

Ocena pracy doktorskiej
mgr JĘDRZEJA NYĆKOWIAKA
**pt: „OCENA WYMIANY TLENKU DIAZOTU I DITLENKU WĘGLA
NA GRUNTACH ORNYCH WYBRANYCH REGIONÓW POLSKI”**

Obserwowane zmiany klimatyczne oraz zagrożenia wynikające z intensyfikacji efektu cieplarnianego są obecnie jednym z najważniejszych problemów badawczych na całym świecie. Aby móc przewidzieć kierunek i skalę zmian klimatycznych w przyszłości oraz reakcje biosfery na te zmiany niezbędne jest poznanie istoty mechanizmów zachodzących pomiędzy atmosferą a ekosystemami. Ustalenie reguł i relacji ilościowych wymiany gazowo-energetycznej pozwala wyznaczać wypadkową procesów kształtujących elementy środowiska i klimatu. Dlatego też monitorowanie stężenia gazów cieplarnianych choć jest niezbędnym to niewystarczającym elementem prowadzonych działań w tym zakresie. Istotę badań stanowi określenie wielkości strumieni gazów szklarniowych wymienianych pomiędzy atmosferą i różnymi ekosystemami, co ze względu na mnogość wzajemnych zależności jest niezwykle trudnym wyzwaniem.

Tematyka podjęta w ocenianej pracy wpisuje się w aktualny światowy trend badawczy zaś w warunkach krajowych stanowi nowatorskie opracowanie i podejście do zagadnień oszacowania wielkości wymiany gazowej pomiędzy atmosferą a podłożem. Autor podjął się skomplikowanego i bardzo pracochłonnego zadania. Omawiana rozprawa doktorska wykonana w zespole naukowym Katedry Meteorologii UP w Poznaniu pod kierunkiem *dr hab.* Jacka Leśnego - promotora głównego i *dr hab.* Radosława Juszcza - promotora pomocniczego w naturalny sposób związana jest z działalnością badawczą Katedry i jest jednym z jej elementów.

Przedstawiona do recenzji praca liczy 64 strony tekstu zasadniczego, podzielonego na 6 rozdziałów typowych dla tego typu opracowania (wstęp, przegląd literatury, cel pracy i zakres badań, metodyka badań, wyniki i dyskusja, wnioski). Ponadto praca zawiera spis literatury składający się ze 174 pozycji, z przeważającą ilością literatury anglojęzycznej (tylko 29 pozycji w języku polskim, z czego 16 to roczniki statystyczne). Dodatkowo

dołączono spis symboli, rycin i tabel. Do prezentacji wyników wykorzystano 9 zestawień tabelarycznych oraz 29 rycin.

Pracę doktorską otwiera wstęp, w którym Autor dokonał krótkiego przeglądu historii badań, poglądów i podejścia do znaczenia gazów cieplarnianych w procesie kształtowania klimatu i jego zmian. Zwracając uwagę, na wynikający z uwarunkowań prawnych, obowiązek przeprowadzania inwentaryzacji wielkości emisji gazów cieplarnianych oraz trudności z tym związane, Autor podkreśla zasadność podjętych badań. Fragment wstępu (4 ostatnie akapity str. 6), w którym Doktorant wyjaśnia wybór regionów kraju, dla których dokonano obliczeń w celu określenia zmienności obszarowej emisji i pochłaniania wybranych gazów cieplarnianych, w mojej ocenie powinien być zamieszczony w metodyce badań.

Przeglądu literatury Autor dokonał w sposób syntetyczny i systematyczny z wyodrębnieniem dwóch zakresów tematycznych. W pierwszej części zostały omówione gazy cieplarniane będące obiektem zainteresowania Doktoranta, a więc ditlenek węgla i tlenek diazotu, z uwzględnieniem głównych źródeł emisji, pochłaniania oraz negatywnych skutków wzrostu ich stężenia. W drugiej części, posiłkując się wieloma źródłami literatury (łącznie z najnowszymi z 2014 r.) Autor przybliżył zagadnienia związane z modelowaniem emisji i pochłaniania gazów szklarniowych. Omawiając najnowsze trendy badawcze w tym zakresie Doktorant dokonał analizy zalet i możliwości oraz wad i ograniczeń narzędzi obecnie wykorzystywanych w modelowaniu tych niezwykle skomplikowanych i złożonych procesów.

W rozdziale „Cel pracy i zakres badań” została postawiona hipoteza badawcza, iż zmiany intensywności wymiany gazów cieplarnianych (N_2O , CO_2) w latach 1960-2009 w wybranych regionach Polski, pomiędzy powierzchniami uprawnymi a atmosferą następowały w wyniku zmian struktury upraw, zmian dawek nawożenia azotowego oraz odmiennych warunków klimatycznych. Przedstawiono też etapy postępowania mające na celu zweryfikowanie przyjętej hipotezy, wyznaczając w ten sposób cel główny i cele pośrednie pracy. Za cel główny przyjęto określenie wielkości i zmienności emisji N_2O z gruntów ornych i pochłaniania CO_2 przez rośliny uprawne w procesie fotosyntezy w wydzielonych obszarach. Cele pośrednie to kalibracja i weryfikacja modelu LandscapeDNDC do warunków lokalnych, a także wyznaczenie wielkości emisji N_2O i pochłaniania CO_2 oraz ich zmienności czasowej i przestrzennej w Polsce w latach 1960 -2009. Odnosząc się do nakreślonych przez Doktoranta niewątpliwie bardzo istotnych i trudnych celów pojawia się sugestia, czy wręcz niedosyt, iż Autor nie przeprowadził analizy pełnego cyklu wymiany wybranego gazu cieplarnianego co umożliwiłoby określenie wymiany netto w analizowanych warunkach

gruntów ornych. Wykonanie obliczeń emisji jednego z analizowanych gazów a pochłaniania drugiego gazu spowodowało, fragmentaryczny opis cyklu wymiany każdego z nich. Oczywiście jest to tylko sugestia, która mam nadzieję, że zostanie poddana dyskusji w czasie obrony pracy.

W rozdziale „Metodyka badań” zawarte zostały wszystkie niezbędne informacje dotyczące kolejnych etapów postępowania badawczego. Przedstawiono z uzasadnieniem sposób wydzielenia dwóch regionów w kraju, dla których wykonano obliczenia. Ujednolicenia wymaga stosowana przez Doktoranta terminologia dotycząca wydzielenia obszaru badań. Autor wydziela region a w nim obszary (np. str.17), zaś następnym razem obszar a w nim podobszary (str. 22, wzór 5) co w pewien sposób dezorientuje. Omówiono też narzędzia wykorzystane do obliczeń wielkości emisji N_2O oraz pochłaniania CO_2 w okresie 1960-2009. W bardzo czytelny sposób przedstawiono wszystkie istotne informacje dotyczące zastosowanej w obliczeniach metodologii IPCC. Zaslugującym na podkreślenie jest fakt, iż Doktorant dokonał analizy niepewności obliczeń wykonanych z wykorzystaniem metodyki IPCC, wskazując czynniki, mogące być przyczyną niedokładności wykonanych szacunków. Model LandscapeDNDC omówiono z uwzględnieniem jego budowy, wskazaniem możliwości oraz wymaganych danych wejściowych. Wskaźniki wykorzystane do oceny dokładności modelu to: średni błąd kwadratowy, znormalizowany średni błąd kwadratowy, sprawność modelu, średni błąd odchylenia oraz indeks zgodności Willmott'a. Oddzielny podrozdział w „metodyce badań” poświęcono dokonaniu charakterystyki stanowiska pomiarowego (poletka doświadczalne Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Brodach) wykorzystanego do kalibracji modelu prezentując między innymi stosowane nawożenie, wykonywane zabiegi agrotechniczne, zmianowanie roślin uprawnych oraz właściwości gleby. Wątpliwości budzi terminologia związana z charakterystyką gleb podana jako „zawartość gliny”(wiersz 9 i tabela 1 str. 25). Przedstawiono też sposób prowadzonej na wybranych poletkach kampanii pomiarowej emisji N_2O przy wykorzystaniu systemu komór statycznych, które to wyniki wykorzystano do walidacji modelu.

Należy podkreślić, iż metodyka pracy została zaprezentowana bardzo szczegółowo, dzięki czemu można ocenić dość dokładnie tok postępowania badawczego oraz skonfrontować go z uzyskanymi wynikami.

Rozdział „Wyniki i dyskusja” to najobszerniejszy rozdział w pracy liczący 35 stron udokumentowany licznymi tabelami i rysunkami. Autor zdając sobie sprawę z dużej różnorodności i ilości wyników podzielił ten rozdział na 6 części oraz zdecydował się na połączenie omówienia wyników z dyskusją.

Prezentację wyników Doktorant rozpoczął od charakterystyki wydzielonych regionów badań za okres 1960-2009, pod względem panujących tam warunków meteorologicznych użytkowania gleb analizując nawożenie mineralne, organiczne, strukturę zasiewów, uzyskane plony roślin uprawnych i ich zależności od zastosowanego nawożenia, wykazując statystycznie istotne różnice tych elementów między rozpatrywanymi regionami. Niedopatrzeniem jest powoływanie się na ryc. 6 (str. 31) omawiając wartości średnie roczne temperatury powietrza oraz sumy opadów w regionach. Tytuł wykresu sugeruje, że przedstawiono na nim wartości miesięczne tych elementów. Poza tym wykres ten wskazywany jest również jako wykres Waltera Leith'a (str.32).

Oddzielny podrozdział Autor poświęcił omówieniu wyników przeprowadzonej kalibracji modelu LandscapeDNDC. Modelowane wartości warunków termiczno-wilgotnościowych gleby, plonów czterech roślin uprawnych oraz emisji N_2O porównano z wartościami zmierzonymi i oceniono z wykorzystaniem przyjętych w metodyce narzędzi. Dostatecznie duże rozbieżności między wartościami symulowanymi a zmierzonymi oraz wielkości zastosowanych miar dopasowania pokazały, że na obecnym etapie model z różnym stopniem dokładności symuluje wartości określonych elementów, co oznacza, że konieczne są dalsze prace nad jego udoskonaleniem. Autor po przeanalizowaniu wartości wskaźników służących do oceny modelu uznał, powołując się na wiedzę ekspercką, że w skali pojedynczego pola uprawnego model umożliwia symulowanie określonych elementów z dobrą dokładnością. Pojawia się w związku z tym pytanie co jest czynnikiem decydującym o stwierdzeniu, że model na satysfakcjonującym poziomie symuluje wyniki, czy są to wartości miar zastosowanych do oceny modelu czy „wiedza ekspercka”? Oczywiście podjęta próba kalibracji modelu, która pokazała skalę rozbieżności i niedociągnięcia modelu to niezaprzeczalnie wysoki walor przeprowadzonych badań. Poza tym omawiając uzyskane wyniki Doktorant przeprowadził nie tylko dyskusję ze znanymi w literaturze przedmiotu wynikami ale dokonał też analizy przyczynowo-skutkowej zaistniałych różnic pomiędzy wynikami symulowanymi i empirycznymi co jest niewątpliwie ogromnym atutem tej części pracy.

Kolejny etap omawiania wyników to charakterystyka wielkości emisji N_2O oraz pochłaniania CO_2 wyznaczonych z wykorzystaniem metodologii zalecanej przez IPCC i modelu LandscapeDNDC a następnie porównanie uzyskanych wielkości. Analiza porównawcza pokazała, że szacunki emisji N_2O z wykorzystaniem metodologii IPCC były zdecydowanie wyższe niż te określone za pomocą modelu Landscape. Obliczona zgodnie z metodologią IPCC średnia roczna emisja N_2O z hektara wynosiła 1,66 kg N_2O-N w regionie

A oraz 1,39 kg N₂O-N w regionie B. Wykorzystując model LandscapeDNDC emisja dla regionu A wynosiła 0,41 kg oraz 0,19 kg N₂O-N dla regionu B. Wartości pochłaniania CO₂ obliczone obiema metodami okazały się zbliżone a średnie roczne różnice były nieistotne statystycznie. Doktorant omówił uzyskane wyniki odwołując się do literatury przedmiotu dokonał analizy przyczynowej uzyskanych rozbieżności co jest ogromną zaletą pracy.

Autor przyjął, że na tym etapie prac nad kalibracją modelu Landscape i symulacji w skali regionalnej, wyniki uzyskane z jego wykorzystaniem obarczone są zbyt dużą niepewnością. Dlatego też w celu zaprezentowania zmienności czasowej i przestrzennej emisji i pochłaniania gazów wykorzystał obliczenia zgodnie z metodologią IPCC. Średnie roczne wartości emisji N₂O-N oraz pochłaniania CO₂-C, dla wydzielonych obszarów Polski, ekstrapolowano do terytorium całego kraju zaś na szczególną uwagę zasługuje sposób prezentacji uzyskanych wyników.

Przyjęta przez Doktoranta kolejność oraz sposób omawiania uzyskanych wyników stworzyły logicznie opracowany, przejrzysty układ konsekwentnie zmierzający do opisu celów postawionych w rozprawie. Wzbogacenie sprawozdawczości wyników badań o elementy analizy przyczynowo-skutkowej z odniesieniem do literatury przedmiotu wykazało dobrą znajomość omawianych w pracy problemów oraz umiejętność porównania własnych wyników z badaniami innych autorów. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Autor nie podchodzi bezkrytycznie do uzyskanych wyników, tylko dokonuje ich przyczynowej analizy co świadczy, że jest świadom z jak złożonym zagadnieniem zmierzył się w swoich badaniach. Pozycje piśmiennictwa, również te najnowsze, są trafnie dobrane i cytowane, co świadczy o swobodzie poruszania się w analizowanych zagadnieniach a tym samym o znajomości tematyki badań.

Należy też zwrócić uwagę na jeszcze jedną ważną umiejętność, którą wykazał się Doktorant. Otóż z ogromnej ilości uzyskanych wyników trafnie wybrał i syntetycznie zaprezentował tylko te, które w sposób przejrzysty umożliwiły prezentację osiągniętych celów. Przyjęty układ omawiania bardzo skomplikowanych badań należy uznać za wysoki walor zadania, które wykonał Autor pracy.

Rozprawa kończy się 7 wnioskami, w których Doktorant w sposób syntetyczny podsumowuje uzyskane wyniki. Ich struktura i kolejność w jakiej zostały zamieszczone nawiązują do struktury hipotezy roboczej pracy. Generalnie sformułowane wnioski wskazują, iż zrealizowano założone cele badawcze. Wyznaczone zgodnie z metodologią IPCC wielkości emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych oraz ich zmienność w Polsce w latach 1960-2009 w sposób bardzo czytelny i przejrzysty podsumowano we wniosku 2 i 3. Natomiast w mojej

ocenie ze zbyt dużym uogólnieniem ujęto wyniki szacowania wielkości wymiany gazowej w wydzielonych regionach, które przeprowadzono z wykorzystaniem metodologii IPCC i modelu LandscapeDNDC. W pierwszym wniosku wskazano tylko, że region zachodni charakteryzował się zarówno wyższą emisją N₂O jak i pochłanianiem CO₂ z gruntów ornych. Informacje dotyczące różnic między szacunkami wykonanymi obiema metodami byłyby cennym uzupełnieniem wniosków prezentując jednocześnie bardzo istotny walor badawczy. Uważam też, że wniosek 6, podsumowujący zalety i niedociągnięcia metodologii rekomendowanej przez IPCC wynika z samej konstrukcji metody a nie z przeprowadzonych przez Doktoranta badań dlatego też powinien być pominięty.

Ogólnie więc stwierdzam, że w wymiarze formalnym i merytorycznym praca stanowi przykład prawidłowego podejścia do opracowania dysertacji naukowej. Jest to poprawnie opracowany temat własny z wyraźnie wyznaczonym i zrealizowanym celem, odpowiednio skonfrontowany z aktualnym dorobkiem naukowym w tym zakresie. Jednocześnie należy podkreślić, iż ze względu na podjęcie bardzo złożonego zagadnienia jakim jest badanie wymiany gazów cieplarnianych stanowi o wysokim poziomie merytorycznym rozprawy i stanowi wkład w realizację najnowszych wyzwań nauki.

W pracy nie udało się uniknąć drobnych potknięć natury stylistycznej czy edytorskiej, które zostaną zapewne wyeliminowane w trakcie przygotowania do druku dlatego też nie będą omawiane w niniejszej recenzji, a jedynie zostały zaznaczone w maszynopisie i będą przekazane Autorowi.

Ocena końcowa

Przygotowanie rozprawy w przewodzie doktorskim jest przede wszystkim sprawdzianem umiejętności warsztatowych Doktoranta, stąd też największe znaczenie w jej ocenie ma poprawność formalna i merytoryczna. Pod tym względem przedstawiona do oceny dysertacja odpowiada obowiązującym kryteriom. Metody stosowane w czasie wykonywania badań i opracowywania wyników nie budzą istotnych zastrzeżeń. Dodatkowym atutem pracy jest jej nowatorski charakter i wysoki poziom merytoryczny, a wskazane uwagi nie pomniejszają wartości pracy.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe argumenty stwierdzam, iż przedłożona do recenzji praca mgr. Jędrzeja Nyckowiaka spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki”. (Dz.U.Nr 65.poz 595) i może być podstawą ubiegania się jej Autora o stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie „ochrona

i kształtowanie środowiska”. Przedkładam zatem Wysokiej Radzie Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska UP w Poznaniu wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr Jędrzeja Nyćkowiaka do kolejnych etapów przewodu doktorskiego

Ze względu na oryginalność pracy i nowatorski w warunkach naszego kraju charakter zrealizowanych badań, zgłaszam wniosek o wyróżnienie pracy stosowną nagrodą.

Ewa Dmagańska