

dr hab. inż. Agnieszka Ziarnicka-Wojtaszek, prof. URK
Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja
w Krakowie

Motto:

*Nadszedł czas,
aby zrozumieć, że przyroda
bez człowieka będzie istniała,
ale człowiek bez przyrody nie.*

Arystoteles

*Wpatrz się głęboko,
głęboko w przyrodę,
a wtedy wszystko lepiej zrozumiesz.*

Albert Einstein

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Kamili M. Harendy
pt.: „Ocena wpływu parametrów optycznych atmosfery
na zdolność pochłaniania ditlenku węgla
przez torfowisko”

Recenzję sporządzono na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 13 października 2022 r.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Kamili M. Harendy przygotowana została jako cykl trzech artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: „**Ocena wpływu parametrów optycznych atmosfery na zdolność pochłaniania ditlenku węgla przez torfowisko**”. Są to publikacje:

- I. Harenda K.M., Lamentowicz M., Samson M., Chojnicki B.H. 2018. The Role of Peatlands and Their Carbon Storage Function in the Context of Climate Change. GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences, Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-71788-3_12
- II. Harenda K.M., Samson M., Juszczak R., Markowicz K.M., Stachlewska I.S., Kleniewska M., MacArthur A., Schüttemeyer D., Chojnicki B.H. 2021. Impact of Atmospheric Optical Properties on Net Ecosystem Productivity of Peatland in Poland. Remote Sensing, 13, 2124. DOI: 10.3390/rs13112124
- III. Harenda K.M., Markowicz K.M., Poczta P., Stachlewska I.S., Bojanowski J.S., Czernecki B., MacArthur A., Schüttemeyer D., Chojnicki B.H. 2022. Estimation of the Effects of

Wszystkie publikacje są współautorskie, przy czym współautorami są także promotor (trzy publikacje) oraz promotor pomocniczy (dwie publikacje), z udziałem procentowym Doktorantki odpowiednio 60, 65 i 65%. Generalnie udział ten można ocenić jako wiodący. Należy podkreślić, iż w każdej z publikacji Doktorantka jest pierwszym autorem. Brała ona udział we wszystkich kolejnych etapach procesu badawczego, począwszy od koncepcji artykułu, zebrania literatury przedmiotowej, analizy danych, interpretacji danych, redakcji i napisania manuskryptu po końcową edycję artykułu. Wszystkie publikacje ukazały się w języku angielskim w renomowanych czasopismach, jak: GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences, Remote Sensing i Agriculture and Forest Meteorology, w tym dwie posiadają współczynnik wpływu IF zgodny z rokiem wydania: 4,848 i 5,734. Łączna liczba punktów za oryginalne prace twórcze należące do wymienionego cyklu publikacji wynosi 320 według Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Głównym celem spójnego monotematycznego cyklu publikacji była „ilościowa ocena oddziaływania wybranych parametrów optycznych atmosfery, modyfikujących stopień rozproszenia promieniowania krótkofalowego, na wielkość pochłaniania ditlenku węgla z atmosfery przez torfowisko”. Postawiono hipotezę badawczą: „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”, którą zweryfikowano w dwóch publikacjach (II i III publikacji).

W pierwszej wprowadzającej publikacji (I) dokonano oceny stanu torfowisk na świecie oraz ich funkcjonowania na tle zmian klimatu i presji antropogenicznej. Polegała ona na odniesieniu się do sześciu najważniejszych problemów dotyczących terenów torfowiskowych, tj. dynamiki przepływu węgla między ekosystemem a atmosferą, hydrologicznej roli torfowisk, funkcjonowania torfowisk w dobie zmian klimatu, wpływu pożarów i innych procesów, zjawisk powodujących zmniejszanie się powierzchni torfowisk na świecie oraz sposobów ochrony i rekultywacji torfowisk. Doktorantka ze współautorami wykazali, iż torfowiska jako element zrównoważonego rozwoju ogólnoswiatowej cywilizacji przyczyniają się do łagodzenia efektu globalnego ocieplenia, między innymi ze względu na ich zdolność do długotrwałego gromadzenia olbrzymich ilości węgla w masie torfowej.

W drugiej publikacji (II) przeprowadzono analizę wpływu właściwości optycznych atmosfery na produktywność netto torfowiska w Rzecinie w warunkach bezchmurnych. Badania wykonano w okresie od czerwca do września 2016 roku. W tym celu zastosowano dwa modele: transferu radiacji (ART) oraz produktywności ekosystemu (EP). Pierwszy wykorzystano do oszacowywania wielkości promieniowania w warunkach bezchmurnego nieba, natomiast drugi poza promieniowaniem słonecznym bezpośrednim i rozproszonym uwzględnia również wpływ temperatury powietrza (Ta) na produktywność ekosystemu. Zastosowanie techniki kowariancji wirów (EC) pozwoliło na oszacowanie wymiany CO₂ między atmosferą a powierzchnią badanego ekosystemu. Dzięki tej metodzie pomiarowej możliwe jest określenie produktywności netto ekosystemu (NEP), która pozwala na oszacowanie wartości respiracji ekosystemu (Reco). Za pomocą fotometru słonecznego określono aerozolową grubość optyczną atmosfery. Zbadano także albedo pojedynczego rozpraszania (SSA) lub współczynnik Angströma (Å). Zmierzono temperaturę powietrza (Ta), wilgotność względną powietrza (RH), gęstość strumienia promieniowania całkowitego (RSin), gęstość strumienia promieniowania fotosyntetycznie aktywnego całkowitego (It) oraz

rozproszonego (If). Do oceny stopnia rozproszenia promieniowania słonecznego wykorzystano współczynnik rozproszenia promieniowania słonecznego (DI). Ponadto w analizach wykorzystano wartości szerokopasmowego różnicowego wskaźnika roślinności (NDVIb), który jest proxy dobrze opisującym zdolności absorpcyjne CO₂ roślinności. W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że wzrost grubości optycznej aerozolu z 0,09 do 0,17 spowodował wzrost produktywności netto ekosystemu (NEP) o 3,4–5,7%. Wzrost wskaźnika dyfuzji (DI) o 0,1 skutkował wzrostem produktywności netto ekosystemu (NEP) o 6,1–42,3%, natomiast spadek DI o 0,1 oznaczał redukcję NEP od –49,0 do –10,5%. Świadczy to o tym, że roślinność torfowisk niskich reaguje na zmiany w stopniu rozpraszania promieniowania słonecznego. Zjawisko to należy wziąć pod uwagę przy obliczaniu szacunkowej globalnej absorpcji CO₂ przez takie ekosystemy.

Trzecia publikacja (III) jest kontynuacją i uzupełnieniem badań podjętych w publikacji (II). Przeprowadzono analizy produktywności torfowiska w aspekcie zmieniającej się ilości aerozoli w atmosferze oraz ich właściwości. W tym celu użyto złożonych modeli, które uwzględniają charakterystykę czynników atmosferycznych i ekosystemowych. Do oszacowania parametrów atmosfery wykorzystano model transferu radiacji (RTM), natomiast do oceny produktywności siedliska – model produktywności ekosystemu (EPM). Zastosowano równanie Michaelisa-Mentena do opisu matematycznego zależności pomiędzy produktywnością ekosystemu brutto (GEP) a promieniowaniem fotosyntetycznie aktywnym (PPFD). Badania wykonano na terenie torfowiska w Rzecinie w okresie od maja do września 2018 roku.

Na podstawie zastosowanych modeli wykazano, że w zależności od ilości aerozoli w atmosferze ekosystem w Rzecinie może reagować zarówno wzrostem (8,2%), jak i spadkiem (6%) produktywności ekosystemu brutto (GEP). Modyfikacja właściwości optycznych atmosfery poprzez stopniowe zwiększanie aerozolowej grubości optycznej (AOD) o 0,05 aż do wartości o 0,2 większej w stosunku do wartości obserwowanej, spowodowała wzrost wskaźnika dyfuzji (DI) o około 22%, spadek PPFD o około 5% oraz wzrost produktywności ekosystemu brutto (GEP) o około 8% w każdym z analizowanych miesięcy. Natomiast zmniejszenie produktywności ekosystemu brutto (GEP) (średnio o 6%) było spowodowane obecnością aerozoli absorbujących, charakteryzujących się niską wartością albedo pojedynczego rozpraszania (SSA). Z kolei wpływ obecności aerozoli nieabsorbujących (SSA=1,0) na produktywność ekosystemu brutto okazał się nieistotny, ponieważ w okresie badań w masie powietrza dominowały czyste aerozole kontynentalne i mediana dla wartości SSA wahała się w zakresie od 0,96 do 0,97. Doktorantka ze współautorami stwierdzili, że występowanie aerozoli o większej absorpcji powoduje zmniejszenie produktywności ekosystemu brutto (GEP), podczas gdy wzrost aerozolowej grubości optycznej (AOD) powoduje wzrost GEP na torfowisku w Rzecinie.

Mając na uwadze przedstawione trzy publikacje, warto zauważyć, że pierwsza z nich dotycząca stanu i funkcji torfowisk spełnia warunki punktu 1 art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami, który mówi, że rozprawa doktorska prezentuje poziom ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata w dyscyplinie. Dwie następne publikacje są oryginalnym rozwiązaniem postawionego za cel pracy problemu naukowego – tytułowego wpływu parametrów optycznych atmosfery na zdolność pochłaniania ditlenku węgla przez torfowisko, i spełniają także postulat punktu 1 art. 13 wspomnianej ustawy, który mówi, że przedmiotem rozprawy doktorskiej jest (m.in.) oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Spełniony został też punkt 2 art. 13

informujący o tym, że przedmiotem rozprawy może być (m.in.) zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska nie jest pracą pisemną, jak to dotychczas w większości bywało. Stanowią ją trzy publikacje, które ukazały się w renomowanych czasopismach naukowych odpowiednich branż czy dyscyplin naukowych i przeszły już swoje pozytywne recenzje, dlatego dysertacja ta nie może być powtórnie recenzowana, zwłaszcza w takich punktach, jak: układ pracy doktorskiej, stosowane piśmiennictwo, metody, omówienie wyników badań, oryginalność rozwiązania problemu badawczego, ewentualne nieprawidłowości.

Odnosnie do współautorstwa artykułów naukowych należy tu przyjąć także odmienne stanowisko, odpowiednie do tego typu prac stanowiących zbiór opublikowanych i tematycznie powiązanych publikacji, w odróżnieniu od rozpraw pisemnych niepublikowanych. Stanowisko to jest ze wszech miar pozytywne. Mgr inż. Kamila M. Harenda jest we wszystkich publikacjach wiodącym i pierwszym autorem. W czasach postępującej globalizacji, konieczności badań interdyscyplinarnych i tworzenia konsorcjów potrzebna jest współpraca wielu specjalistów. Dlatego też z uznaniem należy zaznaczyć, że Doktorantka taką współpracę skutecznie zdołała zorganizować i że jest członkiem ambitnego i zasłużonego zespołu badawczego w wielodyscyplinarnej branży.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że przedstawione badania, zwłaszcza terenowe, są badaniami najnowszymi – druga i trzecia publikacja, najbardziej związana z tematem i celem pracy, zostały świeżo opublikowane – odpowiednio w 2021 i w bieżącym 2022 roku.

Po zapoznaniu się z przedstawionym do oceny monotematycznym cyklem trzech artykułów naukowych pragnę zauważyć i podkreślić aktualność oraz ważność podjętych badań, szczególnie w kontekście zachodzących i przewidywanych zmian klimatycznych związanych z globalnym ociepleniem. Wzrost temperatury rocznej aktualnie na obszarze Polski szacować można na 0,3°C/dekadę. Mając na uwadze znaczący wpływ temperatury i rozjaśnienie atmosfery na produktywność torfowisk, należy stwierdzić, że ocieplenie klimatu stanowi obecnie istotną kwestię w ochronie tych ekosystemów. Ważność tego problemu Autorka podkreśla w każdej z trzech publikacji (I, II, III). Na forum Unii Europejskiej powstały dokumenty dotyczące ochrony i odbudowy torfowisk, które wpisują się idealnie w tematykę przedstawionej do oceny pracy doktorskiej, potwierdzając jej aktualność: *„Dyrektywa siedliskowa UE i sieć obszarów chronionych Natura 2000 są kluczowe dla ratowania torfowisk Europy. Na mocy dyrektywy na 8 700 obszarach Natura 2000 chronionych jest już 33 000 km² obszarów wodno-błotnych. Ponadto Komisja Europejska poprzez Strategię Bioróżnorodności do 2030 r. wzywa do odbudowy torfowisk i ich ścisłej ochrony. Jest to niezwykle ważne, ponieważ w Europie tylko 10% z nich jest obecnie w dobrym stanie”*.

Podsumowując osiągnięcie Doktorantki, należy podkreślić interdyscyplinarny charakter Jej badań. Przeprowadzone badania wykazały, że mgr inż. Kamila M. Harenda doskonale operuje wiedzą zarówno z dziedziny fizyki atmosfery, jak i klimatologii oraz bioklimatologii, ze szczególnym uwzględnieniem współczesnych zmian klimatu. Badania zostały wykonane w warunkach terenowych i mają konkretne znaczenie praktyczne. Uzyskane wyniki są aktualne nie tylko „tu i teraz”, ale mają perspektywę spodziewanych zmian klimatu. Wnoszą istotny wkład w poznanie i zrozumienie procesów atmosferycznych oraz interakcje bio-geo-chemiczne między samą atmosferą a ekosystemami różnego typu. Tak więc wartość naukową rozprawy doktorskiej mgr inż. Kamili M. Harendy należy ocenić pozytywnie. Stanowi ona ważny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Stosownie do art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami przedkładam Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Kamili M. Harendy do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom recenzowanej przeze mnie niniejszej pracy, wartość naukową przeprowadzonych badań oraz dorobek naukowy Autorki wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Kamili M. Harendy stosowną nagrodą.


.....
dr hab. inż. Agnieszka Ziarnicka-Wojtaszek, prof. URK

Kraków, 12 grudnia 2022 r.