

Wykorzystanie energii geotermalnej w mieście Buk

Data wpłynięcia do Redakcji: 05/2023
Data akceptacji przez Redakcję do publikacji: 05/2023

2023, volume 12, issue 1, pp. 129-136

Jacek Zimny

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie, Poland

Mieczysław Struś

Politechnika Wrocławska, Poland

Jakub Szymiczek

Krzysztof Szczotka

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie, Poland



Streszczenie: Artykuł przedstawia projekt wykorzystania potencjalnych zasobów geotermalnych w mieście i gminie Buk. W pierwszych rozdziałach przedstawione są warunki geotermalne dla analizowanego regionu oraz potencjalne zbiorniki geotermalne umożliwiające efektywną eksploatację wód termalnych. W mieście Buk są to zbiorniki jury dolnej, triasu dolnego oraz permu dolnego. Przedstawiona została głębokość technologii wykonania dwuotworowego systemu dubletu geotermalnego. W kolejnych rozdziałach przedstawione są technologie sprężarkowych pomp ciepła umożliwiające maksymalizację wykorzystania ciepła geotermalnego. Na zakończenie przedstawione są potencjalne moce cieplne uzyskane z odwiertu i potencjalny efekt ekologiczny.

Słowa kluczowe: geotermia, elektrociepłownia geotermalna, ciepłownia geotermalna, ORC, Kalina, sprężarkowe pompy ciepła dużej mocy (SPCDM), dublet geotermalny

GEOTERMALNE WARUNKI POLSKI, GMINY BUK

W rejonie Polski, od dawna są już znane średnio-temperaturowe zasoby wód geotermalnych, które mogą być użyte do: balneologii i rekreacji; ogrzewnictwa (ciepło, chłód) oraz wytwarzania energii elektrycznej. Zasoby te, są związane z jednymi z największych w Europie basenami geotermalnymi, znajdującymi się pod prawie 80% powierzchni Polski.

Średni gradient geotermalny dla Polski, opisujący wzrost temperatury wraz ze wzrostem głębokości, wynosi ok. 31°C/km. W rejonie miasta Buk, temperatury zasobów geotermalnych wynoszą ok. 28-169°C na głębokościach od 500 do 5000 m [1].

ODBIORCA CIEPŁA, MIASTO BUK

Miasto Buk (rys. 1), powiat poznański, Województwo Wielkopolskie znajduje się 30 km na zachód od Poznania, na trasie autostrady Warszawa-Berlin. Zamieszkuje je ok. 6000 osób, wraz z gminą ok. 12000 mieszkańców.



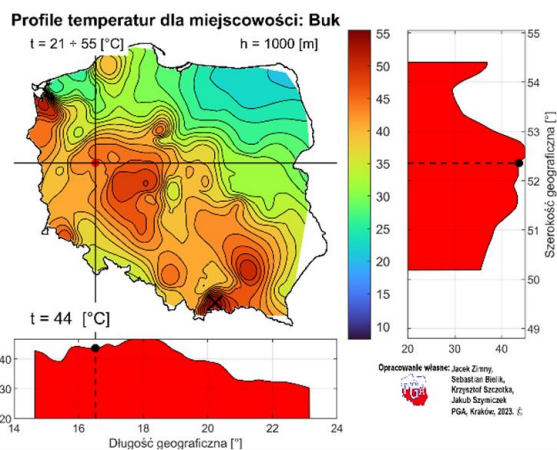
Rys. 1 Położenie Buku względem Poznania

Źródło: Google Maps

W zamierzeniach miasto ekologicznie czyste – „Zielone płuca dla Poznania”. Opis istniejącego systemu grzewczego: budownictwo jedno i wielorodzinne skupione w osiedlach zasilane przez dwa systemy ciepłownicze: Veolia Energia Poznań S.A. oraz Spółdzielnia Mieszkaniowa w Niepruszewie paliwem gazowym. Istniejące systemy zasilania ogrzewają główne zasoby mieszkaniowe miasta, reszta ogrzewana indywidualnie; tradycyjne spalanie węgla. Sieci ciepłownicze tradycyjne, w kanałach łupinowych. Aktualne całkowite zapotrzebowanie ciepła dla Gminy wynosi około 48 MWt; w planach rozwojowych, docelowo do roku 2030 około 83 MWt [2]. Całkowite, aktualne roczne zapotrzebowanie na ciepło wynosi 462 tyś. GJ [2].

ZBIORNIKI WÓD GEOTERMALNYCH

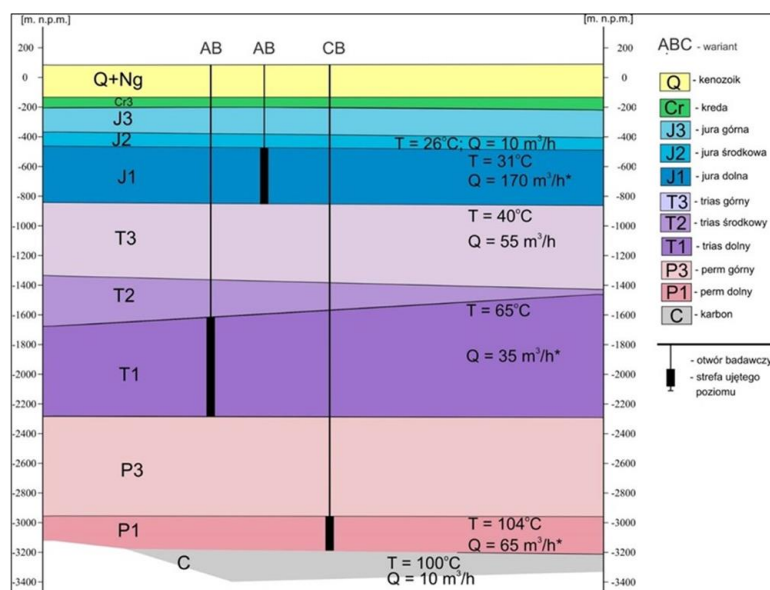
Rejon miasta Buk położony jest w całości w obrębie mezoregionu Wysoczyzna Grodziska, należy on do makroregionu Pojezierza Wielkopolskiego [3]. Najbardziej zasobnym w wody termalne jest zbiornik związany z poziomem jury dolnej (J1, rys. 2, 3).



Rys. 2 Profil temperatury dla miejscowości Buk 1000 m p.p.t, wg. PGA

Źródło: [1]

Według badań znajduje się on na głębokości 585-935 m p.p.t. Wody znajdujące się na tym poziomie, charakteryzują się temperaturą w zakresie od 31-36°C oraz mineralizacją w zakresie poniżej 25 g/dm³ [4, 5].



Rys. 3 Przekrój geologiczny z lokalizacją proponowanych możliwych odwiertów Buk GT-1, wg. PGA, PG S.A.

Źródło: [10]

Wytypowany obszar wierceń i eksploatacji dla „Ciepłowni/Elektrociepłowni Geotermalnej Buk”, wg. UM Buk, przedstawiono na rys. 4.

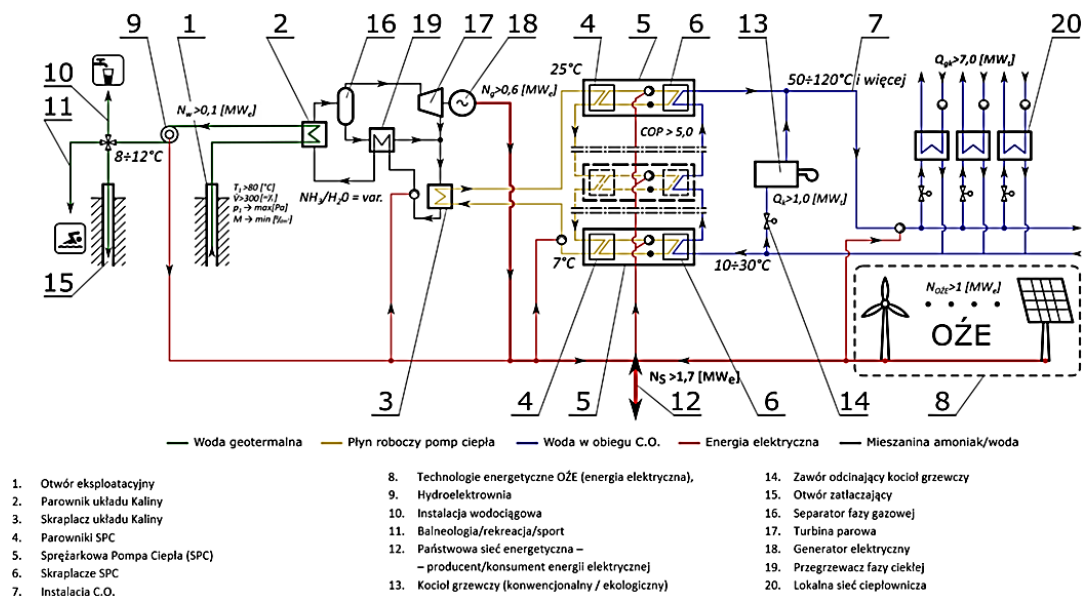


Rys. 4 Wytypowany obszar wierceń

ISTNIEJĄCY I PLANOWANY ODWIERT

W odległości około 1,3 km w kierunku południowo-zachodnim centrum miasta Buk, znajduje się wykonany w 1977 roku odwiert Buk 9 o głębokości 3205. Odwiert był wykonany w celu ustalenia potencjalnych zasobów złożowych w regionie i rozpoznania zasobów gazu ziemnego. Planowany odwiert geotermalny, dla rozpoznania wszystkich potencjalnych poziomów wodonośnych, będzie miał głębokość 3350. Zaprojektowanie odwiertu z odizolowaniem horyzontów wodonośnych, pozwoli na wybór pomiędzy trzema potencjalnymi poziomami: jury dolnej, triasu dolnego lub permu dolnego. Parametry temperaturowe jury dolnej,

pozwalają na użycie wód geotermalnych dla celów balneologii. Wspomaganie odbioru ciepła sprężarkowymi pompami ciepła dużej mocy (SPCDM) [8], pozwoliłoby na wielkoskalowe zasilanie sieci ciepłowniczej. W przypadku potencjalnego poziomu triasu dolnego, temperatura 65°C, pozwoliłaby na wykorzystanie w niskotemperaturowej sieci ciepłowniczej. Ostatni wariant wykorzystania poziomu wodonośnego: permu dolnego, dzięki temperaturze wód termalnych 104°C pozwoliłaby na wykorzystanie ciepła w produkcji energii elektrycznej w technologii ORC lub Kalina [9].



Rys. 5 Schemat technologiczny Ciepłowni/Elektrociepłowni Geotermalnej dla Buku, wg patentu PL229331

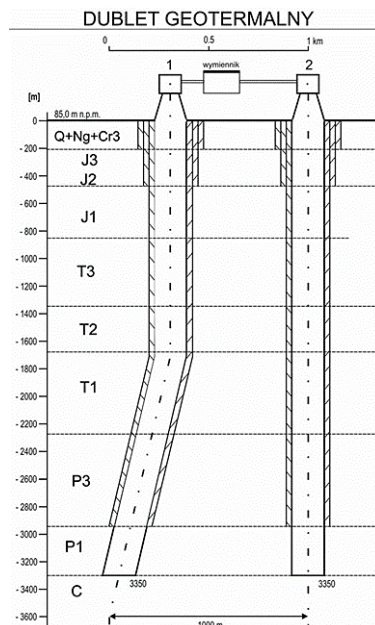
Źródło: [10]

Technologia pozwalająca na jednoczesną produkcję energii elektrycznej i ciepła geotermalnego (kogeneracja) została przedstawiona na schemacie (rys. 5). Zaprezentowane polskie rozwiązanie technologiczne pozwala na maksymalizację wykorzystanie źródła geotermalnego, w zakresie kilkudziesięciu MWt.

GEOTERMALNE TECHNOLOGIE ENERGETYCZNE – PROJEKT INSTALACJI GEOTERMALNEJ

Na podstawie najlepszych parametrów złożowych, zbiornika dolnego permu obszaru Buku, zostały ocenione analitycznie zasoby ciepła geotermalnego, możliwe do uzyskania i wykorzystania w technologii dubletu geotermalnego (rys. 6). Technologia ta polega na wykonaniu dwóch otworów geotermalnych; jeden w celu poboru wody geotermalnej, drugi (otwór chłonny) do zrzutu wód, po ich uprzednim wykorzystaniu i schłodzeniu. Celem stosowania dubletu jest maksymalny uzysk energetyczny z pojedynczego otworu oraz zapewnienie odnowy energetycznej zasobów wód termalnych w obiegu zamkniętym. Po wykonaniu Oceny Zasobów energii geotermalnej dla Gminy i Miasta (Etap I) aktualnie realizowany jest etap II, dokumentacja wykonawcza I-go odwiertu

geotermalnego, będąca podstawą uzyskania tzw. Koncesji wydobywczej, decyzją administracyjną Marszałka Wielkopolskiego.



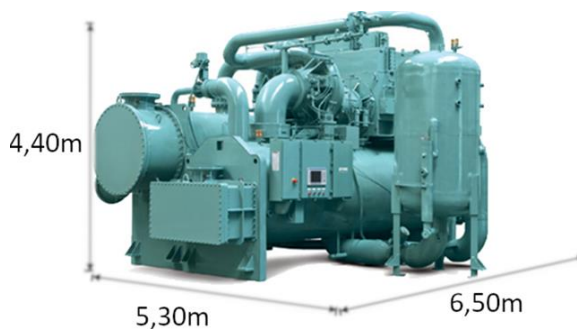
Rys. 6 Dublet Geotermalny – Buk GT-1, GT-2, wg PGA, PG S.A. Kraków

Źródło: [10]

Uzyskanie Koncesji Marszałka (Etap III) jest podstawą ubiegania się o dofinansowanie wierceń pierwszego otworu w 100% (dotacja NFOŚiGW w ramach Rządowego Programu Geotermalnego „Udostępnianie wód termalnych w Polsce”). Zastosowanie systemu dubletu energetycznego zostało przeanalizowane w 2 wariantach technologicznych:

1. Wykorzystanie naturalnego (swobodnego) wypływu wód geotermalnych.
2. Zwiększenie (praktycznie 5-krotne i więcej) strumienia wód geotermalnych przez zastosowanie zabiegów intensyfikacji przepływu: kwasowanie, szczelinowanie.

Zwiększenie temperatury wód termalnych oraz mocy instalacji ciepłowniczej, jest możliwe przy wykorzystaniu sprężarkowych pomp ciepła dużej mocy (SPCDM) do temperatury 120°C i więcej (Patenty Polskie nr PL 186747 B1 oraz PL 229331; 2018), (rys. 7, tabela 1).



Rys. 7 Widok sprężarkowej pompy ciepła dużej mocy (SPCDM) – 6 MWt (Johnson Controls International, USA, PGA, WIMiR AGH)

Tabela 1 Parametry energetyczne dubletu dla wariantów 1-2, w stropie permu dolnego

Wariant	Potencjalny strumień wód [m ³ /h]	Temperatura wód [°C]	Moc termiczna [MWt]
1	65	110*	7,33
2	325	110*	36,66

Źródło: [10]

Temperatura ochłodzenia wód termalnych dla powyższych wariantów wynosi 20°C. Przy schłodzeniu wód termalnych do 10°C można uzyskać wyższą efektywność energetyczną.

Realizacje podobnych projektów geotermalnych mają miejsce w Nowym Tomyślu [11] oraz Oławie [12]. Prowadzone analizy ekonomiczne pozwalają na ocenę, iż nawet w gorszych warunkach wydajności odwiertu niż w przypadku Buku, projekt może być ekonomicznie opłacalny [13].

EFEKT ENERGETYCZNY I EKOLOGICZNY

Produkcja geotermalnej energii cieplnej z dubletu, w ciągu roku dla mocy 7,33 do 36,66 MWt, mogłaby wynosić odpowiednio od 162 do 809 TJ. W przeliczeniu na t.p.u. (tony paliwa umownego = węgiel kamienny), wynosić może od 5523 do 27620 t.p.u. Wyprodukowanie energii ze źródła geotermalnego, skutkuje zmniejszeniem ilości spalane go węgla, co w konsekwencji obniża emisję CO₂ do atmosfery. W przypadku omawianego dubletu, zmniejszenie emisji byłoby rzędu od 15364 do 76841 ton CO₂ rocznie.

Przedstawione w analizie informacje, stanowią podstawę do prowadzenia działań badawczych i eksploatacyjnych w celu wydobycia i efektywnego wykorzystania wód i energii geotermalnej na terenie miasta Buk. Potencjalnie wartości wpływu i temperatur wód termalnych, pozwalają na ich wykorzystanie w celach: balneologii, rekreacji oraz ciepłownictwa (ogrzewanie, chłodzenie, klimatyzacja) i produkcji energii elektrycznej, co zostanie rozstrzygnięte w PRG, Koncesji Marszałka Województwa oraz po wykonaniu pierwszego otworu badawczo-rozpoznawczego (100% dotacja).

FINANSOWANIE PROJEKTÓW GEOTERMALNYCH (2022-2030), PROGRAMY NFOŚIGW ORAZ NCBIR:

- „SOKÓŁ, wdrożenie innowacyjnych technologii środowiskowych”
- „Ciepłownictwo powiatowe – pilotaż”
- „Polska Geotermia Plus”
- „Energia Plus”
- „Udostępnianie wód termalnych w Polsce”
- Projekty naukowo-badawcze NCBiR (Geotermia)

HARMONOGRAM PRAC B+R+W DLA BUKU

1. „Ocena zasobów dla Gminy...” – PGA

2. „Projekt robót geologicznych dla działki” – PGA
3. Wniosek o Koncesję geologiczną - PGA
4. Powołanie podmiotu gospodarczego – Beneficjent: Gmina + Inwestorzy
5. Wniosek o dofinansowanie z wybranych Programów - Beneficjent + PGA + Politechnika Poznańska
6. Opracowanie zintegrowanego Projektu Techniczno-Wykonawczego (dublet geotermalny + dolne źródło ciepła + ciepłownia geotermalna (SPCDM)/elektrociepłownia (ORC, Kalina) + monitoring systemu + przyłącze – sieć ciepłownicza) – Beneficjent + PGA
7. Wdrożenie Projektu: – Beneficjent + PGA
8. Analiza porównawcza Projektu: techniczna, ekonomiczna, ekologiczna – Beneficjent + PGA
9. Promocja wdrożenia Projektów w Polsce (BAT, Patenty Polskie) – Beneficjent + Gmina + PGA

PODSUMOWANIE

Projekt inwestycyjny pn. „Zamiana ogrzewania spalaniem kopalin w Buku na ekologicznie czyste w ciepłowni/elektrociepłowni geotermalnej, samowystarczalne energetycznie, z wykorzystaniem innowacyjnych na poziomie światowym sprężarkowych pomp ciepła dużej mocy (SPCDM)” – realizowany jest w ramach Strategicznego Rządowego Programu Geotermalnego: „Udostępnianie wód termalnych w Polsce 2022-2030”, finansowanego przez NFOŚiGW – jako zadanie Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju Polski, do 2030 roku.

LITERATURA

- [1] J. Zimny i S. Bielik, „Cyfrowa mapa pola temperatur budowy wgłębnej Polski do 6000 m; opracowanie własne zastrzeżone”. Polska Geotermalna Asocjacja, Kraków, 2016.
- [2] „Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe Miasta i Gminy Buk | Biuletyn Informacji Publicznej – Miasto i Gmina Buk”. <https://bip.buk.gmina.pl/m,1700,zalozenia-do-planu-zaopatrzenia-w-cieplo-energie-eletryczna-i-paliwa-gazowe-miasta-i-gminy-buk.html> (dostęp 4 maj 2023).
- [3] P. H. Karnkowski, „Geology, origin, and evolution of the Gorzów Block (NW Poland)”, *Przegląd Geologiczny*, t. 58, nr 8, s. 680-688, 2010.
- [4] W. Górecki i in., *Atlas of geothermal resources of mesozoic formations in the Polish Lowlands*. Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie. Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska. Zakład Surowców Energetycznych, 2006.
- [5] J. Sokołowski, *Geosynoptyczny atlas Polski*. Kraków, Warszawa: Polska Akademia Nauk, 1992.
- [6] P. Kasza, „Rozwój metod stymulacji złóż węglowodorów”, *Wiertnictwo, Nafta, Gaz*, t. 28, nr 4, s. 779-790, 2007.
- [7] D. Knez i T. Śliwa, „Technologiczne aspekty szczelinowania złóż gazu łupkowego”, *Wiertnictwo, Nafta, Gaz*, t. 28, nr 4, s. 705-709, 2011.
- [8] J. Zimny, P. Michalak, i K. Szczotka, „Polish heat pump market between 2000 and 2013: European background, current state and development prospects”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, t. 48. 2015. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.005.
- [9] R. Di Pippo, *Geothermal Power Plants – Principles, Applications, case Studies and Environmental Impact (4th Edition)*, 4. wyd. Elsevier, 2016.

- [10] J. Zimny i J. Krawczyk, „Ocena zasobów energetycznych wód geotermalnych wraz z możliwością ich energetycznego wykorzystania w Gminie Buk – Powiat Poznański, Województwo Wielkopolskie [niepublikowane, zastrzeżone]”, Kraków, 2023.
- [11] J. Zimny, M. Struś, W. Kowalski, J. Szymiczek, M. Michalak, i K. Szczotka, „Możliwości wykorzystania energii geotermalnej w Wielkopolsce – modernizacja systemu ciepłowniczego Nowego Tomysła”, Rynek energii, t. 1, s. 26–37, 2021.
- [12] J. Zimny, M. Struś, J. Szymiczek, M. Gmiterek, K. Szczotka, i P. Michalak, „Propozycja wykorzystania energii geotermalnej na Dolnym Śląsku – modernizacja systemu ciepłowniczego miasta Oława”, Rynek Energii, t. 4, s. 39-51, 2021.
- [13] J. Zimny, M. Struś, J. Szymiczek, K. Szczotka, i P. Michalak, „Analiza techniczna i ekonomiczna wykorzystania ciepła geotermalnego w MZEC Oława”, Rynek Energii, t. 5, s. 31-39, 2022.

The Use of Geothermal Energy in the City of Buk

Abstract: The paper presents the potential use of geothermal resources in the town and municipality of Buk. The first chapters present the geothermal conditions for the analyzed region and the potential geothermal reservoirs for the efficient exploitation of thermal water. In the town of Buk, these are the Lower Jurassic, Lower Triassic and Lower Permian reservoirs. The technology of a two-hole geothermal doublet system is presented. In the following chapters, compressor heat pump technologies for maximizing the use of geothermal heat are presented. Finally, the potential heat capacities obtained from the borehole and the potential environmental effect are presented.

Keywords: geothermal energy, geothermal CHP plant, geothermal heat plant, organic Rankine cycle, high-power compressor heat pumps, geothermal doublet

Jacek Zimny

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland
e-mail: zimny@agh.edu.pl

Mieczysław Struś

Politechnika Wroclawska
Wydział Mechaniczno-Energetyczny
Katedra Mechaniki, Maszyn, Urządzeń i Procesów Energetycznych
ul. Na Grobli 15, 50-421 Wrocław Poland

Jakub Szymiczek

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland

Krzysztof Szczotka

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland