

Dr hab. Jarosław Chormański, prof. SGGW
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Inżynierii Środowiska
Katedra Teledetekcji i Badań Środowiska
Ul Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Pauliny Dukat pt.

*„Ocena wymiany wody i dwutlenku węgla pomiędzy różnowiekowymi lasami
sosnowymi a atmosferą w skali drzewa i ekosystemu”*

1. Podstawa opracowania

Recenzję opracowano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, prof. Dr hab. inż. Mariusza Sojki z dnia 30 maja 2023 r.

2. Wstęp

Rozprawa doktorska Pani mgr Pauliny Dukat została przygotowana w Pracowni Meteorologii, w Katedrze Budownictwa i Geoinżynierii, Wydziału Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod kierunkiem Promotora Dr hab. inż. Marka Urbaniaka, Prof. UPP oraz promotor pomocniczej: Dr Klaudi Ziemblińskiej. Rozprawę doktorską stanowi spójny tematycznie zbiór trzech artykułów opublikowanych w znaczących czasopismach naukowych, w których Pani mgr Paulina Dukat jest pierwszą autorką tj:

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 lipca 2023.
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,

Artykuły stanowiące główną część rozprawy poprzedza 24 stronicowy autoreferat w języku polskim wraz z literaturą. Całość rozprawy z uwzględnieniem artykułów oraz autoreferatu zajmuje 88 stron. Do monografii dołączono zestawienie oświadczeń autorki oraz współautorów artykułów przedstawionych jako rozprawa doktorska. W każdym z trzech artykułów udział prac Pani mgr Paulina Dukat stanowił 61%. Oświadczenia pozostałych współautorów nie przekraczają wspólnie pozostałych 39% autorstwa w każdym z artykułów i potwierdzają tym samym udział Autorki rozprawy na poziomie 61%. Zaprezentowany wskaźnik autorstwa pracy na poziomie 61% oznacza, że wymienione artykuły zostały wykonane przede wszystkim przez Kandydatkę a współautorzy, co zresztą wszyscy oświadczają stanowili dla Niej zespół konsultacji prac.

3. Opis rozprawy

Rozprawa jest studium poświęconym ustaleniu trendów występowania suszy i określenie jej wpływu na obieg wody i węgla w drzewostanach sosnowych wybranych krajów Europy środkowej latach 1951–2015. Poszukując wpływu suszy na wybrane parametry ekosystemów sosnowych w szczególności autorka zajęła się analizą transpiracji, wzrostu biomasy drzewostanów, fotosyntezy, a także zależności między tymi procesami w skali drzewa jak i całego ekosystemu. W tym celu ze szczególną troską przeanalizowała wyniki pomiarów prowadzonych w dwuletnim okresie suszy występującej w latach 2018-2019.

W swojej pracy Autorka postawiła sobie za główny cel przedstawienie znaczenia monitorowania zależności strumieni wymiany węgla i wody od występowania suszy w ekosystemie leśnym różnymi metodami. W szczególności zwróciła uwagę na wydzielenie w analizach i skuteczne oszacowanie wielkości dominującego komponentu procesu parowania w ekosystemach leśnych jakim jest transpiracja. Dla realizacji tak postawionego celu głównego Autorka postawiła przed sobą trzy etapy jego realizacji - trzy cele szczegółowe:

- (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.

Dla realizacji tak przedstawionych celów szczegółowych i celu głównego Autorka przeprowadziła badania literaturowe i w związku z rozpoznanymi lukami w wiedzy, przed rozpoczęciem badań sformułowano następujące hipotezy:

1. wzrostowy trend występowania i intensywności suszy w ciągu ostatnich 50 lat będzie wyraźnie widoczny także w Europie Środkowo-Wschodniej, dla której nie jest to charakterystyczna cecha klimatu;

2. ekstremalna susza, jaka wystąpiła w poszczególnych miesiącach 2019 roku na

badanych obszarach leśnych, miała istotny wpływ na transpirację tych drzewostanów, fotosyntezę, efektywność wykorzystania wody i węgla oraz przyrost nowej biomasy;

3. transpiracja (T) oszacowana na podstawie pomiarów przepływu soków (TSF) jest bardziej odpowiednia do wykrywania skutków wywołanych suszą niż T uzyskane z pomiarów metodą kowariancji wirów EC (TEC).

W strukturze pracy wyróżnić można wspomniany już wcześniej autoreferat, w którym Autorka w sposób zwięzły i bardzo jasny umiejscowiła swoje badania na tle polskich i światowych kierunków badawczych w meteorologii ekosystemów leśnych, przedstawiła cel główny i cele szczegółowe oraz hipotezy badawcze pozwalające je uzyskać. Ponadto najważniejsze elementy pracy, takie jak zakres pracy, metodyka, wyniki oraz podsumowanie wyników uzyskanych w pracy. Jednocześnie na końcu autoreferatu zamieszczono spis literatury wykorzystanej w autoreferacie. Trzy publikacje zamieszczono jako główną część rozprawy zaraz po autoreferacie.

Pierwsza z publikacji składających się na rozprawę dotyczy rozważań nad pierwszą z hipotez i odnosi się do ocena trendów intensywności i częstotliwości występowania suszy w Europie Środkowej i Wschodniej na podstawie analizy przebiegów dwóch wskaźników: Standaryzowany klimatyczny bilans wodny (SPEI) oraz znormalizowany wskaźnik opadów (SPI), powszechnie stosowanych w diagnostyce i monitoringu intensywności i częstotliwości występowania susz. W pracy indeksy te zostały przez Autorkę obliczone dla wielolecia 1951-2015 dla 6 lokalizacji w Niemczech, Polsce, Węgrzech, Ukrainie i Rosji. Analiza przebiegu trendu SPEI sugeruje, wg Autorki, że we wszystkich badanych lokalizacjach susze najprawdopodobniej będą miały w najbliższej przyszłości jeszcze bardziej dotkliwy charakter o czym świadczy rosnący trend tego wskaźnika.

Analiza SPEI dla stanowisk badawczych będących pod opieką jednostki naukowej, w której Kandydatka prowadziła badania pozwoliły zidentyfikować okres najintensywniejszej suszy w wieloleciu w celu identyfikacji hipotezy badawczej nr 2 jaka wystąpiła w okresie 2018-2020 r. W okresie tym prowadzono pomiary strumieni CO₂ i ET metodą kowariancji wirów, które Kandydatka przeanalizowała w publikacji nr 2 (błędny podpis pod ryciną 4 w autoreferacie odnoszący się do wyboru okresu badawczego który zaczerpnięto z artykułu nr 2 a nie nr 1). Badania prowadzone w latach 2019-2020 nad ekosystemem sosnowym pozwoliły zweryfikować hipotezę i osiągnąć cel nr 2 a mianowicie określić stopień wpływu suszy na transpirację, fotosyntezę, wzrost biomasy oraz ich wzajemne relacje wyrażone efektywnością wykorzystania węgla i wody. Ekosystem w okresie suszy był stałym pochłaniaczem węgla.

W publikacji nr 3 analizowano proces transpiracji drzew odnosząc wartości obliczone metodą upscalingu pomiaru Sap Flow do wartości uzyskanych metodą kowariancji wirów. Uważam te badania za niezwykle ważne z uwagi na aspekt poznawczy transpiracji na tle całości parowania terenowego oraz znaczenia praktycznego jakim jest możliwość wykorzystania tańszej i bardziej popularnej metody sap flow do oceny wielkości i dynamiki procesu transpiracji na obszarach lasów monokultury sosnowej, dominującej w lasach wykorzystywanych gospodarczo. Wyniki badań w okresie suszy 2018-2020 pokazały skłonność ekosystemu sosny do stałego pochłaniania węgla przy jednoczesnej redukcji poboru wody na transpirację w całym sezonie wegetacyjnym.

4. Ocena poziomu naukowego pracy wraz z uwagami

Rozprawa podejmuje bardzo ważny problem z zakresu dyscypliny inżynierii

środowiska, energetyki i górnictwa jakim jest charakterystyka trendów i występowania suszy w ekosystemie sosnowym.

Podstawowy cel badawczy, jaki postawiła sobie do osiągnięcia Autorka pracy, został wg mnie przedstawiony dostatecznie jasno, a jego zrealizowanie opisane w wersji skrótowej w części autoreferatowej oraz w kolejnych publikacjach składających się na główną część pracy. Podsumowanie zostało wyraźnie podkreślone w autoreferacie oraz w trzech artykułach stanowiących rozprawę w ich części wnioskowej.

Badania zostały dobrze zaplanowane i przeprowadzone w sposób rzetelny, zostały też solidnie opisane i przeanalizowane.

Przedstawione wyniki omówione zostały na tle dobrze dobranej literatury. Prawidłowo sformułowane wnioski w pełni korespondują z celem i hipotezą przyjętymi dla realizacji pracy i wynikają wprost z rezultatów badań.

Dysertację jako pracę całościową oceniam bardzo dobrze i nie dostrzegam w niej istotnych uchybień merytorycznych lub formalnych. Uwagi krytyczne i o charakterze dyskusyjnym, w sumie nieliczne, które przedstawiłem w recenzji nie osłabiają mojego dobrego zdania o pracy. Większość z moich uwag wynika głównie z innego niż preferowane przez Recenzenta podejścia do terminologii naukowej, jaką stosują hydrologi (należę do szacownego grona hydrologów), która może być odmienna niż stosowana przez meteorologów.

Należy w tym miejscu docenić nowatorskość podjętej tematyki badawczej uwzględniającej wykorzystanie współczesnej metodologii pomiarowej i analitycznej w tym mam na myśli wykonywania pomiarów kowariancyjnych (Eddy covariance) i przepływu strumieni w pniu drzewa (Sap flow). Metody jak najbardziej światowego formatu i w praktycznym zastosowaniu w Polsce prowadzone w kilku zaledwie ośrodkach. Pomiarów metodą kowariancji wirów należą do najdokładniejszych, kompleksowych i dosyć drogiej metod, jednocześnie wymagają dużej uważności i wiedzy stąd nie są powszechnie stosowane. Mają też pewne ograniczenia co do jednorodności obszaru badawczego i w związku z tym często mają wymiar lokalny (zwykle kilkuset metrów promienia pola pomiarowego - foot print) jednocześnie przy dobrze dobranym obszarze badawczym charakteryzują stan całego ekosystemu, jeśli jest on typowy to mogą być ekstrapolowane na obszary podobnych ekosystemów. Analiza pracy daje mi odpowiedź, że jej Autorka zdaje sobie sprawę z tych ograniczeń i zalet metody, porusza się po niej bardzo swobodnie a uzyskane przez nią wyniki wzbudzają zaufanie. Wykorzystanie do porównania metody upscalingu pomiarów wykonanych metodą Sap flow wydaje mi się bardzo istotne w sensie praktycznym, jest to metoda częściej stosowana, łatwiejsza do użycia i w sytuacji ograniczeń ekonomicznych bardziej popularna. Autorka bardzo precyzyjnie wykazała jej ograniczenia przy opisie ruchu wody ograniczone do głównego pnia drzewa, co w praktyce uszczupla wyniki pomiarów o elementy podszytu w ekosystemie leśnym. W przypadku dominujących lasów nasadzeniowych sosny, w których podszyt się nie wykształca, metoda Sap flow może być używana powszechnie. Dodatkowo należy docenić wykorzystywanie przez autorkę dostępnych światowych baz danych meteorologicznych, umożliwiających wykonanie obliczeń porównawczych w skali regionalnej na poziomie Europy. Ma to szczególne znaczenie w przypadku analiz zmian klimatu gdzie bez szerszego kontekstu geograficznego trudno o interpretację trendów zmian. Autorka dokonała ewaluacji dostępnych danych zastosowała je jako wstępny materiał dla poszukiwań szczegółowych zagadnień badawczych.

Jakkolwiek bardzo wysoko oceniam merytoryczny poziom pracy w tym zarówno dobór metod pomiarowych jak i uzyskane wyniki analityczne, niemniej chciałbym odnieść się do kilku

niedopracowanych fragmentów pracy, których wymiana tutaj nie może być jednak traktowana jako obniżenie jej ogólnej bardzo dobrej oceny.

Pierwsze pytanie odnosi się do oznaczeń na Rycinie 1 w części autoreferatu, pokazującego obieg wody i węgla w ekosystemie leśnym/sosnowym. Autorka używa sformułowania-terminu Ewaporacja z gleby, Ewaporacja z „powirchni” wody (tutaj zdarzyła się jedna z niewielu literówek w autoreferacie) Intercepcja. Jako hydrolog szkoły UW prowadzący również w przeszłości wykłady z hydrologii na SGGW muszę zareagować, gdyż w szkołach o których piszę powszechnie w użyciu jest termin *Parowanie*. Termin *Parowanie* terenowe odnosi się do całości Ewapotranspiracji i zawiera w sobie m.in. *Parowanie z wilgoci glebowej*, *Parowanie z powierzchni wody* (i ten element *Parowania* zwykle utożsamiamy z *Ewaporacją*), *Parowanie z intercepcji*, który jest procesem opróżniania zbiornika retencyjnego *Intercepcji*. Szczególnie w przypadku terminu *Intercepcja* zarezerwowanego dla definiowania formy retencji wody deszczowej na powierzchni, który Autorka stosuje dla opisu procesu *parowania z intercepcji* (na co wskazują niebieskie strzałki na rysunku) nie jest właściwe. Myślę, że to nie są kluczowe sprawy dla oceny poziomu naukowego pracy jak Doktorantka nazywa elementy składowe *Parowania*, których w pracy nie opisuje szczególnie dokładnie, że w dobie wymiany myśli akademickiej odbywającej się w znakomitej większości w języku angielskim przywiązanie i dbałość o właściwą terminologię naukową języka polskiego jest często na drugim miejscu. Niemniej jednak chciałbym zauważyć ten mankament w nadziei, że w przyszłej karierze (o ile jej część odbywać się będzie w Polsce) Autorka zwróci uwagę na terminologię wykorzystywaną lokalnie w języku Polskim, szczególnie w przypadku pracy wykładowcy. Chciałbym prosić o rozwinięcie tematu stosowania terminologii naukowej podczas obrony, abyśmy wspólnie zastanowili się, czy to jest różnica w terminologii naukowej różnych zespołów badawczych czy może jednak pomyłki wynikające z nieprecyzyjnego tłumaczenia terminów przez Doktorantkę.

Po drugie chciałbym zwrócić uwagę na nierówny sposób przygotowania rycin do Autoreferatu. Część z nich została przygotowana specjalnie tylko dla celów przedstawienia nam uproszczonej formie wyników prac – i te ryciny wykonano z opisami w języku polskim. Druga kategoria rycin to takie, które Autorka zaczerpnęła bezpośrednio ze swoich publikacji. Te nie zostały opracowane specjalnie dla autoreferatu - nie został zmieniony język opisów na rysunkach. Wynika to zapewne z przyspieszonego czasu jaki miała Autorka na przygotowanie rozprawy, wiem że tego czasu nigdy nie ma dość, jednak tego typu niedopracowania mogą finalnie zaważyć na wyróżnieniu bądź braku wyróżnienia rozprawy. Mogę sobie również wyobrazić, że to zamierzony cel, da się to zapewne logicznie wytłumaczyć, jednakże mi osobiście przeszkadza brak jednorodności w podejściu do opracowania rycin. Poza tym w przypadku ryciny 4 pochodzi ona z publikacji nr 2 a nie jak błędnie podała Autorka z publikacji nr 1.

Trzeci mankament jaki widzę w Autoreferacie możliwe, że też nie jest tak istotny, możliwe, że wynika z naszych regionalnych przyzwyczajzeń, jednak chciałbym zwrócić uwagę na brak podrozdziału o nazwie **Wnioski** w części autoreferatowej a zamiast oczekiwanego przeze mnie podrozdziału pojawia się **Podsumowanie**. Otóż można dyskutować, czy stosowana terminologia ma jakieś znaczenie czy też nie ma, jednak w moim odczuciu **Wnioski** mają większą moc niż **Podsumowanie**. **Podsumowanie** stosujemy gdy nie mamy silnych wniosków, podczas gdy Autorka udowadnia postawione hipotezy badawcze i osiąga w pracy postawiony cel główny.

Czwarty mankament to raczej nietypowość sytuacji niż błąd Autorki, a wiąże się z trzecim w tym sensie, że nie znalazłem również podrozdziału **Wnioski** w publikacji nr 1. Zaraz

po dyskusji w artykule pojawia się prezentacja załączników i spis literatury. W standardzie pisania prac naukowych jest to zwykle nietypowa sytuacja. Większość prac naukowych posiada na końcu podrozdział/paragraf o nazwie **Wnioski**. Jednakże prezentowany w rozprawie artykuł został dopuszczony do druku przez bardzo dobry zespół Edytorski (sprawdziłem również u wydawcy – nie jest to błąd opuszczenia części artykułu podczas umieszczania go w rozprawie). W tej sytuacji moja skromna osoba musi sytuację zaakceptować a w swojej recenzji wskazuję tę nietypowość lecz nie chciałbym oceniać jej negatywnie. Bardzo proszę jednak o wyjaśnienie podczas obrony powodu takiej a nie innej decyzji o strukturze artykułu.

Piąte to już pytanie do Autorki o opinię na podstawie wiedzy uzyskanej podczas prac badawczych. Niezmiernie ciekawy dla mnie jest artykuł nr 3 i uzyskane wyniki w postaci transpiracji uzyskanej metoda Sap Flow oraz części transpiracji oddzielonej od całkowitej ewapotranspiracji będącej wynikiem zastosowania metody kowariancji wirów zastosowanych dla ekosystemu sosnowego. Jakkolwiek nie zgadzam się (co już pisałem) z określeniem ewaporacja dla różnicy pomiędzy tymi dwoma pomiarami niemniej jest ona wynikiem wzajemnego złożenia dwóch procesów związanych z opróżnianiem zbiornika wody intercepcji czyli parowania z powierzchni zwilżonej po deszczu oraz opróżnianiem zbiornika wilgoci glebowej poprzez proces parowania z gruntu. Chciałbym poprosić o odniesienie się do uzyskanych wyników i danych pomiarowych i oszacowanie wartości parowania z intercepcji i wilgoci glebowej. Czy Autorka jest w stanie przedstawić sposób ujęcia lub obliczenia zmian stosunku obu tych wartości w czasie?

Powyższe uwagi Autorka, mam nadzieję, wykorzysta do przygotowania do przemysłów nad metodami prezentacji pracy i wyjaśni swoją motywację w przyszłości podczas obrony. Jednakże w samym autoreferacie nie zauważyłem również istotnej dla mnie elementu jaki jest skupienie się chociaż na krótko na perspektywach rozwinięcia tematyki badawczej w przyszłości. Nauka to nieustanny proces poznania działający w taki sposób, że uzyskane wyniki dziś implikują wprowadzenie w przyszłości modyfikacji lub po prostu wskazują na kolejny etap prac badawczych, które nie zmieściły się w ograniczeniach czasowych i merytorycznych jednej rozprawy doktorskiej. W związku z tym prezentacja rozprawy doktorskiej wymaga aby podać perspektywy kontynuacji prac badawczych w przyszłości w tematyce omawianej w pracy, ocenić czego nie udało się zrealizować, na co miało się ochotę ale nie pozwolił na to ograniczony czas dwuletniego okresu obserwacji lub np. tematyki pobocznej, na którą nie pozwolił Promotor dbający o koherentność przekazu. Bardzo proszę więc Autorkę o uzupełnienie tego zagadnienia i przedstawienie podczas obrony perspektyw i ograniczeń dalszej kontynuacji prac badawczych, na których skupiła się podczas rozprawy oraz możliwości rozszerzenia prac badawczych w innych kierunkach badawczych.

Mam nadzieję, że uwagi które poczyniłem nie zniechęcą Autorkę do dalszych prac badawczych i rozwoju naukowego. Nie są to uwagi merytoryczne lecz raczej formalno terminologiczne i strukturalne. Sama praca w mojej ocenie jest bardzo dobra tematyka badawcza ciekawa a zastosowana metodyka na poziomie światowym.

5. Ocena dorobku publikacyjnego Kandydatki

Pani mgr Pauliny Dukat jest autorką czterech prac zamieszczonych w bazie głównej Web of Science (WoSc Core Collection), z których trzy wchodzi w skład jej doktoratu. Jedna z nich, ta która nie weszła w skład rozprawy została opublikowana w 2019 roku w branżowym czasopiśmie z IF = 1,2, 70 pkt na liście ministerialnej). W publikacji tej nie znajduje się na pierwszym miejscu. Pozostałe Artykuły Kandydatka włączyła do rozprawy (jest też ich

pierwszą autorką) publikowane w kolejnych latach 2021, 2022 i 2023. Na uwagę zasługuje fakt, że artykuł z 2022 roku w czasopiśmie METEOROLOGY AND ATMOSPHERIC PHYSICS (IF 2,0) był cytowany już 10-cio krotnie co należy uznać za bardzo dobry wynik dla rocznego pobytu artykułu w bazie. Pozostałe dwie pozycje zamieszczone w bazie były cytowane jednokrotnie. Identycznie dorobek Kandydatki kształtuje się w bazie Scopus, w której odnotowano te same 4 publikacje. Umieszczenie wszystkich czterech artykułów w bazach o zasięgu międzynarodowym jest niewątpliwie ważnym osiągnięciem Kandydatki.

Index Hirsch'a wynosi Kandydatki wynosi 1 (Suma cytowań 12). Wszystkie artykuły zostały napisane w języku angielskim.

Analizując dorobek Kandydatki chciałbym podkreślić, że jest on wystarczający dla poziomu rozwoju naukowego stopnia naukowego doktora w dyscyplinie inżynieria środowiska energetyka i górnictwo a poruszana tematyka badawcza adekwatnie wpisuje się w problematykę dyscypliny inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki.

6. Wniosek końcowy

Praca doktorska Pani mgr Pauliny Dukat obejmuje ważną z punktu widzenia dyscypliny inżynierii środowiska, energetyki i górnictwa problematykę wymiany parowania i wymiany CO₂ na obszarach lasów sosnowych w czasie zmieniającego się klimatu. Wyniki te stanowią niewątpliwie oryginalny wkład Autorki w tak określoną tematykę badawczą. Przeprowadzone badania oraz analiza wyników są na bardzo wysokim poziomie naukowym, w których zastosowane zostały urządzenia pomiarowe, których prawidłowe zastosowanie leży w zakresie wiedzy ledwie kilku ośrodków badawczych w Polsce. Zarówno jakość tych badań jak i uzyskane wyniki ocenić należy jako wyróżniające. Autorka rozprawy wykazała się umiejętnością stawiania problemu badawczego oraz kompleksowego rozwiązywania, a w przeprowadzonej analizie badawczej wykazała się dużą sumiennością i docieklivością naukową oraz bardzo dobrym warształem statystycznym.

Recenzowana rozprawa spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki, oraz ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Chciałbym jednoznacznie stwierdzić, że jej Autorka sprostała wymaganiom stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Ponadto Autorka wykazała się wyróżniającymi umiejętnościami sumarycznego podejścia do pracy a jej 4 publikacje zamieszczono w czasopiśmie o wysokiej renomie międzynarodowej, których ocena punktowa wg listy ministerialnej zrównująca z lokalnymi czasopismami czasem może być myląca.

W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pani mgr Pauliny Dukat pt. **„Ocena wymiany wody i dwutlenku węgla pomiędzy różnowiekowymi lasami sosnowymi a atmosferą w skali drzewa i ekosystemu”** do publicznej obrony. Jednocześnie składam wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr Pauliny Dukat.

Warszawa, dnia 24.08.2023r.

dr hab. Jarosław Chormański, prof. SGGW

