

dr hab. Jan Prazak
Państwowy Instytut Geologiczny
-Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Świętokrzyski w Kielcach
e-mail: Jan.prazak@pgi.gov.pl

Kielce, 31.01.2018 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Dendys

pt. „Hydrodynamiczne uwarunkowania krążenia wód termalnych i leczniczych w utworach cenomanu niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego”

1. Charakterystyka formalna rozprawy

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Dendys pod w/w tytułem została sporządzona na zlecenie Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 18.12.2017 r. Promotorem recenzowanej pracy jest dr hab. inż. Barbara Tomaszewska, prof. AGH, a promotorem pomocniczym dr inż. Robert Zdechlik.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Marty Dendys obejmuje: część tekstową składającą się z sześciu rozdziałów i liczącą 178 stron, w tym 41 rysunków, 44 tabele oraz spis literatury liczący 227 pozycji. Dokumentuje ona dobrze teren badań i bardzo czytelnie przedstawia wyniki prac wykonanych dla rozpoznania wpływu hydrodynamicznych uwarunkowań krążenia wód leczniczych i termalnych w utworach cenomanu niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego.

2. Omówienie pracy

Podstawowym celem pracy było rozpoznanie uwarunkowań hydrogeologicznych niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego oraz ustalenie hydrodynamicznych uwarunkowań krążenia wód podziemnych w poziomie cenomańskim w skali regionalnej i w skali lokalnej, w tym w granicach obszarów górniczych eksploatowanych złóż wód leczniczych w rejonie Buska-Zdroju, a także w blokach tektonicznych, w których się one znajdują. Opis chemizmu i temperatur tych wód jest cytowany z wyników wcześniejszych badań innych autorów.

W pierwszych rozdziałach pracy autorka w oparciu o bogatą literaturę przedstawiła

szczegółowo budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne rejonu badań oraz poglądy różnych autorów na genezę wód leczniczych i termalnych. Opisała także historię ich eksploatacji i aktualny stan zagospodarowania. Dla wykonania postawionego zadania tj. rozpoznania uwarunkowań hydrodynamicznych krążenia wód termalnych i leczniczych zastosowała podaną poniżej metodykę badań obejmującą:

1. Sformułowanie tematu, celu i tezy pracy,
2. Prace kameralne oraz syntezę danych,
3. Budowę koncepcyjnego modelu hydrogeologicznego,
4. Budowę regionalnego modelu matematycznego,
5. Budowę lokalnego modelu matematycznego rejonu Buska-Zdroju i Solca-Zdroju,
6. Symulacje szczegółowe dla rejonu Buska-Zdroju i Lasu Winiarskiego,
7. Prezentację wyników badań, dyskusję i wnioski.

Przed przystąpieniem do dalszych prac, w oparciu o dotychczasowe rozpoznanie, sformułowane zostały podane poniżej tezy (założenia):

- Kompleks cenomański niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego występuje w obrębie struktur geologicznych o nieudokumentowanej hydrodynamicznie roli uskoków.
- Wody termalne i lecznicze, występujące w wyodrębnionych strukturach geologicznych charakteryzują się zróżnicowaniem warunków hydrodynamicznych i właściwości fizykochemicznych.
- Określenie kierunków przepływu wód w obrębie struktur geologicznych stanowi podstawę dla prawidłowego gospodarowania zasobami wód leczniczych i termalnych.

W hydrogeologicznym modelu koncepcyjnym określono granice obszaru badań, struktury wodonośne i charakter poszczególnych dyslokacji (przewodzące, ograniczające przepływ wód), strefy zasilania i drenażu wód podziemnych oraz zagospodarowanie wód słodkich, leczniczych i termalnych. Pionowe granice obszaru mają charakter hydrodynamiczny i hydrostrukturalny. Na północy są to rzeki Mierzawa i Nida, na zachodzie zasięg utworów kredy niecki miechowskiej, na północnym-wschodzie zasięg utworów jurajskich przylegającego do niecki obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich, do południa i południowego wschodu rzeka Wisła. Górną granicę poziomą stanowi powierzchnia morfologiczna terenu, a dolną rzędną wynoszącą -2 000 m n.p.m.

W obszarze badań występują cztery piętra wodonośne: czwartorzędowe, neogeńskie (poziom mioceński), kredowe (poziomy górnokredowy) i jurajskie (poziom górnourajski). Ze

względu na skomplikowaną geologię i słabo rozpoznane warunki hydrogeologiczne wszystkie leżące niżej utwory wodonośne (do głębokości 2 000 m) utożsamiono z poziomem górnourajskim. Piętro czwartorzędowe (żwiry i piaski rzeczne i wodnolodowcowe, gliny zwałowe i lessy) jest nieciągłe i zalega pomiędzy wychodniami utworów starszych. Poziom mioceński piętra neogeńskiego zalega w południowej i wschodniej części terenu i charakteryzuje się dużą zmiennością ośrodków skalnych. Na południu warstwami wodonośnymi są w nim głównie piaszczyste przewarstwienia wśród półprzepuszczalnych mułków i iłów, natomiast na wschód od doliny Nidy piaski, piaskowce, wapienie litotamniowe oraz gipsy i anhydryty z towarzyszącymi im warstwami iłów. Poziom górnokredowy obejmuje węglanowe utwory kredy górnej (margle, wapienie, opoki) i zalegające pod nimi piaskowce i piaski cenomanu w niecce miechowskiej. Pod względem warunków hydrogeologicznych seria węglanowa jest wyraźnie dwudzielna. Do głębokości 80-100 m posiada ona najczęściej wysokie parametry filtracji i jest głównym poziomem użytkowym. Na większych głębokościach szczeliny w marglach i wapieniach są zaciśnięte co sprawia, że są one półprzepuszczalne i/lub nieprzepuszczalne. Leżące poniżej piaszczyste warstwy cenomanu mają mniejsze rozprzestrzenienie i ich występowanie ograniczone jest tylko do centralnych partii niecki. Piętro jurajskie (wapienie) pod piętrem kredowym rozciąga się na całym obszarze niecki. Na zachodzie odsłania się w monoklinie śląsko-krakowskiej, a na północnym wschodzie na obrzeżeniu permsko- mezozoicznym Gór Świętokrzyskich. Poniżej, na większych głębokościach w skomplikowanych strukturach geologicznych zalegają starsze skały mezozoiczne, paleozoiczne i prekambryjskie o bardzo niskich parametrach filtracji lub wręcz nieprzepuszczalne. Tak wyznaczony obszar badań obejmuje powierzchnię 3 923 km², a powierzchnia występującego w nim samego poziomu cenomańskiego 2 155,3 km².

Regionalny model matematyczny jest pięciowarstwowy i liczy 62 766 bloków o wymiarach 250 x 250 m, a obliczenia wykonano przy pomocy programu Visual MODFLOW. Na modelu przyjęto następujące warunki brzegowe:

- I rodzaju na rzekach Nida i Wisła (w I warstwie) oraz na źródłach (w II i III warstwie),
- II rodzaju w blokach wewnątrz obszaru zakładając w nich infiltrację efektywną, różną dla poszczególnych utworów powierzchniowych i pobór wody z ujęć wód podziemnych.,
- III rodzaju na pozostałych rzekach i źródłach

Strefy dyslokacji w II warstwie uznano za uprzywilejowane strefy drenażu o współczynniku filtracji $k = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s, natomiast w III i IV warstwie jako strefy ograniczonego przepływu ($k =$

$1 \cdot 10^{-8}$ m/s). Na granicach strukturalnych model ograniczają bloki nieaktywne. Powoduje to, że stanowi on zamknięty system wodonośny pozbawiony dopływu i odpływu lateralnego z sąsiednich struktur wodonośnych oczywiście pod warunkiem, że symulacje eksploatacyjne nie zmieniają drenującego charakteru Nidy i Wisły.

Sumaryczna ilość wód krążących w systemie (zasilanie = drenaż) wynosi 897 071 m³/dobę. Zasilanie przez infiltrację efektywną opadów atmosferycznych wynosi 98,6 % a dopływ z rzek 1,4 %. W drenażu dominuje odpływ do rzek i źródeł wynoszący łącznie 97,5%, natomiast pobór wody z ujęć jest niewielki i wynosi zaledwie 2,5 %.

Ilość wód krążąca w warstwach cenomanu wynosi 182 074 m³/dobę co stanowi 20% wód krążących w objętym modelem systemie wodonośnym. W tym 96,9 % stanowi zasilanie przez dopływy boczne z nadległej serii węglanowej poziomu górnokredowego i niżej leżącego poziomu górnourajskiego, a tylko 2% zasilanie przez infiltrację efektywną na wychodniach poziomu na powierzchni. Podobnie odpływ wód z tego poziomu zachodzi głównie do serii węglanowych poziomu górnokredowego i górnourajskiego (97,2 %), Drenaż przez rzeki stanowi 2,5 %, a pobór wód 0,1 %.

Na modelu regionalnym obliczono czasy dopływu wody do poszczególnych ujęć:

- ujęcie wód termalnych w Słomnikach - 27 000 - 55 000 lat,
- ujęcie wód termalnych w Cudznowicach - 60 000 lat,
- ujęcie wód leczniczych w Lesie Winiarskim - 1 200 - 1 300 lat,
- ujęcie wód leczniczych w Dobrowodzie - 1 100 lat,
- ujęcie wód leczniczych w Solcu Zdroju - 800 lat,
- ujęcie wód leczniczych w Wełninie - 1 000 lat.

Model w skali lokalnej wykonano dla rejonu Buska Zdroju i Solca-Zdroju. Dla obszaru o powierzchni 621 km² co stanowi 16% powierzchni modelu regionalnego. Autorka pisze, że skonstruowano go przenosząc wyniki obliczeń uzyskane z wykonanego w mniejszej skali modelu regionalnego. Jego granice pionowe biegną przez doliny Nidy i jej dopływu, Kanału Strumień, rzek Stopniczanki, Sanny i rzeki Bród. Objęty modelem system wodonośny jest ograniczony w I warstwie warunkami I i III rodzaju, a dla pozostałych warstw ograniczony blokami nieaktywnymi i przez to zamknięty dla regionalnych dopływów i odpływów bocznych. Ilość krążącej w nim wody (zasilanie = drenaż) wynosi 160 201 m³/dobę. System wodonośny zasilany jest przez infiltrację efektywną opadów atmosferycznych (58,2 %) i infiltrację z rzek i cieków (40,8 %), a drenowany przez odpływ do rzek i źródeł (96,8 %) i ujęcia wód podziemnych (3,2 %).

Zasilanie wodonośnych piasków i piaskowców cenomanu w obszarze modelu lokalnego zachodzi przez dopływ boczny i wynosi 45 701 m³/dobę, z tego 0,2 % z poziomu mioceńskiego, 68 % z serii węglanowej poziomu górnokredowego i 31,8 % z poziomu górnourajskiego. Warstwy cenomanu są drenowane przez odpływy boczne do tych samych otaczających go poziomów sąsiednich (95 %) oraz eksploatację ujęć wód leczniczych i termalnych (5 %). Obliczenia modelowe wykonano dla trzech wariantów:

- wariant I - stan aktualny (wytarowany), przy obecnym poborze wód podziemnych,
- wariant II - stan pseudoustalony, bez poboru wód podziemnych,
- wariant III - stan przy poborze wód podziemnych w ilości zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych.

Różnice w bilansach wodnych są niewielkie ze względu na niewielki udział eksploatacji w drenażu wody z poziomu: wariant I 0,5 %, wariant II 0 %, wariant III 3,4 %.

Niezależnie od wyżej wymienionych wariantów obliczeniowych na modelu lokalnym wykonano także dodatkowo po trzy symulacje bilansowe pozwalające na ilościową charakterystykę kierunków zasilania i drenażu w obszarach górniczych trzech złóż wód mineralnych w rejonie Buska-Zdroju (Busko-Zdrój, Las Winiarski, Busko-Północ), a następnie w blokach tektonicznych, z których ujmowana jest woda:

- symulacja 1 - bilanse wodne obszarów górniczych i bloków tektonicznych określające ilościowe stosunki wymiany wód z otoczeniem, w tym z sąsiednimi obszarami górniczymi i blokami tektonicznymi,
- symulacja 2 - bilanse wodne wodonośnych warstw cenomanu odwzorowujące ich ilościową wymianę wody z otoczeniem,
- symulacja 3 - obliczenie relacji ilościowych wymiany wód podziemnych pomiędzy wodonośnymi warstwami cenomanu a ich nadkładem i niżej leżącym poziomem górnourajskim.

Powyższe symulacje wykazały duże różnice w krążeniu wód podziemnych w poszczególnych obszarach górniczych i blokach tektonicznych. Różne są też wpływające na ten stan czynniki, niemniej jednak zaznacza się znaczący wpływ tektoniki na warunki hydrodynamiczne krążenia wód badanych jednostek obliczeniowych. We wszystkich rozpatrywanych jednostkach uwidoczniło się również ich wzajemne oddziaływanie hydrodynamiczne w krążeniu wód podziemnych.

3. Ocena pracy, uwagi krytyczne i dyskusyjne

Autorka wybierając temat pracy doktorskiej podjęła się bardzo trudnego zadania. Już na początku swojej pracy zaznacza, że cenomański kompleks niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego występuje w blokowych strukturach geologicznych, a rola ograniczających je uskoki w krążeniu wód podziemnych nie została dotychczas udokumentowana hydrodynamicznie. Jednocześnie pisze, że określenie kierunków przepływu wód podziemnych stanowi podstawę dla prawidłowego gospodarowania zasobami wód leczniczych i termalnych. Wobec braku rozpoznania badaniami terenowymi hydrodynamicznej roli uskoki konstrukcja hydrogeologicznego modelu koncepcyjnego i modelu matematycznego jest pewną próbą rozpoznania kierunków krążenia słodkich i zmineralizowanych wód podziemnych. Równoległe z niniejszą pracą została opracowana przez PIG-PIB na zlecenie Ministerstwa Środowiska „Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód leczniczych w rejonie Buska-Zdroju i Solca-Zdroju”, lecz nie została ona jeszcze przyjęta i udostępniona.

Po przeczytaniu pracy mam kilka istotnych uwag, na które autorka powinna odpowiedzieć na obronie i uwzględnić w wersji pracy przeznaczonej do publikacji.

- a) W opisie modelu koncepcyjnego wskazane jest bardziej wyraźne uzasadnienie przyjętego przez autorkę schematu krążenia wód podziemnych dla rozpoznania kierunków zasilania i drenażu cenomańskiego zbiornika wodonośnego na tle innych koncepcji.
- b) W modelu koncepcyjnym obejmującym system krążenia wód podziemnych sięgającym do rzędnej -2 000 m autorka nic nie wspomina o występujących w nim starszych od górnourajskiego piętrach wodonośnych, choć pisze o nich we wcześniejszych rozdziałach. Występują one w skomplikowanych strukturach geologicznych i posiadają bardzo niskie, udokumentowane w otworach badawczych Instytutu Geologicznego parametry filtracji. Rys. nr 22 (przekrój) sugeruje czytelnikowi, że poniżej piętra kredowego, aż do spągu V warstwy (-2 000 m n.p.m.) zalegają już tylko wodonośne utwory węglanowe jury górnej. Wodonośne one mogą być tak jak autorka zaznaczyła na przekroju tylko w swych skrasowiątych, stropowych partiach, lecz nie znalazło to odzwierciedlenia w postaci osobnej warstwy modelowej. Ze względu na niewielki udział skrasowiątych wapieni w całkowitej miąższości V warstwy nie decydują one w istotnym stopniu o jej przewodności, a warstwa w całości powinna być opisana, że ma charakter półprzepuszczalny ($k < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s).
- c) Wskazane jest uzupełnienie koncepcyjnego modelu hydrogeologicznego (rozdział 4.1)

o zasady schematyzacji przyjęte dla wydzielenia warstwy obliczeniowych i opis tych warstw. Sama autorka w kolejnym rozdziale 4.3.2. powołuje się na ten opis, którego praktycznie nie ma.

- d) Str. 72 (2-gi akapit). Proponuję usunąć zdanie „Z reguły w masywach skalnych granice strukturalne pokrywają się z przebiegiem granic hydrodynamicznych”. W rejonie badań nie zostało to udokumentowane.
- e) Str. 72 (3 akapit). Błędnie podano maksymalną rzędną terenu 635 m n.p.m.
- f) Tabela 13. W opisie górnych warstw obliczeniowych powinny się znaleźć także skały jury górnej odsłaniające się spod utworów kredy górnej.
- g) Obliczone zasilanie badanego systemu krążenia wód podziemnych przez infiltrację efektywną opadów atmosferycznych należy porównać z wynikami obliczeń zasilania wód słodkich w granicach terenu badań (przynajmniej moduły). Dotyczy to szczególne porównania z infiltracją efektywną opadów atmosferycznych w zlewni Nidy (Rodzoch i in. 2012 - Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni Nidy bez rejonu Kielec; Hydroeko- Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód Andrzej Rodzoch) i na obszarze GZWP nr 409 (Kaczorowski i in. 2015 - Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 409 Niecka Miechowska (część SE) w związku z ustanowieniem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 409 Niecka Miechowska (część SE); PIG-PIB O/Górnośląski).
- h) Przyjęcie na rzece Nidzie warunku I rodzaju dzieli praktycznie model na dwie niezależne części. Co przemawiało za takim odwzorowaniem warunków hydrogeologicznych?
- i) W opisie warunków hydrogeologicznych i w hydrogeologicznym modelu koncepcyjnym autorka nic nie wspomina o infiltracji rzek i cieków w obszarze badań i jest to zgodne z prawdą, gdyż nigdzie jej nie udokumentowano. W bilansie matematycznego modelu regionalnego infiltracja wód powierzchniowych (warunki I i III rodzaju) stanowi jednak 1,4 % całkowitego zasilania modelowanego systemu wodonośnego (12 371 m³/dobę, 515 m³/h). Jestem to w stanie zrozumieć, gdyż bezpośrednią przyczyną mogą tu być trudności „idealnego” wytarowania modelu. Inaczej przedstawia się natomiast sytuacja w bilansie modelu lokalnego. Dziwi mnie fakt, że pomimo jego mniejszej powierzchni (16 % powierzchni modelu regionalnego) zasilanie przez infiltrację wód powierzchniowych wynosi aż 66 955 m³/dobę (2 790 m³/h). Stanowi to 40,8 % zasilania modelu lokalnego i jest aż 5,4 razy większe niż całego modelu regionalnego. Podobnie znaczny udział infiltracji wód rzecznych podany jest w bilansach wodnych

obszarów górniczych i bloków tektonicznych, gdzie wynosi od 12,2 % (blok tektoniczny Busko Północ) do 49,2 % (obszar górniczy Las Winiarski). Stoi to w sprzeczności z modelem koncepcyjnym i wobec braku udokumentowanej infiltracji wód rzecznych wyniki obliczeń na modelu lokalnym przestają być wiarygodne. Podejrzewam, że może to wynikać z błędnego odczytania bilansu wodnego z modelu.

- j) Obliczony na modelu czas dopływu wody do poszczególnych ujęć autorka nie skonfrontowała w wynikami badań izotopowych Św. P. Profesora Andrzeja Zubera. Osobiście uważam, że obliczanie czasu dopływu wody do ujęć w tak skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych, podwójnej porowatości skał szczelinowych i dużego udziału skał ilastych w programie Visual Modflow jest niezasadne.

Proponuję autorce, aby przedmiotem publikacji była tylko część pierwsza pracy obejmująca wyniki badań wykonanych w skali regionalnej. Posiada ona dużą wartość, gdyż pokazuje główne kierunki zasilania i drenażu cenomańskiego zbiornika wód podziemnych w niecce miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego, w myśl koncepcji bieżącej wymiany wód w zbiorniku. Wskazany jest w niej bardziej wyraźny opis braków w rozpoznaniu hydrogeologicznym badanej struktury wodonośnej, stwarzających pole dla różnych koncepcji zasilania i krążenia w niej wód podziemnych. Zalecam także, aby stratygraficzny opis jednostek hydrogeologicznych był analogiczny ze stosowanym na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, np.: zamiast „poziom senoński” używać nazwy „seria węglanowa poziomu górnokredowego”, a zamiast „poziom cenomański” używać nazwy „cenomańskie warstwy wodonośne poziomu górnokredowego” lub „poziom dolnokredowy” z wyjaśnieniem, że obejmuje on podobnie wykształcone litologiczne utwory albu kredy dolnej i cenomanu kredy górnej (piaski i piaskowce glaukonitowe). W niektórych przypadkach można także używać nazwy „cenomański zbiornik wodonośny”.

Wyniki badań na modelu lokalnym są moim zdaniem jeszcze mało wiarygodne i ich publikację należy odłożyć do czasu bardziej szczegółowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych. Przyznaje to także sama autorka pisząc w podsumowaniu, że wykonany przez nią model matematyczny nie jest wystarczający dla sformułowania wniosków dotyczących wyjaśnienia genezy i określenia zasobów wód leczniczych. Zagadnienia te są bardzo obszerne i wymagają dalszych prac badawczych.

Za odłożeniem publikacji „modelu lokalnego” przemawia także fakt, że warunki hydrogeologiczne w rejonie Buska-Zdroju i Solca-Zdroju są aktualnie przedmiotem równoległych, prowadzonych przez PIG-PIB badań dla ustalenia zasobów dyspozycyjnych wód

lecznicych w rejonie Buska-Zdroju i Solca-Zdroju, obejmujących między innymi odwiercenie kilku głębokich otworów hydrogeologiczno-badawczych. W dalszych badaniach nie można ich pominąć, gdyż niewątpliwie wniosły one wiele nowego dla rozpoznania zbiornika cenomańskiego. Aktualnie nie są one jeszcze udostępnione (dokumentacja jest w trakcie oceny przez Komisję Dokumentacji Hydrogeologicznych przy Ministerstwie Środowiska).

4. Wniosek końcowy

Recenzowana praca ma charakter studialny, a jej wyniki będą podstawą dla ukierunkowania dalszych badań, zmierzających do dokładniejszego rozpoznania zasobów i genezy wód leczniczych i termalnych w zbiorniku cenomańskim niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego. Mgr inż. Marta Dendys dowiodła dobrego warsztatu badawczego w rozpoznaniu krążenia wód podziemnych w dużym regionalnym systemie wodonośnym. Wykonane badania modelowe krążenia wód podziemnych na tym obszarze wychodzą naprzeciw oczekiwaniom gospodarki wodami leczniczymi i termalnymi. Będą one podstawą do dalszych badań ich genezy i zasobów eksploatacyjnych.

Biorąc pod uwagę powyższą ocenę stawiam Wysokiej Radzie Wydziału wniosek o dopuszczenie mgr inż. Marty Dendys do publicznej obrony rozprawy doktorskiej. Stwierdzam, że mgr inż. Marta Dendys spełnia wszystkie wymagania stawiane przepisami Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. 2011 nr 84, poz. 455 z późniejszymi zmianami).



