

Warszawa 31 sierpnia 2023 rok

Prof. dr hab. Jerzy J. Małecki

Katedra Geologii Inżynierskiej i Geotechniki

Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgra Karola Zawistowskiego pod tytułem: *Wpływ eksploatacji miedzi w LGOM na warunki pracy wybranych ujęć wód podziemnych Sobin-Jędrzychów i Osiek*

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra Karola Zawistowskiego przygotowana została na zlecenie Rady Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego z dnia 06.06.2014.

Przedstawiona do recenzji praca liczy 229 stron tekstu, zawiera profesjonalnie przygotowane tabele, ryciny i fotografie oraz załączniki graficzne. Większość załączników graficznych jest zaczerpnięta z wielu opracowań archiwalnych, część ma charakter autorski, - wszystkie dobrze ilustrują omawianą problematykę. W pracy cytowanych jest 177 pozycji literatury (wydawnictwa książkowe, artykuły naukowe, raporty, mapy i strony internetowe). Zamieszczony wykaz prac świadczy o dobrej znajomości literatury przedmiotu odnoszącej się do terenu badań. Nieco większej reprezentacji można by oczekiwać w zakresie literatury zagranicznej, dotyczącej oddziaływań drenażu górniczego na wody podziemne, szczególnie prac tematycznie związanych z hydrogeologią kopalnianą.

Dysertacja posiada logicznie skonstruowaną strukturę. Składa się z dziesięciu rozdziałów głównych poprzedzonych wstępem. Na początku pracy umieszczony jest abstrakt w języku angielskim. Pracę czyta się z dużym zainteresowaniem, percepcję złożonych zagadnień ułatwiają bardzo dobre ilustracje, które są cytowane i umieszczone we właściwych miejscach w tekście. Na podkreślenie zasługuje wzorowe przygotowanie pracy pod względem redakcyjnym i edytorskim.

Badania, w nurt których wpisuje się recenzowana rozprawa, oprócz rozwiązywania problemów naukowych dotyczących rozpoznania warunków występowania wód podziemnych na obszarze LGOM, mają również istotne znaczenie

użytkowe, dokumentując wpływ odwodnień kopalnianych na wybrane ujęcia komunalne.

Autor rozwiązując zawartą w temacie pracy problematykę wieloaspektowo i interdyscyplinarnie, zobligowany został do podjęcia zagadnień związanych z wieloma kierunkami nauk geologicznych, geologii kopalnianej, inżynierskiej ale przede wszystkim hydrogeologii.

We wstępnych rozdziałach pracy autor w sposób wyczerpujący przedstawia warunki przyrodnicze rejonu badań, nawiązując do głównego zamierzenia pracy, jakim była ocena zmian warunków hydrodynamicznych środowiska wód podziemnych w wyniku odwadniania złoża rudy miedzi. Podstawowym, w pełni autorskim osiągnięciem pracy, jest stworzenie dwóch modeli numerycznych odwzorowań warunków hydrodynamicznych, które pozwoliły: oszacować dostępne zasoby wód podziemnych, wskazać systemy krążenia wód, a poprzez wyznaczenie prędkości i kierunków filtracji wybrać optymalne parametry eksploatacji wybranych ujęć zaopatrujących w wodę mieszkańców i przemysł badanego terenu.

Tematyka omawianej rozprawy, kierunek badań oraz przeprowadzona analiza rozszerza regionalną wiedzę dotyczącą obszaru LGOM. W części pracy dotyczącej zastosowania metod modelowania matematycznego, w tym odwzorowań graficznych oraz bilansu przepływu wód podziemnych w obszarach zasobowych ujęć, stanowi novum dla tego obszaru. Ponadto schemat przeprowadzonych obliczeń może być translokowany na obszary o podobnych uwarunkowaniach przyrodniczych i gospodarczych, stanowiąc niewątpliwie postęp w wykorzystaniu procesu modelowania hydrogeologicznego dla określenia wpływu drenażu górniczego na ujęcia komunalne.

Po przeczytaniu recenzowanej dysertacji przypomina mi się przestroga jaką przekazał mi wiele lat temu jeden z moich recenzentów. Sentencja ta autorstwa Bolesława Prusa, w przybliżeniu brzmi „dobry pisarz wie co pisze.....”, pisanie wszystkiego co się wie na dany temat nie zawsze jest z pożytkiem dla tworzonego dzieła. Recenzowana praca zawiera ogromną ilość informacji dotyczącą obszaru badań. Zamieszczone w niej oceny są w różny sposób związane z głównym tematem recenzowanej dysertacji. Zdaniem recenzenta ograniczenie się do problematyki bezpośrednio związanej z zagadnieniami hydrogeologicznymi dotyczącymi pracy wybranych ujęć wód podziemnych nie zubożyłoby opracowania, natomiast rozprawa byłaby bardziej czytelna i przejrzysta.

We wstępie pracy zabrakło sformułowanych w sposób wyrazisty i jasno sprecyzowanych tez badawczych, które w kolejnych rozdziałach byłyby dokumentowane, analizowane, potwierdzane lub zaprzeczane. Czytając pracę na bieżąco formułowałem uwagi, które w przeważającej mierze mają charakter dyskusyjny i nie obniżają w sposób zasadniczy wartości opracowania :

- Na rysunku 2.2. zabrakło skali odwzorowania, co utrudnia porównanie np.: z rysunkiem 2.1.

- W ocenie parametrów klimatycznych, na podstawie danych literaturowych, autor przedstawia wartość parowania terenowego, nie precyzując czy jest to parowanie potencjalne, liczone z parametrów klimatycznych (temperatury powietrza i prężności pary wodnej) czy są to wartości empirycznie pomierzone, np.: z badań lizymetrycznych.

- Prezentując zakres wykonywanych badań terenowych, w tym pomiarów zwierciadła wód podziemnych, brak jest informacji jak uzyskano wartość rzędnych terenu. Czy w ramach prac terenowych była wykonana niwelacja punktów pomiarowych?

- Badania terenowe oraz zebrane dane archiwalne pozwoliły stworzyć zbiór danych z różnych okresów badawczych oraz pomiarów wykonanych w warunkach statycznych lub dynamicznych, należy wyjaśnić jak takie dane weryfikowano przy sporządzeniu map hydroizohips oraz przy kalibracji modeli numerycznych i czy były one względem siebie kompatybilne?

- Własne badania terenowe doktoranta to również pomiary hydrometryczne przepływów rzecznych szkoda, że tylko w sposób bardzo ograniczony uzyskane wyniki wykorzystano w pracy. Z rozdziału 3.2 nie dowiemy się jakie zasady przyjmował autor przy wyznaczaniu lokalizacji przekrojów hydrometrycznych; jestem przekonany, że wielu czytelników pracy nie zna opracowania Bodzionego (2006). Wskazaniem byłoby również udokumentowanie na podstawie danych archiwalnych, że pomiary przeprowadzono przy niskich stanach wodowskazowych.

- Wstępne rozdziały pracy są bogato ilustrowane graficznie. Jak już podkreślałem zamieszczone profile, przekroje czy mapy są czytelne i dobrze ilustrują opis warunków przyrodniczych terenu. Autor w sposób prawidłowy cytuje materiały źródłowe, z których zaczerpnął prezentowane w pracy rysunki, brakuje jedynie

informacji na czym polegała modyfikacja załączonego odwzorowania graficznego np.: (Ryc. 4.2., 5.2., 5.3., itp.),?

- Na zamieszczonych przekrojach hydrogeologicznych brakuje jednoznacznej informacji, kto jest ich autorem. Informacje tę pośrednio można uzyskać z mapy dokumentacyjnej, na której są zaznaczone linie przekrojów, moim zdaniem, brak tych afiliacji bezpośrednio na przekrojach może wprowadzić czytelnika w błąd co do ich autorstwa (Załącz. 4 i 5).

- W rozdziale 5.1 dotyczącym charakterystyki pięter i poziomów wodonośnych, przy ocenie piętra paleogeńsko-neogeńskiego, autor używa sformułowań: niskie parametry filtracyjne oraz znaczna pojemność wodna. Są to określenia bardzo subiektywne, które moim zdaniem, powinny być opisane konkretnymi przedziałami wartości.

- W kolejnym rozdziale 5.2 autor na podstawie wyników sieci monitoringowej z różnych interwałów czasowych, wykonywanych z różną częstotliwością oraz zmienną metodyką pomiarową, ocenia warunki zasilania i krążenia wód podziemnych w warunkach naturalnych i pod wpływem odwadniania kopalń KGHM. Autor zdaje sobie sprawę z ograniczeń i mankamentów wykorzystania takich źródeł informacji. Moim zdaniem w ocenie tej zabrakło zastosowania statystycznych ocen wiarygodności analizowanych zbiorów.

- Oceniając czynniki decydujące o zasilaniu poziomów wodonośnych autor wskazuje na bezpośrednią infiltrację wód opadowych oraz infiltrację niektórych odcinków cieków powierzchniowych. W dalszych ocenach i odwzorowaniach, w tym odwzorowaniach numerycznych, nie wskazano jednak odcinków dolinnych rzek o charakterze infiltracyjnym.

- Interesującym byłoby rozwinięcie problematyki dotyczącej uznania iłów plioceniowych jako izolującej bariery hydraulicznej w zasilaniu poziomów wodonośnych piętra paleogeńsko-neogeńskiego. W obrębie Niekł Mazowieckiej pogląd o nieprzepuszczalności iłów plioceniowych, który panował przez wiele dziesięcioleci, został negatywnie zweryfikowany przez zespół profesora Tadeusza Macioszczyka, który udokumentował na modelu numerycznym jego znaczenie, w zasilaniu oligocenu. Może również w analizowanym przez autora obszarze następuje pionowe przesączanie wód poprzez ły plioceniowe?

- Charakteryzując ujęcie wód podziemnych Sobin-Jędrzychów autor używa sformułowania - użytkowy poziom wodonośny, czy na pewno spełnia on warunki jakim powinien odpowiadać taki poziom wodonośny zgodnie z definicją wg. objaśnień MhP i Słownika hydrogeologicznego, czy jest to jedynie główny poziom eksploatowany w omawianej studni.
- Recenzowane opracowanie zawiera znaczną liczbę symboli, które dla czytelnika nie zaznajomionego z tematyką pracy użyte w kolejnych rozdziałach bez ponownego wyjaśnienia, stanowią konieczność powrotu do rozdziałów wstępnych, utrudniając czytanie opracowania np.: Ca1, Na1 itp...dlatego dla przejrzystości tekstu warto stosować pełne nazewnictwo.
- W rozdziale 6 omawiając zawodnienie skał złożowych autor wskazuje jako źródło zawodnienia zasoby statyczne wód reliktowych wapieni i dolomitów cechsztynu oraz piaskowców czerwonego spągowca. W ocenach hydrogeochemicznych oraz wieku wód reliktowych istotnym byłoby wyjaśnienie czy są to wody paleoinfiltracyjne czy syngedymmentacyjne.
- Oceniając rozwój deformacji ciągłych powierzchni terenu na Ryc 7.1. autor prezentuje sieć geodezyjną pomiarów deformacji podstawowej i szczegółowej (czynne i zniszczone) używając czterech symboli, które na rysunku nie zostały objaśnione.
- Rozdział 7.1.1. dotyczący wielkopowierzchniowej niecki odwodnieniowej autor kończy za Kotarską (2012) tezą, że tempo poszerzania i pogłębiania niecki będzie wolniejsze, a od 2020 roku proces ten będzie zanikał. Ponieważ mamy rok 2023 tezę tę, po ponad dekadzie, należało zweryfikować i odnieść się do niej w zakończeniu rozdziału.
- W kolejnym rozdziale 7.1.2. autor porusza problematykę pozornego podnoszenia się zwierciadła wód gruntowych, które prowadzi do powstawania obszarów podmokłych i podtopień. Zagadnienie to ilustruje załącznikiem graficznym Ryc.7.6 prezentując izolinie obniżenia powierzchni terenu w (m). Zdaniem recenzenta przy takiej ocenie analiza rzędnych terenu i rzędnych zwierciadła wód gruntowych (w m.n.p.m.) w sposób bardziej jednoznaczny dokumentowała by pochodzenie powstałych podtopień i zalewisk.
- W rozdziale 7 dotyczącym deformacji powierzchni terenu na skutek eksploatacji rud miedzi, w którym tematyka osiadań opisywana jest bardzo

szczegółowo, oczywiście w stosunku do głównego tematu pracy, rozdział ten kończy się jednak bez jasno sformułowanych wniosków.

- Ocena stanu zwierciadła wód podziemnych na podstawie wyników badań monitoringowych (7.3) bazuje na ocenach co najmniej sprzed dekady, wskazanym byłoby odnieść się również do stanów współczesnych. W opisie oddziaływań na ujęcia Osiek I, Osiek II autor przekazuje bardzo dużo informacji o wynikach badań w piezometrach H-6 i W-4, zabrakło jednak jednoznacznej informacji czy są to piezometry monitorujące zwierciadło podwęgłowe czy międzywęgłowe ?

- W podsumowaniu rozdziału 7 autor cytuje ustalenia Profesor T. Bocheńskiej (1995, 2000), z którymi recenzent w pełni się zgadza. W pracy doktorskiej ważnym jest przede wszystkim ustalenie i opinia autora opracowania, a takich własnych opinii w recenzowanej dysertacji jest proporcjonalnie mało.

- Dużo uwag natury porządkowej mam również do zapisu wyników monitoringu jakości wód analizowanych ujęć. Zawartości stężeń form jonowych powinny być zapisane z podaniem ich wartościowości, np. przy zawartości żelaza - czy są to stężenia Fe^{+3} czy Fe^{+2} , czy jest to suma wszystkich form specjacyjnych żelaza tzw. żelazo ogólne ? itp.....

- Tego typu nieścisłości prowadzą do różnic w opisie i prezentowanych tabelach, np.: w tekście autor wskazuje na ponadnormatywne stężenia amoniaku w studniach Osiek II, natomiast w tabelach i wykresach wskazuje stężenia jonu amonowego NH_4^+ .

- Omawiając stężenia różnych form występowania związków azotu w badanych wodach, autor nie uwzględnił najważniejszego czynnika geogenicznego jakim jest granica tlenowa, która głównie decyduje o formach specjacyjnych występowania azotu w wodach podziemnych.

- Nawiązując do ocen stężeń w odniesieniu do normy sanitarnej, uważam takie porównania za nieuzasadnione. Norma sanitarna ma zastosowanie zarówno do wód powierzchniowych, jak i podziemnych ujmowanych do celów komunalnych, została stworzona przez Ministerstwo Zdrowia do ocen oddziaływań na zdrowie ludzkie. Recenzowana rozprawa nie jest dokumentacją czy operatem wodno-prawnym, dlatego tego typu porównania nie dadzą odpowiedzi na kwestię ocen w aspekcie przyrodniczym. Uważam, że znacznie więcej informacji można byłoby uzyskać, stosując normy jakościowe zgodne z klasyfikacją jednolitych części wód

podziemnych lub w oparciu o wyznaczone tło hydrogeochemiczne, w tym tło archiwalne i współczesne.

- Zdecydowanie wiodącym rozdziałem pracy są badania modelowe obszaru ujęć Sobin – Jędrzychów i Osiek. W tej tematyce autor wykazuje znaczną dozę własnych ocen, zdecydowanie lepiej dokumentuje ustalenia i wnioski. Stworzone modele numeryczne przepływu wód podziemnych w tak skomplikowanym środowisku geologicznym były trudne do wykonania i wymagały wielu założeń, szczególnie przy schematyzacji warunków hydrogeologicznych. Dodatkowym utrudnieniem, przy założeniu warunków brzegowych był fakt, że tworzone układy hydrostrukturalne modelu nie stanowiły hydraulicznie zamkniętego układu. Należy podkreślić, że metodyka przeprowadzonych badań modelowych jest prawidłowa i nie budzi większych wątpliwości. Co nie znaczy, że nie nasuwają się pewne uwagi - głównie natury dyskusyjnej:.

- Według jakiego schematu ustalono rozmiary siatki dyskretyzacyjnej o kroku 50 m.

- Wykonane modele bazowały na mapach ciśnień piezometrycznych autorstwa Profesora S. Staśko (2014), uzupełnionych danymi KGHM (D. Konsencjusz 2012). Uzyskane wyniki są odwzorowaniem ciśnień hydrodynamicznych sprzed dekady, nasuwa się pytanie czy obraz ten odpowiada współczesnym warunkom hydrogeologicznym badanych regionów (w rozdziale 9 nie znajduję na to odpowiedzi)?

- W prezentowanym schemacie procesu modelowania pakietem Groundwater Vistas (8.2.1.) warunkiem koniecznym w ocenie parametrów hydrogeologicznych wymieniono porowatość efektywną, nasuwa się pytanie jak autor uzyskał ten parametr i jak zastosował go w obliczeniach. W rozdziale o schematyzacji parametrów filtracyjnych nie pojawił się ten parametr.

- Czy wartości pionowej przewodności utworów dennych koryt rzecznych skalkulowane algorytmem obliczeniowym modelu, porównano i zweryfikowano z danymi archiwalnymi uzyskanymi empirycznie w badaniach hydrologicznych? Zdając sobie sprawę z trudności uzyskania doświadczalnie tego parametru, poruszam tę problematykę w związku z badaniami obecnie intensywnie prowadzonymi przez hydrogeologów i hydrologów nad strefą hyporeiczną dolin rzecznych. Z zainteresowaniem wysłuchałbym opinii doktoranta, jak szacowana w obliczeniach wartość oporu filtracyjnego koryta wpływa na uzyskany wynik modelowania.

- W opracowaniu podkreślano drenujący charakter rzek oraz sporadycznie w strefach obniżenia zwierciadła, w wyniku odwodnienia, ich charakter infiltracyjny, dlatego zastosowano warunek DRAIN w schematyzacji warunków przepływu?
- Do kalibracji modeli wykorzystano punkty reperowe, według jakiego schematu wybierano lokalizację tych punktów, jaki okres charakteryzował stan hydrodynamiczny systemu użytych reperów? Użyte w opisie określenie stanu aktualnego jest niejednoznaczne, na mapach hydroizohips widnieje informacja o stanie na rok 2011.
- Model numeryczny przemieszczania się cząstek obliczeniowych spływu wód do studni ujęcia Sobin-Jędrzychów oraz ujęcia Szklary został niedostatecznie wykorzystany w ocenie zagrożenia ujęć przez dopływ wód skażonych z kierunku składowiska „Gilów”. Określenie prędkości migracji składników konserwatywnych na tym kierunku pozwoliłoby na pełniejszą ocenę zagrożenia ujęć, a w połączeniu z modelowaniem hydrogeochemicznym i identyfikacją jakościową migrujących zanieczyszczeń, mogłoby dać pełny obraz czasowo-przestrzenny rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń, w tym transport masy substancji rozpuszczonych w strumieniu filtracyjnym oraz przedstawić prognozę zmian składu wód eksploatowanych w ujęciach. Gorąco namawiam doktoranta do kontynuowania badań i rozszerzenia ich o wyżej wymienione aspekty.

Jak już wcześniej wspomniałem przedstawione powyżej uwagi nie umniejszają znacząco wartości pracy oraz sposobu prezentacji zgromadzonego materiału badawczego oraz zawartych w podsumowaniu wniosków.

Bezsprzecznie do głównych i znaczących osiągnięć recenzowanego doktoratu zaliczam wyniki prac modelowych. Wykonane modele dla wybranych ujęć Sobin-Jędrzychów i Osiek są rozwinięciem i kontynuacją regionalnych modeli numerycznych LGOM wykonanych w zespołach prof. T. Bocheńskiej i najnowszych pracach modelowych prof. Stanisława Staśko. Jednak konstrukcja własnych modeli wymagała od autora indywidualnego podejścia do schematyzacji przestrzennej struktur, parametrów filtracyjnych czy konstrukcji modelu.

Do najistotniejszych osiągnięć prezentowanych w pracy zaliczam:

- Udokumentowanie, że pomimo lokalizacji ujęcia Sobin-Jędrzychów w obrębie wielkopowierzchniowej niecki odwodnieniowej w terenie osiadań 0,5 do 2,25 metra nie występują w tym obszarze zagrożenia dla podziemnej infrastruktury ujęć,

natomiast ingerencji wymaga uszczelnienie części naziemnych w wyniku występowania podtopień i zalewisk.

- W przypadku osiadań 0,25 m związanych z niecką odwodnieniową eksploatacja górnicza nie ma żadnego wpływu na prawidłowe funkcjonowanie ujęć.
- Przedstawienie wpływu drenażu górniczego na układ hydrodynamiczny poziomu międzywęglowego (miocen) oraz udokumentowanie znaczenia okien hydrogeologicznych w łączeniu go z poziomem podwęglowym (oligocen) .
- Wykazanie, że układ hydrodynamiczny poziomu podwęglowego podporządkowany jest wpływowi drenażu górniczego eksploatacji rud miedzi.
- Udokumentowanie na podstawie bilansów przepływów wód podziemnych, że w obszarach zasobowych badanych ujęć odpływ do warstw niżejleżących jest znikomy, praktycznie niezauważalny.
- Wskazanie braku znaczącego wpływu odwodnień górniczych na prawidłowe funkcjonowanie badanych ujęć oraz zasobność eksploatowanej struktury wodonośnej
- Wykazanie, na przykładzie danych monitoringowych ujęć Osiek I i II, że natężenie drenażu górniczego nie wpływa w zauważalnym stopniu na eksploatowane stany wód, co z kolei potwierdza, że wpływ odwadniania górniczego jest niewielki lub oddziaływanie to ustabilizowało się na stałym poziomie.

Analiza niezwykle bogatych danych literaturowych, połączona z własnymi ocenami oraz wynikami własnych prac modelowych pozwoliła na uzyskanie dobrych oraz wiarygodnych rezultatów badawczych i sprawiła, że powstało wartościowe opracowanie, które rozszerza wiedzę o hydrogeologii regionalnej Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Cennym w recenzowanej pracy jest interwał czasowy analizowanego okresu badań, od okresu poprzedzającego rozpoczęcie drenażu górniczego do chwili obecnej, w której zaznacza się lej depresji wywołany eksploatacją miedzi. Różnorodność podejmowanych analiz świadczy o dużej wiedzy doktoranta z zakresu wielu dziedzin nauk geologicznych jego dobrym warsztacie metodycznym oraz znajomości literatury przedmiotu. W recenzowanej dysertacji autor bardzo wnikliwie podchodzi do analizowanych problemów, wykorzystuje możliwie najbardziej wiarygodne materiały, co w konsekwencji dało podstawę do uzyskania wiarygodnych wyników badań. Na podkreślenie zasługuje również fakt przeprowadzonej w pracy, nierzadko krytycznej, dyskusji uzyskanych wyników badań.

Podsumowując, rozprawa doktorska Pana mgra Karola Zawistowskiego, będąca zwieńczeniem jego kilkuletnich prac, jest w zakresie realizowanej tematyki, wnikliwym studium o wieloaspektowym charakterze. Wnosi istotny wkład w rozpoznanie wpływu eksploatacji miedzi w LGOM na system wodonośny górotworu badanego obszaru. Rzetelna analiza danych literaturowych, połączona z własnymi badaniami była podstawą uzyskania dobrych rezultatów badań oraz uczyniła recenzowaną pracę wartościową. Pracę, która rozwija wiedzę dotyczącą wpływu drenażu górniczego na system wodonośny rejonu LGOM oraz wpływu odwodnień kopalnianych na ujęcia komunalne tam funkcjonujące.

Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że recenzowana dysertacja doktorska spełnia kryteria określone w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz.1789 oraz art. 179 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r.) W związku z tym, wnioskuję o dopuszczenie mgra Karola Zawistowskiego do publicznej obrony rozprawy doktorskiej pod tytułem "Wpływ eksploatacji miedzi w LGOM na warunki pracy wybranych ujęć wód podziemnych (Sobin-Jędrzychów i Osiek).