Warszawa 15.10.2024 r.

Dr hab. Dariusz Gozdowski, prof. SGGW
Instytut Rolnictwa
Katedra Biometrii
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ocena

rozprawy doktorskiej Pani mgr Anny Doroty Jędrejek pt. „*Przydatność satelitarnych zdjęć radarowych i wielospektralnych misji Sentinel do modeli zagrożenia wybranych roślin suszą rolniczą w Polsce*" wykonanej w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym pod kierunkiem dr hab. Rafała Pudełko, prof. IUNG – promotora oraz dr hab. inż. Jana Jadczyszyna – promotora pomocniczego.

Recenzja została wykonana na zlecenie Rady Naukowej IUNG-PIB w Puławach, zgodnie z uchwałą Rady z dnia 23.09.2024 r.

Ocena problematyki rozprawy

Tematyka pracy dotyczy wykorzystania danych satelitarnych z satelitów Sentinel-1 i Sentinel-2 do oceny występowania suszy rolniczej. Celem pracy była ocena możliwości zastosowania zdjęć satelitarnych z ww. satelitów, jako materiałów pomocniczych w procesie uszczegółowiania wyznaczonych zasięgów występowania suszy rolniczej w skali działki rolnej oraz budowa narzędzi informatycznych do weryfikacji strat plonów w uprawach deklarowanych przez rolników. Hipotezą badawczą było założenie, że wysokorozdzielcze czasowo i przestrzennie dane satelitarne z satelitów Sentinel mogą stanowić źródło informacji do modelowania wpływu suszy rolniczej na plony oraz uszczegółowienia map podatności gleb na suszę do rozdzielczości danych satelitarnych. Otrzymane wyniki w ramach pracy doktorskiej potwierdziły założoną hipotezę badawczą. Opracowane modele znalazły praktyczne zastosowanie, rozwinęły możliwości dokładniejszej oceny wyników generowanych w Systemie Monitoringu Suszy Rolniczej prowadzonego przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG-PIB) w Puławach. Tematyka pracy jest niewątpliwie nowatorska ze względu na wykorzystanie nowych źródeł danych satelitarnych, nowoczesnych narzędzi i metod analizy danych.

Ocena formalna rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska zgodnie z wymogami o stopniach i tytule naukowym ma postać cyklu publikacji, na który składają się trzy publikacje, wszystkie w czasopismach z impact factor (sumaryczny IF: 12,357, suma punktów wg punktacji MNiSW: 340 pkt). Publikacje zostały opublikowane w latach 2022-2023. We wszystkich trzech publikacjach Doktorantka jest pierwszą autorką, co świadczy o znaczącym wkładzie w powstanie tych prac. Potwierdzają to również oświadczenia współautorów publikacji. Deklarowany udział Pani mgr Anny Jędrejek jest na bardzo wysokim poziomie, wynosił on w pierwszej publikacji 70%, w drugiej publikacji 75% oraz 80% w trzeciej publikacji. Udział ten był bardzo wszechstronny, polegał między innymi na współtworzeniu koncepcji artykułów, opracowaniu metodyki, gromadzeniu i analizie danych, opracowaniu statystycznym i graficznej prezentacji wyników, przygotowaniu manuskryptów i ich korektach. Ponadto Doktorantka we wszystkich artykułach pełniła funkcję autora korespondencyjnego.

Poza ww. cyklem publikacji, została przygotowana synteza wyników wraz z ich podsumowaniem, składająca się z wprowadzenia i przeglądu literatury, przedstawienia celów pracy i hipotezy badawczej, opisu materiałów i metod badawczych, wyników badań, dyskusji oraz wniosków. Opis metodyki i wyników jest podzielony na trzy części, opis obszarów badawczych, materiałów i metod oraz scenariuszy przeprowadzonych analiz. Rozdział wyniki badań został podzielony na trzy podrozdziały dotyczące wykorzystania zdjęć satelitarnych do weryfikacji strat spowodowanych suszą deklarowanych przez rolników, do prowadzenia monitoringu rozwoju roślin uprawnych oraz uszczegółowiania mapy podatności gleb na suszę. Przygotowana rozprawa doktorska nie zawiera błędów formalnych, jest przygotowana poprawnie, zgodnie z obowiązującymi zasadami dla tego typu prac. Posiada układ typowy dla publikacji naukowych.

W pracy doktorskiej umieszczony został wykaz pozostałych publikacji naukowych, który składa się aż z 22 publikacji z lat 2014-2022. W 8 spośród tych publikacji Doktorantka jest pierwszym autorem. Tak duża liczba prac oraz znaczący udział Doktorantki w ich powstanie wskazuje na dużą aktywność naukową oraz wszechstronność tematyki badawczej, co jest niewątpliwie bardzo pozytywne.

Ocena merytoryczna rozprawy

W związku z tym, że praca składa się z publikacji, które podlegały procesowi recenzji na etapie ich publikowania w poszczególnych czasopismach, to nie zawierają one poważnych błędów merytorycznych, jak równie innych błędów obniżających jakość opublikowanych wyników. Wynika to między innymi z tego, że wszystkie czasopisma, w których zostały opublikowane prace składające się na cykl publikacji są czasopismami prowadzącymi proces recenzji, który jest zgodny z obowiązującymi zasadami obiektywnej oceny wyników badań naukowych, w tym formy ich prezentacji.

Pierwsza publikacja: Jędrejek A., Koza P., Doroszewski A., Pudełko R. (2022). *Agricultural Drought Monitoring System in Poland—Farmers' Assessments vs. Monitoring Results (2021)*, Agriculture 2022, 12(4), 536, dotyczy porównania oceny suszy przez rolników z wynikami wygenerowanymi przez krajowy System Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR) w 2021 r. Podjęta została również próba wskazania metod walidacji tych wyników, które mogłyby służyć jako obiektywne narzędzie odwoławcze udostępniane rolnikom w ramach procedury administracyjnej lub bezpośrednio włączane do systemu monitoringu suszy, które oprócz warunków glebowych i meteorologicznych uwzględniałoby rzeczywisty stan upraw na polu. Przedstawiono analizę porównującą oceny rolników z wynikami SMSR dla poszczególnych działek rolnych z uprawami pszenicy ozimej. Analizy te przeprowadzono dla województwa zachodniopomorskiego. Wskazano na różnicę między „potencjalną suszą" – wynikającą z warunków meteorologicznych i glebowych – a rzeczywistymi stratami, na które wpływają również czynniki agrotechniczne. Jak słusznie zauważono, deklaracje rolników dotyczące strat w plonach wynikających z występowania suszy są zupełnie rozbieżne z rzeczywistością (zawyżony poziom strat), co wymaga bardziej szczegółowej weryfikacji. Wyniki zaprezentowane w artykule mają posłużyć do dalszego rozwoju Systemu Monitoringu Suszy Rolniczej z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych o wysokiej rozdzielczości czasowej i przestrzennej. Artykuł ma wysokie walory naukowe a przede wszystkim utylitarne, gdyż pozwala na ulepszenie metod oceny i weryfikacji strat w plonowaniu wynikających z występowania suszy rolniczej. Zarówno przyjęte cele, metodologia wykorzystania w artykule, jak również sposób prezentacji wyników, są w pełni poprawne. W niektórych miejscach artykułu wskazane byłoby uszczegółowienie niektórych pojęć, specyficznych dla Polski. Byłoby to szczególnie przydatne dla odbiorców spoza Polski, dla których np. „1st category of soil drought vulnerability" bez wyjaśnienia o jakie gleby chodzi, nie jest jednoznacznym

zdefiniowaniem. W przypadku analiz regresji przyjmuje się zwykle, że zmienna niezależna (x) wpływa na zmienną zależną (y) a nie odwrotnie. W związku z tym na rycinach 4, 6 i 7 straty w plonach powinny być raczej traktowane jako zmienne zależne (y).

Druga publikacja: Jędrejek A., Pudełko R. (2023). *Exploring the Potential Use of Sentinel-1 and 2 Satellite Imagery for Monitoring Winter Wheat Growth under Agricultural Drought Conditions in North-Western Poland*, Agriculture 2023, 13(9), 1798, dotyczy oceny możliwości wykorzystania zobrazowań z satelitów Sentinel-1 i Sentinel-2 do przygotowania modeli wzrostu pszenicy ozimej w warunkach suszy rolniczej w porównaniu z warunkami bez stresu suszy, na podstawie potencjalnych strat plonów obliczonych w Systemie Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR). Badanie przeprowadzono w województwie zachodniopomorskim na ponad 20 tys. działek rolnych z pszenicą ozimą (ponad 100 tys. ha), w okresie od kwietnia do 1 lipca 2021 r. Dla danych z satelitów Sentinel-1 obliczono rozproszenie wsteczne VH i VV oraz stosunek VH/VV, a dla danych z satelitów Sentinel-2 obliczono indeksy wegetacyjne NDVI i NDWI, które wykorzystano do zbudowania modeli wzrostu pszenicy ozimej w warunkach stresu wodnego i w warunkach normalnych. Opracowano wersję testową modelu wzrostu dla upraw pszenicy ozimej, ze wstępną oceną skutków niedoboru wody oraz identyfikację wskaźników niedoboru wody dla upraw obliczonych na podstawie obrazów satelitarnych. Podobnie jak pierwszy artykuł wchodzący w skład pracy doktorskiej, również drugi artykuł ma wysoką wartość naukową i utylitarną. Wyniki uzyskane w tych badaniach pozwalają na bardziej wszechstronną ocenę występowania suszy rolniczej przy wykorzystaniu zdjęć satelitarnych z satelitów Sentinel-1 i Sentinel-2. Metody zastosowane w artykule, sposób prezentacji wyników, jak również wnioskowanie na ich podstawie są w pełni poprawne.

W artykule znajdują się drobne nieścisłości, np. informacja, że dane satelitarne ESA są dostępne dla krajów członkowskich UE, podczas gdy, dane te są dostępne dla wszystkich krajów świata bez ograniczeń; czas rewizyty dla satelitów Sentinel-2 wynosi 5 dni (jest on zwykle częstszy, np. dla Polski centralnej jest to zazwyczaj 10-15 scen w miesiącu). Podobnie jak w publikacji nr 1, w przypadku oceny zależności przyczynowo-skutkowych przyjmuje się zazwyczaj, że zmienna przyczynowa jest przedstawiona na osi poziomej (x) a zmienna zależna na osi pionowej (y), w związku z tym na ryc. 2 lepiej byłoby przedstawić CWB na osi poziomej. W tytule tabeli 2 słowo „significance" może sugerować, że chodzi o istotność statystyczną, lepiej byłoby zastosować synonim niepowiązany z istotnością statystyczną, np. słowo „relevance" lub „importance". Ponadto wartości w tej tabeli mogłyby być standaryzowane, co

pozwoliłoby na porównanie nie tylko w obrębie zmiennych (kolumn), ale również między różnymi zmiennymi (kolumnami). Jedną z wątpliwości dotyczącą artykułu jest to, czy porównanie upraw na obszarach z suszą i bez suszy nie powinno być ograniczone tylko do końca wegetacji, czyli na przykład tylko czerwca. Plon roślin zależy oczywiście od przebiegu pogody w całym okresie wegetacji, ale na przykład susza w kwietniu zwykle w niewielkim stopniu wpływa na końcowe plonowanie, jeśli warunki pogodowe w dalszym okresie wegetacji są korzystne. Budzi moją wątpliwość, czy uwzględnienie wczesnej wiosny (kwiecień) w analizach jest uzasadnione? Być może ważniejsza byłaby ocena tylko w końcu wegetacji (czerwiec), ale bardziej szczegółowa, wykorzystująca statystyczne metody wielocechowe, uwzględniające wiele zmiennych jednocześnie a nie każdą z nich odrębnie.

Trzecia publikacja: Jędrejek A., Jadczyszyn J., Pudełko R. 2023. *Increasing Accuracy of the Soil-Agricultural Map by Sentinel-2 Images Analysis—Case Study of Maize Cultivation under Drought Conditions*. Remote Sensing 2023, 15(5), 1281, przedstawia koncepcje wykorzystania wielospektralnych zdjęć satelitarnych z satelitów Sentinel-2 do uszczegółowienia mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25 000. W publikacji założono, że analiza przestrzenna i czasowa obrazów satelitarnych o wysokiej rozdzielczości może być wykorzystana do poprawy jakości map glebowo-rolniczych. Wynika to z powiązania właściwości fizycznych, w szczególności składu granulometrycznego i jego powiązania z pojemnością wodną gleby, co jest szczególnie ważne w warunkach suszy. Badania przeprowadzono na bazie upraw kukurydzy w wybranych stadiach rozwojowych, wykorzystując wskaźnik wegetacyjny NDVI. Wyniki wykazały możliwość 10-krotnego uszczegółowienia skali mapy glebowo-rolniczej. Może to być ważnym krokiem w uszczegółowieniu mapy glebowo-rolniczej dla Polski, co z kolei może znacząco poprawić dokładność systemu monitoringu suszy prowadzonego przez IUNG-PIB. Metody zastosowane w artykule, sposób prezentacji wyników, jak również wnioskowanie na ich podstawie są w pełni poprawne. Artykuł mógłby być jednak nieco ulepszony jeśli wprowadzone byłyby w nim drobne poprawki, w tym m.in. dodanie podziałki na mapach przedstawionych na ryc. 1, 2 i 5 pozwoliłoby lepiej ocenić wielkość obszaru badań. W związku z tym, że w artykule są stosowane polskie nazwy typów gleb i są jedynie przetłumaczone dosłownie na angielski, to może to być nie do końca jasne dla odbiorców spoza Polski i wskazane byłoby podanie międzynarodowych odpowiedników tych typów gleb, np. wg klasyfikacji WRB IUSS. Podobnie przydałoby się wyjaśnienie dotyczące klasyfikacji grup granulometrycznych, które

są przedstawione wg klasyfikacji PTG 1956, co może być nieznane odbiorcom spoza Polski. Generalnie, należy pamiętać, że artykuł jest skierowany do odbiorców z całego świata, dla których specyfika polskiej klasyfikacji gleb stosowanej na mapach glebowo-rolniczych może być nieznana. Pewnym ograniczeniem przeprowadzonych badań jest to, że były one przeprowadzone w jednej lokalizacji w jednym sezonie. Wskazane byłoby przeprowadzenie podobnych badań w innych warunkach środowiskowych, na innych typach gleb. Pozwoliłoby to na lepszą ocenę przydatności tej metodologii do uszczegóławiania map glebowo-rolniczych.

Wniosek końcowy

W mojej ocenie rozprawa doktorska mgr Anny Doroty Jędrejek pt. „Przydatność satelitarnych zdjęć radarowych i wielospektralnych misji Sentinel do modeli zagrożenia wybranych roślin suszą rolniczą w Polsce" – zbiór 3 publikacji, spełnia kryteria określone w art.13 ustawy z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789), uwzględniając rozporządzenie MNiSW z 19 stycznia 2018 roku w sprawie trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie profesora (Dz.U. z 2018 r. poz. 261), zgodnie z art. 179 ustawy z 3 lipca 2018 r. – przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669).

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego o dopuszczenie mgr Anny Doroty Jędrejek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto ze względu na nowatorskie i bardzo kompleksowe podejście do przeprowadzonych badań, ich wysoką wartość utylitarną w ocenie suszy rolniczej w Polsce, jak również bardzo duży wkład Doktorantki w ich powstanie, wnioskuję o wyróżnienie pracy doktorskiej.

Dariusz Gozdowski

Gozdowski D.