INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 8/1/2010, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 39–45
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Zofia Zięba, Ewelina Grzesiak

WPŁYW SKŁADU CHEMICZNEGO WODY GEOTERMALNEJ NA KOSZTY EKSPLOATACJI SYSTEMU CIEPŁOWNICZEGO W PYRZYCACH

IMPACT OF WATER CHEMICAL COMPOSITION ON EXPLOITATION COASTS OF GEOTHERMAL HEATING PLANT IN PYRZYCE

Streszczenie

W artykule przedstawiono problem wpływu składu chemicznego wód geotermalnych na urządzenia techniczne systemu ciepłowniczego w Pyrzycach, a tym samym na koszty jego eksploatacji. Omówiono także zasoby geotermalne w Polsce i zakres ich wykorzystania oraz scharakteryzowano złoże wód na terenie Pyrzyc.

Oceny wpływu zasolenia wody geotermalnej na system ciepłowniczy dokonano na podstawie badań jej składu fizykochemicznego oraz dokumentacji technicznej dotyczącej eksploatacji geotermii. Stwierdzono bardzo dużą mineralizację wody rzędu 115,00 g/dm^3, co było przyczyną kolmatacji otworów oraz korozji rur, mimo rozwiązań technicznych zastosowanych na etapie budowy instalacji. W rezultacie spowodowało to zwiększenie przewidywanych kosztów eksploatacji, a tym samym kosztów wytwarzania energii.

Słowa kluczowe: energia geotermalna, system ciepłowniczy, skład chemiczny wody

Summary

The article contains problems of impact of geothermal water chemical composition on technical devices of heating plant in Pyrzyce, and therefore the costs of its operation. The paper presents geothermal water resources in Poland and characteristics of water deposit in Pyrzyce.

On the basis of the water chemical composition research and exploitation documentation an evaluation of influence on heating plant has been made. Based on the analysis, very high water mineralization of 115,00 g/dm^3 has been found. It

has caused pipes corrosion and silting-up holes despite the use of technical solutions for the construction of installations. In result, the increase of provided exploitation and energy costs has been observed.

***Key words**: geothermal energy, heating plant, water chemical composition*

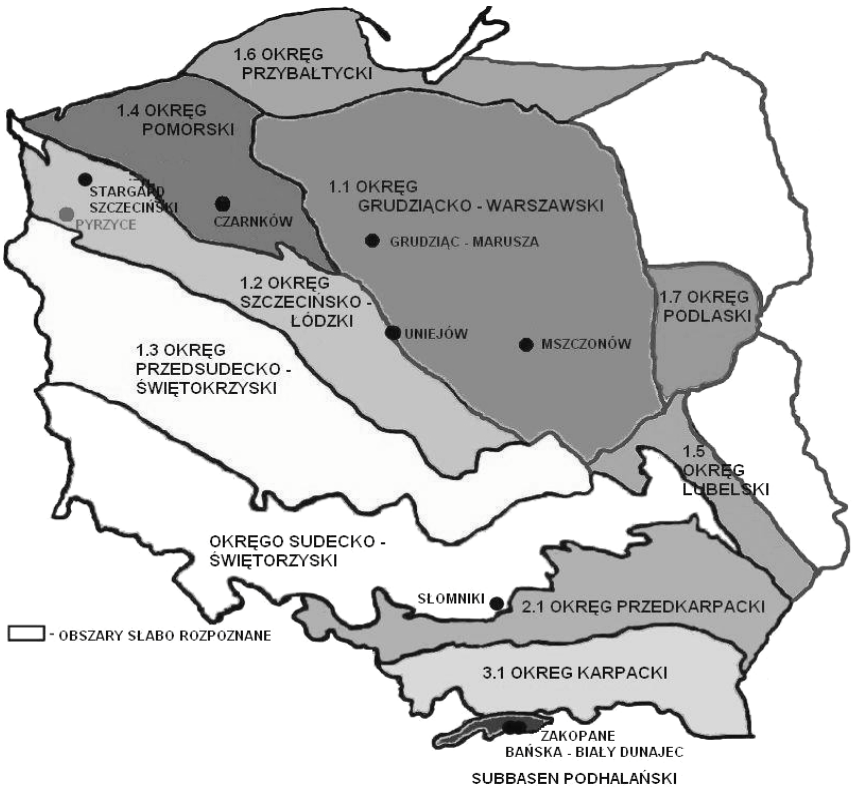
WSTĘP

Pogłębiająca się degradacja środowiska naturalnego oraz ograniczone zasoby paliw kopalnych spowodowały konieczność zwiększenia udziału alternatywnych źródeł energii w bilansie energetycznym. W Polsce wśród odnawialnych źródeł energii coraz większą rolę odgrywa energia geotermalna.

W latach sześćdziesiątych na terenie kraju prowadzone były poszukiwania ropy naftowej oraz gazu ziemnego. Efektem tych poszukiwań było wykonanie około 1000 odwiertów, co dało również możliwość zinwentaryzowania zasobów geotermalnych [Lewandowski 2007]. Na podstawie analizy uzyskanych wyników opracowano atlas zasobów wód geotermalnych Polski [Sokołowski i in. 1995] oraz klasyfikację zasobów energii geotermalnej z uwzględnieniem aspektu ekonomicznego. Na tej podstawie uznano, że 60% powierzchni naszego kraju jest perspektywiczne pod względem możliwości technologicznych zagospodarowania potencjału geotermalnego, a około 40% powierzchni Polski ma korzystne warunki do budowy ekonomicznych instalacji, czyli takich, w których koszty wytworzenia energii będą niższe od kosztów uzyskania energii konwencjonalnej [Nej 1997]. Rozmieszczenie okręgów geotermalnych na terenie kraju przedstawia rysunek 1.

Mimo tak dużego potencjału energetycznego wód geotermalnych, barierą w powszechnym ich wykorzystaniu są wysokie koszty inwestycyjne. Dlatego bardzo ważne jest dokładne rozpoznanie czynników warunkujących opłacalność przedsięwzięcia. Decydujący wpływ na ekonomiczny aspekt wykorzystania zasobów wód i energii geotermalnej mają warunki temperaturowe i hydrogeologiczne. Wśród nich wyróżniamy wydajność eksploatacyjną wód podziemnych, ich temperaturę, głębokość zalegania warstwy wodonośnej oraz skład chemiczny wody (mineralizacja) [Górecki, www.pgi.gov.pl]. Najbardziej korzystne jest wydobycie i energetyczne zagospodarowanie wód zalegających na głębokości nieprzekraczającej 2000 m, o temperaturze powyżej 65ºC i zasoleniu nieprzekraczającym 30 g/dm^3 [Grzesiak 2007].

W Polsce wody geotermalne wykorzystywane były od stuleci, głównie do celów leczniczych, ale dopiero w ostatniej dekadzie minionego wieku zaczęto je wykorzystywać również w ciepłownictwie. Od 1993 do 2003 r. wybudowano i uruchomiono sześć instalacji ciepłowniczych bazujących na energii geotermalnej, w tym Geotermię Pyrzyce [Nowak, Stachel 2004].



Rysunek 1. Okręgi geotermalne Polski [Zimny i in. 2008]
Figure 1. Geothermal region of Poland [Zimny i in. 2008]

Celem poniższego artykułu jest dokonanie oceny wpływu składu chemicznego wody geotermalnej na urządzenia techniczne systemu ciepłowniczego w Pyrzycach, tym samym na koszty jego eksploatacji, a w rezultacie na koszty wytwarzania energii.

CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻA TERMALNEGO PYRZYC

Pyrzyce leżą na granicy Synklinorium Szczecińskiego, Niecki Szczecińskiej i Makrokliny Przedsudeckiej. Na terenach tych występują mioceńskie osady typu ilastego i piaskowego. Zbiornik Pyrzycki jest częścią dolnojurajskiego zbiornika wód geotermalnych o zasięgu środkowo-europejskim. Obszar ten charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem miąższości warstw wodonośnych, ich porowatości i przepuszczalności [Meyer, Szaflik 2001]. Charakterystykę poszczególnych otworów przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Charakterystyka otworów geotermalnych Pyrzyc
Table 1. Characterization of Pyrzyce holes

Nr otworu	Głębokość poziomu zbiornikowego [m]	Miąższość poziomu zbiornikowego [m]	Miąższość warstw wodonośnych [m]	Porowatość efektywna [%]
GT-I	1607,5–1625,0	17,5	17,5	10-30
GT-2	1585,1–1608,5	23,5	23,5	23-28
GT-3	1603,0–1611,5	8,5	8,5	25-30
GT-4	1590,0–1600,0	10,0	10,0	29

Źródło: Parecki 1996

Ciepłownia geotermalna w Pyrzycach funkcjonuje na zasadzie „podwójnego dubletu". Ma bowiem dwa otwory zatłaczające (GT-1, GT-3) oraz dwa otwory chłonne (GT-2, GT4). Otwory te rozmieszczone zostały w taki sposób, aby w ciągu 30 lat eksploatacji nie nastąpił znaczny spadek temperatury złoża. Wydobyta woda o temperaturze początkowej 61–63°C jest schładzana w dwóch wymiennikach ciepła do temperatury około 26°C i ponownie wtłaczana w głąb ziemi [Kulig, Grabiec 2002]. Ponadto w otworach występują anomalie gradientu geotermicznego, czyli przyrostu temperatury na jednostkę przyrostu głębokości. Średni gradient w skali globalnej, wynosi 33ºC na 1000 m, co na głębokości 1500 m dawałoby temperaturę 49,5ºC. Jednak wody geotermalne w okolicach Pyrzyc na tej głębokości osiągają temperaturę średnio o 10–15ºC wyższą [Majorowicz 1971].

ANALIZA SKŁADU CHEMICZNEGO WÓD GEOTERMALNYCH I JEGO WPŁYW NA URZĄDZENIA SYSTEMU CIEPŁOWNICZEGO W PYRZYCACH

Stopień zmineralizowania wód podziemnych wyrażany jest poprzez wartość ogólnej mineralizacji, którą określa się na podstawie ilości suchej pozostałości, wody geotermalne dzieli się na wody słabo zmineralizowane (1–3 g/dm^3 suchej pozostałości), wody średnio zmineralizowane (3–10 g/dm^3 suchej pozostałości), wody silnie zmineralizowane (10–35 g/dm^3 suchej pozostałości) oraz wody zasolone, solanki (powyżej 35 g/dm^3 suchej pozostałości) [Pazdro, Kozerski 1990].

W celu rozpoznania złoża geotermalnego w Pyrzycach w 1993 r. Biuro Projektów „Balneoprojekt" w Warszawie wykonało analizę fizykochemiczną wody występującej w otworze GT-2. Badania wykazały, że zawiera 115,59 g/dm^3 suchej pozostałości, co świadczy o tym, że jest ona bardzo silnie zasolona. Tak duża mineralizacja przy kontakcie z tlenem stanowi zagrożenie wystąpienia zjawiska korozji. Na podstawie wykonanych badań stwierdzono również, że

wydobywana woda charakteryzuje się słabą kwasowością (pH = 5,81[-]), co w ujęciu zjawiska korozji jest korzystne, ale niestety dużą twardością dochodzącą do 8653 mg CaCO3/dm^3. Tak duża twardość wody jest poważnym problemem technicznym, gdyż w trakcie wielu procesów technologicznych związanych z podgrzewaniem wody następuje osadzanie się kamienia kotłowego.

Analizowana woda zawiera ponadto związki chloru, sodu, bromu, jodu, żelaza, manganu i boru oraz składniki niezdysocjowane, tj. kwas metakrzemowy H_2SiO_3 (20,8 mg/dm^3) i kwas metaborowy (HBO_2 55,5 mg/ dm^3), co świadczy o jej właściwościach leczniczych [Kępińska, Łowczowska 2002].

Zawartość głównych anionów i kationów analizowanej wody wskazuje, że jest to woda chlorkowo-sodowa, a ich szczegółowe zestawienie przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Główne aniony i kationy wody geotermalnej w złożu Pyrzyc – otwór GT-2
Table 2. The main anions and cations of geothermal water in deposit of Pyrzyce – hole GT-2

Kationy	[mg/dm^3]	[%]	Aniony	[mg/dm^3]	[%]
Na^+	41250,00	90,53	Cl^-	69488,00	98,59
K^+	205,00	0,26	Br^-	101,23	0,064
Ca^{2+}	2202,80	5,56	I^-	4,11	0,002
Mg^{2+}	690,46	3,32	HCO_3^-	216,00	1,166
Fe^{2+}	14,97	0,03	SO_4^{2-}	1114,00	0,178

Źródło: Biuro Projektów „Balneoprojekt" w Warszawie 1993

Aby zapobiec korozji instalacji, rury okładzinowe otworów geotermalnych wykonano z naddatkiem antykorozyjnym, płyty wymienników w całości z tytanu, natomiast rurociągi przesyłowe ze stali węglowej o niskiej zawartości siarki i fosforu (<0,02%). Dodatkowo podczas postoju pomp głębinowych, w cały obieg geotermalny wtłaczano azot, aby wytworzyć poduszkę azotową, która miała zapobiegać dostaniu się powietrza do rurociągu, a co za tym idzie korozji [Kulig, Grabiec 2002].

Mimo zastosowania powyższych rozwiązań wystąpiła korozja rur przesyłowych (rys. 2), czego następstwem były liczne nieszczelności instalacji. Ponadto duże zasolenie wody przyczyniło się do zapychania filtrów oraz kolmatacji otworów. Zjawisko kolmatacji jest efektem wytrącania się z roztworu wody osadów i koloidów. Proces ten ma miejsce w warunkach przestoju w pracy urządzeń.

Rysunek 2. Korozja rur systemu ciepłowniczego w Pyrzycach (Fot. Romańska M.)
Figure 2. Pipes corrosion of heating system in Pyrzyce (Photo Romańska M.)

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyciągnięto następujące wnioski:

1. Woda złoża geotermalnego w Pyrzycach charakteryzuje się bardzo dużym zasoleniem (115,59g/dm^3 suchej pozostałości) oraz dużą twardością (do 8653 mg CaCO3/dm^3).

2. Skład chemiczny wody geotermalnej, mimo rozwiązań technicznych zastosowanych na etapie budowy oraz w trakcie eksploatacji, wpłynął niekorzystnie na instalacje systemu ciepłowniczego, a w szczególności:

– duża mineralizacja złoża wywołała korozję, czego efektem były liczne przecieki instalacji,

– zasolenie wody geotermalnej dodatkowo spowodowało zapychanie się filtrów oraz kolmatację otworów w warunkach przestoju w pracy urządzeń,

– duża twardość wody przyczyniła się do osadzania kamienia kotłowego.

3. Niekorzystny wpływ składu chemicznego wody spowodował poniesienie wysokich kosztów związanych z wymianą uszkodzonych elementów instalacji oraz z jej zabezpieczeniem przed dalszymi zniszczeniami, co znacznie wpłynęło na wzrost kosztów wytwarzania energii.

4. Biorąc pod uwagę skład chemiczny jako kryterium decydujące o opłacalności zagospodarowania wody geotermalnej, nieopłacalne jest wydobycie wód o zasoleniu przekraczającym 30 g/dm^3.

5. Woda geotermalna złoża w Pyrzycach, ze względu na swoje właściwości zdrowotne może być dodatkowo wykorzystywana do celów rekreacyjno-leczniczych.

BIBLIOGRAFIA

Biuro Projektów „Balneoprojekt". *Analiza fizykochemiczna solanki z otworu GT-2*. Warszawa 1993.

Górecki W. *Atlas zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim*. Towarzystwo Geosynoptyków GEOS, Kraków 1995, s. 240.

Górecki W. *Wody geotermalne Polski*, PGI, www.pgi.gov.pl.

Grzesiak E. *Wykorzystanie wód geotermalnych do celów grzewczych na przykładzie Ciepłowni Geotermalnej w Pyrzycach*. Praca inżynierska, Kalisz 2007, s. 64.

Kępińska B., Łowczowska A. *Wody geotermalne w lecznictwie, rekreacji i turystyc*e. Studia, Rozprawy, Monografie 113: Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2002, s. 1–78.

Kulig S., Grabiec R. *Geotermia Pyrzyce*. Dokumentacja techniczna, Pyrzyce 2002.

Lewandowski Witold M. *Proekologiczne odnawialne źródła energii*. WNT, Warszawa 2007, s. 254–274.

Majorowicz J. *Przebieg wartości stopnia geotermicznego w Polsce w przedziale głębokości 200–2500 m*. Kwart. Geol., t. 15, nr 4, Warszawa 1971.

Meyer Z., Szaflik Wł. *Ciepłownia geotermalna w Pyrzycach – bieżąca współpraca z odbiorcami ciepła*. Konferencja Międzynarodowa w Warszawie, 10–11 grudnia 2001, s. 8.

Nej R. *Zasoby energii geotermalnej w Polsce i możliwe kierunki jej wykorzystania*. Seminarium naukowe nt.: Problemy wykorzystania energii geotermalnej i wiatrowej w Polsce. IGSMiE PAN, Kraków 1997.

Nowak W., Stachel A., *Ciepłownie geotermalne w Polsce – stan obecny i planowany*. Czysta energia 8/2004 (34), Poznań 2004, s. 24–26.

Parecki A. *Ciepłownia Geotermalna w Pyrzycach - problematyka wykonania i próbowania otworów geotermalnych. Miejski system ciepłowniczy w Pyrzycach – praktyczne wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce*. Międzynarodowe Seminarium Naukowo- Techniczne, Szczecin 10 luty 1996, s. 17–29.

Pazdro Z., Kozerski B. *Hydrogeologia ogólna*. WG, Warszawa 1990, s. 624.

Sokołowski J. i in. *Geothermal provinces and basin in Poland*. Polish Geotermal Association and Polish Academy of Sciences, Kraków 1995, s.27–32.

Zimny J., Karch M., Szczotka K. *Szkic prowincji okręgów geotermalnych Polski wg prof. J. Sokołowskiego i in. (1987–2008)*. Polska Geotermalna Asocjacja im. prof. J. Sokołowskiego, Kraków 2008, www.pga.org.pl

Mgr inż. Zofia Zięba
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Inżynierii Środowiska
Pl. Grunwaldzki 24
50-363 Wrocław
zofia_zieba@wp.pl

Mgr inż. Ewelina Grzesiak
ul. Gliniana 89C/4
50-526 Wrocław
grzesiakewelina@gmailcom

Recenzent: *Prof. dr hab. Jerzy Kowalski*