



dr hab. Damian Chmura, prof. ATH  
Akademia Techniczno-Humanistyczna  
w Bielsku-Białej  
e-mail: dchmura@ath.bielsko.pl

Bielsko-Biała, 30 marca 2023 r.

## RECENZJA

pracy doktorskiej Pani Mgr **Agaty Zakrzewskiej** pod tytułem „**Wykorzystanie danych termalnych pozyskanych z pułapu lotniczego do określania stanu zdrowotnego wybranych gatunków drzew**”, wykonanej w Katedrze Biogeografii, Paleoekologii i Ochrony Przyrody na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego w Łodzi pod kierunkiem promotora dr hab. Dominika Kopcia, prof. UŁ i promotora pomocniczego dr inż. Adriana Ochtyry.

### Ocena formalna rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest zbiorem trzech publikacji wydanych w uznanych czasopismach naukowych. Pierwszy artykuł pt. „*Canopy temperatures of selected tree species growing in the forest and outside the forest using aerial thermal infrared (3.6–4.9  $\mu\text{m}$ ) data*” został wydany w czasopiśmie *European Journal of Remote Sensing*, druga praca to publikacja pt. „*Remote sensing of bark beetle damage in Norway spruce individual tree canopies using thermal infrared and airborne laser scanning data fusion*” w czasopiśmie *Forest systems* i trzeci artykuł to z kolei praca z czasopisma *Urban Forestry & Urban Greening* pod tytułem „*Can canopy temperature acquired from an airborne level be a tree health indicator in an urban environment?*”. Wszystkie prace są współautorskie co jest domeną współczesnej nauki zwłaszcza gdy dorobek publikowany jest w światowych prestiżowych periodykach naukowych. Liczba autorów wynosi 2 lub 4 i zawsze Pani Agata Zakrzewska jest pierwszym autorem, lecz nigdzie nie pełniła funkcji autora korespondencyjnego. Wedle oświadczeń autorów Doktorantka swój udział wyceniła od 50% do 60% i uczestniczyła w zbieraniu materiału, analizach statystycznych, pisaniu manuskryptów i co może najważniejsze

### **Katedra Ochrony i Inżynierii Środowiska**

- przygotowywała odpowiedzi dla recenzentów i poprawiała prace zgodnie z ich sugestiami i uwagami redaktorów. Współczynnik wpływu czasopism, w których wyszły drukiem publikacje, waha się od 3,168 do 5,766, czyli jest dość wysoki podobnie jak punktacja ministerstwa od 70 pkt do 140 co lokuje te czasopisma, co najmniej, w średniej i wysokiej półce czasopism z zakresu ekologii i nauk środowiskowych.

Wyżej wymienione artykuły będące zasadniczą częścią pracy zamieszczono w załącznikach do tekstu, który jest omówieniem rozprawy doktorskiej. Na 25 stronach przedstawiono wstęp, cel pracy, materiał i metody oraz opis wyników, którego treść podzielono nawiązując do dołączonych publikacji. Do tej części dołożono listę piśmiennictwa obejmującą 43 pozycje oraz streszczenia.

Oprócz przedstawionych w/w składowych pracy doktorskiej Doktorantka zamieściła informację o pozostałym dorobku naukowym co nie jest wymagane, lecz interesujące bo pokazuje tło jej zainteresowań naukowych czyli badania teledetekcyjne. Dowiadujemy się, że rozprawa doktorska stanowi  $\frac{3}{4}$  dorobku opublikowanego w czasopismach z listy JCR oraz, że wielokrotnie bo aż 8 razy wyniki jej badań były prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach.

### **Charakterystyka merytoryczna prac wchodzących w skład dysertacji doktorskiej**

Cel ogólny pracy doktorskiej jest już zasugerowany w jej tytule, czyli w pytaniu o możliwość wykorzystania danych termalnych z pułapu lotniczego do oceny zdrowotnej drzew. Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej są poświęcone realizacji następujących po sobie mniejszych celów badawczych. Są spójne, jednorodne pod względem tematycznym i w kolejności ukazywania się stanowią uzupełnienie poprzednich badań. Artykuł z *European Journal of Remote Sensing* przedstawia analizę zmian temperatury korony drzew dla pięciu gatunków *Quercus rubra*, *Q. petraea*, *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia* oraz *Pinus sylvestris*. Autorzy postawili sobie za cel odpowiedź na pytania czy promieniowanie w zakresie fal 3,6-4,9  $\mu\text{m}$ , dotąd niestosowanym w podobnych badaniach, nadaje się do oceny temperatury korony; czy są różnice między badanymi gatunkami drzew oraz czy otoczenie ma wpływ na temperaturę drzewa. Do badań wybrano teren naturalny tj. obszar Wielkopolskiego

### Katedra Ochrony i Inżynierii Środowiska

Parku Narodowego i zbadano łącznie 400 drzew referencyjnych. Wykorzystano także dane termalne, skanowanie laserowe oraz dane hiperspektralne, które zebrano razem jednego dnia z początkiem lipca. Sposób zaprojektowania badań tj. podział na 4 bloki badawcze w terenie, dobór gatunków, ustalenie warunków pomiarów, aby wyeliminować ewentualne zakłócenia nie budzi żadnych zastrzeżeń. Szkoda jedynie, że nalotów nie można było powtórzyć w inne dni, ale rozumiałe jest, że badania teledetekcyjne przy użyciu samolotów wiążą się z pewnymi ograniczeniami. W opublikowanej pracy znalazł się błąd, otóż na rycinie 5, na stronie 319 jest podpis *Juglans regia*. W teście nie znalazłem odwołania do tego gatunku. Wygląda na to, że jest to pomyłka i zamiast podpisu pod zdjęciem termalnym koron robinii akacjowej znalazł się podpis orzecha włoskiego. Brakuje mi też w tej pracy oraz w pozostałych artykułach informacji czy uwzględnione zostały wszystkie założenia dla analizy wariancji tj. czy homogeniczność wariancji została sprawdzona. Nie spełnienie tych wymogów i tak nie miałyby wpływu na wyniki, lecz uczyniłoby zadość formalnym warunkom dla testów parametrycznych.

W drugiej pracy zatytułowanej "*Remote sensing of bark beetle damage in Norway spruce individual tree canopies using thermal infrared and airborne laser scanning data fusion*" autorzy podjęli się próby wykorzystania danych termalnych do oceny stopnia osłabienia kondycji świerku z powodu gradacji kornika drukarza. Tym razem jako teren badań wybrano Wigierski Park Narodowy. W badaniach terenowych wytypowano 340 drzew referencyjnych do oceny stanu zdrowotnego drzew. Skala określająca kondycję drzew była dość prosta, obejmuje raptem trzy stopnie: drzewa zdrowe, o osłabionej kondycji i martwe. W przypadku badań z wykorzystaniem metod teledetekcji taka skala jest akceptowalna. W zbiorze danych do walidacji wybrano 170 drzew świerku. Wyniki oparte o fotointerpretację i segmentację porównano ze zbiorem walidacyjnym. Nie do końca autorom powiodło się to badanie. Skuteczność identyfikacji drzew martwych była dość niska jedynie 5 z 50 drzew prawidłowo sklasyfikowano jako martwe, natomiast największą dokładność uzyskano dla drzew o osłabionej kondycji gdyż wszystkie zostały poprawnie sklasyfikowane. W przypadku drzew zdrowych to 64 ze 100 właściwie zostało ocenionych. Biorąc pod uwagę ogólny cel pracy a zatem znalezienie narzędzi szybkiego ostrzegania i wychwytywania przypadków



### **Katedra Ochrony i Inżynierii Środowiska**

osłabionej kondycji spowodowanej atakiem kornika drukarza to wyniki tej publikacji są cenne dla ochrony przyrody i gospodarki leśnej.

Trzecia publikacja (*Can canopy temperature acquired from an airborne level be a tree health indicator in an urban environment?*) dotyczy temperatury korony jako wskaźnika zdrowia drzew w warunkach miejskich. Za przykład środowiska miejskiego autorzy wybrali centrum Warszawy gdzie zbioru danych teledetekcyjnych dokonano nocą i w dzień w godzinach około południa. Różnica czasu między dwoma seriami to 12 dni. Nie jest krótka, ale też nie tak duża, aby zmiany fenologiczne mogły mieć wpływ na wyniki. W tej pracy wzięto pod uwagę wnioski z pracy wcześniejszej, opublikowanej w *European Journal of Remote Sensing* dotyczące pory dnia nalotów. W tym badaniu wyselekcjonowano 617 drzew referencyjnych pięciu gatunków takich jak: klon zwyczajny, klon jawor, kasztanowiec zwyczajny, lipa drobnolistna oraz lipa krymska. Wszystkie gatunki drzew są pospolitymi drzewami używanymi w tworzeniu zieleni urządzonej czy tzw. zielonej infrastruktury stąd wyniki badań są przydatne dla służb opiekujących się zielenią miejską w Polsce i w Europie Centralnej. Za miarę kondycji zdrowia drzew posłużyła czterostopniowa skala przebarwienia liści oparta o procent przebarwienia korony drzew. Dane teledetekcyjne obejmowały dane termalne, skanowanie laserowe oraz zobrazowanie RGB/CIR. Wykazano, że wraz ze wzrostem przebarwienia liści wrasta temperatura korony drzew. Zaobserwowano istotność różnic między temperaturą drzew o różnej klasie kondycji. Ciekawym wynikiem jest fakt utrzymywania się różnic między drzewami zdrowymi a resztą także w nocy, jednakże różnica była tutaj mniejsza. Podobnie jak w poprzednich dwóch pracach badania mają duży potencjał aplikacyjny i wyniki badań mogą mieć szerokie zastosowanie praktyczne.

### **Wniosek końcowy**

Na podstawie przeprowadzonej oceny stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Agaty Zakrzewskiej spełnia warunki określone w artykułe 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym.

Zwracam się zatem do Komisji ds. Stopni Naukowych w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne Uniwersytetu Łódzkiego z wnioskiem o jej



**Katedra Ochrony i Inżynierii Środowiska**

przyjęcie oraz wnoszę o dopuszczenie Kandydatki do stopnia doktora do dalszych etapów postępowania doktorskiego.

Biorąc pod uwagę walory poznawcze, aplikacyjne i nowatorstwo zastosowanych technik badawczych uważam, że praca zasługuje na wyróżnienie.

Uzasadniając ten wniosek chcę podkreślić, że:

1) miarą jakości prac jest m.in. miejsce publikacji. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach z listy JCR ze średnią 103 pkt z czego 1 publikacja jest w czasopiśmie za 140 pkt. Zostały opublikowane w przeciągu dwóch lat z czego dwie ostatnie w jednym roku. Wygląda na to, że na etapie złożenia do druku musiały być dobrej jakości, skoro szybko przeszły proces recenzji.

2) Niewątpliwie, publikacje wnoszą coś nowego do wiedzy o możliwościach badania stanu zdrowia drzew. Autorzy przyjęli zakres promieniowania w zakresie fal 3,6-4,9  $\mu\text{m}$ , który nie był dotąd stosowany. Praca doktorska nie opiera się na testowaniu hipotez ogólnie znanych, na nowym terenie lub nowym obiekcie co jest dominującym trendem w badaniach podstawowych, lecz rzeczywiście jest nowatorska.

3) Oprócz ważnych treści merytorycznych wzbogacających wiedzę ekologiczną praca ma znaczenie aplikacyjne, dające się wykorzystać w monitoringu drzewostanów zarówno na terenach leśnych, od naturalnych siedlisk po lasy gospodarcze, aż po miejską zielenią urządzoną.

4) Wszystkie te cechy nie miały by znaczenia, gdyby były wątpliwości związane z wystarczającym udziałem Doktorantki w pracach badawczych. Ufając treściom oświadczeń wszystkich autorów udział Pani mgr Agaty Zakrzewskiej obejmuje wszystkie etapy pracy naukowej od zbioru danych, poprzez ich analizę i opracowanie aż po krytyczne podejście do swojego materiału i konfrontowanie się z opiniami recenzentów i wyciąganie wniosków co do dalszych badań.

Damian Chmura

