

Warszawa, 14.11.2023

Prof. dr hab. Ewa Krogulec
Uniwersytet Warszawski
Wydział Geologii

Recenzja rozprawy doktorskiej

Autor: Dejan Nešković

Afiliacja Autora: Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska, Instytut Nauk Geologicznych

**Tytuł: MODELOWANIE HYDRODYNAMICZNE I GEOSTATYSTYCZNE
ALUWIALNYCH POZIOMÓW WODONOŚNYCH ZANIECZYSZCZONYCH
WĘGLOWODORAMI W CELU OPTYMALIZACJI BADAŃ
HYDROGEOLOGICZNYCH, REMEDIACJI I OCHRONY ZASOBÓW**

I. Ogólne informacje o pracy dyplomowej

Autorem recenzowanej pracy jest Dejan Nešković, doktorant w Zakładzie Hydrogeologii Stosowanej Instytutu Nauk Geologicznych UW.

Praca napisana jest w języku angielskim. Główna część liczy 191 stron i jest podzielona na siedem rozdziałów z BIBLIOGRAFIĄ i ANEKSEM. Do pracy dołączono krótkie streszczenie w języku polskim (nieco ponad 2 strony tekstu).

Struktura pracy została zorganizowana w następujący sposób:

- Wprowadzenie
- Koncepty teoretyczne
- Studium. Duża część tej sekcji pracy poświęcona jest modelom hydrodynamicznym, które zostały opracowane w przeszłości na badanym obszarze, ponieważ zostały wykorzystane jako punkt wyjścia i punkt odniesienia do dalszych badań.
- Wyniki i dyskusja. Ta część jest podzielona na cztery podrozdziały.
- Uwagi końcowe i rekomendacje. Ta część skupia się na podsumowaniu kluczowych ustaleń z badań, ocenie celów badawczych i ich realizacji, a także zaleceniach dotyczących przyszłych badań i ulepszeń w praktyce badawczej.
- Aneks. W tej części znajdują się dodatkowe informacje o oprogramowaniu służącym do opracowania pracy dyplomowej, opis rodzaju i liczby istniejących obiektów w badanym obszarze.

Recenzowana rozprawa doktorska zawiera kompleksową analizę procesów hydrogeologicznych, wnosząc cenny wgląd w skomplikowaną dynamikę systemów wód podziemnych. Autor wnikliwie bada kluczowe zjawiska hydrogeologiczne, wykorzystując zaawansowane metody i techniki badawcze. Niniejsza recenzja ma na celu ocenę wartości naukowej, solidności metodologicznej i ogólnego wkładu rozprawy w dziedzinę hydrogeologii.

W Serbii poziomy wodonośne w utworach aluwialnych, stanowiące 40% zbiorników służących do zaopatrzenia w wodę, borykają się z problemami związanymi z zanieczyszczeniem, zwłaszcza na obszarach takich jak Ratno Ostrvo w Nowym Sadzie, w pobliżu rafinerii ropy naftowej zbombardowanej podczas wojny. Wyciek spowodował uwolnienie znacznych ilości węglowodorów do warstwy wodonośnej, wpływając niekorzystnie na obszar szacowany na 85 000 m². W niniejszej pracy zaproponowano zoptymalizowane podejście do badań hydrogeologicznych w tego typu zanieczyszczonych poziomach wodonośnych. Wykorzystując różne narzędzia, opracowano model hydrogeologiczny, dokonano oceny podatności, przeprowadzono analizy geostatystyczne oraz zbudowano numeryczne modele przepływu wód podziemnych i transportu zanieczyszczeń. Strategie optymalizacji zostały zweryfikowane za pomocą studium przypadku, wykazując skuteczność w zmniejszaniu rozmiaru sieci monitoringu o 42% bez uszczerbku dla jakości danych. Praca podkreśla potencjał współczesnych narzędzi i technik w zakresie optymalizacji sieci monitoringu, obniżania kosztów i zapewniania wysokiej jakości danych wyjściowych, oferując pewność w zakresie celu i wyboru metod remediacji lub ochrony poziomu wodonośnego już na wczesnych etapach monitorowania.

- Celem pracy jest optymalizacja badań hydrogeologicznych w zanieczyszczonych aluwialnych poziomach wodonośnych, koncentrując się na gromadzeniu danych, modelowaniu, remediacji i ochronie zasobów.
- Kompleksowy przegląd technik badań hydrogeologicznych ze szczególnym uwzględnieniem modelowania przepływu wód podziemnych i transportu zanieczyszczeń.
- Opracowanie koncepcyjnego modelu hydrogeologicznego w celu dokładnego określenia warunków i oceny podatności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie.
- Wdrożenie narzędzi geostatystycznych do analizy danych hydrogeologicznych, w tym stężeń węglowodorów i parametrów przepływu wód podziemnych.
- Opracowanie nowego modelu filtracji wód podziemnych i transportu zanieczyszczeń w celu oceny zmienności przestrzennej, korelacji i niepewności rozkładu w zanieczyszczonym poziomie wodonośnym.
- Strategie optymalizacyjne potwierdzono na podstawie studium przypadku, wykazujące skuteczność w zmniejszaniu rozmiaru sieci monitoringu o 42% bez uszczerbku dla jakości danych.
- Dane przestrzenno-czasowe były zbierane, konsolidowane, normalizowane i przetwarzane dla okresu pięciu lat (2001-2006) w celu dokładnego ustalenia charakterystyki przepływu wód podziemnych.

- Przeprowadzono analizę geostatystyczną w celu zidentyfikowania istotnych i nadmiarowych punktów poboru próbek, co doprowadziło do zmniejszenia rozmiaru opróbowania o 42%.
- Praca pokazuje, że współczesne narzędzia i techniki optymalizacyjne obniżają koszty i zapewniają wysoką jakość danych wyjściowych, dając pewność co do rozpoznania już na wczesnym etapie prac badawczych związanych z remediacją i ochroną systemu wodonośnego.

II) Podstawa recenzji

Celem recenzji jest ustalenie, czy zgłoszona rozprawa doktorska spełnia wymagania dotyczące stopni i tytułów naukowych oraz stopni i tytułów naukowych w dziedzinie sztuki, w związku z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz. U. 2014, poz. 1852 z późniejszymi zmianami). Recenzja jest wykonana w oparciu o następujące kryteria oceny: uzasadnienie wybranego tematu i problemu badawczego, poprawność w formułowaniu celów i hipotez, ocena struktury i zawartości merytorycznej rozprawy, uwagi merytoryczne i formalne oraz przedstawienie wniosku końcowego w oparciu o powyższe kryteria.

III) Wybór tematu i określenie problemu badawczego

Oceniając adekwatność tematu rozprawy należy podkreślić, że Doktorant zidentyfikował istotny problem badawczy wart analizy zarówno w wymiarze teoretycznym, jak i empirycznym. Przedstawiony i rozwiązany problem badawczy ma również zastosowania praktyczne. Tematyka badawcza ma znaczenie użytkowe, stale ewoluuje i jest przedmiotem dyskusji naukowej. Obejmuje ona szereg zagadnień z zakresu ochrony środowiska, geologii, hydrogeologii, prawa, gospodarki wodami podziemnymi i wielu innych.

IV) Analiza źródeł

Autor umieszcza swoją pracę w szerokim kontekście, zawierającym szczegółowe informacje i elementy innowacyjne. Opis ten jest oparty na odpowiednio przywoływanych źródłach. Bibliografia rozprawy liczy 11 stron. Połowa z nich to artykuły z czasopism o dużym wpływie. Ogólnie rzecz biorąc, źródła te są bardzo dobrze dobrane.

V) Cele pracy i hipotezy badawcze

Cel badawczy został jasno sformułowany i przedstawiony w rozprawie doktorskiej. Badania miały na celu zaproponowanie praktycznych rozwiązań w rzeczywistych zastosowaniach. Opracowując zoptymalizowane podejście do badań hydrogeologicznych, modelowania i remediacji, postawiono za cel dostarczenie jasnych zaleceń dla praktyków, agencji środowiskowych i decydentów w zakresie skutecznego zarządzania i remediacji aluwialnych poziomów wodonośnych zanieczyszczonych węglowodorami.

Praca ta przyczynia się do poszerzenia wiedzy z zakresu hydrogeologii i remediacji zanieczyszczeń. Poprzez kompleksowy przegląd istniejących metodologii, identyfikację ich ograniczeń i propozycję zoptymalizowanych alternatyw, wykonane analizy miały na celu wypełnienie luk w obecnych praktykach badawczych, oferując wgląd w dostosowane do

potrzeb badania hydrogeologiczne i strategie remediacji poziomów wodonośnych zanieczyszczonych węglowodorami.

Podsumowując, praca jest umotywowana znaczeniem i trafnością tematu badawczego. Podejmując badania związane z aluwialnymi poziomami wodonośnymi zanieczyszczonymi węglowodorami i proponując strategie optymalizacji, praca ta miała w założeniu wnieść nowe elementy w zakresie hydrogeologii, ochrony środowiska i zarządzania zasobami wód podziemnych.

VI) Metodologia badań

Metody przyjęte przez doktoranta są odpowiednie do osiągnięcia określonych celów badawczych i jak podkreśla doktorant, obejmują zarówno aspekty jakościowe, jak i ilościowe.

VII) Struktura rozprawy, zawartość merytoryczna

Rozprawa doktorska stanowi spójną całość umożliwiającą osiągnięcie zamierzonego celu badawczego. Praca składa się ze wstępu, rozdziałów merytorycznych, spisu tabel i rycin oraz bibliografii.

VIII) Uwagi dotyczące aspektów merytorycznych i formalnych

Aspekt formalny

Warsztat nadesłanej rozprawy zasługuje na pozytywną ocenę. Praca jest skrupulatna. Doktorant wykazał się solidnym zrozumieniem literatury przedmiotu, umiejętnie ją prezentując i odpowiednio dostosowując do własnych potrzeb badawczych. Pojęcia z zakresu geologii i nauk pokrewnych są w większości trafnie stosowane. Aspekty teoretyczne i empiryczne są ze sobą dobrze skorelowane. Umieszczenie informacji na rycinach i w tabelach ułatwia zrozumienie tekstu.

Jakość redakcyjna i formatowanie są na wysokim poziomie, występują jedynie sporadycznie usterki i błędy edycyjne. Przejrzystość i precyzja opisu pozwalają na kompleksowe zrozumienie zarówno przebiegu, jak i zakresu badań empirycznych i modelowych. Terminologia stosowana do opisu procesów i charakterystyki zjawisk stoi również na wysokim poziomie, ułatwiając zrozumienie przedstawionych rozważań i wyników.

Ryciny, tabele i bibliografia są prawidłowo umieszczone, opatrzone odpowiednimi podpisami i objaśnieniami oraz dokładnie cytowane w tekście.

Aspekt merytoryczny

Rozprawa podejmuje tematykę badawczą ujętą w kilka interdyscyplinarnych zagadnień, będących przedmiotem dyskusji naukowej. W związku z tym wybrane problemy zidentyfikowane jako niejasności i przedstawione wątpliwości, omówione poniżej, nabierają charakteru dyskursu naukowego.

Uwagi do dyskusji:

1. Zbyt wiele celów przedstawionych w pracy utrudnia określenie celu głównego. Chociaż podejście badawcze jest interesujące i synergiczne, brakuje identyfikacji tego podstawowego celu. Można by uznać, że praca ma charakter podręcznikowy – kompilacji najlepszych praktyk, a nie rozwiązania konkretnego problemu badawczego. Cel pracy jest określony w wielu podrozdziałach, począwszy od wstępu i w kolejnych rozdziałach, prowadząc do licznych powtórzeń. Niektóre elementy pracy są oczywiste, więc nie trzeba podkreślać, że stanowią one kolejne kroki w realizacji zadania. Na przykład przegląd literatury służy jako podstawa do optymalizacji zakresu prac, co jest oczywiste i stanowi standardowe i niezbędne podejście do badań naukowych.
2. Rozdział "Struktura pracy" jest zbędny. Praca dyplomowa zawiera swoją treść i jest wyposażona w spis treści.
3. "Celem przeglądu literatury jest krytyczna analiza i synteza istniejącej wiedzy i badań związanych z hydrogeologicznym rozpoznaniem poziomów aluwialnych zanieczyszczonych węglowodorami. Przegląd piśmiennictwa służy kilku kluczowym celom...". Przegląd literatury stanowi podstawę badań, odwołując się do istniejącej wiedzy. Przedstawianie celów takiego przeglądu jest zbędne i nie obejmuje wszystkich motywów badawczych do sprawdzenia stanu wiedzy. Ponadto w innym rozdziale, np. "Konceptualizacja", wskazano inny cel przeglądu literatury. Podsumowując, konieczne jest zamieszczenie obszernego przeglądu odpowiedniej literatury przedmiotu, ale bez podania powodów, dla których to zrobiono.
4. Przegląd literatury jest obszerny i dobrze przeprowadzony, choć ma wysoce subiektywny charakter. Trudno zgodzić się ze stwierdzeniem, że konceptualizacja badań została po raz pierwszy przedstawiona w 2012 roku. "Chociaż szeroko stosowane modele koncepcyjne w hydrogeologii nie są pozbawione wad. Model jest hipotezą; aby uzyskać dobry model w hydrogeologii, konieczne jest połączenie technik poszukiwawczych z metodami walidacji. (Betancur et al., 2012)" - to jest przykład ze strony 19. Przegląd literatury na temat podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie budzi szczególne wątpliwości.
5. Rozdział piąty, "Podatność wód podziemnych na zanieczyszczenie", powtarza informacje już wcześniej podane. Cel oceny podatności nie jest poparty w literaturze. Charakter tego rozdziału jest niejasny. Podobnie rozdział dotyczący hydrodynamicznego (numerycznego) modelu przepływu wód podziemnych jest niejasny.
6. Proponuję połączyć rozdziały opisujące warunki naturalne z przeglądem literatury. Opis podstawowych zasad, takich jak równanie Darcy'ego, prezentuje zbyt ogólne, podręcznikowe podejście do rozwiązania konkretnego problemu badawczego. W rozdziałach tych często brakuje cytatów z literatury, co stwarza wrażenie, że zostały one zaproponowane przez autora pracy. Praktycznie do strony 72 pracy pojawiają się podręcznikowe opisy, ale niestety często odwołują się one do literatury wybranych krajów.

7. Rysunek 1. Lokalizacja Obszaru Badań - brak legendy. W niektórych komórkach Tabeli 23 brakuje danych. Przygotowując pracę do druku, proponuję pominąć niektóre opisy lub dopracować tytuły rozdziałów. Na rycinach brakuje niektórych nazw geograficznych, co jest wymagane w publikacjach. Opis warunków hydrogeologicznych i charakterystyki geologicznej powinien być spójny.
8. Moim zdaniem opis podstawowych metod modelowania, warunków brzegowych i stosowanych wzorów nie jest konieczny, choć często jest zawarty w rozprawach. Korzystne byłoby uzupełnienie opisu badań modelowania hydrodynamicznego o model koncepcyjny w postaci schematycznego "przekroju" (obecnie jest to tylko opis tekstowy).

IX) Ocena spełnienia wymagań dla rozpraw doktorskich

Całościowa analiza recenzowanej rozprawy doktorskiej autorstwa Dejana Neškovića pt.: "MODELOWANIE HYDRODYNAMICZNE I GEOSTATYSTYCZNE ALUWIALNYCH POZIOMÓW WODONOŚNYCH ZANIECZYSZCZONYCH WĘGLOWODORAMI W CELU OPTYMALIZACJI BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH, REMEDIACJI I OCHRONY ZASOBÓW" pozwala stwierdzić, że Autor zaprezentował dojrzałą pracę naukową, wykazując się zarówno wiedzą teoretyczną, jak i kompetencjami metodologicznymi. Umożliwiło to zaproponowanie oryginalnego rozwiązania istotnego problemu badawczego z zakresu nauk o Ziemi.

Oświadczam, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w ustawie o stopniach i tytułach naukowych oraz stopniach i tytułach naukowych w dziedzinie sztuki. Rozprawa doktorska jest zgodna z wymogiem, że "rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub artystycznego oraz wykazywać całokształt wiedzy teoretycznej kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także zdolność do prowadzenia samodzielnej pracy naukowej lub artystycznej".