

dr hab. inż. Józef Chowaniec, prof. nadzw. PIG-PIB
Państwowy Instytut Geologiczny
-Państwowy Instytut Badawczy
Odział Karpacki
31-560 Kraków
ul. Skrzatów 1

Kraków, 28.09.2017 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr in. Justyny Mazurkiewicz pt. „Ocena obszarów perspektywicznych dla geotermalnego wykorzystania wód niskotemperaturowych w województwie małopolskim”

1. Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Mazurkiewicz pt. „Ocena obszarów perspektywicznych dla geotermalnego wykorzystania wód niskotemperaturowych w województwie małopolskim” opracowana została w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska w Katedrze Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej. Promotorem rozprawy jest dr hab. Ewa Kmieciak, prof. AGH, a promotorem pomocniczym – dr hab. inż. Barbara Tomaszewska, prof. AGH. Jej treść wraz z rysunkami, mapami, przekrojami i tabelami zamieszczona została na 177 stronach maszynopisu w 8 rozdziałach. Obszernego spisu literatury nie przedstawiono w formie numerowanego rozdziału. Do rozprawy doktorskiej załączono, w formie elektronicznej (płyta CD), 6 załączników, zawierających dodatkowy materiał faktograficzny, bądź informacje wspomagające prezentowane tezy.

We wstępie Autorka podkreśliła, że województwo małopolskie, podobnie jak wiele innych regionów Polski boryka się z problemem zanieczyszczenia powietrza, czyli tzw. „niską emisją”, a małopolski rynek energetyczny w dalszym ciągu oparty jest na węglu kamiennym i brunatnym. Dlatego też, jedną z możliwości ograniczania emisji szkodliwych substancji do atmosfery jest wykorzystywanie do celów grzewczych alternatywnych źródeł energii, zwłaszcza w kotłowniach przydomowych.

Doktorantka podkreśliła, że znaczącą rolę w tym zakresie w przyszłości mogą odegrać instalacje niskotemperaturowe wykorzystujące jako dolne źródło ciepła zasoby wód podziemnych występujących na głębokości do około 500 m p.p.t., których temperatura na wypływie z ujęcia przekracza 4°C. Jednakże, o możliwości efektywnego zagospodarowania energią niskotemperaturową pochodzącą z wód podziemnych decyduje wiele czynników,

wymagających m.in. analizy, charakterystyki i oceny warunków geologicznych, hydrogeologicznych i hydrogeochemicznych.

Autorka rozprawy doktorskiej stwierdziła, że głównym celem Jej pracy jest wskazanie w obrębie województwa małopolskiego obszarów perspektywicznych dla wykorzystania wód podziemnych w instalacjach niskotemperaturowych wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda. W nawiązaniu do celu, jaki sobie założyła, szczegółowej analizie poddała zwykłe wody podziemne o temperaturze w granicach 4°C–20°C, występujące do głębokości około 500 m p.p.t. w utworach czwartorzędowych, czwartorzędowo–trzeciorzędowych, trzeciorzędowych, trzeciorzędowo–kredowych, kredowych, jurajskich i triasowych.

Do realizacji założonego celu, tzn. oceny możliwości wykorzystania niskotemperaturowych wód podziemnych województwa małopolskiego w systemach wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda, Autorka rozprawy analizowała m.in. dane archiwalne zawarte w Centralnym Banku Danych Hydrogeologicznych (CBDH), dane archiwalne z Monitoringu Wód Podziemnych oraz wyniki badań własnych. Ponadto, w swoich rozważaniach posłużyła się sporą ilością danych zawartych w licznych pracach publikowanych oraz zamieszczonych na stronach internetowych. W sumie zgromadziła 241 531 wyników archiwalnych analiz fizykochemicznych wód podziemnych z obszaru województwa małopolskiego, znajdujących się w CBDH. Pozyskane przez Doktorantkę wyniki zostały zweryfikowane i ograniczone do wykonanych analiz w latach 2000–2014. W sumie otrzymała dane dla 1583 ujęć wód podziemnych, które wykorzystwała w swoich analizach, realizując założone cele. Ponieważ dla większości ujęć analizy wód były niepełne, dlatego część interpretacji wykonała jedynie dla tych, posiadających w bazie CBDH niezbędne dane. W związku z tym, istnieje różna liczba ujęć przy interpretacji poszczególnych zagadnień. I tak np., analizując stabilność składu chemicznego wód w zakresie wybranych parametrów istotnych z punktu widzenia producentów pomp ciepła, oceny tej dokonała dla 16 przykładowych ujęć, dla których miała możliwość pozyskania z bazy danych Monitoringu Wód Podziemnych wyników analiz fizykochemicznych obejmujących okres co najmniej 10 lat. W posumowaniu tego fragmentu rozprawy, stwierdziła, że wykonana przez nią ocena możliwości wykorzystania wód podziemnych w systemach geotermii niskotemperaturowej jest pierwszym tego typu opracowaniem dla województwa małopolskiego.

W rozdziale 2 Doktorantka scharakteryzowała obszar badań pod względem położenia, podziału administracyjnego i geograficznego, a także opisała morfologię terenu, wody powierzchniowe, klimat, budowę geologiczną, warunki hydrogeologiczne i termiczne oraz

przedstawiła zróżnicowanie przyrodnicze. W podsumowaniu tej części rozprawy stwierdziła, iż województwo małopolskie, praktycznie na całym obszarze, posiada potencjalne możliwości zagospodarowania zasobów zwykłych wód podziemnych do głębokości około 500 m p.p.t., w systemach geotermii niskotemperaturowej wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda, których temperatura z ujęcia na powierzchni wynosi co najmniej 4°C. Niemniej jednak możliwość wykorzystania wód podziemnych w instalacjach wspomaganych pompami ciepła uzależniona jest również od składu chemicznego ujmowanych wód i uwarunkowań lokalnych wynikających z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Lokalne plany mogą jednak zawierać zakazy wykonywania tego typu instalacji, wynikające np. z położenia planowanego ujęcia w obrębie strefy ochronnej ujęć, jego lokalizacji na terenach i obszarach ochrony GZWP, na obszarach ochrony przyrody, jak również na obszarach górniczych utworzonych dla eksploatacji wód leczniczych lub termalnych. Dla ujęć położonych na wymienionych obszarach chronionych, w przypadku planowania instalacji wykorzystującej wody podziemne w systemach wspomaganych pompami ciepła, wymagane jest uzyskanie decyzji środowiskowej oraz zgody jednostki ustanawiającej daną strefę ochronną.

W rozdziale 3 Doktorantka szczegółowo opisała wykorzystanie wód podziemnych jako niskotemperaturowego źródła ciepła w pompach, których zadaniem jest pobieranie ciepła ze źródła dolnego, o niższej temperaturze, i przekazywanie go do źródła górnego, o wyższej temperaturze, wykorzystując przy tym energię zewnętrzną. Wymieniła trzy główne typy pomp, które można wyróżnić ze względu na rodzaj napędu i zasadę działania:

- pompy sprężarkowe,
- pompy absorpcyjne,
- pompy termoelektryczne.

Ze względu na rodzaj źródła ciepła niskotemperaturowego i wysokotemperaturowego można wyróżnić pompy ciepła typu: powietrze/woda (*P/W*), solanka/woda (*S/W*) i woda/woda (*W/W*). W swojej rozprawie doktorskiej Autorka skupiła się wyłącznie na instalacjach wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda. W kolejności omówiła zasady działania pomp ciepła, instalacje niskotemperaturowe bazujące na wodach podziemnych, wartości graniczne parametrów fizykochemicznych wód wykorzystywanych jako dolne źródło ciepła oraz przedstawiła charakterystykę rynku pomp ciepła w Polsce i podała aspekty prawne wykorzystania wód podziemnych jako dolne źródło ciepła w pompach ciepła.

Rozdział 4 zawiera zweryfikowane dane, zgromadzone dla realizacji wyznaczonego przez Doktorantkę celu oraz opis metodyki badań. Zgromadziła ona niebagatelną ilość

danych, i tak np. w bazie danych banku HYDRO, z lat 1958-2014, w obrębie województwa małopolskiego, zidentyfikowała 241524 wyników analiz dotyczących 6022 ujęć dla wód z utworów: czwartorzędowych, czwartorzędowo–trzeciorzędowych, trzeciorzędowych, trzeciorzędowo–kredowych, kredowych, jurajskich i triasowych. Analizując zebrane dane, wzięła pod uwagę niepewność wyników zgromadzonych w bazie danych HYDRO, wynikającą z poboru próbek przez różnych próbobiórców i badania wód nie w jednym czasie, niekoniecznie z zastosowaniem takiej samej procedury poboru oraz wykonywania analiz przez różne laboratoria za pomocą odmiennej metodyki. W kolejnym etapie badania i weryfikacji danych, ograniczyła je do analiz fizykochemicznych z lat 2000–2014. W sumie zbiór danych, który posłużył do przeprowadzenia dalszych obliczeń i analiz obejmował 1583 ujęć. Ich lokalizację zaprezentowała na rysunkach 4.2 i 4.3, a charakterystykę przedstawiła w tabeli 4.3 oraz na zał. 6 na płycie CD dołączonej do rozprawy doktorskiej. Podkreśliła przy tym, że obszar województwa małopolskiego nie jest równomiernie pokryty tak zweryfikowanymi ujęciami/punktami, co jest widoczne na rys. 4.2. Jak można zauważyć, największa liczba ujęć zlokalizowana została w obrębie dużych aglomeracji miejskich, tj. Krakowa, Tarnowa oraz Nowego Sącza, czy też na obszarze Nowego Targu. Najmniejsza ilość ujęć znajduje się m.in. w powiecie proszowickim, dąbrowskim i olkuskim. Jak podała, brak ujęć lub niewielka ich ilość na niektórych obszarach, może być związana z ujmowaniem tam wód z głębokości mniejszej niż 30 m.

Dla oceny możliwości wykorzystania wód podziemnych pod względem energetycznym Autorka rozprawy obliczyła moc cieplną możliwą do pozyskania z analizowanych ujęć. W tym celu pozyskała informacje dotyczące temperatury ujmowanych wód oraz wydajności ujęć. Niestety, w bazie danych HYDRO wartości temperatury wody na wypływie dotyczyły jedynie 76 analizowanych przez nią ujęć. W związku z tym, wartości temperatury wyliczyła, wykorzystując dostępne mapy rozkładu temperatur na różnych głębokościach opublikowane w różnych czasopismach oraz w atlasach pod redakcją prof. W. Góreckiego, a także znanego z literatury równania:

$$T_k = T_0 + Gh$$

gdzie:

T_k – temperatura na głębokości h [°C],

T_0 – temperatura powierzchni neutralnej [°C],

G – gradient temperatury [°C/100 m],

h – głębokość [m].

Jej zdaniem, ocena szacunkowej mocy cieplnej była możliwa dla 1096 ujęć, spośród 1583 wcześniej zweryfikowanych.

W kolejności dokonała oceny:

- możliwości wykorzystania wód z 1583 zweryfikowanych ujęć w systemach wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda w odniesieniu do ich składu chemicznego i wartości granicznych parametrów fizykochemicznych podanych przez wybranych, wiodących producentów urządzeń,
- potencjalnych zagrożeń wynikających ze specyfiki ujmowanych wód podziemnych pod kątem agresywności korozyjnej i możliwości wytrącania osadów wtórnych. Do tego celu wykorzystwała indeksy Langeliera (*LSI – Langelier Saturation Index*) i Ryznara (*RSI – Ryznar Stability Index*),
- stabilności składu chemicznego badanych wód w zakresie wybranych parametrów kluczowych z punktu widzenia producentów pomp ciepła, ponieważ stabilność tych parametrów wpływa bezpośrednio na dobór poszczególnych elementów instalacji, pozwalających zapewnić bezawaryjną i długotrwałą pracę systemu opartego na wodzie podziemnej. Autorka przyjęła 10 letni okres, z lat 2000–2014, jako kryterium wyboru punktów do analizy. Ten warunek spełniało tylko 19 punktów monitoringowych.

Dużym osiągnięciem Doktorantki jest podsumowanie otrzymanych rezultatów i opracowanie mapy z lokalizacją ujęć, spełniających wszystkie analizowane kryteria, tj. temperatury wody o wartości powyżej 4°C, obliczonej mocy cieplnej ujęć powyżej 5 kW, a także wymagań w zakresie składu chemicznego ujmowanych wód dla co najmniej jednego z producentów pomp ciepła. Tak skonstruowana mapa umożliwi wskazanie w obrębie województwa małopolskiego obszarów najbardziej perspektywicznych dla wykorzystania wód podziemnych w systemach niskotemperaturowych wspomaganych pompą ciepła typu woda/woda.

Potencjalne wykorzystanie wód podziemnych województwa małopolskiego w systemach geotermii niskotemperaturowej Doktorantka zweryfikowała na przykładach 6-ciu studni, ujmujących wody z utworów czwartorzędowych, usytuowanych 5-ciu rejonach:

- Biała Niżna w gminie Grybów – powiat nowosądecki (2 studnie),
- Rudniki w gminie Sułkowice – powiat myślenicki,
- Gaj w gminie Mogilany – powiat krakowski,
- Porąbka Iwkowska w gminie Iwkowa – powiat brzeski,
- Stanisław Dolny w gminie Kalwaria Zebrzydowska – powiat wadowicki.

W rozdziale 5 Doktorantka zaprezentowała wyniki analiz i ocen przeprowadzonych zgodnie z metodyką opisaną w poprzednim rozdziale. Celem tych ocen było wskazanie w obrębie województwa małopolskiego obszarów najbardziej perspektywicznych dla wykorzystania wód podziemnych jako dolnego źródła ciepła w instalacjach wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda. W dalszej kolejności scharakteryzowała 7 funkcjonujących instalacji niskotemperaturowych bazujących na wodach podziemnych w województwie małopolskim, z których 3 nie posiadają pozwoleń wodnoprawnych. Następnie podała wartości obliczonej mocy cieplnej dla ujęć zależnych od wód podziemnych w analizowanych poziomach wodonośnych. Na podstawie uzyskanych rezultatów stwierdziła, że najwyższe moce cieplne charakteryzują ujęcia wód z utworów trzeciorzędowych (powyżej 600 kW), kredy niżniańskiej (powyżej 450 kW) i utworów czwartorzędowych (powyżej 400 kW). W związku z powyższym uznała, iż pod względem uzyskanej mocy cieplnej, ujęcia wód podziemnych na obszarze województwa małopolskiego mogą stanowić dolne źródło ciepła dla pompy ciepła. Warto dodać za Doktorantką, że oszacowana moc cieplna w 79,20% wszystkich analizowanych ujęć województwa małopolskiego przekracza 5 kW, czyli umożliwia to pokrycie zapotrzebowania na ogrzewanie domu jednorodzinnego o powierzchni 120–150 m².

Analizując skład chemiczny wód podziemnych pod kątem spełnienia wymogów producentów pomp ciepła, Doktorantka wykazała, że w ponad 85% wszystkich analizowanych ujęć, zostały spełnione wymagania co najmniej jednego z producentów pomp ciepła, w około 55% ujęć analizowane wody spełniają wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. – w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (RMZ 2015) oraz w ponad 90% ujęć zostały spełnione wymagania podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. – w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (RMŚ 2014). W dalszej części rozprawy podkreśliła, że jednym z głównych problemów pojawiających się w trakcie eksploatacji systemów opartych na wodach podziemnych jest korozja i/lub scaling poszczególnych elementów instalacji. Analizując pod tym kątem wody podziemne stwierdziła, że w większości analizowanych ujęć (74,13%) wartości indeksu LSI wskazują na wody nienasycone ($LSI < 0$), tj. mające tendencję do rozpuszczania węgla wapnia, natomiast w 25,87% na wody zbyt nasycone ($LSI > 0$), tzn. węgiel wapnia może wytrącać się w instalacjach. W przypadku indeksu RSI, w ponad 80% ujęć, analizowane wody mogą oddziaływać korozyjne na poszczególne elementy instalacji.

Istotną rolę odgrywa stabilność składu chemicznego wód wykorzystywanych jako dolne źródło ciepła w instalacji wspomaganej pompą ciepła typu woda/woda. Uwzględniając ocenę stabilności składników kluczowych oraz wymagania producentów urządzeń, Doktorantka uważa, że analizowane wody mogą zostać wykorzystane jako dolne źródło ciepła w instalacji niskotemperaturowej wspomaganej pompą ciepła typu woda/woda. Po ocenie wszystkich wymienionych parametrów jednoznacznie stwierdziła, że ujęcia perspektywiczne dla geotermalnego wykorzystania wód niskotemperaturowych w systemach wspomaganych pompą ciepła typu woda/woda występują praktycznie na całym obszarze województwa małopolskiego.

Przykłady analizy możliwości wykorzystania wód podziemnych w systemach geotermii niskotemperaturowej Doktorantka omówiła w rozdziale 6 na przykładzie wspomnianych wcześniej sześciu ujęć w pięciu rejonach. Jednoznacznie wykazała, że we wszystkich analizowanych ujęciach wody mogą zostać wykorzystane jako dolne źródło ciepła w instalacji wspomaganej pompą ciepła typu woda/woda ale ze względu na ich skład chemiczny zaleca się w urządzeniach niektórych producentów zainstalowanie wymiennika pośredniego przed pompą ciepła. Dodatkowo zaproponowała schemat postępowania przy wykonywaniu instalacji bazującej na wodzie podziemnej na przykładzie ujęcia I/828/3 Zawoja-3, które jest jednym z elementów stacji hydrogeologicznej I rzędu Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) należącej do sieci krajowej monitoringu wód podziemnych.

W rozdziale 7 Doktorantka w sposób wyczerpujący omówiła akty prawne związane ze wsparciem dla rozwoju geotermii niskotemperaturowej wspomaganej pompami ciepła typu woda/woda, wykazując przy tym znakomitą znajomość przepisów dotyczących omawianych problemów. Nie pominęła nawet podania przykładów wsparcia finansowanego instalacji wspomaganej pompami ciepła (w tym bazujących na wodach podziemnych) w województwie małopolskim oraz barier rozwoju rynku pomp ciepła typu woda/woda.

W rozdziale 8, stanowiącym podsumowanie rozprawy doktorskiej, Autorka rozprawy stwierdziła m.in., że analiza warunków geologicznych i hydrogeologicznych na obszarze województwa małopolskiego jednoznacznie wskazuje, że do głębokości ok. 500 m p.p.t. występują wody podziemne charakteryzujące się temperaturą powyżej 4°C i mogą one stanowić dolne źródło ciepła w instalacjach wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda. Oceniała, iż zasoby wód niskotemperaturowych na analizowanym obszarze stanowią znaczny potencjał energetyczny, możliwy do wykorzystania praktycznie w całym województwie. Uwzględniając oszacowaną moc cieplną wód podziemnych wykazała, iż w około 80%

analizowanych ujęć przekracza ona 5 kW, co umożliwi pokrycie zapotrzebowania na ogrzewanie niewielkiego domu jednorodzinnego o powierzchni ok. 120–150 m². Podkreśliła, że w przyszłości dla projektowania instalacji niskotemperaturowej, bazującej na wodach podziemnych, powinny być wykorzystane badania modelowe w celu dokładniejszego rozpoznania warunków geologicznych i hydrogeologicznych.

Autorka rozprawy doktorskiej pokazała, iż na ponad połowie powierzchni województwa występują obszary prawnie chronione. Nie stanowi to jednak przeszkody nie do pokonania w planowaniu ujęcia na tych obszarach, jedynie zachodzi konieczność uzyskania pozwolenia od organu ustanawiającego daną strefę ochronną. Podkreśliła, że potencjalne możliwości wykorzystania wód podziemnych w tego typu instalacjach, będą również zależęć nie tylko od składu chemicznego wód podziemnych, ale także od uwarunkowań lokalnych wynikających z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. W podsumowaniu swoich analiz i ocen uznała, że na obszarze województwa małopolskiego istnieją potencjalne możliwości wykorzystania wód podziemnych w instalacjach niskotemperaturowych wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda przy uwzględnieniu głębokości występowania poziomu wodonośnego do 500 m p.p.t, temperatury wód powyżej 4°C, wydajności z poszczególnych ujęć na poziomie ok. 1,2–1,5 m³/h na każde 5 kW mocy grzewczej oraz składu chemicznego wód. W konkluzji stwierdziła, że ujęcia perspektywiczne dla geotermalnego wykorzystania wód niskotemperaturowych, zarówno pod względem energetycznym jak i w zakresie składu chemicznego, występują praktycznie na całym obszarze województwa małopolskiego. Na zakończenie dodała, że analizowany obszar posiada potencjalne zasoby energii geotermalnej niskotemperaturowej, wykorzystanie której może przyczynić się do zrównoważonego rozwoju regionu, zaś wykonana ocena możliwości wykorzystania wód podziemnych w systemach geotermii niskotemperaturowej jest pierwszym tego typu opracowaniem dla województwa małopolskiego i może stanowić podstawę dla dalszego rozwoju geotermii niskotemperaturowej wspomaganej pompami ciepła typu woda/woda.

Spis literatury obejmuje 220 pozycji krajowych i zagranicznych, ściśle związanych z poruszaną problematyką. Ponadto, Autorka rozprawy powołuje się na rozporządzenia i akty prawne (25 pozycji), inne dokumenty (22 pozycje), raporty i opracowania (7 pozycji), inne opracowania (6 pozycji), certyfikaty akredytacji i normy (16 pozycji), strony internetowe (19 pozycji), materiały techniczne i pomocnicze firm (11 pozycji) oraz na dodatkowe materiały techniczne udostępnione przez 7 firm. W pracy zamieszczono 59 rysunków i 28 tabel. Dodatkowo, praca zawiera 6 załączników w formie elektronicznej na płycie CD,

zawierających różnego rodzaju wartości parametrów zestawionych w tabelach, wykresy, bazy danych oraz spisy literatury.

Załącznik 1 pt. Szacunkowa moc cieplna ujęć – obejmuje ocenę przybliżonej mocy cieplnej możliwej do pozyskania z ujęć wód podziemnych na obszarze województwa małopolskiego. Uzyskane rezultaty zaprezentowano na wykresach skrzynkowych i kołowych.

Załącznik 2 pt. Wymagania producentów pomp ciepła i rozporządzeń w zakresie właściwości fizykochemicznych ujmowanych wód – przedstawia ocenę spełnienia wymagań producentów pomp ciepła i rozporządzeń (RMZ 2015 i RMŚ 2014) w zakresie właściwości fizykochemicznych ujmowanych wód podziemnych na badanym obszarze. Uzyskane rezultaty zaprezentowano na wykresach skrzynkowych. Ponadto, na wykresach słupkowych przedstawiono wartość procentową ujęć, które spełniają wymagania danego producenta w zakresie analizowanego wskaźnika.

Załącznik 3 pt. Ocena agresywności korozyjnej i możliwości wytrącania osadów wtórnych – przedstawia wyniki tej oceny na wykresach skrzynkowych, a na wykresach słupkowych - procentową ilość ujęć, w których może zachodzić korozja i/lub wtrącanie osadów wtórnych.

Załącznik 4 pt. Ocena stabilności składu chemicznego – zawiera ocenę stabilności składu chemicznego wód podziemnych województwa małopolskiego w zakresie wskaźników określonych przez producentów pomp ciepła. Uzyskane rezultaty zaprezentowano na kartach kontrolnych pojedynczych pomiarów stężeń analizowanych wskaźników w czasie.

Załącznik 5 pt. Przykład oceny możliwości wykorzystania wód podziemnych w systemach geotermii niskotemperaturowej - ujęcie Zawoja – przedstawia schemat postępowania przy wykonywaniu instalacji bazującej na wodzie podziemnej, a także ocenę możliwości wykorzystania wód w instalacji wspomaganej pompą ciepła typu woda/woda na przykładzie ujęcia I/828/3 Zawoja-3 należącego do stacji hydrogeologicznej I rzędu PIG-PIB – punktu sieci krajowej monitoringu wód podziemnych.

Załącznik 6 pt. Bazy danych – zawiera zestawienie ujęć, dla których analizy fizykochemiczne wód pozyskano z Centralnego Banku Danych Hydrogeologicznych (baza HYDRO) i bazy danych Monitoringu Wód Podziemnych (baza MWP). Ponadto w pliku zamieszczono:

Tabelę Z6.1 ze szczegółową charakterystyką JCWPd w obrębie województwa małopolskiego;

Tabelę Z6.2 zawierającą zestawienie wartości granicznych parametrów fizykochemicznych wód stosowanych jako dolne źródło dla pomp ciepła oraz wartości

dopuszczalne dla wód przeznaczonych do spożycia (RMZ 2015) i dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń dla niektórych substancji szkodliwych dla środowiska wodnego (RMŚ 2014) wraz z wynikami analiz fizykochemicznych wód pobranych z wybranych studni na badanym obszarze.

2. Ocena rozprawy doktorskiej

Uwagi ogólne

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Mazurkiewicz pt. „Ocena obszarów perspektywicznych dla geotermalnego wykorzystania wód niskotemperaturowych w województwie małopolskim” jest wyczerpującym, monograficznym opracowaniem naukowym, zawierającym wnikliwą analizę rezultatów badań przy zastosowaniu szerokiego zakresu metod badawczych.

Głównym celem aplikacyjnym rozprawy doktorskiej było wskazanie w obrębie województwa małopolskiego obszarów perspektywicznych dla wykorzystania wód podziemnych w instalacjach niskotemperaturowych wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda.

W świetle rozpatrywanych problemów oraz w nawiązaniu do głównego celu rozprawy, Doktorantka, sformułowała 4 tezy, które brzmią następująco:

- w województwie małopolskim istnieją potencjalne zasoby energii geotermalnej, a jej wykorzystanie może przyczynić się do zrównoważonego rozwoju tego regionu,
- zasoby wód niskotemperaturowych tego regionu posiadają znaczny potencjał energetyczny, a jego wykorzystanie jest możliwe na całym obszarze województwa,
- efekt ekologiczny, oparty na wykorzystaniu wód niskotemperaturowych z zastosowaniem pomp ciepła, związany jest ściśle z parametrami hydrogeologicznymi i hydrogeochemicznymi, a także sozologicznymi uwarunkowaniami w danym obszarze,
- rozwój geotermii niskotemperaturowej uzależniony jest od przyjętych przez Unię Europejską (UE) oraz Polskę stosownych przepisów formalnoprawnych, dotyczących możliwości wykorzystania wód podziemnych.

Uwagi szczegółowe

Z punktu widzenia rozpatrywanych przez Autorkę rozprawy doktorskiej zagadnień, istotną rolę odgrywa poprawny opis budowy geologicznej oraz warunków hydrogeologicznych. Niektóre treści tam zawarte, wymagają drobnych korekt i uzupełnień

przed oddaniem pracy do druku. Te uchybienia, nie mające wpływu na ogólną ocenę merytoryczną rozprawy, zostaną wyszczególnione poniżej.

Obszarem badań Autorki rozprawy jest województwo małopolskie, a nie Małopolska (jak niekiedy pisze w swojej rozprawie), która jest krainą historyczną Polski, obejmującą obecnie swym zasięgiem w całości, bądź fragmentarycznie 7 województw.

Wśród nazw geologicznych pojawiło się szereg niepoprawnie napisanych, jak np. Karpaty Wewnętrzne, Karpaty Zewnętrzne, Zapadlisko Przedkarpackie, Niecka Podhalańska, Pieniński Pas Skałkowy. Ich poprawna pisownia jest następująca: Karpaty wewnętrzne, Karpaty zewnętrzne, zapadlisko przedkarpackie, niecka podhalańska, pieniński pas skałkowy.

W skład jednostki magurskiej na obszarze województwa małopolskiego wchodzi 4 strefy (krynicka, bystrzycka, raczańska i siar) a nie 3, jak Doktorantka podała w rozprawie na str. 20 (krynicka, bystrzycka, raczańska). Jednak na str. 22 jest już prawidłowa informacja, tzn. wyszczególnione są wszystkie 4 strefy w obrębie jednostki magurskiej.

Nieprawdziwe jest sformułowanie, że „Wzdłuż północnej granicy Pienińskiego Pasa Skałkowego rozciąga się Kotlina Orawsko–Nowotarska (Rys. 2.6), wypełniona osadami neogenu leżącymi na serii magurskiej fliszu”. Osady neogenu zalegają zarówno w południowej części jednostki magurskiej i na pienińskim pasie skałkowym, jak również w północnej części fliszu podhalańskiego.

W dalszej kolejności zostaną przytoczone poprawne opisy nazw regionów i subregionów hydrogeologicznych podanych na str. 25. Ich pisownia powinna brzmieć następująco: Region Karpacki prowincji górskiej (subregion Karpat wewnętrznych i subregion Karpat zewnętrznych), Region przedgórski prowincji niżowej (subregion przedkarpacki), Region mogileńsko–łódzko–nidziański prowincji wyżynnej (subregion nidziański), Region jury krakowsko–częstochońskiej, Region triasu śląskiego i Region Górnośląski Zagłębia Węglowego prowincji wyżynnej.

Ponadto sugeruję, że pracę przed oddaniem do druku należy skrócić i wprowadzić drobne korekty zaproponowane w dalszej części recenzji.

Proponuję, aby akapit „Szczegółowej analizie poddano wody podziemne znajdujące się na głębokości do ok. 500 m p.p.t. Były to wody z utworów: czwartorzędowych, czwartorzędowo–trzeciorzędowych, trzeciorzędowych, trzeciorzędowo–kredowych, kredowych (kredy nidziańskiej i fliszowej), jurajskich i triasowych, których temperatura nie przekraczała 20°C. Były to zatem wody zwykłe, nie kwalifikujące się do wód termalnych (PGG 2011, Mazurkiewicz i in. 2013)” zamieszczony na str. 6, przyjął następujące brzmienie: „Szczegółowej analizie poddano zwykłe wody podziemne występujące w utworach

czwartorzędowych, czwartorzędowo-trzeciorzędowych, trzeciorzędowych, trzeciorzędowo-kredowych, kredowych (kredy nidziańskiej i fliszowej), jurajskich i triasowych na głębokościach do około 500 m p.p.t.”.

Nie jest prawdą, jakoby najlepsze warunki występowania wód termalnych w obrębie Karpat wewnętrznych panowały w niecce podhalańskiej między innymi w obrębie warstw szaflarskich – str. 17.

Wśród wymienionych otworów z wodami termalnymi brakuje otworu Bańska PGP-2 – str.17.

W opisie pienińskiego pasa skałkowego można zauważyć brak powołania na literaturę prof. K. Birkenmajera, który ma ogromne zasługi w rozpoznaniu tej, tak bardzo skomplikowanej struktury geologicznej – str. 22.

Na str. 23 błędnie podano nazwę rzeki Biała Tarnowska (Białka Tarnowska).

Należy w sposób właściwy przedstawić występowanie wód podziemnych w niecce podhalańskiej, ponieważ istniejący opis został podany w sposób chaotyczny – str. 26.

W Kotlinie Sądeckiej (a nie Nowosądeckiej) pod utworami czwartorzędowymi również występują utwory mioceneskie – str. 27.

Skład chemiczny wód podziemnych za pomocą wzoru Kurlowa został przedstawiony nieprawidłowo – np. str. 94, 98.

Podkreślić należy fakt, że pomimo dużej ilości pozycji literatury, to jednak doktorantka znakomicie poradziła sobie z cytowaniem poszczególnych autorów. Recenzent nie zanotował ani jednej pozycji, która nie byłaby zamieszczona w spisie literatury. Natomiast zalecałby uporządkować niektóre pozycje – w spisie należy zamieścić chronologicznie artykuły jednego autora a dopiero potem jego pozycje ze współautorami, np. Barbacki A. P., Chowaniec J., czy Kłojzy-Kaczmarczyk B.

Część graficzna rozprawy została przygotowana przez Doktorantkę bardzo starannie. Dostrzeżono jedynie nieliczne i mało istotne niedociągnięcia.

Na rys. 2.1. na str. 9 w objaśnieniach do słowa „miasta” należy dopisać „powiatowe”.

Rys. 2.5. na str. 19 zawiera błędy i zdaniem recenzenta powinien zostać usunięty z tekstu rozprawy.

W opisie do rys na str. 26 należy wyeliminować błędne opisy regionów i subregionów oraz dostosować do przyjętej pisowni.

W podpisie pod rys. 4.4. na str. 65 należy usunąć pierwszy fragment – wystarczy zostawić „Lokalizacja ujęć, dla których obliczono temperaturę”.

Na rys. 5.8. istnieje zbędne objaśnienie - < 5 kW.

Na niektórych rysunkach, np. rys. 5.18., czy 5.19 w objaśnieniach podane są symbole, których nie ma na mapach.

W rozprawie zauważono nieliczne błędy literowe, stylistyczne i interpunkcyjne, które należy usunąć w trakcie jej przygotowywania do druku. Jednakże te drobne uchybienia nie wpływają na ogólnie bardzo dobrą ocenę rozprawy doktorskiej.

3. Podsumowanie

Uważam, że mgr inż. Justyna Mazurkiewicz jest osobą predysponowaną do pracy naukowo-badawczej, posiada pokaźną wiedzę z zakresu zastosowania pomp ciepła w geotermii niskotemperaturowej, charakteryzującą się różnorodnością tematyczną i metodyczną. Doktorantka wskazała się dużymi umiejętnościami w posługiwaniu się warsztatem naukowo - badawczym, który umiejętnie wykształciła w trakcie studiów doktoranckich.

Rozprawa doktorska jest obszernym, monograficznym opracowaniem naukowym, w którym Doktorantka przedstawiła konkretne rezultaty badań, stosując szeroki zakres metod badawczych.

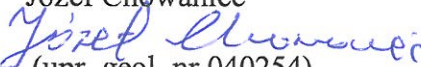
Uważam, że recenzowana praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i stanowi ważny wkład w rozwój geotermii niskotemperaturowej, a zwłaszcza poszerza znajomość warunków geotermalnych wykorzystania wód niskotemperaturowych w województwie małopolskim. Zawarte w niej rezultaty badań i nakreślone kierunki działań dają impuls potencjalnym inwestorom do intensywnego rozwoju geotermii niskotemperaturowej, nie tylko w województwie małopolskim ale również w innych rejonach kraju. Ponadto, z uwagi na zawartość pracy, sposób jej przedstawienia, wartości merytoryczne i aplikacyjne, znakomity aparat geochemiczno-matematyczny, recenzent wnioskuje o jej wyróżnienie.

4. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Mazurkiewicz pt. „Ocena obszarów perspektywicznych dla geotermalnego wykorzystania wód niskotemperaturowych w województwie małopolskim” dotyczy ważnych problemów współczesnej hydrogeologii i znacząco poszerza oraz porządkuje stan istniejącej dotychczas wiedzy w zakresie rozpoznania warunków występowania wód niskotemperaturowych na obszarze województwa małopolskiego, które mogą być wykorzystywane w instalacjach niskotemperaturowych wspomaganych pompami ciepła typu woda/woda.

W związku z powyższym, biorąc pod uwagę całokształt działalności akademickiej Doktorantki stwierdzam, że zarówno rozprawa doktorska, stanowiąca istotny wkład dla

geotermalnego wykorzystania wód niskotemperaturowych na obszarze województwa małopolskiego oraz jej dotychczasowy dorobek naukowy, spełniają warunki do uzyskania przez nią stopnia doktora, określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz.U.Nr.65, poz.595, 14.03.2003 z późniejszymi zmianami). W związku z tym, wnioskuje o dopuszczenie mgr inż. Justyny Mazurkiewicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Józef Chowaniec

(upr. geol. nr 040254)