

UNIwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Pracownia Bioklimatologii

mgr inż. Kamila M. Harenda

AUTOREFERAT ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**Ocena wpływu parametrów optycznych atmosfery na
zdolność pochłaniania ditlenku węgla przez torfowisko**

The assessment of atmospheric optical properties impact on the carbon dioxide
uptake ability of the peatland

Promotor

prof. UPP dr hab. inż. Bogdan H. Chojnicki

Drugi promotor

prof. UW dr hab. Krzysztof M. Markowicz

Recenzenci

prof. URK dr hab. inż. Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek

prof. UPWr dr hab. inż. Małgorzata Biniak-Pieróg

Poznań, 2022 rok

Spis treści

Uzasadnienie celowości doboru tematu	3
Cel rozprawy i hipoteza badawcza	4
Metodyka badań	5
Struktura rozprawy	6
Główne wnioski	7

UZASADNIENIE CELOWOŚCI DOBORU TEMATU

Tematem zrealizowanej rozprawy doktorskiej jest ocena wpływu parametrów optycznych atmosfery na zdolność pochłaniania ditlenku węgla przez torfowisko. Badania z niniejszego zakresu zostały podyktowane z jednej strony unikalnymi właściwościami wspomnianego ekosystemu, jak i z drugiej mało rozpoznaną kwestią interakcji właściwości optycznych atmosfery z produktywnością torfowisk w światowej literaturze naukowej.

Znaczenie i ważność tego zagadnienia w dobie zmieniającego się klimatu i konieczności podejmowania działań mających na celu łagodzenie skutków zachodzących procesów w czasie globalnego ocieplenia jest obecnie szczególnie aktualna w każdym aspekcie życia, od społecznego, gospodarczego, jak i ekonomicznego. Zdolność torfowisk do gromadzenia i długoterminowego wiązania ditlenku węgla w torfie czyni je ważnymi elementami biosfery, które wykazują potencjał do regulacji globalnych procesów kształtujących warunki klimatyczne. Historycznie, funkcjonowanie torfowisk w optymalnych warunkach klimatycznych potęgowało spadek temperatury powietrza w czasie epok lodowcowych. W obecnych warunkach natomiast, ekosystemy są narażone na negatywne oddziaływanie czynników termiczno-wilgotnościowych, prowadzących do zmian i/lub zaburzeń w ich funkcjonowaniu. Należy się spodziewać, iż globalne ocieplenie będzie potęgować emisję ditlenku węgla netto z torfowisk do atmosfery. Dodatkowo należy mieć na uwadze fakt, iż emisja z torfowisk w modelach klimatycznych jest niedoszacowana, a wielkość tego ważnego biosferycznego „magazynu węgla” jest ciągle aktualizowana. Niepewność oszacowania wpływu emisji z torfowisk wynika przed wszystkim z trudności dokładnego określenia zarówno obszaru torfowisk, jak i grubości warstwy torfu. Dlatego też osiągnięcie zdefiniowanych celów klimatycznych i szacowania globalnych progów przekroczenia emisji tego gazu szklarniowego może stać się poważnym wyzwaniem.

Czynnikiem, który modyfikuje funkcjonowanie torfowisk i okazuje się niezbędny do precyzyjnej oceny ich produktywności jest rozproszone promieniowanie krótkofalowe. Należy wspomnieć, iż intensywność rozpraszania promieniowania słonecznego będzie zależała od ilości i właściwości cząsteczek zawieszonych w atmosferze. Procesy zachodzące w atmosferze również cechują się złożonością, a w niniejszych badaniach wykorzystano aerzolową grubość optyczną, współczynnik rozproszenia, czy albedo pojedynczego rozpraszania jako parametry pozwalające na dynamiczne oszacowanie wielkości rozpraszania promieniowania słonecznego.

Interdyscyplinarny charakter badań zaprezentowanych w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej zaowocował wynikami, które stanowią istotny wkład w wiedzę na temat wpływu rozpraszania promieniowania krótkofalowego na bilans ditlenku węgla torfowisk w Europie Środkowej.

CEL ROZPRAWY I HIPOTEZA BADAWCZA

Przeprowadzone badania i analiza materiału badawczego umożliwiły zdefiniowanie głównego celu rozprawy, a mianowicie ilościowej oceny oddziaływania wybranych parametrów optycznych atmosfery, modyfikujących stopień rozproszenia promieniowania krótkofalowego, na wielkość pochłaniania ditlenku węgla z atmosfery przez torfowisko.

Sformułowano również następującą hipotezę badawczą, która na etapie analiz została poddana weryfikacji:

zdolność do pochłaniania CO₂ przez torfowisko zależy nie tylko od warunków termiczno-wilgotnościowych powietrza, ale także od parametrów optycznych chmur i aerozoli znajdujących się w atmosferze.

METODYKA

Produktywność ekosystemów zależy od wielu czynników, zarówno biotycznych jak i abiotycznych, co wymagało przeprowadzenia następujących prac w ramach zdefiniowanych poniżej etapów:

- analiza literatury z zakresu procesu transferu radiacji w atmosferze i produktywności torfowisk
- badania terenowe
- analiza danych
- parametryzacja oraz walidacja modeli: transferu radiacji i produktywności ekosystemów
- weryfikacja statystyczna wyników modelowania
- oszacowanie wpływu właściwości optycznych atmosfery na wielkość pochłaniania CO₂ przez torfowiska

Złożoność interakcji pomiędzy właściwościami optycznymi atmosfery a produktywnością torfowiska uniemożliwia realizację zagadnienia w odniesieniu jedynie do oddziaływania pojedynczego czynnika z pominięciem pozostałych. Stąd niezbędne było zastosowanie złożonych modeli zarówno atmosferycznych, jak i ekosystemowych, które uwzględniają jednocześnie możliwie najwięcej czynników i parametrów, a informacja o nich była możliwa do pozyskania.

STRUKTURA ROZPRAWY

Opisywana w niniejszym autoreferacie rozprawa doktorska liczy 115 stron i składa się z 3 rozdziałów. Stanowi ona cykl trzech anglojęzycznych publikacji powiązanych tematycznie, które wymieniono poniżej:

1. Kamila M. Harenda, Mariusz Lamentowicz, Mateusz Samson, Bogdan H. Chojnicki: *The role of peatlands and their carbon storage function in the context of climate change*, w: T. Zieliński I in (red.) *Interdisciplinary Approaches for Sustainable Development Goals*, GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences, Wydawnictwo Springer, 2018 (20 pkt, IF: -)
2. Kamila M. Harenda, Mateusz Samson, Radosław Juszcak, Krzysztof M. Markowicz, Iwona S. Stachlewska, Małgorzata Kleniewska, Alasdair MacArthur, Dirk Schüttemeyer, Bogdan H. Chojnicki: *Impact of Atmospheric Optical Properties on Net Ecosystem Productivity of Peatland in Poland*, *Remote Sensing*, 2021 (100 pkt, IF: 4,848)
3. Kamila M. Harenda, Krzysztof M. Markowicz, Patryk Poczta, Iwona S. Stachlewska, Jędrzej S. Bojanowski, Bartosz Czernecki, Alasdair McArthur, Dirk Schüttemeyer, Bogdan H. Chojnicki: *Estimation of the effects of aerosol optical properties on peatland production in Rzecin, Poland*, *Agricultural and Forest Meteorology*, 2022 (200 pkt, IF: 5,734)

Rozprawa doktorska rozpoczyna się krótkim wprowadzeniem do tematu badawczego, następnie zdefiniowano cel główny i hipotezę badawczą. Wyniki badań w formie oryginalnych prac naukowych zostały poprzedzone syntetycznym opisem tematyki, metodyki każdego artykułu wraz z podsumowaniem. Praca doktorska jest zakończona ogólnym podsumowaniem oraz opisem mierników wpływu naukowego publikacji stanowiących podstawę rozprawy, a także oświadczeniami o udziale procentowym współautorów artykułów w formie załącznika.

GLÓWNE WNIOSKI

Wnioski płynące z przeprowadzonych analiz przedstawionych w formie artykułów naukowych i osiągnięte wyniki rozprawy doktorskiej są następujące:

- określono czynniki limitujące dla oszacowań produktywności ekosystemów pod wpływem rozproszonego promieniowania słonecznego, tj.:
 - wartość progową znormalizowanego różnicowego wskaźnika roślinności (NDVI), poniżej której ekosystem nie wykazuje reakcji na krótkofalowe promieniowanie rozproszone, co wynika prawdopodobnie z niewystarczająco rozwiniętej szaty roślinnej;
 - wartość progową dla niedosytu ciśnienia pary wodnej, powyżej której produktywność netto torfowiska jest zredukowana;
- parametryzacja modeli transferu radiacji i ekosystemowych w warunkach lokalnych dla torfowiska Europy Środkowej;
- wzrost rozproszenia promieniowania krótkofalowego może rekompensować spadek produktywności ekosystemu netto wynikający z wyższej temperatury powietrza i niedosytu ciśnienia pary wodnej przy bezchmurnym niebie;
- szata roślinna na torfowisku przejściowym w Europie Środkowej reaguje na zmiany stopnia rozpraszania promieniowania krótkofalowego, które zostały przetestowane zarówno na podstawie wartości aerozolowej grubości optycznej (AOT), jak i współczynnika rozpraszania promieniowania słonecznego (DI);
- produktywność ekosystemu brutto może reagować zarówno wzrostem jak i spadkiem w zależności od ilości i właściwości aerozoli w atmosferze;
- wzrost AOT warunkuje wzrost DI, spadek wielkości promieniowania fotosyntetycznie aktywnego i wzrost produktywności ekosystemu brutto;

- wzrost ilości aerozoli absorbujących w atmosferze, opisywanych wartością albedo pojedynczego rozpraszania, powoduje spadek całkowitej energii docierającej do powierzchni roślinności, a tym samym spadek produktywności torfowiska brutto;
- poszerzenie stanu wiedzy z zakresu wpływu właściwości optycznych atmosfery na zdolność pochłaniania ditlenku węgla przez ekosystem torfowiskowy typu przejściowego w Polsce;
- w dobie zmiany klimatu zagrożeniem dla torfowisk są nie tylko czynniki takie jak wzrost temperatury powietrza, większe parowanie, zwiększona częstotliwość opadów nawałnych i wynikające z nich coraz dotkliwsze susze, ale także ilość i jakość aerozoli w atmosferze.