

dr hab. inż. Sławomir Mikrut, Prof. AGH  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie  
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska  
Katedra Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska  
i Inżynierii Przestrzennej  
Al. Mickiewicza 30  
30-059 Kraków  
smikrut@agh.edu.pl

Kraków, 31 grudnia 2024 r.

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej mgr Adama Bieleckiego**

**na temat :**

***„Metoda określania wielkości zasobów zieleni miejskiej w miejscu zamieszkania i jego sąsiedztwie z wykorzystaniem technik teledetekcyjnych”***

### **1. Podstawa formalna opracowania recenzji**

Podstawą formalną opracowania recenzji jest postanowienie Komisji Uniwersytetu Łódzkiego ds. stopni naukowych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku podjętą na posiedzeniu w dniu 30.10.2024 wraz z pismem z dnia 31.10.2024 r. skierowanym do recenzentów.

Promotorem rozprawy doktorskiej był Pan dr hab. inż. Krzysztof Będkowski, prof. UŁ.

## 2. Ocena istotności i aktualności tematu

Tematyka rozprawy doktorskiej mgr Adama Bieleckiego jest niezwykle istotna w kontekście współczesnych wyzwań związanych z urbanizacją, zmianami klimatycznymi oraz rosnącą potrzebą poprawy jakości życia mieszkańców miast. Współczesne miasta zmagają się z problemem nierównomiernego dostępu do terenów zieleni, co wpływa zarówno na aspekty środowiskowe, jak i społeczne. Tereny zielone miejskie pełnią kluczową rolę w adaptacji miast do zmian klimatycznych poprzez pochłanianie dwutlenku węgla, poprawę jakości powietrza oraz regulację temperatury. Zaproponowana metodyka wspiera lepsze zarządzanie tymi zasobami.

Tematyka ma również znaczenie społeczne. Opracowane wskaźniki pozwalają na identyfikację obszarów deficytowych, co ma istotne znaczenie dla polityki urbanistycznej oraz planowania przestrzennego, szczególnie w kontekście sprawiedliwości społecznej i poprawy zdrowia mieszkańców. Praca ma również aspekt praktyczny: rozwiązania zaprezentowane w pracy mają potencjał praktycznego wdrożenia przez samorzady lokalne i inne instytucje odpowiedzialne za zarządzanie przestrzenią miejską, co czyni tę pracę szczególnie wartościową z perspektywy praktyki.

W mojej opinii podjęty w rozprawie problem badawczy jest aktualny i ważny, a także bardzo mocno osadzony w realiach i ma znacznie praktyczne.

W Polsce nie obowiązuje jeden sposób inwentaryzacji zieleni, który miałby określone jednorodne wytyczne, dlatego poruszony problem badawczy czyli jest opracowanie sposobu wyznaczania stopnia zazielenienia miast o dużej powierzchni (powyżej 150 km<sup>2</sup>) jest tym bardziej cenny.

Należy również podkreślić, że proponowane techniki teledetekcyjne w odniesieniu do zieleni miejskiej mają już swoje pierwsze zastosowania praktyczne: mapy korony drzew, stanu roślinności w oparciu o teledetekcję hiperspektralną i inne. Idziemy zatem w dobrym kierunku czego podkreśleniem są wyniki tej pracy.

### 3. Cel i problematyka badawcza rozprawy doktorskiej

Cel pracy został jasno sprecyzowany w rozdziale 2 rozprawy na stronie 17 i brzmi następująco:

*"Głównym celem niniejszej rozprawy jest opracowanie sposobu (metody) wykorzystania darmowych i ogólnodostępnych danych teledetekcyjnych oraz fotogrametrycznych do przedstawienia rzeczywistego stanu terenów zieleni w dużych aglomeracjach miejskich".*

W dalszej kolejności Doktorant zaproponował metodę spełniająca następujące założenia:

1. Korzysta z publicznych, darmowych danych przestrzennych (brak kosztów i konieczności zamawiania specjalistycznych danych, brak konieczności samodzielnego zbierania danych),
2. Jest względnie łatwa w implementacji,
3. Wykorzystuje dane przestrzenne, będące w posiadaniu urzędów,
4. Nie wymaga stosowania zaawansowanego sprzętu komputerowego (Bielecki, 2019),
5. Jest niezależna od fizjonomii i morfologii miasta,
6. Uniwersalna dla miast klimatu umiarkowanego,
7. Rezultaty końcowe są kompatybilne (porównywalne) z obecnymi danymi.

W dalszej kolejności podał i opisał proponowane metody badawcze. Opierały się one na istniejących wskaźnikach takich jak indeks NDVI, bazując na satelitarnych obrazach wielospektralnych oraz na chmurze punktów LiDAR będącej wynikiem lotniczego skaningu laserowego. Doktorant posłużył się również wskaźnikiem VHM (ang. *Vegetation Height Model* – Wysokościowy Model Roślinności), który obliczono za pomocą sklasyfikowanej chmury punktów LiDAR. Oba wskaźniki są znane i prawidłowo wybrane i zdefiniowane przez Doktoranta. W ramach metodyki Doktorant zaplanował również inwentaryzację terenową, a także wykorzystanie punktów wysycenia dochodząc na końcu do wskaźników zazieleniania. Wykorzystał również wskaźniki niedoboru zieleni i udziału w zieleni.

**Zdefiniowane głównego celu oraz problematyki badawczej stanowi w mojej opinii spójną całość potwierdzoną badaniami opisanymi w załączonych publikacjach.**

Celem zweryfikowania hipotez badawczych Doktorant zebrał dostępne materiały, prawidłowo przeprowadził eksperymenty oraz bardzo szczegółowo je opisał w dobrych czasopismach naukowych.

Założone początkowe osiągnięcie naukowe i cel badawczy miał zostać udowodniony poprzez przeprowadzone eksperymenty na podstawie odpowiednio zebranych materiałów oraz prawidłowo zdefiniowanej - w mojej opinii - metody badawczej.

**W mojej opinii postawiony w rozprawie cel badawczy został osiągnięty, a wykazanie jego słuszności ma zarówno aspekt poznawczy jak i duże znaczenie praktyczne.**

#### **4. Ocena pracy wraz z uzasadnieniem**

Ocena została przygotowana wg wytycznych Przewodniczącego Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku i załączonych do pisma przewodniego. Ten punkt recenzji została przygotowany jako odpowiedź na postawione w wytycznych pytania.

##### **4.1 Przedstawienie informacji o ocenianej rozprawie doktorskiej**

- tytuł rozprawy doktorskiej stanowiący podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora.

W mojej opinii tytuł rozprawy został sformułowany prawidłowo i w pełni odzwierciedla jej pracę, która składa się z części opisowej i załączonych publikacji.

- ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych.

Rozprawa doktorska składa się z części głównej i załączników w postaci siedmiu spójnych tematycznie publikacji opisanych w przedstawionej rozprawie.

Na pracę składa się zatem:

- streszczenie,
- spis prac wchodzących w skład rozprawy,
- wprowadzenie,
- problem badawczy,
- metody badawcze,
- najważniejsze wyniki,
- wyniki,
- dyskusja,
- wnioski,
- wykaz użytecznych skrótów i pojęć,
- literatura,
- kopie publikacji tworzących rozprawę doktorską.

W pracy jest wyraźny podział na część teoretyczną oraz praktyczną. Tę drugą stanowią eksperymenty opisane w załącznikach gdzie podane są wydruki publikacji. Pierwszą część pracy (teoretyczna) stanowi pierwsze 7 rozdziałów. Całość rozprawy obejmuje 8 rozdziałów (na 38 stronach) oraz wspomniane załączniki - pozycja nr 9 w spisie treści.

Taki układ pracy jest bardzo czytelny i prawidłowo skonstruowany również pod względem merytorycznym.

- ocena zastosowanego piśmiennictwa w ramach rozprawy doktorskiej

Pozycja literaturowa stanowiąca rozdział 8 (pt. Literatura) obejmuje 28 pozycji. Dodatkowo każda z publikacji zawiera bogate własne odnośniki do pozycji literaturowych. Wykaz wszystkich publikacji świadczy o dobrym rozeznaniu tematyki badawczej i zawiera pozycje literaturowe zarówno krajowe jak i zagraniczne w wysokopunktowanych czasopismach. W mojej opinii Doktorant dokonał prawidłowego wyboru i rozeznania literaturowego.

- wskazanie oraz ocena celu badań oraz zastosowanych metod badawczych

Cel badań został jasno zdefiniowany i udowodniony o czym wspominałem na wstępie mojej recenzji w punkcie 3.

Jeśli chodzi o metody badawcze to zostały dobrane zgodnie z najnowszym stanem wiedzy i w oparciu o najnowsze rozwiązania technologiczne. Bardzo ważne jest, że Doktorant wykorzystuje rozwiązania teledetekcyjne, które aktualnie są bardzo mocno rozwijane szczególnie w zakresie sensorów. Prezentowana rozprawa podejmuje istotny i aktualny problem badawczy związany z oceną zasobów zieleni miejskiej za pomocą tych technik. Praca wnosi istotny wkład do dziedziny nauk o Ziemi i środowisku, ponieważ przedstawia nową metodykę, która łączy dane teledetekcyjne (np. zdjęcia satelitarne, dane LiDAR) z analizami statystycznymi i wskaźnikowymi w celu określenia stanu oraz potencjału rozwoju terenów zieleni miejskiej.

Główne zalety zastosowanych metod badawczych dostrzegam jako:

- Propozycja wskaźników: Autor wprowadza nowe wskaźniki, takie jak Greenness Index (GI), Greenery Deficiency Index (GDI) i Greenery Participation Index (GPI), które pozwalają na precyzyjne oszacowanie poziomu zazielenienia oraz wskazanie obszarów deficytowych.
- Standaryzacja procesu inwentaryzacji: metoda opiera się na ogólnodostępnych danych, co czyni ją przystępną i powtarzalną, umożliwiając zastosowanie w różnych aglomeracjach miejskich w Polsce.
- Proponuje też dostępne narzędzia, co zwiększa ich użyteczność i możliwość rozpowszechnienia.
- Autor uwzględnia również aspekty demograficzne takie jak rozkład ludności, co pozwala na ocenę dostępności zieleni w kontekście społecznym i gospodarczym.

Metodyka wyróżnia się także wieloaspektowym podejściem do problemu. Analizuje nie tylko obecny stan zieleni miejskiej, ale również wskazuje potencjalne miejsca, gdzie można rozwijać tę infrastrukturę, co ma istotne znaczenie dla planowania przestrzennego.

- ocena części rozprawy doktorskiej dotyczących omówienia wyników badań oraz merytoryczna ocena jej składników

Doktorant w części głównej pracy (rozdziały 1-6) bardzo dobrze nakreślił problematykę swojej pracy, pokazał jej interdyscyplinarność, a także podał cel naukowy, krótką charakterystykę publikacji oraz jasno sprecyzował cele badawcze. Przedstawiona rozprawa nosi znamiona pracy interdyscyplinarnej. Doktorant dobrze porusza się w zagadnieniach przyrodniczych (zieleni) jak i potrafi stosować techniki pomiarowe z zakresu teledetekcji. W swoich publikacjach widać doświadczenie i staranność zarówno w doborze obszarów testowych jak i nowoczesnych technik pomiarowych takich jak fotogrametria czy teledetekcja. Dobrze planuje eksperymenty badawcze jak i starannie opisuje i wykonuje późniejsze opracowanie wyników badań.

W siedmiu powiązanych tematycznie artykułach naukowych, które zostały opublikowane w znanych czasopismach naukowych zawarł i opisał wyniki swoich badań indywidualnych i współautorskich.

#### **Wykaz spójnego zbioru siedmiu publikacji wydrukowanych w formie załączników:**

1. Będkowski Krzysztof, **Bielecki Adam**: *Ocena dostępności zieleni w miejscu zamieszkania w miastach z wykorzystaniem NDVI oraz krzywej koncentracji Lorenza*, Teledetekcja Środowiska, vol. 57, 2017, s. 5-14, (6 pkt. wg listy MNiSW aktualnej w roku ukazania się publikacji) – publikacja oznaczona dalej jako **P1**
2. **Bielecki Adam**: *Porównanie oprogramowania do przetwarzania danych LiDAR w zakresie generowania NMT i NMPT*, Teledetekcja Środowiska, vol. 58, nr 1, 2018, s. 5-11, (MNiSW, 6 pkt.) – (**P2**)
3. Worm Artur, Będkowski Krzysztof, **Bielecki Adam**: *Wykorzystanie wskaźników powierzchniowych i objętościowych z wysokorozdzielczych danych teledetekcyjnych do oceny wypełnienia roślinnością kwartałów miejskich w centrum miasta Łodzi*, Teledetekcja Środowiska, vol. 60, nr 1, 2019, s. 5-20, (MNiSW, 20 pkt.) – (**P3**)

4. **Bielecki Adam**, Będkowski Krzysztof: *The Issue of Green Area Accessibility - the Example of the City of Łódź*, Studia Miejskie, vol. 40, 2020, s. 55-70, (MNiSW: 40 pkt.) – **(P4)**
5. **Bielecki Adam**, Będkowski Krzysztof: *The degree of greenery in Łódź city, Poland – clearing up discrepancies between official statistics and satellite data*, Acta Scientiarum Polonorum, Administratio Locorum, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, vol. 21, nr 4, 2022, s. 489-512, (MEiN, 70 pkt.) – **(P5)**
6. **Bielecki Adam**: *Pluralizm definicji zieleni miejskiej w literaturze. Standardy, aspekty przyrodnicze i techniczne*. Konwersatorium Wiedzy o Mieście, 2024, vol 37, nr 9 – przyjęty do publikacji. Praca została włączona do rozprawy doktorskiej mimo braku publikacji, gdyż w świetle art. 187 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz Komunikatu Rady Doskonałości Naukowej nr 19/2020 w sprawie składania rozpraw doktorskich z 09.11.2020 r. dopuszczalne jest, aby rozprawa doktorska, jako praca pisemna, składała się po części z prac opublikowanych, jak i takich, których wyniki jeszcze nie zostały opublikowane. (MNiSW, 40 pkt.) – **(P6)**
7. **Bielecki Adam**, Będkowski Krzysztof: *The use of socio-environmental indicators to assess the needs for the development of urban greenery*, Sustainability, vol. 16, nr 21, 2024, 9230. <https://doi.org/10.3390/su16219230> (MNiSW, 100 pkt.) - **(P7)**.

Każdy z artykułów wnosi istotny wkład do realizacji celów badawczych:

- **P1**: Analiza dostępności zieleni miejskiej z wykorzystaniem wskaźnika NDVI oraz krzywej Lorenza. Oryginalnym elementem jest zastosowanie analizy nierówności w dostępie do terenów zieleni, co pozwala na zidentyfikowanie obszarów wykluczonych pod względem dostępu do infrastruktury zieleni.
- **P2**: Porównanie oprogramowania do przetwarzania danych LiDAR, co podkreśla znaczenie wyboru narzędzi technicznych dla dokładności analizy przestrzennej. Wnioski te mają praktyczne zastosowanie w lokalnych samorządach, umożliwiając efektywniejsze zarządzanie zasobami zieleni.



- **P3:** Wykorzystanie wskaźników powierzchniowych i objętościowych do oceny wypełnienia roślinnością obszarów miejskich. Autor po raz pierwszy łączy wskaźniki geometryczne z danymi teledetekcyjnymi, co umożliwia precyzyjne określenie kondycji zieleni na poziomie dzielnic.
- **P4:** Analiza dostępności terenów zieleni w Łodzi z uwzględnieniem demografii i rozkładu ludności. Nowatorskie podejście polega na połączeniu danych demograficznych z analizami przestrzennymi, co pozwala na lepsze zrozumienie potrzeb społeczności lokalnych.
- **P5:** Porównanie oficjalnych statystyk terenów zieleni z danymi satelitarnymi. Oryginalny wkład polega na wskazaniu rozbieżności między oficjalnymi danymi a rzeczywistym stanem terenów zieleni, co stanowi podstawę dla przyszłych reform w zakresie inwentaryzacji zieleni miejskiej.
- **P6:** Analiza definicji i standardów zieleni miejskiej. Autor w sposób krytyczny ocenia różnorodność definicji oraz proponuje ujednoczenie terminologii, co może wpłynąć na poprawę jakości zarządzania terenami zieleni.
- **P7:** Wykorzystanie wskaźników społeczno-środowiskowych do planowania zieleni miejskiej. Publikacja podsumowuje całość badań, wskazując na praktyczne korzyści wynikające z zastosowania zaproponowanej metodologii w zarządzaniu zielenią miejską.

W dwóch publikacjach autor rozprawy występuje jako jedyny, w pozostałych jako współautor, w tym w trzech na pierwszym miejscu co świadczy o jego kluczowym udziale w tych pracach. Potwierdzają to również stosowne oświadczenia współautorów dołączone do pracy, z których wynika, że jego udział procentowy był odpowiednio na poziomie 30% , 20%, 60%, 50%, 80% co stanowi o dość sporym wkładzie w te publikacje. Rozpiętość punktowa publikacji (punkty wg. MNiSW) od 6 do 100.

- w recenzji powinny być szczegółowo wymienione wszystkie zauważone przez recenzenta błędy oraz niesłuszne lub niedokładne sformułowania.

Rozprawa napisana jest bardzo dobrym językiem, układ pracy jest prawidłowy. Praca jest również bardzo dobrze przygotowana od strony edytorskiej. Nie dostrzegam błędów czy niesłusznych lub niedokładnych sformułowań.

W pracy ewentualnie można było trochę więcej miejsca poświęcić na omówienie najnowszych trendów w pozyskiwaniu danych teledetekcyjnych zarówno z niskiego pułapu jak i satelitarnego. Doktorant o tym wspomina, a spodziewałem się wizji swojego rozwiązania przy zastosowaniu tych metod tj. zarówno nano- czy mikro satelit czy danych z niskiego pułapu, bo są to „technologie przyszłości” wchodzące na rynek usług teledetekcyjnych.

Technologia pozyskiwania danych z niskiego będzie następną technologią w pozyskiwaniu danych do oceny drzew z racji niskich kosztów i możliwości punktowego operowania. Dzisiaj na rynku znajduje się coraz więcej sprzętu i oprogramowania pozwalającego na realizację tych badań z racji obniżenia kosztów. Można było również szerzej wspomnieć o dotychczasowych pierwszych pracach z zakresu teledetekcji w miastach i pozyskiwaniu danych o zieleni metodami hiperspektralnymi – mamy już pierwsze opracowania i wdrożenia.

W pracy zabrakło również analizy jak zaproponowana metodyka będzie skuteczna w innych miastach. Będę prosił o rozwinięcie tych zagadnień na obronie.

#### **4.2 Ocena pracy wraz z uzasadnieniem**

- **Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o stopień doktora w dyscyplinie ?**

Rozprawa doktora Bieleckiego świadczy o szerokiej wiedzy teoretycznej autora w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku. Autor umiejętnie łączy wiedzę z zakresu teledetekcji, geoinformatyki oraz ekologii miejskiej, co pozwala na kompleksowe podejście do problemu badawczego. Na uwagę zasługują następujące elementy:

- Wszechstronne wykorzystanie literatury: Doktorant dokonuje szczegółowej analizy literatury naukowej. Przytoczone definicje, standardy i rozwiązania techniczne zostały precyzyjnie przeanalizowane w kontekście problematyki zieleni miejskiej.
- Integracja różnych dziedzin nauki: praca łączy wiedzę z zakresu ekologii, planowania przestrzennego, inżynierii środowiska oraz technik teledetekcyjnych, co wskazuje na interdyscyplinarny charakter rozprawy.
- Teoretyczne podstawy zaproponowanych metod: Wskaźniki i modele zaproponowane przez autora opierają się na solidnych podstawach teoretycznych, co czyni je uniwersalnymi i potencjalnie przydatnymi w innych kontekstach badawczych.
- Znajomość narzędzi analitycznych: Autor wykazuje biegłość w stosowaniu zaawansowanych narzędzi GIS, analizy danych teledetekcyjnych oraz technik statystycznych, co świadczy o jego wysokim poziomie przygotowania merytorycznego.

Rozprawa ukazuje szeroką perspektywę Doktoranta na zagadnienia związane z zarządzaniem terenami zieleni miejskiej, a także zdolność do adaptacji i rozwijania nowych rozwiązań teoretycznych w odpowiedzi na zidentyfikowane problemy.

**- Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej ?**

Rozprawa świadczy o wysokim poziomie samodzielności i umiejętności prowadzenia pracy naukowej. Na szczególną uwagę zasługują:

- Przeprowadzone badania oraz analizy danych teledetekcyjnych świadczą o kompetencjach autora w zakresie metodologii naukowej. Szczególnie imponująca jest implementacja metod obliczeniowych i wykorzystanie narzędzi GIS i teledetekcji.
- Zastosowane podejście badawcze charakteryzuje się innowacyjnością i efektywnością, a autor udowodnił umiejętność doboru odpowiednich technik badawczych oraz interpretacji wyników.
- Wyniki badań zostały opublikowane w dobrych czasopismach naukowych, co świadczy o ich jakości i uznaniu w środowisku akademickim, poparte wcześniejszą dogłębną znajomością literatury przedmiotu oraz umiejętnością krytycznej analizy istniejących definicji i metod badawczych dotyczących zieleni miejskiej.

W dwóch publikacjach autor rozprawy występuje jako jedyny, w pozostałych jako współautor, w tym w trzech na pierwszym miejscu co świadczy o jego kluczowym udziale w tych badaniach i publikacjach.

**- Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego albo oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej ?**

Wartością naukową pracy i jej wkładem w rozwój nauk o Ziemi i środowisku jest opracowana autorska metoda szacowania wielkości zasobów zieleni miejskiej, która jest niezależną od podziału katastralnego, własnościowego czy funkcjonalnego przestrzeni miejskiej. Ujmuje syntetycznie zieleń znajdującą się w danym miejscu (zamieszkania) oraz w jego bezpośrednim otoczeniu, uwzględniając łącznie jej cechy ilościowe (powierzchnia, objętość), jak i jakościowe. Doktorant opracował na bazie znanego i powszechnie stosowanego w teledetekcji znormalizowanego różnicowego wskaźnika wegetacyjnego (NDVI), kilka wskaźników, które pozwalają na analizowanie rozmieszczenia zieleni w odniesieniu do rozkładu ludności. Są to oryginalne wskaźniki, które w różnej rozdzielczości (w zależności od danych źródłowych), przedstawiają w sposób wymierny poziom zazielenienia poszczególnych fragmentów miasta. Dzięki temu otrzymano wartości niezależne od różnorodnej interpretacji poszczególnych podmiotów, zajmujących się szacowaniem zieleni miejskiej, co w konsekwencji umożliwia porównanie poszczególnych obszarów, jak również różnych miast, między sobą. Należy podkreślić, że w zaproponowanym przez Doktoranta ujęciu, uzyskano możliwość uwzględnienia w analizach wszelkiej zieleni znajdującej się na obszarze podlegającym badaniom, bez względu na właściwości formalne danego obszaru.

Opracowana metoda może być w łatwy sposób wprowadzona do praktyki w urzędach jednostek samorządu terytorialnego odpowiedzialnych za zarządzanie i gospodarowanie przestrzenią miejską. Jej istotne cechy to:

- brak konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów na pozyskanie danych źródłowych, bowiem w całości zakłada się korzystanie z danych ogólnodostępnych – obrazów satelitarnych, ewidencji gruntów i budynków oraz danych demograficznych dotyczących rozmieszczenia ludności,

- możliwość wykonania analiz z wykorzystaniem standardowych i ogólnie dostępnych programów z grupy systemów informacji przestrzennej,
- przy zastosowaniu średniozaawansowanego sprzętu komputerowego,
- uzyskiwane wyniki analiz są łatwe w interpretacji. Dzięki zastosowaniu publicznych i łatwo dostępnych repozytoriów oraz wskazaniu sposobów ich praktycznego użycia, opisywana metoda ma charakter powszechny i może być z powodzeniem stosowana na dużą skalę, a także w przyszłości stać się standardem, na którym opierać mogą swe decyzje lokalni decydenci.

## **5. Wniosek końcowy**

Praca mgr Adama Bieleckiego jest wartościowym i oryginalnym wkładem w dyscyplinę: nauki o Ziemi i środowisku. W sposób wyczerpujący odpowiada na postawione cele badawcze, jednocześnie wskazując potencjalne kierunki dalszych badań. Wysoki poziom samodzielności autora oraz innowacyjność przedstawionych rozwiązań stanowią istotne argumenty przemawiające za przyznaniem stopnia doktora. Doktorant wykazał się odpowiednią wiedzą teoretyczną oraz posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia interdyscyplinarnego eksperymentu naukowego i prawidłowego interpretowania wyników.

### **Cel główny badawczy został osiągnięty i potwierdzony w eksperymentach opisanych w publikacjach.**

Doktorant prawidłowo dobrał materiał badawczy udowadniając cel główny rozprawy.

Praca wymagała prowadzenia badań w szerszym zespole co tłumaczy współautorstwo w publikacjach, ale należy podkreślić, że wkład Doktoranta w te prace był wystarczający.

Przedstawione powyżej uwagi krytyczne czy dyskusyjne nie obniżają wartości pracy.

Stwierdzam zatem, że na podstawie przeprowadzonych eksperymentów oraz wyników badań zrealizowany został cel badawczy pracy tj.:

*„opracowanie sposobu (metody) wykorzystania darmowych i ogólnodostępnych danych teledetekcyjnych oraz fotogrametrycznych do przedstawienia rzeczywistego stanu terenów zieleni w dużych aglomeracjach miejskich”.*

Doktorant wykazał się dobrym warsztatem naukowym, potrafił dobrać odpowiednie metody badawcze, poradził sobie z interdyscyplinarnością rozwiązywanych problemów, udowodnił, że potrafi analizować i oceniać uzyskane rezultaty oraz formułować poprawne wnioski.

Wykazał się przy tym bardzo dobrym przygotowaniem merytorycznym co stawia go w szeregu bardzo dobrych specjalistów w tym zakresie.

Stwierdzam zatem, że recenzowana rozprawa doktorska mgr Adama Bieleckiego pt. *„Metoda określania wielkości zasobów zieleni miejskiej w miejscu zamieszkania i jego sąsiedztwie z wykorzystaniem technik teledetekcyjnych”* spełnia wymagania zawarte w ustawie "O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki" w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie: nauki o Ziemi i środowisku (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce ze zmianami (Art. 187, p.1,2)).

**Stawiam zatem wniosek o przyjęcie przedłożonej rozprawy doktorskiej** i dopuszczenie mgr **Adama Bieleckiego** do następnych etapów przewidzianych w przepisach o przewodach doktorskich.



*dr hab. inż. Sławomir Mikrut, Prof. AGH*

*Kraków, 31 grudnia 2024 r.*