



Kraków, 16.07.2023 r.

Dr hab. Inż. Anna Klamerus-Iwan, prof. URK
Katedra Inżynierii Ekologicznej i Hydrologii Leśnej
Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej **mgr Pauliny Dukat** pt.: „*Ocena wymiany wody i dwutlenku węgla pomiędzy różnowiekowymi lasami sosnowymi a atmosferą w skali drzewa i ekosystemu*”

Opracowanej pod kierunkiem promotora rozprawy: prof. UPP dr hab. Inż. Marka Urbaniaka oraz drugiego promotora: dr inż. Klaudii Ziemblińskiej.

Podstawa formalna

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny inżynieria środowiska górnictwo i energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, prof. dr hab. Mariusza Sojkę z dnia 30.05.2023 r. (nr WI-4000-24/2023), informujące o powołaniu uchwałą Rady Dyscypliny inżynieria środowiska górnictwo i energetyka z dnia 25.05.2023 r. mojej osoby na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Pauliny Dukat.

Wprowadzenie

Las stanowi nierozzerwalny i ulegający nieustannym przeobrażeniom związek gleby, atmosfery, flory i fauny a także jest naturalnym regulatorem obiegu wody i dwutlenku węgla. Ten swoisty zbiornik retencyjny przyczynia się do wydłużenia drogi i czasu obiegu wody w zlewni, wpływa na stosunki wodne ale także znacząco reguluje obieg dwutlenku węgla. Jednocześnie musimy pamiętać, że możliwości adaptacji drzewostanów do zmian klimatu są mocno ograniczone a długi okres wzrostu drzew powoduje, że są one szczególnie narażone na wystąpienie niekorzystnych warunków środowiskowych, które będą ograniczały ich wzrost, obniżały zdrowotność, a nawet prowadziły do zamarcia. Są miejsca w Polsce i Europie, gdzie nawet sosny są bardzo osłabione.

Na obszarze Polski coraz częściej występują wszystkie cztery etapy suszy: atmosferyczna, glebowa, hydrologiczna i hydrogeologiczna. Jednocześnie coraz częstsze są ulewne deszcze, które nie tak efektywnie zasilają profile glebowe. Niewystarczająca wilgotność gleb i susza atmosferyczna osłabia drzewostany czyniąc je bardziej podatnymi na silne wiatry, szkodniki owadzie, pożary i całą gamę chorób. Co więcej, występujące coraz częściej wiosenne susze będące efektem niskich sum opadów oraz braku pokrywy śnieżnej w miesiącach zimowych, utrudniają tak naturalne odnawianie się drzewostanu jak i sztuczne nasadzenia.



Z tego względu, podjęcie przez Kandydatkę do stopnia doktora badań dotyczących określenia wpływu suszy na obieg wody i węgla w drzewostanach sosnowych, w szczególności na ich transpirację, wzrost biomasy drzewostanów, fotosyntezę, a także zależności między tymi procesami – zarówno w skali drzewa jak i ekosystemu uważam za jak najbardziej celowe i w pełni uzasadnione zarówno od strony poznawczej jak i utylitarnej.

Ocena rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska składa się z trzech współautorskich [4-6 autorów] publikacji naukowych opatrzonych wspólnym tytułem „*Ocena wymiany wody i dwutlenku węgla pomiędzy różnowiekowymi lasami sosnowymi a atmosferą w skali drzewa i ekosystemu*”. Prace zostały opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym posiadających wskaźnik wpływu (Impact Factor):

1. Dukat P., Bednorz E., Ziemblińska K., Urbaniak M., Trends in drought occurrence and severity at mid-latitude European stations (1951–2015) estimated using standardized precipitation (SPI) and precipitation and evapotranspiration (SPEI) indices, 2022, Meteorology and Atmospheric Physics, DOI: 10.1007/s00703-022-00858-w. IF = 2,292 wg Journal Citation Reports (JSR); 70 pkt wg listy Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEN) z grudnia 2021.
2. Dukat P., Ziemblińska K., Olejnik J., Małek S., Vesala T., Urbaniak M., Estimation of Biomass Increase and CUE at a Young Temperate Scots Pine Stand Concerning Drought Occurrence by Combining Eddy Covariance and Biometric Methods, 2021, Forests, DOI: 10.3390/f12070867. IF = 3,282 wg JCR; 100 pkt wg listy MEN.
3. Dukat P., Ziemblińska K., Räsänen M., Olejnik J., Vesala T., Urbaniak M. Scots pine responses to drought investigated with eddy covariance and sap flow methods, 2023, European Journal of Forest Research, DOI: 10.1007/s10342-023-01549-w. IF = 3,140 wg JCR; 100 pkt wg listy MEN

Ponieważ publikacje wchodzące w skład dzieła przeszły już przez proces recenzji i musiały konkurować o miejsce w czasopismach z innymi pracami z całego świata, można z całym przekonaniem przyjąć, że prace te zostały uznane za nowatorskie, wnoszące do dziedziny istotnie nowe fakty i interpretacje. We wszystkich publikacjach Doktorantka jest pierwszą autorką, a jej wiodąca rola w ich powstaniu jest niewątpliwa (61%) - szacunki te znajdują potwierdzenie w dołączonych deklaracjach współautorów.

W skład przedstawionej rozprawy wchodzi także jednostronicowe streszczenie w języku polskim i angielskim oraz 21-stronicowy opis publikacji stanowiących rozprawę doktorską, podzielony na kilka głównych rozdziałów, tj.: wprowadzenie zawierające uzasadnienie wyboru tematu badawczego, cel pracy, metodyka, najważniejsze wyniki badań oraz podsumowanie wyników i wnioski. W dalszej części zamieszczono spis literatury, załączono wyżej wymienione artykuły oraz oświadczenia o udziale Kandydatki do stopnia doktora i współautorów o ich wkładzie w poszczególne publikacje.



Katedra Inżynierii Ekologicznej i Hydrologii Leśnej Wydział Leśny

Badania przedstawione w recenzowanej pracy są przykładem kompleksowego zastosowania kilku niezależnych metod, które pozwalają w sposób bezpośredni lub pośredni oszacować wartości strumieni wymiany netto węgla i pary wodnej pomiędzy lasem sosnowym a atmosferą, ale także ich składowe.

Wśród ujętych w badaniach składowych wspomnianych obiegów, znalazły się: transpiracja, ewapotranspiracja, stosunek opadów do transpiracji, produktywność pierwotna brutto, produktywność pierwotna netto, oddychanie ekosystemów, a także interakcje między tymi strumieniami wyrażone jako: efektywność wykorzystania wody, efektywność wykorzystania węgla. Ponadto, porównano dwa oszacowania transpiracji: wykorzystujące pomiary przepływu soków i uzyskaną przez wyodrębnienie ze strumienia ewapotranspiracji, zmierzonego systemem kowariancji wirów.

Dało to naprawdę mocne podstawy do realizacji wszystkich założonych celów rozprawy:

- (1) Określenie trendów w częstotliwości i intensywności suszy w Europie Środkowej i Wschodniej, gdzie sosna zwyczajna stanowi jeden z głównych gatunków lasotwórczych.
- (2) Określenie wpływu suszy na transpirację, fotosyntezę, wzrost biomasy oraz ich wzajemne relacje wyrażone efektywnością wykorzystania węgla i wody w wybranych ekosystemach sosnowych.
- (3) Określenie przydatności pomiarów przepływu soków na poziomie poszczególnych drzew w diagnostyce funkcjonowania lasu w skali ekosystemu, zwłaszcza w warunkach suszy.

Zastosowana metodyka nie budzi najmniejszych zastrzeżeń.

Zastosowano standaryzowany klimatyczny bilans wodny (SPEI) oraz znormalizowany wskaźnik opadów (SPI). Bezpośrednie pomiary strumieni wymiany CO₂ i H₂O przeprowadzono za pomocą systemów kowariancji wirów. Wykorzystano dendrometry opaskowe do pomiaru zmian pierśnicy przy jednoczesnym pomiarze przepływu soków (ang. *sap flow*). W celu wyznaczenia biomasy drzew, wykorzystano pomiary biometryczne oraz utworzono równania allometryczne korelujące biomasę. Monitorowano zawartość wody w mineralnej warstwie gleby. Badania prowadzono w 3 drzewostanach sosnowych w różnym wieku oraz posługiwano się bazami danych dla 6 europejskich miast.

Wyniki i kolejność opracowania ich w publikacjach wskazują na bardzo dobrze przemyślane postępowanie i możliwość realizacji celów od tych bardziej szczegółowych do nadrzędnych i podsumowujących.

Wykazano, że w strefie klimatu umiarkowanego Europy należy spodziewać się wzrostu średniej temperatury powietrza i częstotliwości występowania zjawiska suszy. Wykazano, że wystąpienie suszy wpłynęło negatywnie na jedną z najważniejszych składowych bilansu węgla lasów z punktu widzenia gospodarki leśnej – ilość produkowanego drewna. Podwyższona temperatura i dłuższe okresy bezopadowe miały swoje odzwierciedlenie w wyższej ilości dwutlenku węgla zasymilowanego w wyniku fotosyntezy jak i wyższą wartość oddychania ekosystemu.

Susza w nieco mniejszym stopniu wpłynęła na poziom transpiracji określonej dwiema metodami. Autorka zauważa, że może to mieć związek z dostępem drzew do głębszych poziomów wody glebowej.

Oceniono, że zastosowanie metody opartej na przepływie soków w drzewie jest wystarczającą techniką do prawidłowego monitorowania i diagnozowania kondycji drzew w monokulturach sosnowych bez wyraźnego podszyciu.



Katedra Inżynierii Ekologicznej i Hydrologii Leśnej Wydział Leśny

Doktorantka zauważyła, że funkcjonowanie sosny w czasie suszy odzwierciedla strategię drzew polegającą na minimalizowaniu strat wody na korzyść sekwestracji węgla.

Wyniki jednoznacznie wskazują, że w okresach deficytu wody i występowania suszy bieżące monitorowanie lasów pod kątem wykorzystania i dostępności wody prowadzone w sposób bezpośredni w czasie rzeczywistym, będzie miało coraz większe znaczenie nie tylko dla gospodarki leśnej, ale także lokalnego i globalnego bilansu węgla, wody i energii.

Dyskusje w każdej z publikacji są bardzo dojrzałe i przemyślane oraz wskazują na rozległą wiedzę i znajomość literatury oraz procesów i zależności ekologicznych.

Na uwagę zasługuje sprawne posługiwanie się również nomenklaturą z pogranicza leśnictwa, meteorologii oraz ekohydrologii.

Wniosek końcowy

Uważam, że zbiór publikacji stanowiących prace doktorską mgr Pauliny Dukat stanowi samodzielny dorobek naukowy w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Doktorantka poprawnie przedstawia problem badawczy, zaprojektowała i zrealizowała badania, wykazała się umiejętnością interpretacji otrzymanych wyników i znajomością literatury oraz z sukcesem opublikowała prace w wysoko punktowanych czasopismach (wg list MEN) indeksowanych w bazach JCR. Mgr Paulina Dukat wykazała się umiejętnością wykorzystania nowoczesnych metod laboratoryjnych i terenowych tym wymagających zastosowania zaawansowanej technologicznie aparatury badawczej oraz analiz statystycznych.

Udana realizacja zamierzonych badań świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu teoretycznym oraz posiadaniu kwalifikacji wymaganych do prowadzenia badań naukowych. Na uwagę zasługuje również umiejętność sprawnego i czytelnego opisanie swoich badań i wyników w języku polskim w części wprowadzającej do publikacji.

Oceniana rozprawa stanowi ważną pozycję w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych ponieważ porusza kwestię wymiany dwóch kluczowych elementów jakimi są woda i dwutlenek węgla w zmieniającym się klimacie oraz omawia rolę drzewostanów sosnowych.

Stwierdzam z pełnym przekonaniem, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Pauliny Dukat w postaci trzech publikacji naukowych opatrzonych wspólnym tytułem „Ocena wymiany wody i dwutlenku węgla pomiędzy różnowiekowymi lasami sosnowymi a atmosferą w skali drzewa i ekosystemu” spełnia wymagania obowiązujących przepisów i wnoszą o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, biorąc pod uwagę całokształt przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej mgr Pauliny Dukat, a w szczególności innowacyjny charakter rozwiązań metodycznych dających nowe możliwości wykorzystania zaawansowanych pomiarów terenowych wnioskuje o wyróżnienie dysertacji przez Rade Dyscypliny Nauki inżynieria środowiska górnictwo i energetyka.

Anne Kłomans - Iwan