

Prof. dr hab. Adam Idziak
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk o Ziemi
w Sosnowcu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Akinniyi Akinsunmade
pt. "Application of geophysical methods for the evaluation of soil physical properties"
wykonana na zamówienie Przewodniczącego Rady Dyscypliny „Nauki o Ziemi i Środowisku” Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie, pana prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza.

Niniejsza recenzja odnosi się do nowej wersji rozprawy doktorskiej, która powstała w wyniku zalecenia recenzenta poprawienia pierwszej przedstawionej jej wersji.

Omówienie układu pracy.

Przedstawiona do recenzji poprawiona rozprawa doktorska liczy 170 stron (poprzednio 163), z czego część merytoryczna zawiera się na 157 stronach. Na pozostałych 13 stronach zamieszczono spis cytowanej literatury. Odrębną część stanowi 10 stron ponumerowanych liczbami rzymskimi, na których przedstawiono abstrakt, spis treści, spis rysunków (61 pozycji) i tabel (18 pozycji). Zamieszczone spisy znacznie ułatwiają studiowanie pracy. Spis literatury cytowanej zawiera 187 pozycji obejmujących artykuły naukowe w międzynarodowych i krajowych czasopismach naukowych, abstrakty zamieszczone w materiałach konferencyjnych oraz instrukcje i materiały zamieszczane na stronach internetowych.

Podobnie jak w wersji pierwszej treść pracy podzielona została na sześć rozdziałów.

Rozdział pierwszy – Wstęp - zawiera zdefiniowanie problemu badawczego, wprowadzenie w problematykę związaną z zakresem pracy, sformułowanie celu badań i hipotezy badawczej oraz omówienie i krótkie streszczenie następujących rozdziałów. Wymienione zostały stanowiska pomiarowe i ich lokalizacja oraz warunki geologiczne, morfologiczne i klimatyczne na terenie Polski. Przychylając się do uwag recenzenta doktorant uzupełnił treści zawarte pierwotnie w tym rozdziale o dosyć szczegółowe charakterystyki wybranych stanowisk – warunki glebowe, geologię i morfologię terenu oraz czynniki wpływające na własności badanych gleb a także uzasadnił ich wybór.

W rozdziale drugim przedstawiony został przegląd literatury dotyczącej metod badania gleb ze szczególnym uwzględnieniem metod geofizycznych. Treść rozdziału została znacząco zmodyfikowana w stosunku do wersji pierwotnej. Chronologiczny układ omawianych pozycji literaturowych oraz ich szersze omówienie pokazuje rozwój badań glebowych wraz z sukcesywnym wprowadzaniem metod geofizycznych do tych badań. To sprawia, że w obecnej wersji rozdział ten znacznie zyskuje na

wartości, pokazując punkt wyjścia dla badań doktoranta i ułatwiając czytelnikowi ocenę jego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej, w której aspiruje do stopnia doktora.

Rozdział trzeci także został znacząco zmieniony. Przede wszystkim autor zrezygnował z fragmentów dotyczących teorii pól elektromagnetycznych, dostępnych w każdym podręczniku podstaw fizyki. W pierwszym podrozdziale rozdziału trzeciego uzasadnił wybór określonych metod geofizycznych, które zastosował dla uzyskania zamierzonego celu badawczego oraz przedstawił zarys planu badań, który przyjął a następnie konsekwentnie realizował. W kolejnych podrozdziałach doktorant przedstawił podstawy teoretyczne zastosowanych metod geofizycznych, koncentrując się na zagadnieniach istotnych dla doboru odpowiednich parametrów i warunków pomiarów oraz interpretacji wyników.

W rozdziale czwartym omówiono podstawy metodologiczne przeprowadzonych pomiarów geofizycznych, metodykę szczegółową ich wykonania oraz wykorzystane oprzyrządowanie. Struktura rozdziału składa się z dwóch podrozdziałów. Podrozdział 4.1 zawiera metodykę badań wykonanych wybranymi przyrządami. Ponieważ georadar był głównym przyrządem geofizycznym stosowanym przez doktoranta, duży fragment poświęcono modelowaniu obrazów georadarowych w oparciu o przyjęte modele fizyczne środowiska glebowego oraz omówieniu metodyki przeprowadzonych badań, prezentując zastosowane układy i parametry pomiarowe oraz przykładowe schematy profili pomiarowych. Obszerny opis poświęcono przetwarzaniu zapisów georadarowych mających na celu uzyskanie przekrojów czasowych wysokiej rozdzielczości z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi informatycznych, z sieciami neuronowymi włącznie. Przedstawiono sposoby wyznaczania własności dielektrycznych gleb w oparciu o atrybuty zarejestrowanych sygnałów radarowych. W podrozdziale 4.1 omówiono również metodykę oraz przetwarzanie wyników pomiarów elektromagnetycznych i spektralnych. W części drugiej rozdziału czwartego (4.2) opisano zwięźle stosowaną aparaturę pomiarową.

Czwarty rozdział został zmodyfikowany w porównaniu z pierwszą wersją pracy. Autor zrezygnował ze zbędnego schematu działań jakie podjął przy realizacji swojej pracy doktorskiej. Skrócił i uprościł też część poświęconą modelowaniu zapisów georadarowych. Dzięki temu rozdział zyskał na zwartości a tytuły podrozdziałów odpowiadają teraz rzeczywistości ich treściom. Mogę stwierdzić, że jest to ważna część pracy, wskazująca na dogłębną znajomość metodyki prowadzonych badań oraz umiejętność szczegółowej i starannej ich interpretacji.

Recenzując poprzednią wersję pracy najwięcej zastrzeżeń miałem do rozdziału piątego poświęconego prezentacji i dyskusji wyników, stanowiącego zasadniczą część rozprawy. Z nowego tekstu wynika, że pomiary przeprowadzone na każdym ze stanowisk miały trochę inny cel, a wspólnym ich mianownikiem były pomiary georadarowe. Celem badań przeprowadzonych na poletku doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego oraz na stanowisku w Brzezińce było przede wszystkim pokazanie możliwości wyznaczania parametrów glebowych (zawartości wody,

porowatości, gęstości objętościowej) w oparciu o obrazy radarowe i wyznaczone z nich atrybuty (prędkości interwałowe, chwilowa faza sygnału i inne). Dodatkowo na stanowisku w Brzezińce wykonano pomiary elektromagnetyczne przewodności gleb i porównano jej rozkład przestrzenny z rozkładem przenikalności dielektrycznej wyznaczonej z danych radarowych.. Badania przeprowadzone w Kryspinowie z kolei posłużyły doktorantowi do wyznaczania stref o zróżnicowanej wodoprzepuszczalności gleb. Pomiary georadarowe przeprowadzone częściowo na polietku doświadczalnym UP ale też w Kietrze (ich wyników zabrakło w pierwotnej wersji) miały za zadanie stwierdzenie możliwości wyznaczania stref kompaktacji gleby wywołanej zabiegami agrotechnicznymi prowadzonymi przy użyciu maszyn rolniczych i porównania wyników uzyskanych georadarem z wynikami pomiarów sondą penetracyjną. Obecna treść rozdziału piątego pozwala czytelnikowi zorientować się w zakresie badań prowadzonych na każdym ze stanowisk i uzyskanych w rezultacie efektach. Podsumowując, uważam, że obecnie w rozdziale piątym wyniki badań zostały przedstawione znacznie lepiej. Znacząco zwiększył się też zakres autorskiego komentarza do uzyskanych wyników. Mimo to w dalszym ciągu brakuje mi pogłębionego podejścia statystycznego w postaci zależności regresyjnych, pozwalających wyliczać parametry fizyczne gleb na podstawie wielkości wyznaczanych z pomiarów radarowych czy elektromagnetycznych, przynajmniej w tych przypadkach w których analizowane wielkości cechuje wysoki współczynnik korelacji.

Ostatni, szósty rozdział pracy to wnioski końcowe oraz propozycje doktoranta dotyczące kierunku rozwoju zastosowań metod geofizycznych w badaniach glebowych. Wnioski końcowe zawierają syntetyczne podsumowanie zagadnień przedyskutowanych w rozdziale piątym. Świadczą one o tym, że doktorant zrealizował cel swojej pracy. Przedstawione w drugiej części rozdziału tzw. rekomendacje wskazują na znajomość najnowszych trendów i kierunku rozwoju zarówno badań glebowych jak i metod geofizycznych. Uważam, że w obecnej wersji pracy rozdział szósty jest znacznie lepiej napisany niż w wersji pierwotnej.

Ocena merytorycznej wartości pracy

Rozprawę charakteryzuje wyraźnie sprecyzowany cel pracy. Jest nim wykazanie, że odpowiednio uwarunkowane i metodycznie przeprowadzone oraz zinterpretowane pomiary geofizyczne, przede wszystkim georadarowe, pozwalają na wyznaczenie struktury i atrybutów gleby w sposób równie skuteczny jak klasyczne pomiary bezpośrednie. Biorąc pod uwagę możliwość wykonania pomiarów geofizycznych na dużym obszarze w stosunkowo krótkim czasie oraz niemal ciągłą rejestrację danych wzdłuż wytyczonych profili dawałoby to możliwość lepszego rozpoznania własności gleb w stosunku do punktowych pomiarów klasycznych czy pomiarów na próbkach laboratoryjnych.

Badania przeprowadzone przez doktoranta stanowią próbę zastosowania metod georadarowych, elektromagnetycznych i spektroskopowych do rozpoznania struktury warstwowej gleb, wyznaczania ich gęstości objętościowej, stopnia konsolidacji, porowatości, wilgotności i wodoprzepuszczalności. Parametry te są istotne dla użytkowego wykorzystania gleb oraz kontroli ich stanu i monitorowania

zachodzących zmian. Do realizacji celu badawczego wybrane zostały cztery stanowiska badawcze – poletko doświadczalne na terenie Uniwersytetu przyrodniczego w Krakowie, wybrane tereny w Brzezińce i Kryspinowie w bliskim sąsiedztwie Krakowa oraz w Kietrze na opolszczyźnie na obszarze dużego gospodarstwa rolnego. Na wszystkich stanowiskach doktorant wykonał pomiary georadarowe na wyznaczonej siatce profili. Na stanowiskach w UP i Brzezińce przeprowadził pomiary elektromagnetyczne przewodności gleb wzdłuż tych samych profili pomiarowych. W Kryspinowie dodatkowo przeprowadził badania wpływu infiltracji wody w glebie na obraz radarowy i atrybuty zarejestrowanych fal odbitych. Badania w Kietrze miały na celu głównie określanie zagęszczenia i stopnia konsolidacji gleby. Uzupełnione zostały pomiarami penetrometrem wykonanymi w kilku wybranych punktach.

Za najważniejsze dokonania doktoranta uważam:

- Wykazanie możliwości rozpoznania warstwowej struktury gleb na podstawie zarejestrowanych radargramów przy użyciu odpowiedniej interpretacji wykorzystującej różne atrybuty obrazów radarowych i wykonanej przy użyciu zaawansowanych metod numerycznych.
- Uzyskanie wysokiej korelacji pomiędzy zawartością wody w glebie wyznaczoną z danych radarowych a zawartością wody pomierzoną w pobranych z tego samego obszaru próbkach gleb. Trochę szkoda, że autor pracy nie poszerzył tego wątku swoich badań o stworzenie modelu regresyjnego tej zależności z podaniem współczynników regresji i ich przedziałów ufności. Taki model miałby istotne znaczenie dla wykorzystania wyników pracy doktoranta w praktyce badania gleb.
- Pokazanie możliwości wyznaczania stref zagęszczenia i konsolidacji gleb metodą georadarową.
- Opracowanie sposobu wyznaczania z zapisu radarowego stref o zróżnicowanym potencjale glebowym wskazującym na wodochłonność i wodoprzepuszczalność gleb.
- Wykazanie, że za przewodność elektryczną gleby w jej najpłytszych warstwach odpowiada głównie zawartość wilgoci.

Wyniki dotyczące wyznaczania z pomiarów radarowych takich parametrów glebowych jak gęstość objętościowa czy porowatość nie są jednoznaczne. Współczynniki korelacji pomiędzy ich wartościami wyznaczonymi metodą GPR i laboratoryjną są niskie, a przedstawione korelogramy sugerują brak ich skorelowania. Doktorant przypisuje ten fakt niepełnej saturacji badanych gleb, wpływającej na zmianę przenikalności dielektrycznej gleby będącej podstawą do wyznaczania wilgotności, porowatości i gęstości objętościowej z radargramów. Doktorant wyznaczył wilgotność w oparciu o równania 4.17 i 4.18. Wydaje się, że przyczyną braku korelacji może być faktyczna nieliniowość równania 4.17 ze względu na parametry glebowe. Badania w tym zakresie powinny być kontynuowane, być może przy wykorzystaniu innych metod dodatkowych np. MASV, która daje dobrze nadaje się do wyznaczania gęstości warstw przypowierzchniowych. Można jej użyć zamiast pomiarów hiperspektralnych, które moim zdaniem nie mają wielkiego znaczenia przy rozpoznaniu struktury gleb.

Zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie i rozporządzeniach MNiSzW praca doktorska musi stanowić samodzielne rozwiązanie określonego problemu badawczego wnosząc wkład w poszerzenie zakresu wiedzy w danej dyscyplinie. Nie mam wątpliwości, że doktorant spełnił ten warunek. W trakcie realizacji pracy mgr inż. Akinniyi Akinsunmade wykazał się bardzo dobrą znajomością literatury przedmiotu. Spis cytowanej przez niego literatury obejmuje blisko 190 pozycji. Przedstawiona praca świadczy o tym, że ma on duże doświadczenie w

przeprowadzaniu pomiarów geofizycznych, w szczególności w zakresie badań georadarowych, a także gruntowną znajomość technik interpretacyjnych przy użyciu zaawansowanych metod numerycznych. Potrafi krytycznie analizować uzyskane wyniki i dokonywać porównań oraz syntezy danych uzyskanych różnymi metodami. Są to cechy charakteryzujące dojrzałego badacza zasługującego na potwierdzenie zdobytej wiedzy i umiejętności nadaniem stopnia naukowego.

Uwagi krytyczne

W podrozdziale 5.1.2 autor pracy przedstawia wyniki profilowania radarowego stałym rozstawem anten ilustrując je rysunkami. Podpis pod rysunkiem 5.04 brzmi: „Typical GPR constant profiling 2D section...”. Moim zdaniem lepiej byłoby, gdyby autor podał z jakiego stanowiska pochodzi podany przykład pisząc np. „An example of GPR constant profiling 2D section (Brzezinka site)”. Słowo „typical” sugeruje, że wszystkie wyinterpretowane przekroje są bardzo do siebie podobne, co nie jest prawdą. Te same uwagi dotyczą rysunków 5.05, 5.06, 5.07c, 5.08 i 5.09, w opisie których zabrakło informacji o stanowiskach badawczych z których pochodzą podane przykłady.

W objaśnieniach do wzoru 3.7 na stronie 40 podano, że wzorze tym prędkość fali powinna być wyrażona w m/s a czas w nanosekundach. Aby uzyskać głębokość reflektora w metrach prędkość powinna być wyrażona w m/ns lub czas propagacji w sekundach.

W wierszu 4 od dołu na stronie 104 doktorant użył zwrotu „spatial and vertical variations in the media physical properties. Zwrot ten powinien brzmieć “horizontal and vertical variations...”, gdyż “spatial variations” obejmuje zróżnicowanie własności zarówno w pionie (vertical) jak i w poziomie (horizontal).

W wierszu 8 od dołu na stronie 108 użyto sformułowania „the computed model of the compacted soil zone...” podczas gdy w podpisie pod rysunkiem 5.7a zapisano „simulated compacted soil layer (model)”. Użycie słowa „computed” sugeruje, że model został wyliczony na podstawie pewnych danych, podczas gdy w rzeczywistości został on stworzony (created) przez doktoranta.

Jako człowiek nieposługujący się na co dzień językiem angielskim nie podejmuję się oceny warstwy językowej pracy. Odnoszę jednak wrażenie, że język pracy jest momentami niepotrzebnie skomplikowany, co czasami powoduje konieczność głębszego zastanowienia się nad sensem zdań wielokrotnie złożonych. Przykładowo, autor wielokrotnie używa zwrotu „amplitude magnitude”. Amplituda fali jest pojęciem jednoznacznym, oznaczającym maksymalne odchylenie od położenia równowagi, wystarczy więc używać samego słowa „amplitude”.

Praca zawiera też trochę błędów redakcyjnych, takich jak literówki czy zapisywanie części wzorów w strefie indeksów, powstałych prawdopodobnie na etapie składu komputerowego.

Przedstawione uwagi nie mają jednak wpływu na ogólną pozytywną ocenę przedstawionej pracy doktorskiej

Podsumowanie.

Rezultaty badań wykonanych w ramach pracy doktorskiej pokazują, że mgr inż. Akinniyi Akinsunmade opanował w dostatecznym stopniu umiejętność samodzielnego ich prowadzenia i analizy osiągniętych wyników oraz rozwiązał pewien problem naukowy wnosząc wkład do rozwoju metod badania gleb przy użyciu

narzędzi geofizycznych. Tym samym doktorant spełnił wymagania zawarte w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca marca 2018 r, co stanowi podstawę do nadania stopnia naukowego doktora.

Po zapoznaniu się ze zmodyfikowaną wersją rozprawy doktorskiej uważam, że kandydata można dopuścić do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Sosnowiec, 19 października 2021 r

A handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal dotted line. The signature is stylized and cursive, with a long, sweeping tail that extends downwards and to the right.