

W TROSCE O LEPSZE JUTRO

Energia geotermalna jest odnawialna i czysta.
Jak dużą rolę w zaspokajaniu potrzeb energetycznych
odgrywa w Polsce?



Anna Sowiżdżał

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Polska jest krajem, który boryka się z problemem zanieczyszczenia powietrza wynikającym w znacznej mierze ze spalania paliw stałych, będących ciągle podstawowym paliwem energetycznym. Konieczne jest zatem poszukiwanie alternatywnych i konkurencyjnych rozwiązań technologicznych i systemowych, by pokryć zapotrzebowanie energetyczne mieszkańców przy jednoczesnej dbałości o środowisko naturalne. Zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym także energii

geotermalnej, jest niezwykle istotnym i niezbędnym elementem umożliwiającym produkcję energii w sposób ekologiczny.

System wsparcia

Energia geotermalna jest wewnętrznym ciepłem Ziemi, nagromadzonym w skałach i wodach podziemnych wypełniających pory i szczeliny skalne. Wody geotermalne były użytkowane już w starożytności, jednak wraz z rozwojem technologii i technik wiertniczych ten rodzaj energii zaczęto wykorzystywać na szerszą skalę do zaspokajania potrzeb energetycznych. W klasycznych systemach hydrogeotermalnych nośnikiem energii jest woda podziemna, eksploatowana otworami wiertniczymi, z kolei w systemach petrogeotermalnych (związanych z gorącymi suchymi skałami) nośnikiem energii są media (najczęściej woda) wprowadzane otworami wiertniczymi do nagranych formacji skalnych.

Szczególnie sprzyjające warunki do powstania systemów geotermalnych o wysokiej energii, potencjalnie najlepiej nadających się do przemysłowego wykorzystania, istnieją w obrębie płyt litosfery. W takich właśnie strefach znajdują się w skałach zbiornikowych złoża par geotermalnych, wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach geotermalnych. Złoża te występują w obszarach współczesnej lub niedawnej aktywności wulkanicznej lub tektonicznej. Przykładem wykorzystania wysokotemperaturowej energii geotermalnej są takie kraje, jak: Filipiny, Meksyk, Nowa Zelandia, USA, Japonia, Włochy czy Islandia. Jednak w skali świata wysokotemperaturowe obszary geotermalne są stosunkowo niewielkie. Zdecydowanie częściej występują złoża niskotemperaturowe, ze złożami wód geotermalnych o temperaturach niższych od 150 st. C, dla których kluczowym sektorem zagospodarowania jest ciepłownictwo, a produkcja energii elektrycznej ma znaczenie lokalne.

Energia geotermalna to jedno z odnawialnych źródeł energii, których zwiększenie wykorzystania w krajowym bilansie energetycznym jest istotne dla poprawy jakości środowiska, a tym samym stanu zdrowia i życia mieszkańców. Mimo wielu zalet związanych z użytkowaniem zasobów geotermalnych energetyka geotermalna ciągle zajmuje ostatnie miejsce wśród odnawialnych źródeł energii w Polsce. Wydarzenia ostatnich lat pozwalają jednak na optymistyczne stwierdzenie, że jest szansa na zdynamizowanie rozwoju sektora geotermalnego i zwiększenie liczby projektów geotermalnych w Polsce. Pozwala na to system wsparcia krajowego, prowadzony m.in. przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, którego celem jest zwiększenie wykorzystania zasobów geotermalnych. Dzięki uruchomionemu programowi wsparcia odwiertów geotermalnych zrealizowano inwestycje zlokalizowane w kilku miejscowościach w Polsce,

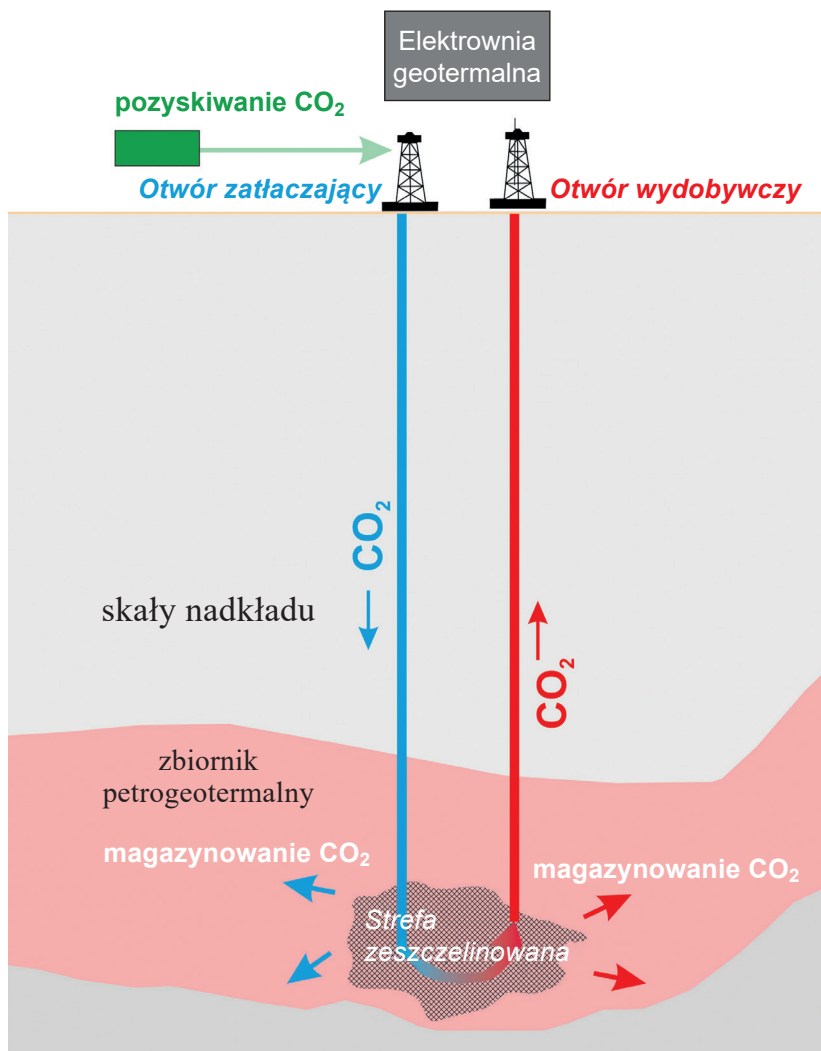


**dr hab. inż.
Anna Sowiżdżał,
prof. AGH**

Jest profesorem w Katedrze Surowców Energetycznych na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH i kierownikiem grupy badawczej Odnawialne Źródła Energii. Zajmuje się problematyką wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w szczególności badaniami związanymi z oceną zasobów geotermalnych w różnych rejonach Polski i analizą możliwości ich utylitarnej wykorzystania. Należy do zespołu realizującego projekt budowy i rozwoju Laboratorium Edukacyjno-Badawczego Odnawialnych Źródeł i Poszanowania Energii AGH w Miękinii. Jest kierownikiem projektu EnerGizerS, realizowanego w ramach polsko-norweskich projektów badawczych POLNOR 2019, finansowanych z programu Norweskiego Mechanizmu Finansowego (NOR/POLNOR/ EnerGizerS/0036/2019).
ansow@agh.edu.pl



JOHANN R AGMARSSON/SHUTTERSTOCK.COM

Instalacja EGS – CO₂

Schemat koncepcyjny
funkcjonowania systemu
EGS – CO₂

w tym m.in.: w Turku, Tomaszowie Mazowieckim, Sieradzu, Kole czy Sochaczewie, a kolejne są w różnych fazach realizacji. Nowe otwory geotermalne mają szansę stanowić podwaliny budowy kolejnych ciepłowni geotermalnych. Dalsze systemy wsparcia, takie jak program Polska Geotermia Plus czy program „Udostępnianie wód termalnych w Polsce”, dają możliwości rozwoju projektów geotermalnych i zagospodarowania istniejących zasobów. Energia geotermalna została uwzględniona jako jedno z odnawialnych źródeł energii wpisanych do projektu „Polityka energetycznej Polski do 2040 roku”, co z perspektywy rozwoju tego sektora jest bardzo istotną kwestią.

Obecnie w Polsce zagospodarowanie istniejących zasobów geotermalnych jest niewielkie. Zasoby te są wykorzystywane efektywnie w sześciu ciepłowniach geotermalnych (w Poddębicach, Stargardzie, Uniejowie, Mszczonowie i Pyrzycach na Niżu Polskim oraz na Podhalu, gdzie istnieje największa i najstarsza ciepłownia geotermalna), a także w cen-

trach rekreacyjnych i balneologicznych (balneologia to dziedzina medycyny uzdrowiskowej, zajmująca się badaniem właściwości leczniczych wód podziemnych i borowin). Potencjał geotermalny, potwierdzony prowadzonymi od wielu lat badaniami naukowymi, jest zdecydowanie większy. Ponieważ Polska znajduje się w obszarze występowania niskotemperaturowych zasobów geotermalnych, to właśnie ciepłownictwo jest kluczowym sektorem zagospodarowania zasobów geotermalnych. Jednak prowadzone są prace badawcze zmierzające do budowy pierwszej elektrowni geotermalnej w naszym kraju.

Polskie badania

Badania warunków geotermalnych są prowadzone w Polsce od lat 80. XX wieku. Od początku były to badania ukierunkowane na rozpoznanie potencjału hydrogeotermalnego, związanego z wykorzystaniem wód geotermalnych o odpowiednich parametrach, umożliwiających ich zagospodarowanie do różnych celów, zwłaszcza ciepłowniczych, rekreacyjnych lub balneologicznych. Badania te przyniosły satysfakcjonujące rezultaty, których efektem było powstanie pierwszej (na Podhalu), a potem kolejnych instalacji geotermalnych w Polsce. Podsumowaniem badań nad możliwościami wykorzystania energii hydrogeotermalnej w Polsce jest unikatowa seria atlasów geotermalnych wydanych pod redakcją prof. Wojciecha Góreckiego w latach 2006–2013, stanowiąca wszechstronne i wyczerpujące źródło informacji o występowaniu oraz możliwościach eksploatacji wód geotermalnych na obszarze Niżu Polskiego, Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Prace te wskazują na możliwości wykorzystania zasobów hydrogeotermalnych do celów użytkowych, przede wszystkim w ciepłownictwie, które jest dotychczas kluczowym sektorem dla zagospodarowania wód geotermalnych w Polsce.

Potencjał

Technologia klasycznych systemów geotermalnych jest dojrzała, umożliwia eksploatację wody podziemnej zgromadzonej w zbiornikach hydrogeotermalnych zalegających na różnych głębokościach pod powierzchnią ziemi. Jednak ogromny potencjał geotermalny występuje również w podłożu skalnym o niskiej przepuszczalności i porowatości, charakteryzującym się anomalnie wysokimi temperaturami. Ten potencjał może być wykorzystany w niekonwencjonalnych systemach geotermalnych, nazwanych z języka angielskiego EGS – *enhanced geothermal systems*, czyli wspomagane lub wzbudzone systemy geotermalne. EGS to systemy, które umożliwiają wykorzystanie energii geotermalnej związanej z gorącymi, suchymi skałami, charakteryzującymi się niską naturalną przepuszczalnością i niskim nasyceniem wodami podziemnymi. Ten ro-

dzaj systemu zakłada wydobycie energii ze skał przez sztuczne zwiększenie wydajności hydraulicznej złoża geotermalnego, a następnie wprowadzenie do niego płynu roboczego, będącego nośnikiem energii, i doprowadzenie go do elektrowni, by wytworzyć energię elektryczną. Systemy te umożliwiają wykorzystanie energii geotermalnej, w sytuacji gdy warunki hydrogeotermalne danej lokalizacji uniemożliwiają uzyskanie odpowiednio wysokiej wydajności otworów wiertniczych, co sprawia, że potencjalnych lokalizacji dla systemów EGS jest znacznie więcej niż dla klasycznych systemów hydrogeotermalnych. Istnieją dwa płyny robocze wykorzystywane w systemach EGS: pierwszy i najczęściej stosowany to woda, drugi to dwutlenek węgla (CO₂). Jakkolwiek pierwsze rozwiązanie jest zdecydowanie bardziej powszechne, to ze względu na doskonałe właściwości termodynamiczne CO₂ i potrzebę zmniejszenia jego emisji do atmosfery system EGS wykorzystujący ten gaz zamiast wody jako płyn roboczy jest bardzo interesujący (EGS – CO₂). System ten wzbudził duże zainteresowanie z uwagi na dodatkową korzyść środowiskową wynikającą z geologicznego składowania CO₂ podczas procesu wytwarzania energii. Dotychczasowe badania prowadzone na świecie wykazały także znaczne zalety stosowania CO₂ jako płynu roboczego, w tym korzystne właściwości transportowe czy niską aktywność chemiczną.

Projekt EnerGizerS

Właśnie badaniom efektywności tej innowacyjnej technologii poświęcono rozpoczęty w październiku ubiegłego roku projekt o akronimie EnerGizerS, realizowany w ramach polsko-norweskich projektów badawczych POLNOR 2019 finansowanych z programu Norweskiego Mechanizmu Finansowego na lata 2014-2021 (pełna nazwa projektu: CO₂-Enhanced Geothermal Systems for Climate Neutral Energy Supply). Operatorem programu jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt dofinansowano ze środków budżetu państwa. Będzie realizowany do 2023 roku przez konsorcjum, na którego czele stoi Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica z Krakowa. Partnerami AGH są instytucje naukowe: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, SINTEF Energi AS i NTNU Norwegian University of Science and Technology, oraz firma Exergon.

Głównym celem projektu jest analiza efektywności funkcjonowania niekonwencjonalnych systemów geotermalnych wykorzystujących CO₂ jako płyn roboczy. Proponowane rozwiązanie ma na celu podjęcie działań na rzecz ochrony klimatu przez wykorzystanie czystej i ekologicznej energii geotermalnej przy jednoczesnym ograniczeniu emisji CO₂ pochodzącego ze spalania paliw kopalnych. Naukowcy z Polski i Norwegii połączyli siły w projekcie EnerGizerS, by przeanalizować efektywność działania tego typu syste-

mów. Niekonwencjonalne systemy geotermalne (EGS – CO₂) cieszą się coraz większym zainteresowaniem na całym świecie, głównie ze względu na możliwość geologicznego składowania CO₂, towarzyszącego procesowi produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Technologia ta posiada potencjał, by stać się nowym zrównoważonym źródłem energii odnawialnej o dużym znaczeniu dla realizacji międzynarodowych działań ukierunkowanych na łagodzenie antropogenicznych zmian klimatycznych. Wymiana wiedzy i doświadczeń dotyczących tematyki geotermalnej i sekwestracji CO₂ pozwoli na wspólne wypracowanie najlepszych rozwiązań dla instalacji EGS – CO₂. Stanowią one rozwiązania innowacyjne na rynkach światowych i nie są dotychczas powszechnie stosowane. W ramach projektu EnerGizerS konsorcjum naukowców prowadzi badania mające na celu identyfikację i szczegółową charakterystykę struktur geologicznych potencjalnych dla lokalizacji systemów EGS – CO₂ w Polsce i Norwegii, łącząc wymagania technologii geotermalnych i sekwestracji CO₂. Ze względu na odmienne uwarunkowania geologiczne, prawne czy środowiskowe panujące w krajach partnerskich każdy z rozważanych przypadków będzie charakteryzował się odmiennymi parametrami. Wszystkie wykonane badania i analizy będą stanowiły podstawę do przeprowadzenia oceny techniczno-ekonomicznej i środowiskowej proponowanej technologii do zastosowania w systemach energetycznych Polski i Norwegii. Zostaną przeprowadzone kompleksowe badania laboratoryjne na próbkach rdzeni wiertniczych pobranych z odpowiednich struktur geologicznych, ukierunkowane na ocenę cech petrofizycznych, termicznych i mechanicznych. Uzyskane wyniki będą podstawą zaawansowanego modelowania matematycznego, w tym modelowania strukturalnego złoża, modelowania procesu szczelinowania ośrodka skalnego i modelowania 3D multiwariantowych symulacji zatłaczania i eksploatacji CO₂ wraz z prognozami zachowania złoża w czasie. Projekt zakłada również eksperymentalne określenie właściwości i sposobu zachowania się CO₂, a także modelowanie matematyczne opartych na CO₂ systemów napowierzchniowych do produkcji ciepła i energii elektrycznej. Wszystkie przeprowadzone testy i analizy będą stanowiły podstawę do przeprowadzenia oceny techniczno-ekonomicznej i środowiskowej proponowanej technologii. Wyniki projektu pomogą określić zasadność połączenia dwóch technologii: EGS i sekwestracji CO₂ w celu zmniejszenia emisji CO₂ i wytwarzania energii w sposób ekologiczny, a także opłacalny pod względem ekonomicznym. Ponadto kluczową kwestią będzie wymiana doświadczeń i pogłębiona współpraca między partnerami polskimi i norweskimi w celu określenia najlepszych ram dla analizowanej technologii i ograniczenia ryzyka dla przyszłych inwestycji geotermalnych. Ostateczne wyniki projektu będą znane w 2023 roku. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim – formacje mezozoiku, red. W. Górecki, Kraków 2006.

Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim – formacje paleozoiku, red. W. Górecki, Kraków 2006.

Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich, red. W. Górecki, Kraków 2011.

Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego, red. W. Górecki, Kraków 2012.

Atlas geotermalny Karpat Wschodnich, red. W. Górecki, Kraków 2013.

Ocena potencjału, bilansu cieplnego i perspektywicznych struktur geologicznych dla potrzeb zamkniętych systemów geotermicznych (Hot Dry Rocks) w Polsce, red. A. Wójcicki, A. Sowizdzał, W. Bujakowski, Warszawa – Kraków 2013.