

Dr Łukasz Gawor
Politechnika Śląska, Instytut Geologii Stosowanej

Dr inż. Malwina Kobyłańska
KGHM CUPRUM sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe

Zjawiska geotermalne w regionie Larderello

Wprowadzenie

Region Larderello (Włochy, południowa Toskania, prowincja Pisa) słynie zarówno z fascynujących zjawisk geologicznych (ekshalacje wulkaniczne: m.in. fumarole, soffioni), jak i energetyki geotermalnej (pierwsza na świecie elektrownia geotermalna, powstała w 1904 roku; obecnie wytwarza się tutaj 10 % światowej produkcji elektryczności przy wykorzystaniu geotermii). W artykule przedstawiono zagadnienia wykorzystania energetyki geotermalnej na przykładzie pola geotermalnego Larderello oraz scharakteryzowano atrakcje geoturystyczne w postaci ekshalacji wulkanicznych w rejonie Monterotondo Marittimo.

1. Wykorzystanie energetyki geotermalnej na przykładzie pola geotermalnego Larderello

Energia geotermalna wykorzystywana jest w kilkudziesięciu krajach świata do celów grzewczych, przemysłowych, rekreacyjnych i balneologicznych.

Historia wykorzystania niewyczerpalnych zasobów energii zawartej we wnętrzu Ziemi sięga roku 1850, kiedy to w miejscowości Larderello powstała instalacja ogrzewająca kilka domów. W tym samym miejscu w 1904 roku po raz pierwszy wykorzystano energię geotermalną do produkcji prądu elektrycznego, kiedy to Piero Ginori Conti (ówczesny dyrektor generalny zakładów przemysłowych produkujących związki boru, założonych w 1827 roku przez Francesco de Larderella) przeprowadził pierwszy tego typu eksperyment. Pierwszą komercyjną elektrownię „Larderello 1” oddano do użytku w 1913 roku (eas.itc.pw.edu.pl).

Budowa geologiczna regionu Larderello-Travale obejmuje następujące formacje skalne: kompleks gnejsów paleozoicznych z intruzjami skał magmowych, metasedymenty formacji Monticciano-Roccastrada, skały węglanowe jednostki toskańskiej, a także osady mioceńskie, plioceńskie i czwartorzędowe (Batini et al., 2003). Region ten odznacza się rekordową w skali światowej wartością stopnia geotermicznego (wzrost temperatury wraz z głębokością $1^{\circ}\text{C} / 1,5 \text{ m}$; średnia wartość dla kuli ziemskiej: $1^{\circ}\text{C} / 33 \text{ m}$).

Spśród elektrowni bazujących na ciepłe wnętrza Ziemi (geoelektrowni) wyróżnia się jej dwa podstawowe rodzaje: elektrownie parowe i elektrownie binarne. W przypadku elektrowni parowych ze złoża geotermalnego wydobywana jest para nasycona sucha, która po przejściu przez filtr cząstek stałych i wilgoci kierowana jest do turbiny parowej, gdzie

następuje zamiana energii cieplnej zawartej w parze na energię mechaniczną ruchu obrotowego łopatek wirnika, a następnie w generatorze na prąd elektryczny. Na świecie istnieją dwa złoża geotermalne tego rodzaju: Larderello (Włochy) oraz The Geysers (Kalifornia, USA). Mają one duże znaczenie historyczne i stanowią największe kompleksy elektrowni wykorzystujących pary wód geotermalnych na skalę przemysłową (globenergia.pl).

Eksploatowane obecnie pole geotermalne Larderello zajmuje powierzchnię 250 km², na której znajduje się ok. 500 otworów produkcyjnych, z których wydobywa się para sucha (przegrzana para o temperaturze od 150°C do 270°C), przy ciśnieniu 2-18 bar. Działa tam ponad 30 elektrowni o łącznej mocy 594,5 MW, co stanowi 10% światowej produkcji elektryczności przy wykorzystaniu geotermii (eas.itc.pw.edu.pl).

2. Atrakcje (zjawiska) geoturystyczne – ekshalacje wulkaniczne w rejonie Monterotondo Marritimo

Atrakcję geoturystyczną stanowią zarówno obiekty geoturystyczne, jak i zjawiska o tym charakterze. Zjawiskiem geoturystycznym nazywamy proces geologiczny zachodzący współcześnie, który może stać się produktem turystycznym. W tej kategorii mieszczą się procesy, których przebieg i produkty możemy oglądać w czasie mierzonym minutami bądź godzinami, rzadziej dniami. Dobrymi przykładami są erupcje wulkaniczne, gejzery, procesy eoliczne, falowanie w strefie brzegowej (geosilesia.us.edu.pl). Do tego typu zjawisk można również zaliczyć ekshalacje wulkaniczne (łac. *exhalatio* – *wydychanie*), czyli wyziewy składników lotnych magmy (gazów i par) z głębi Ziemi, stanowiące przejawy aktywności wulkanicznej.

Można wyróżnić kilka rodzajów ekshalacji wulkanicznych:

- a) fumacchi – powolna emisja wysokotemperaturowej pary wodnej;
- a) fumarole – bardzo gorące ekshalacje gazów wulkanicznych, głównie chlorowodoru, dwutlenku siarki i pary wodnej (o temperaturze od 300°C do 1000°C);
- b) bulicame – małe jeziora wrzącego błota emitujące gaz;
- c) lagoni – zbiorniki lub małe jeziora wydzielające opary gazowe;
- d) mofety – wyziewy z rozpadlin lub szczelin w ziemi, skąd wydobywa się para wodna, woda, dwutlenek węgla lub gaz pochodzenia wulkanicznego o niższej temperaturze (poniżej 100°C), mofety czasem wykorzystuje się w celach leczniczych np. na Węgrzech w Mátradereske;
- e) putizza – wydzielanie się gazów zawierających siarkowodór i dwutlenek siarki;
- f) solfatary – rodzaj ekshalacji wulkanicznych umiarkowanie gorących (o temperaturze 100°C-300°C), składających się głównie z pary wodnej, dwutlenku węgla i siarkowodoru;
- g) soffioni boraciferi – strumienie pary i gazu (dwutlenek węgla, kwas borowy, siarkowodór i inne) wydobywające się spod powierzchni Ziemi o temperaturze mogącej dochodzić do 230°C i ciśnieniu powyżej 20 barów; tworzą podziemne gniazda (kieszenie) pary, która czasem może wydobywać się poprzez pęknięcia gruntu.

Terminem *mofeta*, *solfataria* i *fumarola* określa się ponadto otwór, z którego wydobywają się ekshalacje konkretnego rodzaju (Jaroszewski, 1985).

W rejonie Monterotondo Marittimo/Sasso Pisano na obszarze parku „*Parco Geotermico Delle Biancane*” występują wszystkie ww. zjawiska geotermalne. Na trasie geoturystycznej „*La Fumarole*” można obserwować głównie *fumarole* oraz *soffioni boraciferi*. Oznakowana trasa wiedzie przez obszary ekshalacji wulkanicznych, nieczynny kamieniołom oraz pozostałości po dawnych zbiornikach dekantacyjnych. Podczas zwiedzania należy zachować ostrożność i poruszać się jedynie po wyznaczonych ścieżkach, ponadto nie przebywać zbyt długo w rejonie bezpośredniej emisji gazów i pary. Ciekawym zjawiskiem przyrodniczym jest występowanie na opisywanym obszarze roślinności azonalnej – reprezentowanej przez dąb korkowy. Wysokie temperatury skał podłoża, dochodzące nawet do 100°C, warunkują wegetację roślinności pozastrefowej.

Ciekawym zjawiskiem jest naturalny wypływ wód termalnych w obrębie źródła siarkowego *Chiorba* o temperaturze 50°C, które to wody były w przeszłości wykorzystywane jako środek dezynfekujący. Płyną one w otwartych kanałach do zbiorników (basenów – łac. *lacune - basen*), z których po wystudzeniu może być pobierana do m.in. podlewania okolicznej zieleni. Pozostałości odkrytych tu kamiennych zbiorników dekantacyjnych datuje się na II poł. XVIII w. Służyły one do oczyszczania wód geotermalnych i odzyskiwania kwasu borowego.

3. Podsumowanie

Rejon Monterotondo Marittimo w regionie Larderello słynie zarówno z interesujących ekshalacji wulkanicznych, udostępnionych dla odwiedzających w postaci atrakcji geoturystycznych („*Parco Geotermico Delle Biancane*” z trasami geoturystycznymi m.in. „*La Fumarole*”), jak i wielkoskalowego systemu grzewczego wykorzystującego ciepło geotermalne Ziemi o znaczeniu historycznym. Analizowany region wykorzystuje system grzewczy z geotermalnej elektrowni Larderello, wytwarzającej 10% światowej produkcji elektryczności przy wykorzystaniu geotermii. System ten jest najlepszym przykładem bezpośredniego wykorzystania płynu geotermalnego o niskiej temperaturze tj. 80°C-100°C. Płyn ten, z wykorzystaniem wymienników ciepła, bezpośrednio ogrzewa wodę krążącą w grzejnikach, konwektorach ciepła i panelach radiacyjnych umieszczonych w domowych systemach grzewczych. System wykorzystywany w rejonie Monterotondo Marittimo dostarcza ogrzewanie do około 500 domostw i zakładów, co stanowi ponad 120 000 metrów sześciennych gorącej wody i przekłada się na oszczędności ponad 700 000 kg oleju opałowego rocznie i korzyści prośrodowiskowe w postaci braku emisji ponad 2 mln kg CO₂ do atmosfery.

Literatura:

- Batini et al., 2003: Geological features of Larderello-Travale and Mt. Amiata geothermal areas (southern Tuscany, Italy). Episodes, Vol. 26, no. 3.
- Jaroszewski W. (red.): Słownik geologii dynamicznej, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1985, s. 74, s. 148, s. 229.

eas.itc.pw.edu.pl

globenergia.pl - Glob Energia, numer 6/2010