



Warszawa, 14.10.2024

dr hab. Elżbieta Wójcik-Gront, prof. SGGW
Katedra Biometrii, Instytut Rolnictwa
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzja rozprawy doktorskiej
p. mgr Małgorzaty Katarzyny Kozak
pt.: „Ocena stanu nieużytkowanych gruntów rolnych
na podstawie zdjęć satelitarnych”
wykonanej
w Zakładzie Biogospodarki i Analiz Systemowych
Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach
pod kierunkiem
p. promotora dr hab. Rafała Pudełki, prof. IUNG
oraz
p. promotora pomocniczej dr hab. inż. Magdaleny Borzęckiej

**Szkoła Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa
www.sggw.edu.pl

1. Ocena problematyki badawczej

Porzucanie gruntów rolnych jest zjawiskiem o znaczących konsekwencjach dla środowiska, gospodarki i społeczeństwa. W Polsce, jak i w wielu krajach świata, obserwuje się stałe zmiany w sposobie użytkowania gruntów, co wynika z różnych czynników ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Wybór tematu badawczego dotyczącego nieużytkowanych gruntów rolnych jest istotny ze względu na rosnącą potrzebę zrównoważonego zarządzania przestrzenią rolniczą oraz adaptacji do wyzwań związanych z bezpieczeństwem żywnościowym, zmianami klimatycznymi i rozwojem biogospodarki.

Problematyka porzucania gruntów rolnych jest istotna z kilku powodów. Po pierwsze, nieużytkowane grunty stanowią wyzwanie dla polityki rolnej i planowania przestrzennego. Ich występowanie wiąże się ze zmniejszeniem produktywności rolnictwa, co może mieć negatywny wpływ na krajowe bezpieczeństwo żywnościowe. W kontekście rosnącej liczby ludności i zwiększających się potrzeb żywnościowych, optymalne wykorzystanie dostępnych zasobów rolnych jest kluczowe. Po drugie, opuszczone grunty mają duży potencjał w kontekście rozwoju biogospodarki. Obszary te mogą być wykorzystywane do produkcji biomasy na cele energetyczne, co pozwala na zwiększenie udziału odnawialnych źródeł w strukturze produkcji energii. Produkcja biomasy z roślin wieloletnich na gruntach marginalnych może być również sposobem na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, poprzez zwiększenie sekwestracji węgla w glebie. Po trzecie, porzucanie gruntów rolnych ma wpływ na środowisko i krajobraz. Po zaprzestaniu działalności rolniczej na takich terenach następuje naturalna sukcesja roślinności, która może przekształcić te obszary w lasy lub zarośla. Może to prowadzić do zwiększenia bioróżnorodności, ale jednocześnie wiąże się z ryzykiem wprowadzenia gatunków inwazyjnych, które mogą zdominować lokalne ekosystemy.

Badania nad porzucaniem gruntów rolnych wymagają zastosowania nowoczesnych metod analizy przestrzennej oraz integracji różnych źródeł danych. W tym kontekście teledetekcja i metody uczenia maszynowego są niezwykle przydatne. Dzięki wykorzystaniu zdjęć satelitarnych możliwe jest monitorowanie zmian w użytkowaniu gruntów na dużą skalę i w długich przedziałach czasowych. Metody te pozwalają na identyfikację nieużytkowanych gruntów rolnych oraz ocenę stopnia zaawansowania sukcesji naturalnej. Analiza danych teledetekcyjnych, wspierana przez algorytmy uczenia maszynowego może pomóc w formułowaniu rekomendacji dotyczących zagospodarowania tych terenów.

Wybór tematu dotyczącego porzucania gruntów rolnych jest uzasadniony zarówno przez jego

znaczenie praktyczne, jak i aktualność. Cel pracy oraz sformułowana hipoteza badawcza są dobrze uzasadnione i stanowią ważny wkład w rozwój badań nad nieużytkowanymi gruntami rolnymi, szczególnie w kontekście zrównoważonego zarządzania przestrzenią rolniczą, rozwoju biogospodarki oraz ochrony środowiska. Wartościowy jest także aspekt praktyczny pracy, który zakłada bezpośrednie zastosowanie opracowanych narzędzi geomatycznych w projektach wdrożeniowych.

2. Ocena formalna i merytoryczna pracy

Przedłożona do oceny praca została przygotowana zgodnie z zasadami przyjętymi dla tego typu opracowań. Praca składa się z 139 stron maszynopisu. Praca zawiera rozdziały poświęcone:

- przeglądowi literatury,
- celowi pracy i hipotezie badawczej,
- charakterystyce obszaru badań,
- materiałom i metodyce badań,
- otrzymanym wynikom,
- dyskusji wyników pracy na tle innych opracowań,
- wnioskom.

Bibliografia składa się z 188 pozycji literatury w większości anglojęzycznej o międzynarodowym zasięgu.

Celem pracy jest opracowanie metod oceny stanu nieużytkowanych gruntów rolnych z wykorzystaniem wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych (Sentinel-2) oraz innych warstw tematycznych. Wyznaczono trzy główne zadania: określenie zasięgu nieużytkowania gruntów, charakterystyka ich cech fizycznych oraz ocena stopnia sukcesji naturalnej. Hipoteza badawcza stwierdza, że wysokorozdzielcze obrazy satelitarne Sentinel-2, analizowane wraz z danymi katastralnymi, mogą być podstawowym źródłem informacji do identyfikacji nieużytkowanych gruntów rolnych, oceny ich stanu oraz modelowania możliwości ich zagospodarowania. Praktyczne zastosowanie opracowanych metod, zwłaszcza w kontekście projektów wdrożeniowych BioMagic oraz na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, podkreśla użyteczność i znaczenie badań. Wyniki mogą zostać wykorzystane w podejmowaniu decyzji dotyczących produkcji biomasy, przywracania gruntów do użytkowania rolniczego lub konwersji na użytki ekologiczne, co odpowiada współczesnym wyzwaniom zrównoważonego rozwoju.



Cel pracy i hipoteza badawcza są jasno sformułowane, a przedstawione problemy badawcze dobrze oddają potrzebę analizy stanu nieużytkowanych gruntów rolnych oraz możliwości ich zagospodarowania. Praca ma znaczący potencjał, aby przyczynić się do rozwoju metodologii oceny gruntów marginalnych, wspierać polityki publiczne oraz dostarczać danych niezbędnych dla planowania przestrzennego i zarządzania zasobami rolniczymi.

Doktorantka stanęła przed wieloma wyzwaniami w trakcie realizacji swojego projektu badawczego. Ze względu na sukcesję naturalną oraz brak aktualnych i dokładnych danych statystycznych i katastralnych, precyzyjne określenie zasięgu gruntów, które przestały być użytkowane rolniczo, było problematyczne. W badanym obszarze występowało duże rozdrobnienie gruntów oraz wąskie działki, co komplikowało klasyfikację obrazów satelitarnych. Aby uzyskać wiarygodne wyniki, konieczna była weryfikacja wyników klasyfikacji przy użyciu niezależnych danych, co wymagało dostępu do dodatkowych źródeł informacji oraz punktów referencyjnych. Problemem było także odróżnienie gruntów nieużytkowanych rolniczo od innych form użytkowania, takich jak trwałe użytki zielone, sady czy zakrzaczenia.

3. Uwagi do pracy

Język pracy jest generalnie poprawny, a styl wypowiedzi formalny, co jest odpowiednie dla pracy naukowej. Jednak niektóre aspekty językowe i sposób opisu można poprawić, aby zwiększyć jasność i precyzję przekazu. W pracy pojawiają się drobne błędy językowe, takie jak „...do jej pory...” (str. 9), „Strategia(ie) te...” (str. 42), „zobrazowań satelitarnych w cyklu fenologicznego” (str. 43), „działek nadal uprawianych” (str. 54), „ość” (str. 84) czy „...wydaję się niezastąpione...” (str. 106). W celu podniesienia formalności i precyzji języka, można rozważyć użycie synonimów dla terminu „obróbka danych”, takich jak „wstępne przetwarzanie”, „początkowe opracowanie” lub „wstępne przygotowanie danych”. Z kolei słowo „zwalidowano” można zastąpić bardziej eleganckimi i formalnymi odpowiednikami, jak „przeprowadzono walidację”, „zwersyfikowano”, „sprawdzono poprawność” (str. 51). Wyrażenie „wymaskowano tereny leśne warstwą maski” (str. 60) jest zrozumiałe, ale warto rozważyć bardziej precyzyjne i formalne sformułowanie, np. „zastosowano maskę, aby wykluczyć tereny leśne”. Określenie „liczba” odnosi się do rzeczy policzalnych (np. zmiennych), natomiast „ilość” dotyczy rzeczy niepoliczalnych, jak woda, energia (np. str. 63, 64).

Terminologia związana z teledetekcją, geomatyką i analizą przestrzenną jest poprawna, jednak warto unikać zbyt specjalistycznych lub nieformalnych terminów bez ich krótkiego wyjaśnienia.

Wprowadzenie krótkiego opisu w niektórych miejscach mogłoby pomóc czytelnikowi lepiej zrozumieć temat.

Na stronach 6 i 7 znajduje się spis skrótów użytych w pracy. Jednak przy pierwszym użyciu skrótu powinno nastąpić jego wyjaśnienie w tekście, jak w przypadku warstwy obiektów pokrycia terenu WMS. Z kolei w zdaniu „...normy dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska – normy GAEC (Normy dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska)” skrót GAEC został wyjaśniony dwukrotnie.

Rysunek 6 (str. 49) przedstawiający średnie opady i temperaturę dla lat 1971-2020 w porównaniu z rokiem 2019 jest bardzo wartościowy. W roku 2019 temperatura była wyższa niż średnia, a opady niższe. Jest to przykład zmian klimatu.

W pracy pojawiają się obie formy – „dwutlenek węgla” i „ditlenek węgla” – warto zdecydować się na konsekwentne używanie jednej z nich. Zgodnie z powszechnym uzusem w języku polskim, częściej stosowaną formą jest „dwutlenek”.

Wilgotność nie jest właściwością chemiczną, lecz fizyczną (str. 27).

Autorka wyjaśnia czym są wskaźniki spektralne, ale później wprowadza pojęcie wskaźników wegetacji (str. 28), których znaczenia nie wyjaśnia. Czy to określenie jest używane zamiennie z terminem wskaźniki spektralne? Jeżeli tak, to warto zdecydować się na konsekwentne używanie jednego terminu, unikając wprowadzania dodatkowego, jak „indeks”.

Na stronie 27 podano zakresy długości fal elektromagnetycznych dla promieniowania UV, VIS, NIR, SWIR, TIR i promieniowania mikrofalowego. Warto również podać zakresy długości dla promieniowania RED, GREEN i BLUE, używanych później we wzorach. Na stronie 58 podano centralną długość fali dla tego promieniowania, ale Autorka tu używa tu terminów Red, Green i Blue. Na stronie 29 znajduje się stwierdzenie, że „indeks” GNDVI „... ma wyższy punkt nasycenia...”. Autorka nie wyjaśnia, co to znaczy i czy jest to efekt pożądany.

Zaleca się zamieszczenie odpowiednich źródeł (artykułów, raportów, dokumentacji technicznej) dla informacji o wykorzystaniu danych z satelitów Landsat, Terra Aqua, SPOT oraz Envisat-ASAR (str. 33).

Czym jest „...obrazowanie w paśmie C...” (str. 35)? Należy również wyjaśnić, co oznacza stwierdzenie, że satelity są przesunięte „względem siebie o 180° (str. 36).

Na stronie 46 Autorka wprowadza wskaźnik WWRPP, ale nie podaje zakresu jego wartości ani wyjaśnienia jakim sytuacjom odpowiadają wartości minimalne i maksymalne tego wskaźnika.

Na stronie 53 oraz 62 pozostawiono żółte oznaczenia źródeł danych.

Na stronie 57 Autorka pisze „zastosowano analizę szeregów czasowych”, jednak przedstawione są jedynie wykresy obrazujące wartości użytych wskaźników w ciągu jednego roku, bez opisu funkcji ani elementów typowych dla analizy szeregów czasowych, takich jak trend, sezonowość, czy cykliczność. Na Rysunkach 25–28 są umieszczone mediany użytych wskaźników. Jaki jest rozrzut ich wartości? Z Rysunków 30–37 wynika, że rozrzut tych wartości mógł być duży.

Na stronie 58 Autorka pisze o wybraniu 10 wskaźników spektralnych do identyfikacji nieużytkowanych gruntów rolnych. Później zastosowano tylko 5 wskaźników, nie podając uzasadnienia dla tej selekcji. Warto wskazać kryteria, które wpłynęły na wybór wskaźników opisanych na stronie 67: NDVI, GNDVI, EVI, SAVI, NDVIre1, NDVIre2, NDVIre3 i NDRE.

Autorka wprowadza model „lasów losowych”, ale czasem używa angielskiej wersji „Random Forest” lub skrótu „RF”. Zaleca się konsekwentne używanie jednej terminologii.

Zdanie ze strony 61 „Dla wybranych prób danych, również zmienne (atrybuty), w ramach każdego drzewa są wybierane losowo” warto doprecyzować, że chodzi tu o wskaźniki spektralne.

Proszę wyjaśnić, w jaki sposób wybrano punkty referencyjne (str. 62), których liczebność w każdej klasie przedstawiono w Tabeli 4. Należy również wyjaśnić, jak obliczany jest parametr „ratio” przy podziale punktów treningowych i testowych (str. 63). Czy wiadomo, jakie wartości przyjmował parametr „mtry” opisany na stronie 65?

Model opracowany przez Doktorantkę jest modelem otwartym, a jego algorytm został zamieszczony w pracy. Czy zaimplementowany model został publicznie udostępniony?

Jak obliczane są wskaźniki sukcesji naturalnej SN1, SN2 i SN3, użyte we wzorze na SN (str. 70).

Na stronie 62 mowa jest o 300 punktach referencyjnych, które posłużyły do uczenia modelu, ale w Tabeli 4 suma wynosi 281 punktów, a w Tabeli 7 ocenę modelu przeprowadzono na podstawie 209 punktów. W Tabeli 15 podano 126 punktów referencyjnych użytych do klasyfikacji sukcesji naturalnej, natomiast w Tabeli 4 było ich 124. Proszę wyjaśnić te rozbieżności.

Na stronie 78 powinna zostać podana wartość 2203 zamiast 2200, a na stronie 98 należy zacytować Rysunek 38, a nie 37.

Tabele i rysunki powinny zawierać objaśnienia użytych skrótów. Brakuje ich w opisie Tabeli 7, ale są w opisie Tabeli 8. Podobnie rysunki, takie jak Rysunek 29, powinny zawierać objaśnienia, np. że wysokość pudełka jest równa rozstępowi ćwiartkowemu ($Q_3 - Q_1$), a wąsy oznaczają wartości minimalne i maksymalne, z zaznaczoną medianą wewnątrz pudełka, a punkty reprezentują wartości odstające.

Zgodnie z typowymi standardami cytowania w pracach naukowych, konstrukcja „[Orłowski, Nowak

2004] za [Sotherton 1998]" może być niejasna dla czytelnika. Można to sformułować w następujący sposób: „Jak podają Orłowski i Nowak (2004), powołując się na Sothertona (1998)". Konstrukcja „co praktycznie mogłoby odpowiadać definicji zawartej w pracy [Kostuch 2003; Pudełko, i in. 2018a]" jest poprawna pod względem wskazania źródeł, ale lepiej byłoby to sformułować: „Co praktycznie odpowiada definicji zawartej w pracy Kostucha (2003) oraz Pudełki i in. (2018a).” Ważne jest także konsekwentne stosowanie jednolitego stylu cytowania w całej pracy, zgodnie z wybranymi wytycznymi.

Na stronie 86, w Tabeli 9, pojawia się informacja o zmianach klas sukcesji w ciągu jednego roku. Wskaźniki wegetacyjne były wyznaczane dla różnych dat niezależnie. Czy taka sytuacja mogła wpłynąć na wyniki?

Tekst wyjaśnia ogólnie system dopłat bezpośrednich, jednak można dodać informacje na temat zasad kwalifikacji i warunków, jakie muszą spełniać rolnicy, aby otrzymać dopłaty. Takie uzupełnienie mogłoby ułatwić lepsze zrozumienie mechanizmu dopłat bezpośrednich i ich związku z analizą danych.

Powyższe uwagi nie wpływają na wartość merytoryczną pracy ani nie wymagają jej poprawy, mogą jednak stanowić wskazówkę przy planowaniu przyszłych badań, jeśli takie będą realizowane. Ostatecznie, należy stwierdzić, że przeprowadzone badania naukowe pozwoliły na osiągnięcie rezultatów, które w pełni odpowiadają założonym celom pracy doktorskiej.

4. Pytania

Jeśli liczba zmiennych wynosi 70, to 300 (lub 126 w przypadku oceny stopnia sukcesji) punktów referencyjnych może stanowić stosunkowo małą próbę do nauki modelu „lasów losowych”. Wysoki stosunek liczby zmiennych do liczby przykładów może prowadzić do przeuczenia modelu, gdyż model będzie próbował dopasować się do szumów w danych, zamiast uogólniać na podstawie rzeczywistych wzorców. Przy takiej liczbie zmiennych, niewielka liczba przykładów może skutkować niestabilnymi wynikami. Oznacza to, że niewielkie zmiany w danych mogą powodować znaczące różnice w prognozach modelu. Proszę o komentarz.

Czy wybór danych satelitarnych jedynie z jednego roku (2019) może wpłynąć na wszechstronność zastosowania opracowanego modelu i uzyskanych wyników?

Przygotowanie danych wymaga szczegółowej i czasochłonnej pracy manualnej. Czy Autorka widzi możliwości automatyzacji tego procesu?

Na ile zastosowana metoda może być przeniesiona na inne obszary Polski lub świata? Autorka wspomina, że w pracy litewskich badaczy inne wartości zostały uznane za decydujące. Czy podobna sytuacja może wystąpić w przypadku innych regionów Polski?

Jak rekomendacje dotyczące zagospodarowania nieużytków rolniczych mogą zostać włączone do polityki przestrzennej? Jakie znaczenie ma presja na zagospodarowanie takich terenów i czy w Polsce istnieje wyraźny nacisk na poszukiwanie nieużytkowanych gruntów rolniczych? Jakie są realne możliwości zagospodarowania działek, które czasem mają zaledwie 5 metrów szerokości?

Identyfikacja dużych, nieużytkowanych działek rolniczych byłaby istotnym elementem analiz przestrzennych, szczególnie w kontekście planowania zagospodarowania terenu, rolnictwa, biogospodarki oraz ochrony środowiska. Większe działki są zwykle bardziej atrakcyjne pod kątem ich przywrócenia do użytku rolniczego, produkcji biomasy, zalesiania czy rewitalizacji ekologicznej. Ze względu na strukturalne rozdrobnienie gruntów, szczególnie na obszarach wiejskich, w Polsce często spotyka się małe działki, co może stanowić wyzwanie dla ich efektywnego zagospodarowania. Czy w analizach napotkano nieużytkowane rolniczo działki o dużych rozmiarach?

5. Wniosek końcowy

W świetle przeprowadzonej analizy i oceny rozprawy doktorskiej p. mgr Małgorzaty Kozak, w kontekście przewidzianych prawem kryteriów wymagających spełnienia dla uzyskania stopnia naukowego doktora, należy stwierdzić, że kryteria te zostały spełnione. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Ponadto, analiza zawarta w pracy dowodzi wiedzy praktycznej Doktorantki, a także umiejętności prowadzenia samodzielnie pracy naukowej.

Podsumowując, recenzowana praca spełnia wszystkie kryteria właściwe dla rozpraw doktorskich, co uzasadnia postawienie wniosku o przyjęcie rozprawy doktorskiej, dopuszczenie jej do publicznej obrony i kontynuowanie czynności w ramach przewodu doktorskiego p. mgr Małgorzaty Kozak.

