód termalnych. Podczas realizacji zadania geologicznego przebadano dwa poziomy wodonośne: jury dolnej i wapienia muszlowego. Pierwsze pozytywne wyniki uzyskano z utworów jury dolnej uzyskując bardzo dobrą wydajność i zadawalającą inwestora temperaturę wody złożowej. Następnie przystąpiono do

przewiercania osadów triasu górnego (retyk, kajper) osiągając strop wapienia muszlowego. Serię wapienia muszlowego przewiercono aparatem rdzeniowym uzyskując bogaty materiał skał do badań laboratoryjnych oraz wykonano badania hydrogeologiczne, które stanowią cenny materiał naukowy. Jednak zawodnienie skał podjurskich okazało się niewystarczające do celów ciepłowniczych i do eksploatacji wytypowano horyzont wodonośny utworów jury dolnej, który później poszerzono i zafiltrowano filtrem Johnsona. Po zafiltrowaniu i zwirowaniu strefy produktywnej wykonano pompowanie pomiarowe uzyskując wydajność 351 m<sup>3</sup>/h wody termalnej o temperaturze w serii złożowej 64°C, mineralizacji 107,3 g/l i statycznym zwierciadle wody na głębokości 30 m p.p.t. Głębokość końcowa otworu Toruń TG-1 wynosi 2 925,0 m [24].

Eksploatacja wód termalnych w Toruniu będzie następowała w systemie dwuotworowym (dublet geotermalny) i w związku z tym wykonany został już otwór chłonny Toruń TG-2 do głębokości 2 362 m ujmujący do przyszłej eksploatacji poziom wodonośny jury dolnej [12]. W wyniku przeprowadzonego pompowania eksploatacyjno-pomiarowego zasoby wody termalnej w Toruniu zostaną zatwierdzone na poziomie 351 m<sup>3</sup>/h.

## 2.2 Dublet geotermalny w Kleszczowie

Obszar gminy Kleszczów znajduje się na pograniczu dwóch regionalnych jednostek geologicznych: synklinorium mogileńsko-łódzkiego i niecki miechowskiej. Obie jednostki rozdziela elewacja radomszczańska. Elewacja radomszczańska zamyka od południowego zachodu synklinorium mogileńsko-łódzkie.

W pierwszym etapie prac wykonano otwór geotermalny Kleszczów GT-1 do głębokości 1 620 m. Do przyszłej eksploatacji ujęte zostały piaszczyste utwory dolnej jury, gdzie po przeprowadzeniu pompowania pomiarowego stwierdzono temperaturę 52°C, wydajność 200 m<sup>3</sup>/h i mineralizację 6,08 g/l [6].

W drugim etapie wykonano otwór chłonny Kleszczów GT-2 o głębokości 1 708 m. Pompowanie eksploatacyjno-zatłaczające potwierdziło możliwości chłonne otworu GT-2, które zostaną zatwierdzone na poziomie 156 m<sup>3</sup>/h. Podczas pompowań stwierdzono jednak ograniczoną więź hydrauliczną pomiędzy otworem eksploatacyjnym i chłonnym. Przyczyną jest prawdopodobnie rozległa strefa uskokowa przebiegająca pomiędzy nimi. Obecnie sporządzany jest model matematyczny krążenia wód termalnych, który zakończony zostanie dokumentacją hydrogeologiczną określającą zasoby eksploatacyjne ujęcia.

Wody termalne na terenie Kleszczowa na początku będą wykorzystywane do ogrzewania głównie kompleksu dydaktyczno-sportowego Solpark oraz hotelu Solpark. Obecnie prowadzone są prace związane z adaptacją już istniejącego systemu ciepłowniczego do parametrów wydobywanej wody termalnej [17, 18, 19].

## 3. WYKONANE OTWORY EKSPLOATACYJNE

### 3.1 Otwór eksploatacyjny w Gostyninie

Gostynin leży w synklinorium brzeźnym, w zachodniej części niecki warszawskiej, w obrębie niecki płockiej, na bloku Gąbina, w centralnej osi wału solnego Gostynina.

Synklinorium brzeżne z południowo-zachodniej strony graniczy ze wschodnim skrzydłem wału kujawsko-pomorskiego, z północno-wschodniej z platformą wschodnioeuropejską [3].

Poziomem wodonośnym w otworze Gostynin GT-1 są twory dolnojurajskie - warstwy sławęcińskie górne i główne. Po wykonaniu odwiertu eksploatacyjnego Gostynin GT-1, którego głębokość wynosi 2 734 m, uzyskano wydajność 120 m<sup>3</sup>/h oraz temperaturę 82°C [4]. Mineralizacja wód termalnych wydobywanych otworem Gostynin GT-1 wynosi 143,5 g/l. Wody te zawierają w swym składzie zarówno jony jodu, jak i bromu w stężeniach kwalifikujących je jako wody potencjalnie lecznicze. Najczęstsze wykorzystanie tego typu wód w balneologii wiąże się z kąpielami i inhalacjami w chorobach dróg oddechowych, chorobach reumatycznych oraz przy schorzeniach ginekologicznych i dermatologicznych. Uzyskana temperatura i wydajność wód termalnych pozwala również na ich zastosowania jako odnawialnego źródła ciepła.

W Gostyninie opracowano koncepcję zagospodarowania przestrzennego obiektami, które będą Ponadregionalnym Centrum Turystyki, Balneologii, Wypoczynku, Rozrywki oraz Rekreacji. W ramach budowy Ponadregionalnego Centrum zakłada się wykorzystanie wód termalnych do pozyskiwania czystej, odnawialnej energii cieplnej do ogrzewania całego kompleksu turystycznego, jak również do wykorzystania w balneologii i rekreacji.

Eksploatacja wód termalnych w Gostyninie odbywać się będzie w systemie dwuotworowym, tzw. dublecie geotermalnym. W najbliższym czasie zostaną rozpoczęte prace geologiczne związane z wykonywaniem otworu geotermalnego Gostynin GT-2, który będzie pełnił rolę otworu zatłaczającego. Będzie on otworem pionowym zlokalizowanym w odległości 1 km od otworu eksploatacyjnego Gostynin GT-1. Założono, że profil litologiczno-stratygraficzny będzie z dużym prawdopodobieństwem podobny do profilu odwierconego już otworu, ze względu na tą samą jednostkę litologiczno-strukturalną oraz brak uskoku i nieciągłości [4].

### 3.2 Otwór eksploatacyjny w Poddębicach

Poddębice leżą w obrębie permsko-mezozoicznej jednostki geologicznej zwanej niecką mogileńsko-łódzką, będącej elementem struktury geologicznej Niziny Polskiej. Rozciąga się ona w kierunku NW-SE na długości około 330 km, na linii Trzcianka-Konin-Piotrków Trybunalski. Przedłużeniem tej jednostki w kierunku południowym jest niecka nidziańska, oddzielona tektonicznym pasem wypiętrzeń określonym jako rygiel radomszczański. W kierunku północno zachodnim niecka mogileńsko-łódzka poprzez elewację obornik przechodzi w kolejną jednostkę Niziny Polskiej - nieckę szczecińską [15].

Otwór eksploatacyjny Poddębice GT-2 wykonano do głębokości 2 101 m. W wyniku przeprowadzonych pompowań próbnych uzyskano bardzo dobre parametry ujęcia. Temperatura wydobywanej wody termalnej wynosi 72°C, złożę charakteryzuje się samowypływem, a wydajność wypływu jest na poziomie 115 m<sup>3</sup>/h. Woda ta, eksploatowana z piaskowcowych utworów dolnej kredy, posiada niską mineralizację, co również jest cechą korzystną w przypadku wykorzystania jej do celów ciepłowniczych i potencjalnie jako wody pitnej [26].

### 3.3 Otwór eksploatacyjny w Lidzbarku Warmińskim

Miasto Lidzbark Warmiński i otaczające je rejony leżą w północnej części syneklizy perybałtyckiej. Prace związane z wykonaniem otworu badawczo-eksploatacyjnego Lidzbark Warmiński GT-1 zrealizował Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Lidzbarku Warmińskim. Wykonano otwór do głębokości 1 200 m, ujmujący do eksploatacji utwory jury dolnej. Obecnie trwają badania hydrogeologiczne, na obecnym ich etapie osiągnięto wysoką wydajność eksploatacyjną - ok. 120 m<sup>3</sup>/h, temperatura wody wynosi około 20°C.

Powiat Lidzbarski jest zainteresowany wykorzystaniem wód termalnych występujących w tym rejonie głównie dla celów balneologicznych i rekreacyjnych [11]. Projektuje się budowę obiektu basenowo-hotelowego „Termy Warmińskie”. W tym przypadku eksploatacja wody termalnej będzie odbywała się w systemie jednootworowym.

### 3.4 Otwór eksploatacyjny w Tarnowie Podgórnym

Rejon Tarnowa Podgórnego położony jest w obrębie niecki szczecińsko-lódzko-miechowskiej, rozciągającej się od Szczecina na północy do brzegu Karpat na południu Polski, która dzieli się na trzy części: nieckę szczecińską, mogileńsko-lódzką i miechowską. Tarnowo Podgórne położone jest na obszarze niecki szczecińskiej. Graniczy ona wałem pomorskim wzdłuż strefy fleksurowo-uskokowej ciągnącej się od Świnoujścia w kierunku południowo-wschodnim. Na zachodzie niecka sięga do Odry, na południu natomiast graniczy z monokliną przedsudecką, od której oddziela ją linia intersekcyjna spągu skał kredowych, spoczywających na różnych wiekowo utworach jurajskich [13].

Otwór badawczo-eksploatacyjnego Tarnowo Podgórne GT-1 wykonano do głębokości około 1 200 m, co pozwoliło na eksploatację wód termalnych z poziomu jury dolnej. W ramach wykonanych prac geologicznych uzyskano z otworu Tarnowo Podgórne GT-1 wydajność wody termalnej na poziomie 220 m<sup>3</sup>/h przy temperaturze około 44°C. Mineralizacja wydobywanej wody termalnej wynosi 80 g/l.

Wydobywane wody termalne będą służyły do celów rekreacyjnych, jak również leczniczych. Kolejnym etapem prac będzie budowa kompleksu basenowego, w którym wykorzystane zostaną wydobyte wody termalne. Osiągnięte parametry wody termalnej spowodowały że, będzie ona mogła służyć jako źródło energii cieplnej dla okolicznych zabudowań, tzn. siedziby Tarnowskiej Gospodarki Komunalnej wraz z oczyszczalnią, budynku gimnazjum i hali sportowej w Tarnowie Podgórnym, budynku strzelnicy sportowej oraz dla innych zabudowań, które w przyszłości powstaną na tym terenie.

## 4. REKONSTRUKCJA OTWORU EKSPLOATACYJNEGO W POZNANIU

Dużą szansą na rozwój wykorzystania wody termalnej jest adaptacja już istniejących odwiertów, które wykonano w latach 70 i 80 ubiegłego wieku. Jednym z pierwszych odwiertów, którego celem było rozpoznanie wód termalnych w obrębie jury dolnej w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej był otwór Swarzędz IGH-1. Wykonano go w Poznaniu nad Jeziorem Maltańskim w 1982 r. sposobem mechaniczno-obrotowym, przy użyciu płuczki ilowej, do głębokości 1 306 m. Rozpoznane wody termalne charakteryzują się wysoką temperaturą (42°C na wypływie), niską mineralizacją -

20,8 g/l i wysokim ciśnieniem artezyjskim - 1,57 atm. n.p.t. Wydajność 76,36 m<sup>3</sup>/h uzyskano przy depresji 14,0 m [23].

Wyniki analiz fizykochemicznych prób wody z otworu Swarzędz IGH-1, uzyskane w laboratoriach ośrodków naukowych w różnym czasie, potwierdzają stabilność jej składu chemicznego. Należy zatem uznać, że woda z analizowanego otworu to 1,78% woda chlorkowo-sodowa (solanka), hipertermalna. Zawiera ona głównie chlorki (96,66% mval) i sól (90,56% mval) oraz jony wapnia (328,66 mg/dm<sup>3</sup>) i magnezu (126,4 mg/dm<sup>3</sup>), a ponadto bromki (6,50 mg/dm<sup>3</sup>) i jodki (0,9 mg/dm<sup>3</sup>) [16].

Obecnie trwają prace związane z pozyskaniem wody termalnej z otworu Swarzędz IGH-1 do napełniania basenów z wodą termalną, które zlokalizowane są w obiekcie sportowo-rekreacyjnym Termy Maltańskie. Prowadzone prace polegają na dostosowaniu głowicy eksploatacyjnej do poboru wody termalnej, próbnym pompowaniu badawczym, położeniu rurociągu tłoczego oraz podłączeniu go do wewnętrznej, już istniejącej instalacji wody basenowej [10]. Uruchomienie i oddanie obiektu planowane jest pod koniec 2011 roku.

## 5. PLANOWANE OTWORY EKSPLOATACYJNE

### 5.1 Otwór eksploatacyjny w Piasecznie

Rejon Piaseczna leży w obrębie struktury zwanej niecką warszawską. Obszar niecki warszawskiej został zaburzony tektonicznie głównie w erze paleozoicznej i charakteryzuje się występowaniem zredukowanych utworów dewońskich i karbońskich. Niecka warszawska jest strukturą asymetryczną, o skrzydle zachodnim - stromym i wschodnim - łagodniejszym, przechodzącym stopniowo w prawie poziomo ułożone warstwy platformy. Powoduje to, że posuwając się z kierunku zachodniego na wschód mamy do czynienia coraz to z mniejszymi miąższościami osadów mezozoiku, które są dobrymi kolektorami dla wód termalnych. W rejonie Piaseczna korzystne warunki hydrogeologiczne dla występowania wód termalnych związane są z utworami kredy dolnej, jury dolnej, środkowej i górnej.

W ramach zaprojektowanych prac geologicznych założono, że firma TERMOGLOB Sp z o.o. wykona otwór badawczo-eksploatacyjny Piaseczno GT-1 do głębokości 1 970 m. Założono odwiercenie otworu do stropu dolnej kredy i zarurowanie. Po zacementowaniu rur nastąpi odwiercenie otworu do spągu kredy dolnej i wykonanie badań hydrogeologicznych w wyznaczonym interwale. Po wykonanych badaniach zakłada się przegłębienie otworu do stropu jury dolnej i ponowne wykonanie badań hydrogeologicznych. Porównanie wyników badań uzyskanych z utworów kredy dolnej i jury dolnej pozwoli na wybór horyzontu wodonośnego do przyszłej eksploatacji. W ramach zaprojektowanych prac geologicznych założono uzyskanie z otworu Piaseczno GT-1 następujących parametrów [14]:

- kreda dolna - wydajność około 50-75 m<sup>3</sup>/h, temperatura na wypływie około 35°C, mineralizacja około 5 g/l,
- jura dolna - wydajność około 100-150 m<sup>3</sup>/h, temperatura około 45-50°C, mineralizacji około 70-80 g/l.

Jeżeli okaże się, że wyniki uzyskane z jury dolnej są korzystniejsze, prace geologiczne zostaną zakończone. Jeżeli korzystniejsze okażą się wyniki uzyskane z opróbowania kredy

dolnej, otwór do stropu jury dolnej zostanie zlikwidowany i do przyszłej eksploatacji ujęty zostanie horyzont dolnokredowy.

Według opracowanej koncepcji zagospodarowania wód termalnych otwór Piaseczno GT-1 będzie stanowił odnawialne źródło ciepła przyszłej Geotermii Warszawskiej. Udostępniona woda termalna będzie wykorzystywana zarówno w balneologii i rekreacji oraz na potrzeby wytwarzania ciepła potrzebnego głównie do ogrzewania ośrodka balneologiczno-rekreacyjnego i obiektów sportowych - "Termy Warszawskie" [22]. Wykonanie otworu Piaseczno GT-1 rozpocznie się w październiku 2011 r.

## 5.2 Otwór eksploatacyjny w Trzėsaczu

Miejscowość Trzėsacz położona jest na obszarze wału pomorskiego, który jest częścią większej struktury tektonicznej, określanej jako wał środkowopolski. Wał pomorski graniczy od południowego-zachodu z niecką szczecińską wzdłuż strefy fleksurowo-uskokowej, ciągnącej się od Świnoujścia w kierunku południowo-wschodnim. Na południu graniczy z niecką mogileńsko-łódzką wzdłuż uskoku Czarnków-Tuchola, od wschodu z wałem kujawskim a od północnego wschodu z niecką pomorską. Północna część wału pomorskiego, ograniczona od południa równoleżnikowym uskokiem Świnoujście-Szczecinek, charakteryzuje się budową blokową w wyniku licznie rozmieszczonych południkowo uskoków.

Planowana inwestycja realizowana będzie przez spółkę Milex ze Szczecina. W ramach prac geologicznych planowane jest wykonanie otworu badawczo-eksploatacyjnego Trzėsacz GT-1 do głębokości 1 290 m, co pozwoli na ujęcie utworów jury dolnej. Zakłada się, że po wykonaniu otworu będzie można uzyskać wodę termalną o temperaturze około 32°C, wydajności 100-120 m<sup>3</sup>/h i mineralizacji 55-90 g/l [27].

Udostępniona woda termalna będzie wykorzystywana na potrzeby wytwarzania ciepła dla obiektów kompleksu rekreacyjno-wypoczynkowego „Pałac Trzėsacz”, do rozwoju balneologii, rozwoju rekreacji i obiektów sportowych. W tym przypadku utylizacja wód termalnych planowana jest przez zrzut wód schłodzonych do morza Bałtyckiego. Planowane jest również wykorzystanie wydobywanych wód termalnych do celów ciepłowniczych przy zastosowaniu pomp ciepła [20].

## 6. PODSUMOWANIE

Dużą koncentrację prac związanych z nowymi inwestycjami geotermalnymi można zauważyć od 2008 roku, kiedy to zakończono prace nad otworem eksploatacyjnym Gostynin GT-1 (czerwiec 2007 - styczeń 2008). W 2008 roku rozpoczęto budowę otworu eksploatacyjnego Toruń GT-1 (sierpień 2008 - marzec 2009), a w 2009 roku rozpoczęto wykonywanie otworów: Kleszczów GT-2 (lipiec - listopad 2009), Toruń GT-2 (sierpień - grudzień 2009) oraz Poddębice GT-2 (wrzesień 2009 - marzec 2010). Wszystkie nowo wykonywane otwory chłonne, wykonywane w po 2009 na Niżu Polskim, wykorzystują rury z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym. Jak wynika z obserwacji korozja rur stalowych postępuje znacznie szybciej w otworach zatłaczających niż w otworach eksploatacyjnych [7, 8].

Rok 2011 to kolejna fala rozwoju wykorzystania wód termalnych na Niżu Polskim. Planowane jest uruchomienie dużego kompleksu sportowo-rekreacyjnego Termy

Maltańskie, w którym woda termalna będzie wykorzystywana do napełniania basenów solankowych. Dzięki wykorzystaniu już istniejącego otworu Swarzędz IGH-1 w basenach będzie zastosowana naturalna woda termalna, zamiast planowanej we wstępnej koncepcji sztucznie przygotowywanej solanki.

W 2011 roku realizowano prace związane z wykonaniem otworów geotermalnych Tarnowo Podgórne GT-1 oraz Lidzbark Warmiński GT-1. Na drugą połowę tego roku planowane jest rozpoczęcie prac wiertniczych związanych z wykonaniem kolejnych dwóch otworów: Piaseczno GT-1 i Trzęsacz GT-1. Wszystkie te otwory przyczynią się do rozpoznania i udokumentowania kolejnych zasobów wód termalnych na Niżu Polskim.

Liczba wydanych na dzień 1 kwietnia 2011 roku koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie wód termalnych na terenie Polski (21 koncesji) pozwala z optymizmem spoglądać na rozwój wykorzystania wód termalnych, zwłaszcza, że w ostatnim czasie coraz większą popularnością cieszy się ich wykorzystanie w balneologii i rekreacji. Na terenie całej Polski powstaje coraz więcej różnego rodzaju parków wodnych, basenów, tężni, gabinetów inhalacyjnych itp., które będą potrzebowały coraz większych ilości wód termalnych. Większość nowo powstałych obiektów jest już przystosowana do zasilania ich czynnikiem grzewczym o średnich lub niskich parametrach, co powoduje sukcesywne zwiększanie się możliwości wykorzystywania niskotemperaturowego ciepła geotermalnego.

Trzeba jednak zauważyć, że równoległe ze wzrastającym zapotrzebowaniem na energię ciepłą ziemi wzrasta ryzyko przedsięwzięć, w których założony cel geologiczny może zostać nieosiągnięty. Dotyczy to głównie obszarów platformowych po wschodniej stronie antyklinorium środkowo-polskiego, w obrębie których strumień ciepły ziemi jest zdecydowanie zredukowany [25]. Projektowanie otworów geotermalnych w takich warunkach musi być wykonywane ze szczególnie dużą rozważą i z podkreśleniem ryzyka przedsięwzięcia. Przykładem inwestycji realizowanej w obszarze o słabym rozpoznaniu jest Lidzbark Warmiński, gdzie efekty są słabsze od przewidywań projektowych.

Ciągle przygotowywane są nowe projekty prac geologicznych, które będą stanowiły załączniki do wniosków o nowe koncesje na rozpoznawanie i dokumentowanie wód termalnych. Jednym z takich projektów jest przedsięwzięcie Centrum Transferu Technologii Politechniki Łódzkiej [5]. Projekt ten jest o tyle ciekawy, że inwestor - oprócz wykorzystania wody termalnej do produkcji ciepła - zamierza również poza sezonem grzewczym wykorzystywać ją do produkcji wody lodowej. Rozwiązanie to - przy zakładanych parametrach eksploatacyjnych wody termalnej - będzie wymagało zastosowania absorpcyjnej wytwornicy wody lodowej, co zdecydowanie poprawi współczynnik rocznego wykorzystania wody termalnej [9, 21].

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bentkowski A., Bujakowska K.: Projekt prac geologicznych na rozpoznanie i udokumentowanie zasobów wód termalnych z utworów dolnojurajskich wraz z określeniem ich chłonności w Lidzbarku Warmińskim. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2009.
- [2] Biernat H., Bentkowski A., Gryszkiewicz I.: Aneks do projektu prac geologicznych dla rozpoznania i udokumentowania wód termalnych z utworów dolnoliasowych



- w Gostyninie wraz z określeniem warunków wtłaczania wykorzystanych wód do górotworu. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2008.
- [3] Biernat H., Bentkowski A., Posyniak A.: Projekt prac geologicznych dla rozpoznania i udokumentowania wód termalnych z utworów dolnoliasowych w Gostyninie. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2005.
- [4] Biernat H., Bentkowski A., Posyniak A.: Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w otworze Gostynin GT-1. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2008.
- [5] Biernat H., Gryszkiewicz I.: Projekt prac geologicznych na poszukiwanie i rozpoznanie wód termalnych z utworów dolnoliasowych na terenie Łodzi. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2010.
- [6] Biernat H., Gryszkiewicz I., Martyka P.: Dokumentacja otworowa otworu geotermalnego Kleszczów GT-1. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2009.
- [7] Biernat H., Kulik S., Noga B.: Problemy związane z eksploatacją ciepłowni geotermalnych wykorzystujących wody termalne z kolektorów porowych. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój Nr 1-2, Kraków 2010, s. 17 - 28.
- [8] Biernat H., Kulik S., Noga B., Kosma Z.: Problemy korozji przy zatłaczaniu wykorzystanych wód termalnych. Modelowanie Inżynierskie, Tom 8, Nr 39, Gliwice 2010, s. 13 - 18.
- [9] Biernat H., Noga B.: Studium możliwości wykorzystania i zagospodarowania energii cieplnej z wód termalnych z utworów jury dolnej na terenie Politechniki Łódzkiej. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2011.
- [10] Biernat H., Noga B., Gryszkiewicz I.: Program funkcjonalno-użytkowy dla zadania polegającego na uruchomieniu otworu geotermalnego Swarzędz IGH-1, usytuowanego przy ul. Wileńskiej na działkach 32/7 i 32/8 w Poznaniu, z jego przyłączeniem do obiektu sportowo-rekreacyjnego „Termy Maltańskie” w Poznaniu. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2010.
- [11] Biernat H., Noga B., Karwacki K.: Program funkcjonalno-użytkowy dotyczący lokalizacji otworu eksploatacyjno-badawczego Lidzbark Warmiński GT-1, z jego przyłączeniem do obiektu basenowo-hotelowego „Termy Warmińskie” w Lidzbarku Warmińskim. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2010.
- [12] Biernat H., Posyniak A., Bentkowski A.: Dokumentacja otworowa otworu geotermalnego Toruń GT-2. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2009.
- [13] Gryszkiewicz I., Mianowska S., Bentkowski A.: Projekt prac geologicznych dla rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych z utworów dolnojurajskich w gminie Tarnowo Podgórne. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2009.
- [14] Gryszkiewicz I., Kapuściński J., Mianowska S.: Projekt prac geologicznych dla rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych z utworów kredy dolnej lub jury dolnej w miejscowości Wólka Kozodawska w gminie Piaseczno. Archiwum PG POLGEOL S.A., Warszawa 2009.
- [15] Karska A., Hajto M.: Możliwości zagospodarowania złóż wód termalnych w rejonie miasta Poddębice. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2, Kraków 2009, s. 89 - 99.

- [16] Latour T., Drobnik M.: Możliwości wykorzystania wód termalnych występujących na terenie Wielkopolski do celów leczniczych i rekreacyjnych. *Przegląd Geologiczny*, vol. 58, nr 7, Warszawa 2010, s. 609 - 612.
- [17] Noga B., Biernat H.: Budowa ciepłowni geotermalnej na bazie odwiertów geotermalnych w Kleszczowie. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2010.
- [18] Noga B., Biernat H.: Studium możliwości wykorzystania wód termalnych wydobywanych otworem geotermalnym Kleszczów GT-1 w kompleksie dydaktyczno-sportowym SOLPARK. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2011.
- [19] Noga B., Biernat H., Bujakowska K.: Program funkcjonalno użytkowy dla zadania polegającego na wykonaniu przyłączy ciepłych do SOLPARK KLESZCZÓW przy ul. Sportowej 8 oraz do Hotelu SOLPARK przy ul. Sportowej 3. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2011.
- [20] Noga B., Biernat H., Zwierzyński M.: Studium wykonalności dla przedsięwzięcia polegającego na wykorzystaniu wód termalnych do celów grzewczych oraz rekreacyjno - balneologicznych, których eksploatacja jest planowana w rejonie miejscowości Trzęsacz, w ramach projektu „Pałac Trzęsacz - Centrum Hotelowo – Konferencyjne”. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2011.
- [21] Noga B., Bujakowska K., Biernat H.: Studium wykonalności. Udostępnienie zasobów wód termalnych ujmowanych otworami geotermalnymi na terenie Politechniki Łódzkiej do celów ciepłowniczych i ochrony środowiska. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2011.
- [22] Noga B., Bujakowska K., Biernat H., Gryszkiewicz I., Karnkowski K., Owczarczak P.: Zagospodarowanie zasobów wód termalnych ujmowanych w gminie Piaseczno dla trwałego rozwoju społeczno - gospodarczego oraz ochrony środowiska naturalnego. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2009.
- [23] Płochniewski Z., Stachowiak T.: Ujęcie termalnej wody mineralnej z utworów jury dolnej w otworze "Swarzędz IGH-1" w Poznaniu, ul. Wileńska. *Centralny Urząd Geologii, Instytut Geologiczny*, Warszawa 1982.
- [24] Posyński A.: Dokumentacja otworowa otworu geotermalnego Toruń GT-1. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2009.
- [25] Szewczyk J., Gientka D.: Terrestrial heat flow density in Poland - a new approach. *Geological Quarterly* 2009, vol. 53(1): 125-139.
- [26] Smętkiewicz K.: Geotermia w Poddębicach - już coraz bliżej gorących wód. *GLOBEnergia* nr 5/2010, s. 36 - 37.
- [27] Zwierzyński M., Biernat H.: Projekt prac geologicznych dla poszukiwania i rozpoznania zasobów wód termalnych oraz określenia warunków hydrogeologicznych utworów dolnej jury w rejonie miejscowości Trzęsacz. *Archiwum PG POLGEOL S.A.*, Warszawa 2010.