



**INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN**  
**PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**  
**PLANT BREEDING AND ACCLIMATIZATION INSTITUTE**  
**NATIONAL RESEARCH INSTITUTE**

tel.centrała: +(4822)7334500, e-mail: [postbox@ihar.edu.pl](mailto:postbox@ihar.edu.pl)  
<http://www.ihar.edu.pl>, REGON 000079480, NIP 529-000-70-29, KRS 0000074008  
Nr konta: PEKAO I/O Błonie, 54 12402164 1111 0000 3561 7204

Radzików 25.09.2024 r.

**Zakład Biologii Stosowanej**  
PL 05-870 Błonie, Radzików  
tel. +(4822) 733 45 55

*Dr hab. inż. Dariusz R. Mańkowski, profesor Instytutu*  
*Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy*  
*Zakład Biologii Stosowanej*

**Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Kozickiej**  
pt.: „Modelowanie emisji metanu ze źródeł rolniczych z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych o średniej rozdzielczości w różnej skali przestrzennej”

Pracę wykonano w Instytucie Rolnictwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pod kierunkiem dr hab. Elżbiety Wójcik-Gront, profesora SGGW

Metan jest jednym z najbardziej szkodliwych gazów cieplarnianych, mającym około 25 razy większy potencjał cieplarniany niż dwutlenek węgla w skali 100 lat. Jego wpływ na zmiany klimatu obejmuje kilka kluczowych aspektów. Metan przyczynia się do wzrostu temperatury atmosfery, co prowadzi do ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak huragany, powodzie i susze. Główne źródła metanu związane są z produkcją rolniczą, składowaniem odpadów na wysypiskach śmieci, wydobywaniem i transportem gazu ziemnego oraz z procesami naturalnymi, takimi jak rozkład organiczny w torfowiskach. Metan ma stosunkowo krótki czas życia, co oznacza, że jego redukcja może szybko przynieść efekty w walce ze zmianami klimatycznymi. Metan może reagować z innymi substancjami w atmosferze, tworząc ozon troposferyczny, który również jest gazem cieplarnianym i ma negatywny wpływ na zdrowie ludzi.

Wiedza o emisji metanu odgrywa kluczową rolę w walce z globalnym ociepleniem, ponieważ pozwala na zrozumienie, skąd pochodzi metan oraz umożliwia ukierunkowane działania na rzecz jego redukcji. Rzetelne dane o emisji metanu są niezbędne do tworzenia skutecznych regulacji i strategii jej redukcji. Pozwala to na podnoszenie świadomości na temat skutków globalnego ocieplenia i może mobilizować społeczności do podejmowania działań ograniczających te zmiany. Wiedza o emisji metanu pozwala również oceniać skuteczność wdrażanych rozwiązań i dostosowywać strategie w zależności od uzyskanych wyników.

Redukcja emisji metanu jest kluczowym elementem działań na rzecz łagodzenia zmian klimatu. Strategie mogą obejmować poprawę zarządzania odpadami, zmianę praktyk rolniczych oraz technologie ograniczające wycieki gazu podczas jego wydobywania i transportu.

W świetle następujących zmian klimatu oraz coraz częstszych zjawisk pogodowych o charakterze ekstremalnym podjęta przez mgr inż. Katarzynę Kozicką tematyka badań nabiera bardzo istotnego znaczenia. Emisja gazów cieplarnianych jest jednym z głównych problemów związanych z rozwojem cywilizacyjnym i technologicznym. W przypadku emisji metanu jest to również ściśle związane z rozwojem rolnictwa i zapotrzebowaniem ludności na żywność.



Przedstawiona do oceny rozprawa składa się z opisu przeprowadzonych badań oraz cyklu czterech publikacji naukowych.

### **Ocena formalna części opisowej pracy**

Pierwszą część rozprawy stanowi opis przeprowadzonych badań. Składa się on ze streszczenia w języku polskim (2 strony) i angielskim (2 strony), wykazu publikacji będących podstawą rozprawy (1 strona), wstępu i uzasadnienia podjętej tematyki badań (6 stron), celu i zakresu pracy oraz przedstawienia hipotez badawczych (2 strony), materiałów i metod (3 strony), opisu najważniejszych wyników badań (12 stron) odpowiedzi na rozpatrywane problemy badawcze (2 strony) oraz podsumowania rozprawy (2 strony) i bibliografii (6 stron). Układ ten nie budzi zastrzeżeń i jest wzorcowy dla tego typu prac.

We wstępie Doktorantka opisała znaczenie metanu jako gazu cieplarnianego, przedstawiła główne źródła jego emisji do atmosfery ze szczególnym uwzględnieniem źródeł pochodzenia rolniczego, takich jak uprawy ryżu i efekty fermentacji jelitowej u przeżuwaczy. W rozdziale tym przedstawiono również obecne działania jakie są podejmowane w celu monitorowania poziomu emisji tego gazu. Jednym z najnowszych narzędzi do tego celu opisanym w pracy jest instrument pomiarowy TROPOMI znajdujący się na wyposażeniu satelity Europejskiej Agencji Kosmicznej z misji Sentinel-5P. W dalszej części rozdziału Doktorantka dokonuje szybkiego przeglądu badań z zakresu modelowania emisji metanu. Autorka zwraca też uwagę na fakt, że publikacje stanowiące podstawę rozprawy są jednymi z pierwszych prac naukowych na świecie wykorzystującymi wyniki uzyskane z TROPOMI.

W rozdziale *Cel, zakres pracy i hipotezy badawcze* Pani mgr inż. Katarzyna Kozicka w sposób syntetyczny przedstawia założenia jakie przyświecały powstaniu publikacji wchodzących w skład rozprawy. Autorka wskazuje tu, że publikacje te przedstawiają dwa aspekty badań. Pierwszy aspekt – globalny, związany jest z emisją metanu z terenów przeznaczonych pod uprawę ryżu. Drugi aspekt – bardziej lokalny, związany z chowem bydła i emisją metanu, będącego produktem fermentacji jelitowej u przeżuwaczy.

Rozdział *Materiały i metody badań* opisuje materiał badawczy, dane statystyczne oraz dane pochodzące z obserwacji satelitarnych. W rozdziale tym wymieniono również metody analizy danych, wykorzystane w prowadzonych badaniach oraz opis modelu matematycznego, wykorzystanego do modelowania emisji metanu, będącego produktem fermentacji jelitowej u przeżuwaczy.

Rozdział *Najważniejsze wyniki badań i dyskusja* zawiera syntetyczny opis najważniejszych wyników zawartych w publikacjach wchodzących w skład rozprawy. Rozdział ten został wzbogacony o czytelne mapy i wykresy.

Kolejny rozdział zawiera odniesienie się Doktorantki do postawionych na wstępie hipotez badawczych. Należy zwrócić szczególną uwagę na fakt, że tak wyraźne ustosunkowanie się do postawionych hipotez i celów badawczych, pomimo że powinno być standardem w pracach naukowych i dysertacjach, nie jest często spotykane.

Ostatni rozdział zawiera podsumowanie rozprawy doktorskiej łączące rezultaty przedstawione w poszczególnych publikacjach. Posumowanie to obejmuje wszystkie uzyskane wyniki i wnioski.

Pierwszą część rozprawy kończy bibliografia licząca 46 publikacji wykorzystanych do przygotowania tej części pracy. Spośród tych prac prawie wszystkie pochodzą z czasopism i opracowań o zasięgu międzynarodowym, a aż 70% stanowią prace opublikowane w ciągu ostatnich dziesięciu lat. Po spisie literatury zamieszczono wykaz źródeł internetowych oraz spis tabel (jedna tabela) i spis rysunków (trzy rysunki).



Opisowa część rozprawy napisana jest językiem poprawnym, bardzo przystępnym. Na uwagę zasługuje tu strona redakcyjna przygotowania rozprawy. Praca właściwie nie zawiera błędów czy niedoskonałości redakcyjnych, co nie jest sytuacją częstą.

### **Ocena formalna Publikacji wchodzących w skład rozprawy**

W skład rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Katarzyny Kozickiej wchodzi cztery publikacje:

- I. Kozicka K., Gozdowski D., Wójcik-Gront E. 2021. Spatial-temporal changes of methane content in the atmosphere for selected countries and regions with high methane emission from rice cultivation. *Atmosphere*, 12(11): 1382. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos12111382>
- II. Kozicka K., Orazalina Z., Gozdowski D., Wójcik-Gront E. 2023. Evaluation of temporal changes in methane content in the atmosphere for areas with a very high rice concentration based on Sentinel-5 data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 30: 100972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.100972>
- III. Kozicka K., Žukovskis J., Wójcik-Gront E. 2023. Explaining global trends in cattle population changes between 1961 and 2020 directly affecting methane emissions. *Sustainability*, 15(13): 10533. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151310533>
- IV. Kozicka K., Ollik M., Wójcik-Gront E., 2024. Spatial distribution of CH<sub>4</sub> emissions from livestock farming in Poland: A comparison of 2010 and 2020. *Geografisk Tidsskrift – Danish Journal of Geography*, 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1080/00167223.2024.2350040>

Powyższe prace spełniają wszelkie wymogi stawiane publikacjom naukowym. Zostały opublikowane w czasopiśmie naukowym o zasięgu międzynarodowym. Wskaźnik IF dla tych czasopism wynosił odpowiednio dla prac I – 3,1; II – 4,7; III – 3,9 oraz IV – 2,3, co daje łączny IF Na poziomie 14. Łączna liczba punktów wg. wykazu MNiSW wynosi 310.

Udział Doktorantki w publikacjach wchodzących w skład rozprawy wynosił odpowiednio: I – 55% (pierwszy autor); II – 70% (pierwszy autor); III – 65% (pierwszy autor) oraz IV – 75% (pierwszy autor). Udziały te oraz pierwsze autorstwo we wszystkich czterech publikacjach wskazują wyraźnie na znaczący udział Doktorantki w powstaniu tych publikacji. Można wręcz stwierdzić, że udział pozostałych współautorów miał jedynie charakter pomocniczy.

Praca I została opublikowana w czasopiśmie *Atmosphere*. Liczy ona 16 stron. W jej skład wchodzi dwie tabele oraz siedem rysunków. Zgodnie z deklaracjami autorów Doktorantka odpowiadała za opracowanie założeń metodycznych, przetwarzanie danych oraz przygotowanie tekstu pracy.

Praca II została opublikowana w czasopiśmie *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. Liczy ona 10 stron. W jej skład wchodzi pięć tabel oraz trzy rysunki. Zgodnie z deklaracjami autorów Doktorantka odpowiadała za opracowanie założeń metodycznych, przetwarzanie danych oraz przygotowanie tekstu pracy.

Praca III została opublikowana w czasopiśmie *Sustainability*. Liczy ona 15 stron. W jej skład wchodzi cztery tabele oraz sześć rysunków. Zgodnie z deklaracjami autorów Doktorantka odpowiadała za opracowanie założeń metodycznych, przetwarzanie danych oraz przygotowanie tekstu pracy.

Praca IV została opublikowana w czasopiśmie *Geografisk Tidsskrift – Danish Journal of Geography*. Liczy ona 12 stron. W jej skład wchodzi dwie tabele oraz sześć rysunków. Zgodnie z deklaracjami autorów Doktorantka odpowiadała za opracowanie założeń metodycznych, przetwarzanie danych oraz przygotowanie tekstu pracy.

### **Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej**

Choć na pierwszy rzut oka wydawałoby się, że zagadnienie emisji gazów cieplarnianych w tym metanu nie jest ściśle powiązane z rolnictwem, to jednak Doktorantce udało się odnaleźć to



powiązanie. Skupiła się Ona na emisji metanu ze źródeł rolniczych – upraw ryżu oraz chowu bydła. Należy zwrócić uwagę, że zakresem swoich badań mgr inż. Katarzyna Kozicka objęła nie tylko tereny Polski i polskie rolnictwo, ale podjęła badania w skali globalnej.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy, a co za tym idzie tematyka prowadzonych badań została podzielona na dwa nurty – pierwszy związany z uprawami ryżu jako źródłem emisji metanu do atmosfery oraz drugi związany z chowem bydła i produkcją metanu w procesach fermentacji jelitowej u przeżuwaczy.

Pierwszy nurt ma charakter globalnej analizy zmian w zawartości metanu w atmosferze w rejonach intensywnej uprawy ryżu. Do tego celu Doktorantka wykorzystwała dane satelitarne pochodzące z satelity Sentinel-5P Europejskiej Agencji Kosmicznej, wyposażonego w specjalny instrument pomiarowy TROPOMI wysokiej rozdzielczości przestrzennej i temporalnej. TROPOMI monitoruje skład atmosfery, w tym stężenia gazów cieplarnianych oraz dostarcza danych o jakości powietrza i zanieczyszczeniach, umożliwiając analizę procesów atmosferycznych oraz ich wpływu na klimat. Na podstawie uzyskanych danych Autorka przeprowadziła analizę zmian w zawartości metanu w atmosferze w latach 2019-2021 w wybranych regionach charakteryzujących się intensywną uprawą ryżu. Wyznaczyła długoterminowe trendy tych zmian. Zaobserwowała również wyraźne wahania sezonowe związane z technologią uprawy ryżu. Doktorantka potwierdziła również powiązanie zawartości metanu w atmosferze z oceną emisji metanu z upraw ryżu.

Drugi nurt miał charakter bardziej lokalny. Związane jest to z niebezpośrednim przełożeniem wielkości pogłowia bydła na emisję metanu do atmosfery. Proces ten jest dodatkowo modyfikowany technologią chowu oraz strukturą pogłowia. Analizując to zjawisko konieczne było wykorzystanie modelu matematycznego, pozwalającego na przełożenie danych o pogłowiu bydła na oczekiwaną emisję metanu do atmosfery. Doktorantka dokonała szczegółowej analizy zarówno wielkości, jak i struktury pogłowia bydła w wybranych rejonach świata w latach 1961-2020. Na tej podstawie dokonała podziału analizowanych rejonów na trzy grupy ze względu na zmiany jakie zachodziły na przestrzeni badanego okresu. Analizie poddano również ogólne zmiany w pogłowiu bydła na świecie w tym okresie.

Mgr inż. Katarzynie Kozickiej udało się w umiejętny sposób połączyć wymienione powyżej dwa nurty badań. W efekcie uzyskała Ona bardzo ważne wnioski, które powinny istotnie przyczynić się do lepszego poznania zjawiska emisji metanu ze źródeł rolniczych.

Podkreślenia wymaga bardzo ciekawy dobór źródeł danych do analiz. Są to dane pochodzące z najnowszych osiągnięć techniki kosmicznej (dane satelitarne) jak i dane historyczne pochodzące z różnych opracowań i zestawień statystycznych. Doktorantka swoimi publikacjami udowodniła, że uzyskanie ciekawych i oryginalnych wyników badań nie zawsze wymaga zakładania specjalnych doświadczeń. Czasem wystarczy poszukać danych w dostępnych źródłach. A o jakości i ważności uzyskanych wyników będzie świadczyć nowatorskość podejścia oraz umiejętność właściwego operowania tymi danymi i wyciągania na ich podstawie wniosków. Ostatecznym poziomem oceny jakości badań będzie też publikowalność uzyskanych wyników.

W przypadku ocenianej rozprawy doktorskiej jej jakość została potwierdzona faktem opublikowania poszczególnych prac w znaczących i międzynarodowych czasopismach o dobrych wskaźnikach bibliometrycznych.

Z dużym uznaniem mogę stwierdzić, że w ocenianej pracy nie dopatryłem się żadnych nieścisłości, czy też zagadnień wymagających szerszego wyjaśnienia. Dlatego też z poczucia obowiązku recenzenta pozwolę sobie poprosić Doktorantkę o przeprowadzenie w trakcie obrony pracy oceny struktury globalnego poziomu stężenia metanu w atmosferze ziemskiej w roku 2020 (rys. 1, str. 27).

## Podsumowanie i konkluzja

W mojej opinii przedstawiona rozprawa mgr inż. Katarzyny Kozickiej spełnia wszystkie warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. z dnia 10 marca 2023 r., Dz.U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.).

Pani mgr inż. Katarzyna Kozicka wykazała się bardzo dobrą znajomością warsztatu badawczego, umiejętnością pozyskiwania danych z różnych źródeł oraz analitycznym podejściem do rozwiązywanego problemu. Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest rzetelnym opracowaniem naukowym o istotnej wartości poznawczej, a uzyskane przez Doktorantkę wyniki mają, w mojej opinii, duże znaczenie praktyczne dla poznania i opisu procesów emisji gazów cieplarnianych, w szczególności metanu ze źródeł rolniczych – upraw ryżu i chowu bydła.

Do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie kieruję wniosek o przyjęcie przedstawionej rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr inż. Katarzyny Kozickiej do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

## Wniosek o wyróżnienie

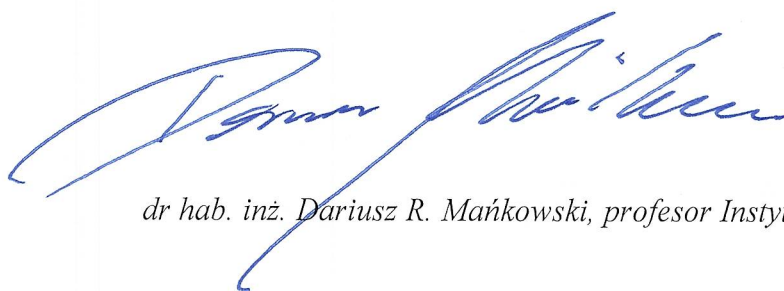
Przedstawione w ocenianej rozprawie doktorskiej badania mają charakter unikalny i nowatorski, a wyniki są niewątpliwie oryginalne, co potwierdza ich publikacja w międzynarodowych czasopismach o dobrych wskaźnikach bibliometrycznych.

Badania realizowane przez Doktorantkę wykorzystywały między innymi dane uzyskane z pomocą najnowszych technologii (dane satelitarne). Praca z takimi danymi wymaga wiedzy, doświadczenia i wyczucia, zrozumienia charakteru tych danych i ich specyfiki. Realizując swoją pracę mgr inż. Katarzyna Kozicka w pełni wykazała się powyższymi umiejętnościami.

Autorka wykazała również, że nie potrzeba wyjątkowo skomplikowanych metod analizy danych przy pracy z tak ciekawym materiałem badawczym. Stosując dość klasyczne metody (analiza współczynników korelacji, analiza funkcji regresji, analiza składowych głównych, itp.) udało się Doktorantce uzyskać rezultaty na światowym poziomie.

Należy również zaznaczyć, że prace wchodzące w skład rozprawy doktorskiej są jednymi z pierwszych opracowań na świecie, w których wykorzystano dane pochodzące z instrumentu pomiarowego TROPOMI.

Z uwagi na wyżej wymienione fakty zwracam się do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Kozickiej.



*dr hab. inż. Dariusz R. Mańkowski, profesor Instytutu*

