

SN.410.1.2024

dr hab. Artur Magnuszewski, prof. ucz.
Zakład Hydrologii
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Uniwersytet Warszawski

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPLYNEŁO	
Data.....	17-03-2024r.
Nr dz.....	
Rel.....	

Recenzja rozprawy doktorskiej

Motuma Shiferaw Regasa

„Assessing Catchment Sediment Yield under Land Cover/Use Changes: the Case Study of the Fincha Watershed (Fincha Dam Reservoir, Ethiopia)”

Ocena doboru tematu i celu pracy

Jednym z najważniejszych problemów globalnych jest przyrost ludności, który rozpoczął się od połowy XVIII w. W latach 50. Populacja Ziemi wynosiła 2,5 miliarda osób, w 2019 r. osiągnęła ok. 7,7 miliarda. Prognozy ONZ mówią o wzroście populacji świata w końcu stulecia do 10,9 miliarda osób. Ten dynamiczny przyrost ludności oznacza konieczność intensyfikacji produkcji rolniczej dostarczającej żywności. To właśnie rolnictwo może być jedną z barier wzrostu demograficznego. Obszarami o najszybciej przyrastającej populacji ludności jest Azja i Afryka. Szczególnie trudna sytuacja dotyczy Afryki, w której zasoby środowiska naturalnego są ograniczone, także za sprawą zmieniającego się klimatu. Powstaje pytanie jak wyżywić tak ogromną populację? Przykładu dostarcza Etiopia, w której rozwijane jest rolnictwo, wkraczające na nowe tereny krajobrazu do tej pory nie wykorzystywanego gospodarczo.

Silne przekształcanie zlewni w wyniku rozwoju rolnictwa w Etiopii objawia się wylesieniami, które objęły 97 % powierzchni pokrytych dawniej lasem, zamieniając w pola uprawne. Intensyfikacja rolnictwa w terenach, które charakteryzują się dużymi nachyleniami stoków prowadzi nieuchronnie do erozji gleb, które są łatwo zamieniane w nieużytki. Zwiększony transport osadów prowadzi do szybszego zamyłania sztucznych zbiorników wodnych, co jest jeszcze jednym skutkiem pośrednim zmian użytkowania terenu.

Jak szacować ryzyko takiego procesu i jego przestrzenne rozmieszczenie? Próbę odpowiedzi na to pytanie zawiera recenzowana rozprawa doktorska. Doktorant uznał, że głównym celem rozprawy jest zaproponowanie możliwych do zastosowania praktyk ochrony gleb przed erozją. Ten cel wymagał rozwiązania następujących celów badawczych:

- poznanie przestrzenno-czasowych zmian pokrycia i użytkowania terenu (LULC) w wybranych zlewniach Etiopii w ciągu ostatnich dziesięcioleci
- zbadanie historycznych zmian LULC i oszacowania przyszłych warunków LULC
- ocena wpływu zmian LULC na erozję gleby
- ocena wpływu wybranych technik melioracyjnych na zmniejszenie ładunku osadów transportowanych przez wodę.

Biorąc pod uwagę aktualność problemu modyfikacji procesu obiegu wody w wyniku działalności człowieka w szczególnie wrażliwym środowisku Etiopii, uważam temat oraz cel pracy za wartościowe naukowo i przydatne w praktyce. Są to problemy warte podjęcia badań w formie rozprawy doktorskiej.

Ocena użytych metod i uzyskanych wyników

Rozprawa składa się ze spójnego cyklu czterech powiązanych ze sobą tematycznie publikacji. Artykuły te to:

1. Regasa, M.S., Nones, M. and Adeba, D., 2021. A review on land use and land cover change in Ethiopian basins. *Land*, 10(6), 585. <https://doi.org/10.3390/land10060585>

2. Regasa, M.S. and Nones, M., 2022. Past and Future Land Use/Land Cover Changes in the Ethiopian Fincha Sub-Basin. *Land*, 11(8), 1239. <https://doi.org/10.3390/land11081239>
3. Regasa, M.S. and Nones, M., 2023a. SWAT model-based quantification of the impact of Land Use Land Cover change on sediment yield in the Fincha watershed, Ethiopia. *Frontiers in Environmental Sciences*, 11, 1146346. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1146346>
4. Regasa M.S. & Nones M., 2024b. Modeling best management practices to reduce future sediment yield in the Fincha watershed, Ethiopia, *International Journal of Sediment Research*, in press, <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2024.04.010>

Praca nr 1. jest przeglądem wiedzy o zmianach pokrycia i użytkowania terenu w Etiopii. Analiza literatury objęła 25 artykułów opublikowanych w okresie 2011-2020. Przegląd dotyczył map tematycznych LULC (ang. Land Use Land Cover) uzyskanych za pomocą metod teledetekcyjnych w programach ArcGIS i ERDAS wykorzystujących nienadzorowaną klasyfikację i metodę największego prawdopodobieństwa. Ostatecznie wybrano 17 artykułów, które poddano krytycznej analizie, której celem było wskazanie słabych stron w wyznaczaniu LULC w zlewniach rzecznych znajdujących się na terenie Etiopii. Wyniki wszystkich prac wskazują, że nastąpiło przekształcenie naturalnego środowiska Etiopii w teren rolniczy, zurbanizowany, a także pokryty wodą sztucznych zbiorników. Niedostatkami tej pracy jest brak informacji o badaniach ze wschodniej części kraju, co być może wynika ze słabego rozwoju tego regionu. W tabeli 2 zabrakło także informacji o źródłach danych teledetekcyjnych, można się domyślać że głównie były to obrazy Landsat, które mają najdłuższą serię danych. Interesujący jest wynik pokazany na rys. 3, który wskazuje, że klasa pokrycia terenu zurbanizowanego przyrasta najszybciej, następnie przyrastają obszary rolnicze, a maleją powierzchnie lasu i mokradeł. Konkluzją pracy jest stwierdzenie, że brakuje opracowań łączących wiedzę o zmienności map LULC z modelowaniem procesu erozji gleb, na które wkracza rolnictwo.

Praca nr 2. dotyczy historycznych i prognozowanych zmian LULC w zlewni rzeki Fincha w stanie Horro Guduru Wallagga Oromia w środkowej Etiopii w dorzeczu górnego Nilu Błękitnego. Do analiz wykorzystano obrazy satelitarne Landsat 5-8 z lat 1989, 2004 i 2019, oraz dane tzw. *ground truth* czyli zdjęcia naziemne, informacje od rolników i dyskusje w grupach interesariuszy. Do

prognozowania w horyzoncie lat 2030, 2040 i 2050 wykorzystano model wielowarstwowego szeregu Markowa. Jako czynniki sprawcze przyjęto odległość odcieku, odległość od miasta, odległość od drogi, wysokość terenu i nachylenie stoków. Wynik analizy wskazuje na wzrost powierzchni terenów rolniczych. Nowatorskim elementem w pracy jest prognoza zmian LULC, oparta na ekstrapolacji map historycznych i modelowaniu GIS. Autorzy zwracają uwagę, że kierunek zmian LULC ma uwarunkowanie w polityce rolnej państwa. Reforma rolna z 1975 r. zakwalifikowała lasy i mokradła jako tereny publicznie dostępne, a obecna polityka nie nakłada ograniczeń na rolników w sposobie użytkowania terenu. We wnioskach końcowych autorzy wskazują na konieczności podjęcia bardziej szczegółowych badań nad wpływem wylesień na erozję gleb.

Praca nr 3. jest logicznym rozwinięciem pracy nr 2, w której prognozowany jest trend wzrostu obszarów rolniczych, kosztem obszarów naturalnych, w tym leśnych. Znaczenie takiego przekształcenia użytkowania terenu ma wpływ na wielkość erozji gleb, dopływ biogenów do zbiorników sztucznych, a także dynamikę formowania się odpływu. Jako narzędzie analiz zastosowano model SWAT (Soil and Water Assessment Tool) oraz empiryczne równanie erozji gleby MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation). Jego uruchomienie wymagało dostarczenia danych o ukształtowaniu terenu (cyfrowy model wysokości, DEM), pokrycia terenu (mapy LULC), dane glebowe, dane meteorologiczne (wilgotność względna, opady, promieniowanie słoneczne, temperatura i prędkość wiatru), dane dotyczące natężenia przepływu strumieni, wielkość transportu osadów w profilu zamykającym zlewnię Fincha. Ze względu na krótki ciąg wartości transportu osadów, zastosowano metodę krzywej wydatku osadów w funkcji przepływu. Autorzy mają świadomość ograniczeń krzywej ładunku osadów, gdyż koncentracja zawiesiny nie jest liniowo zależna od przepływu. Chciałbym z doktorantem omówić tę kwestię. Rysunek 3 pokazuje jak duży jest rozrzut punktów na wykresie w strefie wysokich przepływów. W artykule zabrakło informacji o wielkości stężeń zawiesiny i ich sezonowym zróżnicowaniu.

Wynik modelowania wskazuje, że w ciągu ostatnich 30 lat średni wskaźnik denudacji wzrósł w powiązaniu ze zmianami w LULC. Prognozy zmian LULC do roku 2025 przełożą się więc na dalszy wzrost erozji gleb. Zwiększy się także obszar wysokiego ryzyka erozji gleb, co nie jest dobrą wiadomością w kontekście przyrostu ludności i większego zapotrzebowania na żywność. W pracy zabrakło omówienia typów gleb w zlewni. Jeśli są to gleby laterytowe to ryzyko erozji wywołanej intensywnymi opadami jest bardzo wysokie. Takie gleby mają płytką warstwę próchniczną i łatwo ulegają degradacji.

Praca nr 4. jest kontynuacją badań prowadzonych nad erozją gleb w zlewni Fincha w Etiopii. Tym razem postawiono pytanie, czy można zmniejszyć wielkość erozji gleb przez wprowadzenie odpowiednich zabiegów melioracyjnych. Żeby znaleźć odpowiedź na to pytanie zastosowano symulacje wykonane za pomocą modelu SWAT. W tym modelu możliwe jest modyfikowanie następujących parametrów: opad efektywny i wielkość spływu powierzchniowego (krzywa CN), długość i nachylenie stoku, zabiegi melioracyjne (równanie USLE). Jako zabiegi melioracyjne przyjęto orkę wzdłuż poziomic, tarasowanie pól, wprowadzenie zadrzewień zwiększających infiltrację. Ponieważ praca opiera się na modelu SWAT, autorzy zadbali o jego właściwą kalibrację. Porównano wyniki obliczeń z pomiarami stosując jako miarę dopasowania wskaźnik Nasha–Sutcliffea (NS). Uzyskano wysoki wskaźnik NS w przypadku przepływu (0.83) i zadowalający wskaźnik NS dla ładunku zawiesiny (0.63).

Konkluzja

Podsumowując moje uwagi chciałbym stwierdzić, że Doktorant Motuma Shiferaw Regasa wykazał się umiejętnością formułowania tezy badawczej i rozwiązania problemu metodami naukowymi. Dowiódł znajomości literatury i opanowania metod z zakresu hydrologii, geomorfologii i modelowania matematycznego.

Uważam, że przedłożona mi praca spełnia wszystkie wymagania stawiane przez Ustawę „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami, określone w art. 187 Ustawy (Dz.U.2018; poz. 1668). Wnioskuje o dopuszczenie Motuma Shiferaw Regasa do publicznej obrony pracy.

Warszawa 6 IX 2024

Magnuszewski
Magnuszewski