

ZBIORNIK TRIASOWY JAKO POTENCJALNE ŹRÓDŁO WÓD GEOTERMALNYCH NA PRZYKŁADZIE OTWORU WIERTNICZEGO KOMPINA-2

TRIASSIC RESERVOIR AS A POTENTIAL SOURCE OF GEOTHERMAL WATER – THE EXAMPLE OF KOMPINA-2 WELL

WIESŁAW BUJAKOWSKI¹, GRAŻYNA HOŁOJUCH¹, BARBARA TOMASZEWSKA¹

Abstrakt. W artykule przedstawiono możliwości pozyskiwania wód geotermalnych ze zbiornika triasowego w rejonie Łowicza. W profilu otworu wiertniczego Kompina-2, o głębokości 4570 m, najgłębiej występujące poziome wodonośne stwierdzono w utworach pstręgo piaskowca. Wody cechują się wysoką mineralizacją – 337,1 g/dm³ i typem hydrogeochemicznym Cl–Na. Uzyskane podczas opróbowania przepływy nie były wysokie. Temperatura płynu złożowego w interwale głębokości 4130–4165 m wynosiła 107°C. W przedziale głębokości 4110–4115 m nastąpił samowypływ solanki, a ciśnienie na głowicy osiągnęło wartość 140 atm. Z poziomu wodonośnego występującego w obrębie utworów triasu środkowego (wapień muszlowy) uzyskano dopływ solanki o mineralizacji 164 g/dm³ i temperaturze 97°C. Z poziomu wodonośnego górnego triasu (kajper/retyk) stwierdzono dopływy solanek w granicach od 0,1 do 22 m³/h i mineralizacji od 88 do 150 g/dm³. Temperatura solanki wynosiła 94°C.

Wodonośność na badanym terenie jest rozpoznana w stopniu pozwalającym stwierdzić, że najlepsze warunki zbiornikowe w obrębie utworów triasowych występują w poziomie górnego triasu, z którego uzyskano największe dopływy dochodzące do 22 m³/h (porowatość kilkanaście procent, temperatura solanek do 100°C) oraz w strefach o podwyższonej szczelinowatości triasu dolnego (pstry piaskowiec), w której stwierdzono samowypływ solanki.

Słowa kluczowe: wody termalne, zbiornik wód geotermalnych, trias, Niz Polski.

Abstract. The paper presents the possibilities of obtaining geothermal waters from Triassic reservoir in the Łowicz area. The geothermal water encountered was brine of Cl–Na, hydrochemical type and TDS reaching 337.1 g/dm³. The measured reservoir temperature of the brine at depth interval 4130–4165 m was 107°C and its inflow to the borehole was quite small. At depth of 4110–4115 m the free outflow of brine was recorded causing the wellhead pressure of 140 atm. Within the Middle Triassic aquifer (Shellbearing limestone formation) at depth interval 3910–3920 the inflow of brines of TDS 164 g/dm³ and reservoir temperature of 97°C was recorded. The large (up to 22 m³/h) inflows of geothermal brines were also obtained from the Late Triassic aquifer (Keuper/Rhaetian formation). Their reservoir temperature was 94°C and TDS varied from 88 to 150 g/dm³. Taking into account the reservoir temperatures and water discharges the most favorable hydrogeological and reservoir conditions for geothermal water occurrence are connected with the Late and Early Triassic water bearing horizons.

Key words: geothermal water, geothermal reservoir, Triassic, Polish Lowland.

¹ Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Polska Akademia Nauk, ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków; e-mail: buwi@meeri.pl; grazia@meeri.pl, tomaszewska@meeri.pl

WPROWADZENIE

Odwiert Kompina-2 wykonany został w odległości ok. 5 km na północny wschód od miasta Łowicz (województwo łódzkie) (fig. 1). Roboty geologiczne związane z odwierce-

niem otworu przeprowadzono w okresie od 11.03.1979 do 05.11.1980 r. Głębokość otworu wiertniczego wyniosła 4570 m (fig. 2). Po przeprowadzonych pracach badawczych (w kierunku poszukiwania złóż węglowodorów) otwór zlikwidowano 05.07.1981 r. przez zacementowanie. Wykonane w otworze wiertniczym badania przyływu wód złożowych (rurowymi próbnikami złoża) dostarczyły wstępnych informacji o zawodnieniu udostępnionych (głównie poprzez perforację rur okładzinowych) stref górotworu. Stwierdzono przyływy w obrębie utworów triasowych (w obrębie pstrego piaskowca, wapienia muszlowego, kajpru i retyku), które charakteryzują się najlepszymi warunkami termicznymi (temperatura powyżej 85°C).

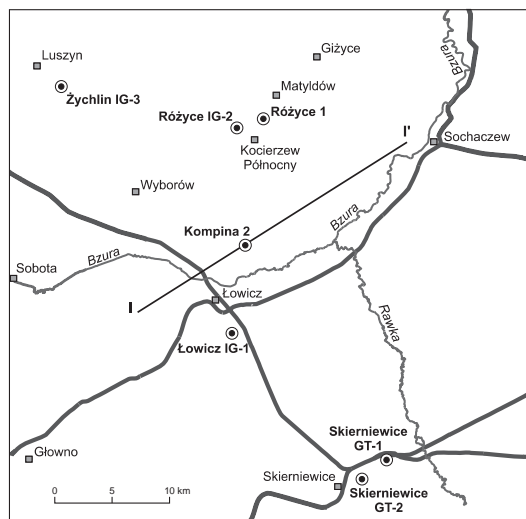


Fig. 1. Lokalizacja otworu wiertniczego Kompina-2

Location of the Kompina-2 borehole

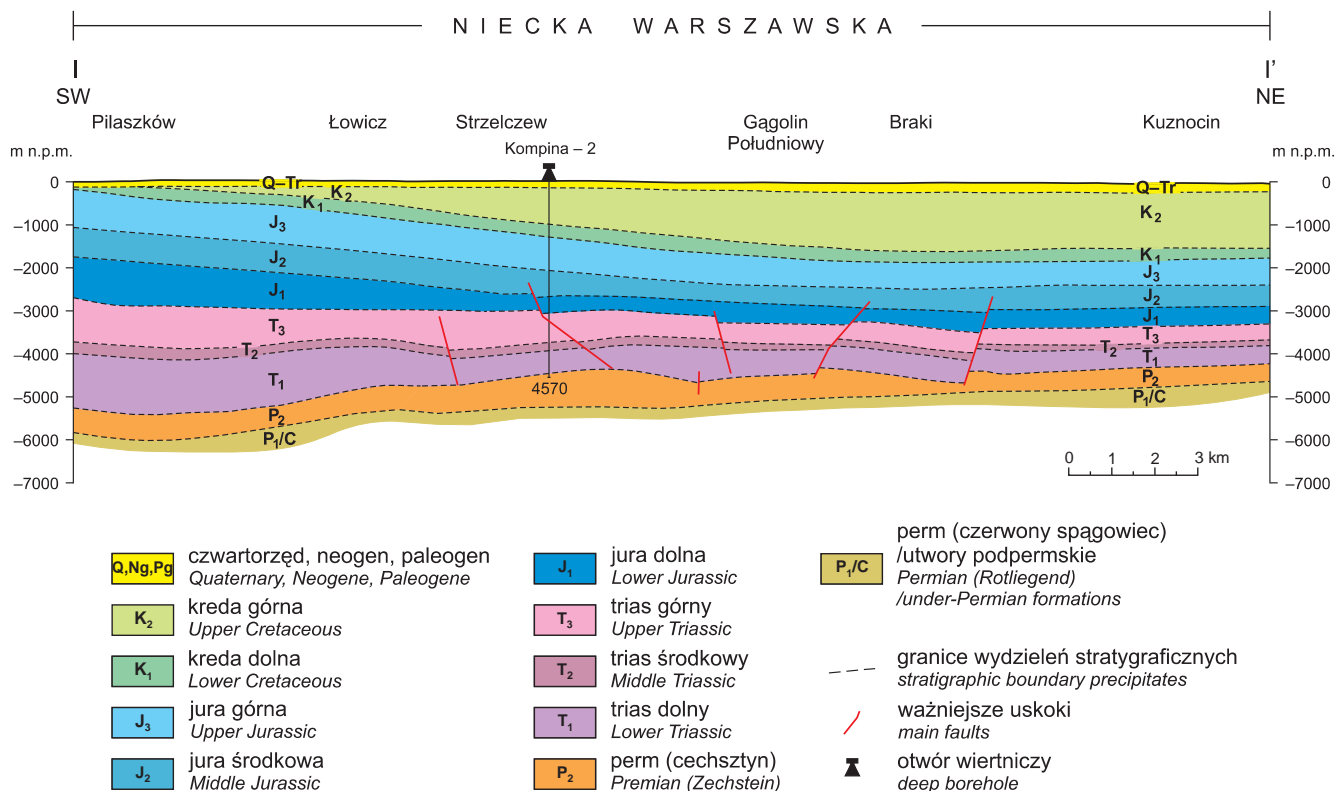


Fig. 2. Przekrój geologiczny przez Nieckę Warszawską (wg Marek, Feldman, 1988, zmieniony przez Chowańca i in., 2008)

Geological cross-section through the Warsaw Basin (after Marek, Feldman, 1988, modified by Chowaniec i in., 2008)

WYKSZTAŁCENIE LITOLOGICZNE TRIASU

Profil osadów triasu cechuje duża zmienność litologiczna. Jest to związane z kilkukrotnymi transgresjami i regresjami w obrębie triasowego basenu sedymentacyjnego. W okresie pstrego piaskowca zbiornik ten miał charakter subkontynentalny, w recie i wapieniu muszlowym morski i/lub lagunowy, a w kajprze ponownie subkontynentalny.

W otworze wiertniczym Kompina-2 profil triasu rozpoczynają osady pstrego piaskowca (trias dolny). Są to drobnoziarniste osady detrytyczne barwy czekoladowej. Powyżej występują osady retu wykształcone jako drobnoziarniste piaskowce o spoiwie ilasto-wapnistym, przewarstwione szarymi mułowcami. Miąższość triasu dolnego wynosi 515 m. Kontynuacją osadów retu jest wapień muszlowy (trias środkowy), wykształcony w postaci szarego dolomitu z wtrąceniami anhydrytu. Miąższość osadów wapienia muszlowego wynosi 169 m (Nocoń i in., 1984). Osady kajpru dolnego to iłowce, mułowce oraz piaskowce przykryte serią ilasto-mułowcową. W bardziej wilgotnym klimacie kajpru górnego tworzyły się gruboziarniste osady piaszczyste (tzw. piaskowiec trzciny). Następnie wystąpiła całkowita izolacja triasowego zbiornika sedymentacyjnego, połączona z osadzaniem się serii gipsowo-anhydrytowej. Miąższość osadów kajpru (dolnego i górnego) wynosi 376 m. W retyku

nastąpiło ożywienie działalności erozyjnej oraz wzrost intensywności denudacji. Miąższość retyku wynosi 341 m. Są to osady ilasto-mułowcowo-piaszczyste.

Poniżej przedstawiono skrócony profil stratygraficzny otworu wiertniczego Kompina-2:

Głębokość [m]	Opis osadu
0,0–57,0	czwartorzęd
57,0–1055,0	paleogen, neogen
1055,0–1313,0	kreda dolna
1313,0–2080,0	jura górna
2080,0–2682,5	jura środkowa
2682,5–3084,0	jura dolna
3084,0–3801,0	trias górny
3801,0–3970,0	trias środkowy
3970,0–4485,0	trias dolny
4485,0–4570,0	perm

TEKTONIKA

Udokumentowane w 2008 r. (Borowska i in., 2008) wyniki prac sejsmicznych i magnetotellurycznych w aspekcie szczegółowego rozpoznania tektoniki i stref potencjalnej migracji płynów w rejonie otworu wiertniczego Kompina-2 wykazały, że w obrazie tektonicznym rejonu Łowicza można wyróżnić trzy piętra strukturalne, wyraźnie różniące się charakterem zapisu sejsmicznego. Są to piętra: (1) karbońsko-dolnopermskie, (2) cechsztyńsko-triasowo-dolnojurajskie i (3) środkowojurajsko-górnójurajsko-kredowe. Piętro cechsztyńsko-triasowo-dolnojurajskie charakteryzuje się silnie zaangażowaną tektoniką związaną częściowo z procesami halokinezy. W obrazie strukturalnym tego piętra wyraźnie zaznaczają się dwie strefy, rozdzielone uskokiem normalnym o kierunku zbliżonym do południkowego. Są to:

strefa zachodnia z niecką o amplitudzie głębokości 50–500 m oraz strefa wschodnia o urozmaiconej morfologii z licznymi normalnymi dyslokacjami, przeważnie o przebiegu NW–SE.

Interpretacja nowych danych sejsmicznych (sejsmika 3D) granic sejsmicznych dowiązanych do granic stratygraficznych na podstawie danych geologicznych oraz pomiarów V_{sr} i PA, wykonane w otworze wiertniczym Kompina-2, pozwoliła na ustalenie przebiegu uskoku w obrębie analizowanego otworu geologicznego. Uskok ten przebiega na kontakcie spągu retyku górnego i stropu retyku dolnego, na głębokości ok. 3000–3100 m względem poziomu morza, tj. na głębokości ok. 3090–3190 m w profilu otworu wiertniczego (fig. 3).

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

W trakcie wykonywania otworu wiertniczego Kompina-2 oraz po zakończeniu prac wiertniczych (po perforacji rur okładzinowych) opróbowano kilka wydzielonych interwałów głębokościowych rurowymi próbnikami złoże w kierunku poszukiwania węglowodorów. Nie prowadzono pomiarów hydrogeologicznych, w tym pompowania oczysz-

czającego i pomiarowego. W trakcie opróbowania poziomu wodonośnego triasu dolnego (pstry piaskowiec) w interwałach 4130–4145 i 4155–4165 m stwierdzono temperaturę płynu złożowego (solanka o mineralizacji 337,1 g/dm³) w wysokości 107°C oraz przepływ w ilości 0,07 m³/h. Jest to wartość bardzo mała, niemniej jednak podczas opróbowania

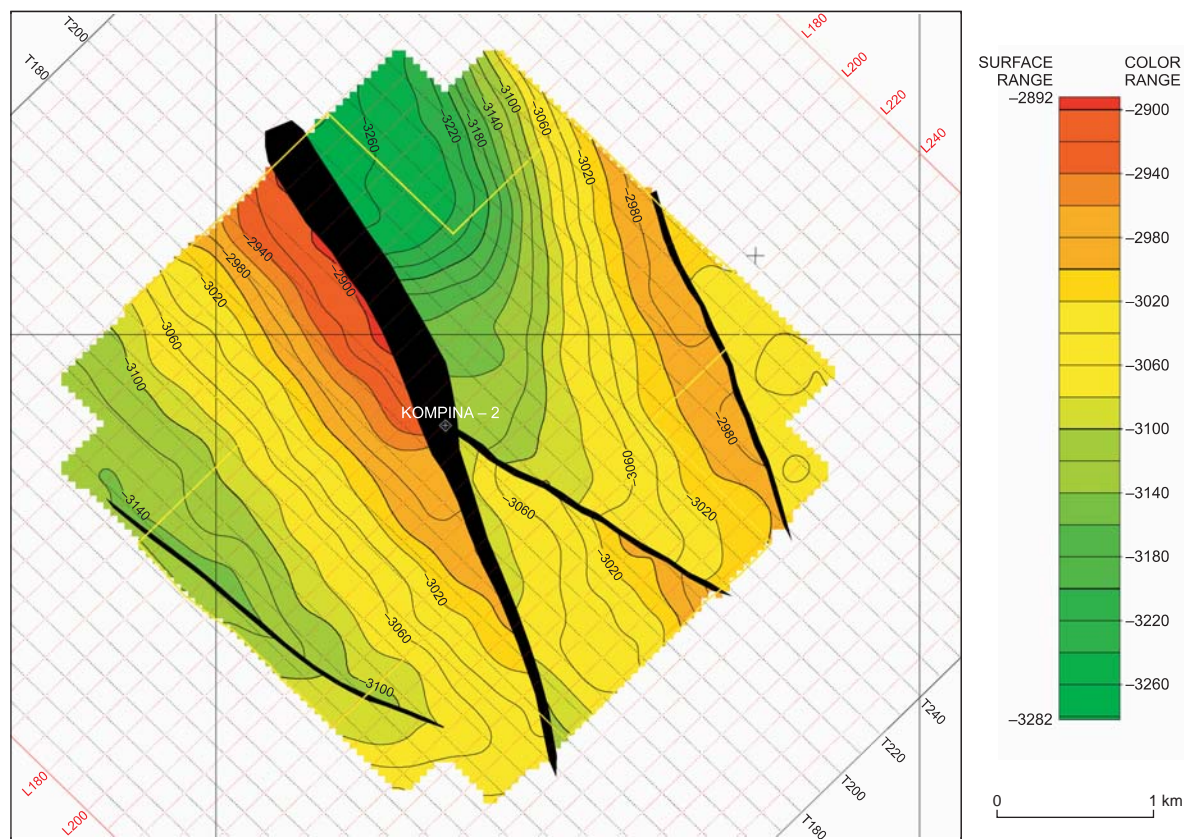


Fig. 3. Mapa strukturalna granicy sejsmicznej TRE (trias–retyk) obrazująca lokalizację otworu wiertniczego Kompina-2 na tle uskoku geologicznego (Bujakowski i in., 2009)

Structural map of seismic interface TRE (Triassic–Rhaetian) showing the position of Kompina-2 well on the background of geological fault (Bujakowski *et al.*, 2009)

poziomu w interwale 4110–4115 m nastąpił trwający 25 dni samowypływ solanki o ciśnieniu 140 atm. (pomiar na głowicy przeciwybuchowej). Podczas wiercenia otworu, w interwale 4048–4105 m stwierdzono gwałtowne ucieczki płuczki. Ogółem zarejestrowano zanik ok. 50 m³ płynu. Zanik płuczki wiertniczej, w ilości ok. 828 m³ zarejestrowano również w trakcie przewiercania utworów retyku–kajpru–wapienia muszlowego, w przedziale głębokości 3395–3884 m. Informacje te wskazują na możliwość występowania korzystnych parametrów zbiornikowych w obrębie triasu.

W poziomie wapienia muszlowego (trias środkowy) w interwale 3910–3920 m stwierdzono przyływ solanki o mineralizacji 167 g/dm³ w ilości 0,32 m³/h i temperaturze 97°C. Zarejestrowane dopływy solanek o mineralizacji od 88 do 150 g/dm³ w poziomie wodonośnym triasu górnego (kajper/retyk) w otworze wiertniczym Kompina-2 były zróż-

nicowane i wahały się w granicach od 0,1 do 22 m³/h. Otrzymana wydajność 22 m³/h z przedziału głębokości 3110–3125 m (retyk) jest niedostatecznie udokumentowana. Podczas dokonanego pomiaru próbnikiem złoża stwierdzono przyływ wód o temp 85°C, w ilości 5,5 m³ przez okres 15 minut. Nie pozwala to na jednoznaczne określenie wydajności analizowanego poziomu. Przyływ zarejestrowano jednak w obrębie stwierdzonej badaniami geofizycznymi 3D strefy uskokuwej, która w otworze wiertniczym Kompina-2 przebiega w przedziale głębokości ok. 3090–3190 m (Bujakowski i in., 2009). W przypadku innych, głębszych horyzontów wodonośnych w triasie górnym dopływy solanek wynosiły kilkaset litrów na godzinę, przy rejestrowanym czasie dopływu wynoszącym 4–5 godzin i temperaturze wody ok. 94°C (przedział głębokości 3545–3585 m).

PODSUMOWANIE

Pod względem warunków termicznych poziom triasowy jest korzystny, jednak parametry hydrodynamiczne nie zostały dotychczas dostatecznie rozpoznane. Jest to szczególnie istotne w aspekcie potencjalnego wykorzystania wód w celach energetycznych. W kontekście wykonanych w 2008 r. prac sejsmo-magnetotellurycznych oraz wyników prac wiertniczych w otworze Kompina-2, za perspektywiczne w obrębie utworów triasu, można uznać, ze szczególnym uwzględnieniem, strefy pstręgo piaskowca (głęb. 4020–4130 m) i strefę strop triasu górnego–jury dolnej (głęb. 3250–2970 m).

Wykorzystanie wód termalnych w celach energetycznych zależy przede wszystkim od warunków hydrogeologicznych występujących w złożu. Wzrost głębokości oraz ciśnienia nadkładu powoduje, że zmniejsza się porowatość efektywna, co ma duży wpływ na wydajność złoża. Sytuację taką obserwuje się na Niżu Polskim do głębokości ok. 3,0–3,5 km, poniżej której skały tracą właściwości kolektorskie (Górecki, red., 2006). Dlatego też strefy zbiornikowe na dużych głębokościach związane są ściśle ze szczelinami i spękaniem tektonicznymi, a nie z porowatością międzyziarnową.

LITERATURA

- BOROWSKA L., NEBELSKA U., CZERWIŃSKA B., 2008 — Opracowanie wyników badań sejsmicznych dla tematu: Skiernewice-Lowicz, rejon Kompina. Geofizyka Kraków. Arch. Zakł. Energii Odnawial. IGSMiE PAN, Kraków (praca niepublikowana).
- BUJAKOWSKI W., BARBACKI A.P., CZERWIŃSKA B., HOŁOJUCH G., STEFANIUK M., TRZEŚNIEWSKI Z., 2009 — Opracowanie i testy zintegrowanej metodyki prac sejsmo-magnetotellurycznych w aspekcie rozpoznania przestrzennej budowy geologicznej dla wskazania optymalnej lokalizacji otworów geotermalnych. Wyd. Revel, Kraków.
- CHOWANIEC J., FREIWALD P., OPERACZ T., WITEK K., 2008 — Ocena warunków hydrogeologicznych rejonu istniejącego otworu Kompina-2 ze szczególnym uwzględnieniem parametrów fizyko-chemicznych wód podziemnych. Państw. Inst. Geol., Oddz. Karpacki, Kraków (praca niepublikowana).
- GÓRECKI W. (red.), 2006 — Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim. Zakład Surowców Energetycznych AGH. Kraków. Wyd. Goldruk, Nowy Sącz.
- MAREK S., FELDMAN A., 1988 — Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Różyce IG-2. Państw. Inst. Geol., Warszawa (praca niepublikowana).
- NOCOŃ W., MODZELEWSKI R., STOLARCZYK F., KACZYŃSKI J., 1984 — Dokumentacja wynikowa otworów: Kompina-2, Różyce-1. Zakład Poszukiwania Nafty i Gazu. Wołomin. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.