

O c e n a

rozprawy doktorskiej magister Natalii Kowalskiej pt.:

***„Ocena zmienności strumieni metanu mierzonych metodą kowariancji wirów
na torfowisku w Rzecinie”.***

Recenzowana rozprawa zawiera 72 stron tekstu, 5 tabel i 39 rycin, uwzględnia 160 pozycje literaturowych, w tym 152 pozycji w języku angielskim. Praca podzielona jest na 6 rozdziałów.

W I rozdziale, we wstępie autorka przedstawia motywy podjęcia badań nad wpływem sposobu użytkowania gruntu na emisję gazów szklarniowych, w tym szczególnie dwutlenku węgla i metanu. Podczas, gdy badania nad zmianami ilościowymi dwutlenku węgla w atmosferze i jego źródłami są w świecie bardzo zaawansowane, to badania nad metanem są ciągle mało rozwinięte, szczególnie w aspekcie ilościowym. Problem jest tym bardziej istotny, dlatego że potencjał cieplarniany (global warming potential) metanu jest ponad 20 razy większy niż dwutlenku węgla. Mokradła są jednym z najważniejszych źródeł metanu. Dlatego ilościowa analiza emisji metanu tych źródeł wpisuje się w światowy trend analizy przyczyn zmian globalnych, a ściślej mówiąc w obszar badań analizujących mechanizm powstawania metanu i jego wymianę z atmosferą. Wybór tematu pracy doktorskiej uzasadnia bardzo silnie szeroką wiedzą tego problemu, przedstawioną w rozdziale drugim jak również okolicznością posiadania przez Katedrę Meteorologii unikalnego, nie tylko w skali krajowej, systemu pomiarowego opisanego dokładnie w rozdziale trzecim, gwarantującego wiarygodne wyniki badań.

W rozdziale tym przedstawia główny cel badań, którym jest ***„rozpoznanie i analiza wpływu czynników środowiskowych na gęstość strumieni metanu wymienianego pomiędzy torfowiskiem i atmosferą.”*** Na końcu rozdziału przedstawia następujące, konkretne cele szczegółowe, których osiągnięcie pozwoli na osiągnięcie celu głównego.

W rozdziale II doktorantka prezentuje przegląd najnowszej światowej wiedzy na temat zmian globalnych, w tym szczególnie zmian klimatycznych ze szczególnym uwzględnieniem roli gazów cieplarnianych, jako jednej z najważniejszych przyczyn wzrostu temperatury na świecie. W rozdziale tym wiele uwagi poświęca źródłom metanu, w tym szczególnie mokradłom. **Bardzo ważne w tym rozdziale jest zwrócenie uwagi na zjawisko sprzężenia zwrotnego dodatniego pomiędzy wzrostem temperatury i wzrostem emisji metanu.**

Omawiając rolę torfowisk w emisji metanu zwraca uwagę na kompleksowość tego zjawiska polegającą na współdziałaniu warunków abiotycznych (warunki meteorologiczne i glebowe) i biotycznych (zbiorowiska roślinne i zwierzęce bytujące na torfowisku). Bardzo ważnym aspektem omawianym w tym rozdziale jest przegląd wiedzy na temat mechanizmów zachodzących na torfowisku prowadzących to powstawania i emisji metanu w zależności od dwóch wyżej wymienionych dwóch grup czynników. W ostatniej części tego rozdziału mgr Kowalska przedstawia metody pomiaru metanu w warunkach polowych. Należy podkreślić fakt, że historia rozwoju tych metod jest niedługa, liczy sobie właściwie niewiele ponad 30 lat. Metody te wymagają niezwykle precyzyjnych urządzeń i są zwykle bardzo kosztowne. Dlatego, jak podkreśla doktorantka, tego typu badania są ciągle pionierskie i mogły być wykonane, dzięki systemowi pomiarowemu posiadanemu przez Katedrę Meteorologii UP w Poznaniu.

Przytoczony przegląd literatury, nie tylko świadczy o doskonałym rozeznaniu doktorantki w przedmiocie badań, ale stanowi dobrą bazę dla dyskusji wyników badań i formułowania wniosków. Należy podkreślić to, że zestaw literatury obejmuje naprawdę pozycje najważniejsze w skali światowej.

Rozdział III zawiera opis terenu badań, którym jest położony wewnątrz największego polskiego kompleksu leśnego – Puszczy Nadnotejskiej – 70 km na północny zachód od Poznania, oraz precyzyjny opis metodyki pomiarów i ich analizy. Opis terenu badań, chociaż bardzo oszczędny, jednak daje czytelnikowi wystarczającą informację na temat warunków terenowych, w których przeprowadzono badania. Uzasadnienie wyboru metody kowariancji wirów jest całkowicie przekonujące szczególnie, dlatego że doktorantka podkreśla podstawowe kryterium tego wyboru, czyli nowatorstwo i największą dokładność pomiaru spośród wszystkich dotychczas istniejących metod. W opisie metod analizy wyników pomiarów na podkreślenie zasługuje staranność wstępnej analizy zbioru danych, mająca na celu usunięcie wyników niepewnych. Ze względu na fizyczne podstawy metody kowariancji wirów bardzo istotne jest usunięcie wyników, które mogły powstać w sytuacji braku turbulencji. Dlatego wybór krytycznej wartości prędkości tarciowej należy uznać za metodologicznie bardzo słuszne.

Wybór metody badawczej, założenia i hipotezy robocze oraz przygotowanie i przeprowadzenie badań terenowych jak również wybór metod analizy wyników pomiarów świadczą o ważnej dla młodego naukowca umiejętności dostrzegania problemu naukowego i organizacji badań potrzebnych do osiągnięcia zamierzonego celu. Moim zdaniem, doktorantka tę umiejętność posiada.

W rozdziale IV mgr Kowalska omawia wyniki badań. Doktorantka kolejno przedstawia warunki meteorologiczne panujące w okresie dokonywania pomiarów terenowych, wielkości emisji metanu oraz jej porównanie z emisją dwutlenku węgla.

W opisie warunków agrometeorologicznych skupia się na elementach, które mogą mieć znaczenie w kształtowaniu strumienia metanu, to jest na temperaturze powietrza, temperaturze wierzchniej warstwy torfowiska i głębokości zwierciadła wody gruntowej. Uwzględnia także kierunek wiatru, jaki czynnika decydującego o kierunku i obszarze, z którego napływa powietrze do aparatury pomiarowej. W tym opisie jest rycina 16 przedstawiająca zmienność głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej. W terminie „głębokość” kryje się powierzchnia ziemi, jako powierzchnia odniesienia, a nie rzędna zwierciadła wody gruntowej. Czytelnik patrząc na wykres odnosi intuicyjne wrażenie, że najpłycej zwierciadło wody gruntowej znajduje się w zimie i na wiosnę, chociaż z opisu na stronie 43 wynika inaczej. Wielkości gęstości strumienia wyraża, jako średnie półgodzinne wartości, co z punktu widzenia teorii pomiarów metodą kowariancji wirów uznać należy za wybór optymalnej opcji.

Doktoranta przedstawiania wyniki swoich badań w sposób prosty, jasny i przystępny nawet dla czytelnika, dla którego problematyk badań będąca przedmiotem rozprawy nie jest bliska. Jest to moim zdaniem ważna cecha młodego naukowca.

Rozdział V, będący najważniejszym w całej rozprawie zawiera dyskusję wyników badań na tle najnowszych osiągnięć światowych w przedmiocie badań objętych rozprawą przedstawionych w rozdziale II. **Jest to dyskusja bardzo rzeczowa, przeprowadzona z dobrą znajomością tematu i światowego stanu wiedzy. Z dyskusji tej wynika, że badania nad zagadnieniem, którym zajęła się autorka recenzowanej pracy są właściwie w swej fazie początkowej, szczególnie w Polsce. Pionierski charakter badań doktorantki jest tym bardziej godny podkreślenia. Na szczególną uwagę w ocenie analizy wyników zasługuje wybór modeli przedstawiających zależność strumienia metanu od czynników decydujących o jego wielkości.** Doktorantka w wyborze modelu oparła się nie tylko na czysto statystycznych kryteriach, ale także na fizycznej poprawności, co prowadzi do możliwości zastosowania najlepszego z wybranych modeli do oszacowania wielkości strumienia metanu w oparciu o łatwo mierzalne parametry środowiska. Jednak w analizie zależności strumienia metanu od parametrów środowiskowych niepotrzebnie doktorantka uwzględniła temperaturę powietrza, gdyż jak wiadomo z podstaw statystyki uwzględnianie dwóch zmiennych niezależnych względem zmiennej zależnej, ale zależnych od siebie nie poprawia wyników estymacji. A temperatura powietrza i wierzchniej warstwy gleba są silnie

zależne. Cennym wynikiem rozprawy jest wykazanie, że temperatura wierzchniej warstwy środowiska w 80% tłumaczy zmienność tego zjawiska. Bardzo słaba zależność strumienia metanu od strumienia promieniowania fotosyntetycznie aktywnego świadczy o tym, że w warunkach klimatycznych Polski największe znaczenie mają warunki środowiska przyrodniczego.

Na jeszcze jeden wynik osiągnięty w recenzowanej pracy chcę zwrócić szczególną uwagę. Myślę tutaj o analizie związku (nie zależności) pomiędzy strumieniem metanu i dwutlenku węgla. **Nie można uzyskać wiarygodnych wyników bilansowania węgla bez danych o wielkości strumienia metanu.** Pomiar tego ostatniego jest znacznie trudniejszy niż pomiar strumienia dwutlenku węgla. Osiągnięty przez doktorantkę związek statystyczny pomiędzy tymi strumieniami pozwala na oszacowanie strumienia metanu na podstawie wielkości strumienia dwutlenku węgla. Jest to osiągnięcie w pełni zasługujące na uznanie.

W rozdziale VI są zawarte spostrzeżenia i wnioski wynikające z badań. Chcę tutaj wyraźnie podkreślić, że to są rzeczywiście wnioski, a nie powtarzanie wyników badań, co spotyka się w wielu rozprawach i artykułach naukowych. **Za najważniejsze z wniosków uznałbym wnioski 2, 3 i 5 które stwierdzają, że istotnymi czynnikami decydującymi o wielkości strumienia metanu są energia i roślina. Jest to właściwie odpowiedź na postawioną na początku rozprawy hipotezę.**

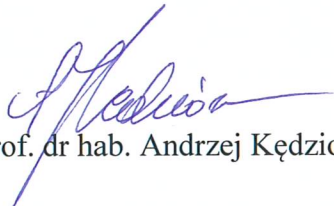
Chociaż całość rozprawy, tak jak to wykazałem powyżej, oceniam bardzo wysoko, to jednak jest nieco potknięć, które należałoby usunąć przed jej publikacją. Najważniejsze z nich to:

1. Str. 9. Nie ma ekosystemu torfowego. Torf jest skałą. Ekosystemem jest torfowisko, tak jak w tytule rozprawy.
2. Str. 15. w5 od dołu. Tutaj dodałbym krótki komentarz, że to zjawisko związku wzrostu emisji metanu ze wzrostem temperatury ma charakter dodatniego sprzężenia zwrotnego, bo wzrost stężenia metanu powoduje wzrost temperatury i tak dalej. To zjawisko, jako proces destabilizacyjny systemu ziemskiego jest bardzo groźne.
3. W całej pracy nazwy gatunkowe roślin powinny być pisane kursywą.
4. Str. 44. Ryc. 17. Czy tutaj, po prawej stronie wykres nie jest ucięty? Zbyt równo, w porównaniu z lewą stroną, kończą się kropki.
5. Uwaga odnosząca się do całej pracy. W symbolach np.: Strumienia metanu raz mamy FCH₄, a raz F_{CH4}. Chyba ta druga wersja jest poprawniejsza.

6. Str. 51. Tytuł tabeli. Termin populacja odnosi się raczej do żywych zbiorowisk. Dla danych statystycznych lepiej użyć terminu zbiór.
7. Str. 53. Ryc. 23. Zbyt mała czcionka na osi rzędnych.
8. Str. 63. Ostatnie zdanie w pierwszym akapicie od góry. To zdanie wymaga jakiegoś komentarza. Dlaczego tak ma być? Czy są jakieś inne czynniki przeważające nad temperaturą podłoża? Uzyskana przez doktorantkę wysoka wartość współczynnika determinacji raczej zaprzecza takiej tezie.

W podsumowaniu oceny należy stwierdzić, że:

oceniana rozprawa mgr inż. Natalii Kowalskiej spełnia wymogi ustawy z dnia 14 marca 2003 roku **o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w dziedzinie sztuki** z późniejszymi zmianami. Składam wniosek do Wysokiej Rady o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Natalii Kowalskiej pt. *„Ocena zmienności strumieni metanu mierzonych metodą kowariancji wirów na torfowisku w Rzecinie”* do publicznej obrony i ze względu na jej naukową wartość i staranność opracowania nagrodzić ją wyróżnieniem.


Prof. dr hab. Andrzej Kędziora