



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych  
Katedra Geomatyki i Systemów Informacyjnych

Warszawa, 06.05.2024

### Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Szymona Śledzia

pod tytułem:

#### **Optymalizacja przetwarzania zdjęć z bezzałogowych statków powietrznych na potrzeby analizy dynamiki rzeźby terenu w badaniach z zakresu geomorfologii glacialnej** przygotowanej pod kierunkiem:

dr. hab. inż. Jana Piekarczyka, prof. ucz. i dr. hab. Marka Ewertowskiego, prof. ucz.  
na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM w Poznaniu

Formalną podstawą niniejszej recenzji jest decyzja Rady Naukowej Dyscypliny nauk o Ziemi i środowisku Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (Uchwała nr 38-2023/2024 z dnia 27.02.2024) bazująca na Uchwale Senatu UAM nr 133/2020/2021 z dnia 28.06.2021 oraz Prawie o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20.07.2018 (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami).

Rozprawa doktorska liczy 100 stron tekstu maszynopisu bazującego na cyklu trzech artykułów opublikowanych w angielskich czasopiśmie: *Geomorphology* (IF<sub>2021</sub> = 4,139; MEiN<sub>2021</sub> = 100 pkt), *Remote Sensing* (IF<sub>2022</sub> = 5,349; MEiN<sub>2022</sub> = 100 pkt), *Geosciences* (70 punktów MEiN) oraz *Land Degradation & Development* (IF<sub>2022</sub> = 4,377; MEiN<sub>2023</sub> = 200 pkt). Skumulowany Impact Factor wyniósł 13,865, sumaryczna liczba punktów MEiN 400, a także 74 cytowania indeksowane przez Scopus oraz 62 przez Web of Science na dzień 05.05.2024.

Układ pracy jest typowy dla rozpraw doktorskich i obejmuje następujące części:

- Strona tytułowa, spis treści rozprawy doktorskiej, podziękowania (1,5 strony), streszczenia wraz ze słowami kluczowymi w języku polskim i angielskim (po 1 stronie) oraz spis publikacji stanowiących podstawę osiągnięcia naukowego (1 strona).
- Rozdział 1: *Wstęp*; zajmuje ponad 2 strony, na których Doktorant przedstawił podstawowe pojęcia z zakresu bezzałogowych platform latających (BSP, UAS, UAV), procedur pozyskania i przetwarzania danych lotniczych, np. łączenia obrazów o różnej orientacji (metoda Structure-from-Motion – SfM), a także motywację podjęcia się tematu badań i założenia pracy.
- Rozdział 2: *Zarys treści publikacji* obejmuje 6,5 strony. W tej części Autor przedstawił najważniejsze koncepcje badawcze przedstawione w poszczególnych artykułach stanowiących rdzeń rozprawy doktorskiej. W ramach tych oryginalnych publikacji Doktorant identyfikuje problemy badawcze w pozyskaniu, przetwarzaniu i analizie danych przestrzennych wykorzystywanych w geomorfologii, jak również wyzwania analiz przestrzeni geograficznej na podstawie różnorodnych danych pozyskanych



# UNIWERSYTET WARSZAWSKI

z platform bezzałogowych. W celu znalezienia odpowiedzi na postawione problemy badawcze, zaprojektowany został cykl eksperymentów mających na celu pozyskanie oryginalnych danych, jak i opracowanie trzech scenariuszy skryptów Python do przetwarzania danych w Agisoft Metashape. Autorskie programy pozwoliły zautomatyzować procedury oferując: najszybsze wyniki lub optymalne, lub też z najwyższą dokładnością. Założenia te zostały zweryfikowane w cyklu autorskich eksperymentów przeprowadzonych na Islandii. Wyniki te zostały przedstawione w publikacjach nr 2 i 3. Artykuły tworzące rozprawę doktorską:

- Publikacja nr 1: Śledź S., Ewertowski M.W., Piekarczyk J., 2021. Applications of unmanned aerial vehicle (UAV) surveys and Structure from Motion photogrammetry in glacial and periglacial geomorphology. *Geomorphology*, 378, 107620. DOI: 10.1016/j.geomorph.2021.107620 (IF<sub>2021</sub>=4,139; MEiN<sub>2021</sub>=100 pkt, liczba cytowań na dzień 05.05.2024: Scopus: 61; Web of Science: 52). W niniejszym artykule, stanowiącym fundament pracy doktorskiej, Doktorant wspólnie ze swoimi Promotorami przeanalizowali 62 publikacje z lat 2013–2020 pod kątem zastosowania danych obrazowych pozyskanych z bezzałogowych platform do kartowania geomorfologicznego, analizy dynamiki zmian rzeźby terenu, studiach morfogenetycznych oraz analizy osadów powierzchniowych. We wszystkich przypadkach uwzględnione zostały metody pozyskania danych oraz analiza obszarów badań (dominacja przedpoli lodowców o powierzchni mniejszej niż 1 km<sup>2</sup> i zlokalizowanych w Arktyce oraz krajobrazach alpejskich). Liderem w wykorzystywanym oprogramowaniu do przetwarzania obrazów był pakiet firmy Agisoft LLC. Autorzy publikacji zaproponowali własny schemat badawczy koncentrując się na przetwarzaniu zdjęć metodą SfM (Structure-from-Motion) i optymalizacji procedury organizacji nalotów fotogrametrycznych. Interesującym wynikiem analizy są potencjalne kierunki rozwoju badań geomorfologicznych w połączeniu z nowoczesną fotogrametrią, która dzięki metodzie SfM pozwala także integrować archiwalne zdjęcia lotnicze. Jakość wykonanych analiz oraz uzyskane wyniki potwierdzają bardzo wysokie zainteresowanie geomorfologów i glaciologów teledetekcją niskiego pułapu oraz rozwiązaniami fotogrametrycznymi. Ocena wykonanej pracy przez Autorów tej publikacji jest bardzo pozytywna, gdyż precyzyjnie wskazane zostały kierunki, w których rozwija się aktualnie geomorfologia glacialna, narzędzi badawczych jakie się wykorzystuje oraz uzyskiwane wyniki. Pozytywny odbiór wykonanej pracy Autorów jest potwierdzony też tym, iż manuskrypt został opublikowany w prestiżowym czasopiśmie (stawiającym wysokie wymagania merytoryczne) cechuje się wysoką cytawalnością (manuskrypt został opublikowany 01.04.2021 roku, w pierwszym roku uzyskał 5 cytowań na WoS, w kolejnych było to 20, 24, a w bieżącym 3).
- Publikacja nr 2: Śledź S., Ewertowski M.W., 2022. Evaluation of the Influence of Processing Parameters in Structure-from-Motion Software on the Quality of Digital Elevation Models and Orthomosaics in the Context of Studies on Earth Surface Dynamics. *Remote Sensing*, 14(6), 1312. DOI: 10.3390/rs14061312



(IF<sub>2022</sub>=5,349; MEiN<sub>2022</sub>=100 pkt, liczba cytowań na dzień 05.05.2024: Scopus: 12; Web of Science: 10). Autorzy publikacji skoncentrowali się na optymalizacji procedur generowania materiałów fotogrametrycznych na potrzeby analiz geomorfologicznych; w tym celu zaproponowali 375 scenariuszy badawczych uwzględniających parametry obliczeniowe oprogramowania Agisoft Metashape i ich wpływie na jakość DEM oraz ortomozajki obszaru proglacialnego lodowca Breiðamerkur (Islandia). Analizy zostały przeprowadzone na zbiorze 82 zdjęć pozyskanych podczas badań terenowych dronem DJI Phantom 4 Pro (wyposażonego w kamerę DJI FC6310 o rozdzielczości 20 MP). Wynikiem prac była analiza różnic wysokości pomiędzy cyfrowymi modelami wysokości, a punktami kontrolnymi. Analizy błędów średniokwadratowych (RMSE) potwierdziły, że właściwy dobór parametrów na etapie optymalizacji kamery skutecznie obniża wartości błędów. Wymiernym efektem przeprowadzonych eksperymentów są skrypty w języku Python dla oprogramowania Agisoft Metashape, które wspomagają użytkowników efektywnie przetwarzać zestawy obrazów, szczególnie, że „najszybszy” skrypt pozwala uzyskać wyniki w czasie prawie rzeczywistym (po zgraniu zdjęć z BSP do mobilnej stacji roboczej), tym bardziej, że pozostałe skrypty („optymalny” i „najwyższa jakość” pozwalają modyfikować uzyskane wyniki w zależności od założeń użytkownika i wymogów danego zadania.

- Publikacja nr 3: Śledź S., Ewertowski, M.W., Evans D.J.A., 2023. Quantification of short-term transformations of proglacial landforms in a temperate, debris-charged glacial landsystem, Kvíárjökull, Iceland. *Land Degradation & Development*, 34(17), 5566-5590. DOI: 10.1002/ldr.4865 (IF<sub>2022</sub>=4,377; MEiN<sub>2023</sub>=200 pkt, liczba cytowań na dzień 05.05.2024: Scopus: 1; Web of Science: 0). Publikacja ta jest weryfikacją badań przeprowadzonych na obszarze lodowca Breiðamerkur (Islandia) oraz opracowanych skryptów Python do identyfikacji dynamicznie zmieniających się komponentów krajobrazu, szczególnie w dobie szybko topniejących lodowców oraz zmian roślinności w strefach wrażliwych na globalne zmiany klimatu (obszary polarne oraz wysokogórskie). Badania będące podstawą niniejszej publikacji zostały przeprowadzone na przedpolach lodowca Kvíár (SE Islandia), były to obrazy pozyskane z bezzałogowców w latach 2014, 2016, 2021 i 2022 w celu ilościowej oceny tempa zmian, tym bardziej, że badany obszar obejmuje kompleksy moren, teras kemowych i sandrów. Jest to cenny teren badań, gdyż obejmuje formy stabilne, jak i intensywnie przekształcane przez degradację trzonów lodowych oraz działalność wód roztopowych.

Autorzy wykonali analizy zmian krótkotrwałych (2014-2022) jak i ocenili dynamikę zachodzących zmian korzystając z archiwów zdjęć lotniczych od 1945 r. Materiały te zostały przetworzone za pomocą algorytmu SfM w celu opracowania cyfrowych modeli wysokości (DEM) i ortofotomozajk. W wyniku przeprowadzonych analiz Autorzy ustalili, że tarasy kemowe w latach 2014–2022 i równina sandrowa w latach 2016–2022 były w większości stabilne



(odpowiednio 87% i 85% ich powierzchni nie wykazało zmian), natomiast pokryty lodem pagórkowaty teren utracił około 64 632 m<sup>3</sup> swojej objętości obniżając powierzchnię maksymalnie o 9 m. Najbardziej dynamicznym elementem lądu był kompleks morenowy zlodowaciały, którego przekształcenia w latach 2014–2022 zanotowano na ponad 87% jego powierzchni; w niektórych miejscach powierzchnia uległa obniżeniu o 23 m, a łączna utrata objętości wyniosła 365 773 m<sup>3</sup>. Opracowane narzędzia pozwoliły pozyskać ilościowe miary tempa zmian obszaru, np. pagórkowatego terenu pokrytego rumowiskiem lodu szeregu form geomorfologicznych, np. średnie roczne zmiany objętości, średnie roczne maksymalne miąższości zmian co jest wymierną miarą zachodzących zmian klimatu, ale także cenne informacje dla rekonstrukcji obszarów paleogeologicznych.

- Rozdział 3: *Dyskusja*. Doktorant na 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub> strony przedstawił w sposób syntetyczny najważniejsze osiągnięcia, podkreślając dużą mobilność, elastyczność, niskie nakłady finansowe, dużą rozdzielczość przestrzenną dla lokalnych studiów przypadku (<1 km<sup>2</sup>), możliwość integracji z danymi archiwalnymi oraz szereg rozwiązań programistycznych bazujących na wolnym dostępie do bibliotek umożliwiających zaawansowane przetwarzanie danych. Autor słusznie podkreślił także ograniczenia, np. względnie krótki czas lotu (pojemność akumulatorów), podatność na warunki atmosferyczne.
- Rozdział 4: *Podsumowanie*. Doktorant na jednej stronie zaprezentował kluczowe elementy składające się na rozprawę doktorską, koncentrując się na metodzie Structure-from-Motion służącej opracowaniu cyfrowego modelu wysokościowego, ortomosaice, zaproponowane trzy schematy postępowania w zależności od preferencji czas przetwarzania danych, a dokładność uzyskanych produktów. Co jest ważne, to wykonane analizy bazowały na autorskich kampaniach terenowych, przeprowadzonych w czasie epidemii covid na Islandii.
- *Bibliografia* zawiera 38 pozycji literatury zacytowanej w rozprawie doktorskiej: 22 odniesienia (58%) reprezentuje artykuły opublikowane w ciągu ostatnich 5 lat (2019-2023), natomiast 16 pozycji (42%) reprezentuje starsze artykuły.
- Załączone kopie artykułów tworzący monotematyczny cykl publikacji składający się na rozprawę doktorską:
  - Publikacja nr I obejmuje kopię artykułu: Śledź, S., Ewertowski, M. W., & Piekarczyk, J. (2021). Applications of unmanned aerial vehicle (UAV) surveys and Structure from Motion photogrammetry in glacial and periglacial geomorphology. *Geomorphology*, 378. DOI: [10.1016/j.geomorph.2021.107620](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107620) (14 stron). Do publikacji dołączony jest dwustronny załącznik (Appendix A. baza danych dotyczących badań z zakresu geomorfologii glacialnej z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych).
  - Publikacja nr II zawiera piętnastostronicowy tekst opublikowanego manuskryptu: Śledź, S., & Ewertowski, M. W. (2022). Evaluation of the Influence of Processing Parameters in Structure-from-Motion Software on the Quality of Digital Elevation Models and Orthomosaics in the Context of Studies on Earth Surface Dynamics. *Remote Sensing*, 14(6). DOI: [10.3390/rs14061312](https://doi.org/10.3390/rs14061312).





W 5 załącznikach znajdują się: 1) Tabela z wynikami eksperymentu dla każdego schematu postępowania w oprogramowaniu Agisoft Metashape; 2) Histogramy rozkładu różnic wysokości, obliczonych na podstawie CPs dla każdego modelu otrzymanego w eksperymencie; 3) trzy skrypty w języku Python do oprogramowania Agisoft Metashape (wersje: „the fastest”, „optimal”, „best quality”).

- Publikacja nr III to 25 stronicowy artykuł: Śledź, S., Ewertowski, M. W., & Evans, D. J. A. (2023). Quantification of short-term transformations of proglacial landforms in a temperate, debris-charged glacial landsystem, Kviárjökull, Iceland. *Land Degradation & Development*, 34(17), 5566-5590. DOI: [10.1002/ldr.4865](https://doi.org/10.1002/ldr.4865).
- Ostatnią częścią rozprawy doktorskiej stanowią *Oświadczenia autorów*, w których wszyscy współautorzy określili zaangażowanie Doktoranta i pozostałych współautorów w powstanie publikacji. Oświadczenia te zawierają konkretne działania oraz efekty pracy (bez podziału procentowego), co utrudnia ocenę wkładu Doktoranta, ale we wszystkich przypadkach jest pierwszym i korespondencyjnym autorem, co potwierdza, że odegrał znaczącą rolę w przygotowaniu i opublikowaniu artykułów.

### Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Doktorant podjął się ambitnego zadania jakim było opracowanie i przetestowanie zaawansowanych metod identyfikacji form geomorfologicznych na obszarze proglacialnym Islandii, stawiając sobie następujące cele:

- 1) *rozpoznanie luk w aktualnym stanie wiedzy dotyczących wykorzystania BSP w badaniach geomorfologicznych i przetwarzania zdjęć w oprogramowaniu fotogrametrycznym metodą SfM;*
- 2) *przetestowanie wpływu parametrów przetwarzania zdjęć metodą SfM na dokładność uzyskiwanych opracowań fotogrametrycznych;*
- 3) *zapropozowanie możliwości optymalizacji przetwarzania zdjęć z BSP metodą SfM dzięki automatyzacji opartej na skryptach;*
- 4) *przetestowanie zaproponowanych rozwiązań na przykładzie analizy dynamiki rzeźby terenu na przedpolu lodowca Kviár na Islandii.*

Wszystkie te cele zostały zrealizowane, gdyż bazując na aktualnym przeglądzie literatury (Publikacja nr I), Doktorant zastosował najnowsze metody teledetekcji: a) pozyskanie danych z niskiego pułapu (BSP) o dużej rozdzielczości przestrzennej pozyskanych z dużą dokładnością (RTK); b) przygotował autorskie skrypty w języku programowania Python zaimplementowane w oprogramowaniu Agisoft Metashape (kody źródłowe zostały opublikowane w artykule nr II, umożliwiając modyfikację i adaptację zaproponowanych rozwiązań programistycznych na potrzeby różnych badań teledetekcyjnych); c) przetestował integrację aktualnie pozyskanych materiałów z archiwalnymi zdjęciami lotniczymi; d) przetestował i zweryfikował osiągnięcia badawczego na niezależnym zestawie danych (Publikacja nr III); e) wyniki badań zostały opublikowane w prestiżowych czasopiśmie z zakresu poszczególnych modułów pracy. Jest to o tyle cenne, że profesjonalne zespoły redakcji



# UNIwersytet Warszawski

wraz z recenzentami umożliwiły wprowadzenie stosownych korekt do manuskryptu, poprawiając tym samym koncepcję na etapie recenzji, a następnie manuskrypty zostały profesjonalnie zweryfikowane przez zespoły redaktorów. Skutkuje to dużym zainteresowaniem wśród czytelników (świadczą o tym liczne cytowania).

Silną stroną rozprawy doktorskiej jest integracja najnowszych metod rozwijanych przez geomorfologów, fotogrametrów i programistów, pozwala to połączyć potencjał poszczególnych dyscyplin w sposób interdyscyplinarny. Sprawia to, że niniejsza rozprawa doktorska wpisuje się w kanon aktualnie rozwijanych zagadnień naukowych, a pomimo że składa się z cyklu artykułów opublikowanych w czasopismach o różnym profilu zainteresowań przedmiotowych, to wyraźnie zarysowuje ciągłość koncepcji metodycznej, ale także dostarcza aktualnych rozwiązań technologicznych dla geomorfologów. Metody uczenia maszynowego i obrazy wysokorozdzielcza potwierdzają swój ogromny potencjał nie tylko w kartowaniu pokrycia terenu, ale też form geomorfologicznych, które wymagają danych 3D. Cennym elementem pracy jest weryfikacja koncepcji badawczej podczas własnego eksperymentu badawczego na Islandii (warto podkreślić, że został on przeprowadzony z sukcesem podczas licznych ograniczeń związanych z epidemią covid). Prowadząc analizy geoinformatyczne Doktorant miał do dyspozycji duże zbiory danych co pozwoliło zachować odpowiednio liczne próbki przetwarzanych danych, a z drugiej strony zastosowanie skryptów Python pozwalało usystematyzować i zobiektywizować analizę poszczególnych zdjęć lotniczych, co jest cenne w monitoringu środowiska. Interesująco wygląda porównanie efektywności skryptów, które pozwalają szybko (w warunkach terenowych) uzyskać pierwsze wyniki nakierowując operatora samolotu bezzałogowego na powtórzenie nalotu lub też skoncentrowanie się na innych obszarach badań, znając potencjał pozyskanych informacji.

Ważnym aspektem pracy jest opracowanie narzędzi monitoringu w sposób powtarzalny i porównywalny dla różnych obszarów, a tereny występowania lodowców należą do kluczowych wskaźników globalnych zmian klimatu, ponadto na tych terenach brakuje stałych, wielkoobszarowych badań geomorfologiczno-glaciologicznych, a zwiększenie zasięgu powierzchni zobrazowania może się odbyć za sprawą płatowców, które regularnie wykonują loty poza horyzont operatora. Wykazane zmiany powierzchni i miąższości poszczególnych form zawierających lód są idealnym materiałem referencyjnym dla wielu badań środowiskowych, tym bardziej, że Doktorant przeprowadził analizy zachodzących zmian podając szereg miar dokładności, dlatego należy podkreślić, że uzyskane wyniki nie tylko dostarczają nowych, jakościowo cennych danych, ale także wskazują, które formy obszarów proglacialnych charakteryzują się dużą dynamiką zmian.

Powyższe elementy są bardzo dobrze udokumentowane źródłami literaturowymi, cytowanymi nie tylko w rozprawie, ale także w publikacjach stanowiących główny trzon analizowanej pracy doktorskiej. Warto podkreślić, że wszystkie te artykuły opublikowane są w bardzo dobrze znanych czasopismach, gdzie profesjonalni redaktorzy i recenzenci zadbali o dopracowanie zarówno strony merytorycznej, graficznej, jak i redakcyjnej publikacji. Potwierdza to wysoką pozycję osiągnięcia naukowego i jego potencjał naukowy, a także cytowania publikacji I i II (74 cytowania na Scopus oraz 62 na Web of Science na dzień 05.05.2024). Jednakże nie mam wątpliwości, że z racji na zawartość merytoryczną wartości te będą szybko rosły.



# UNIwersytet Warszawski

Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością: a) tła teoretycznego przygotowanej rozprawy (w publikacjach zacytował 205 artykułów, w tej wartości nie ma powtarzających się publikacji); b) nowoczesnych metod geoinformatycznych, geomorfologicznych oraz biegłą znajomością języka programowania Python; c) alternatywnych rozwiązań technologicznych, gdyż znając standardy, potrafił wpasować w nie własne skrypty programistyczne. Są to cenne elementy metodyczne, a uzyskane wyniki potwierdziły trafność proponowanych rozwiązań.

Z punktu widzenia recenzenta pewnym wyzwaniem jest ocena wkładu autorskiego Doktoranta w opracowaniu, tym bardziej, że poszczególni współautorzy w swoich oświadczeniach w sposób opisowy wykazali swój wkład, ale na uwagę zwraca fakt, iż Doktorant jest pierwszym autorem wszystkich publikacji, a współautorstwo z promotorami potwierdza, że zachowana została wielowiekowa tradycja rozwoju młodego badacza pod okiem doświadczonych pracowników nauki.

Mocną stroną opracowania jest fuzja danych rastrowych i wektorowych kwantyfikujących środowisko przyrodnicze i określających zachodzące zmiany.

Pracę czyta się dobrze, jest ona zrozumiała i ciekawa merytorycznie. Pojedyncze błędy stylistyczne, językowe czy też edycyjne nie wpływają na jakość pracy.

Rozwinięciem zaprezentowanych badań powinna być integracja z danymi termalnymi, np. Land Surface Temperature (LST) choćby pochodzących z misji Landsat (co łatwo można wykonać Google Earth Engine). Z punktu widzenia doktoranta byłoby to proste zadanie, gdyż posiada dane wieloczasowe można byłoby skorelować zmiany temperatury powierzchni ze zmianami zawartości wody (np. kanał wetness z transformacji Tasseled Cap lub teledetekcyjne wskaźniki zawartości wody) i kształtem i różnicą miąższości form geomorfologicznych, by uchwycić wytapiający się lód, a także ocenić dynamikę tego procesu i w odpowiednim momentach wykonać kolejne zobrazowania badanych powierzchni, byłoby to cenne osiągnięcie metodyczne, by zintegrować wysoko-, i średniorozdzielcze dane teledetekcyjne.

W recenzowanej pracy nie znajduję słabych punktów, natomiast kilka rzeczy powinno być przedmiotem dyskusji:

- w cennej publikacji nr 3 (nawiązującej do dynamiki zachodzących zmian na przedpolu lodowca) zabrakło powiązania z temperaturami, np. maksymalnymi, minimalnymi, średnimi, by zweryfikować zaobserwowaną dynamikę zmian, zmianami temperatury podłoża (dane LST) czy też powietrza, by powiązać wskaźniki zmian geomorficznych z ociepleniem klimatu i topnieniem lodowców;
- warto przedstawić kluczowe elementy modelu rozwoju obszaru proglacjalnego, tym bardziej, że nie został wcześniej przedstawiony w literaturze, a jest ważny w kontekście interpretacji paleoglacjologicznych;
- jakie mogą być dokładności pomiarów geodezyjnych bazując na lokalnej stacji referencyjnej RTK GNSS w przypadku lotów autonomicznym płatowcem poza horyzont? Jakie są spodziewane dokładności podczas łączenia zdjęć pochodzących z BSP (Doktorant zaproponował własne algorytmy)?



Uwagi do rozprawy doktorskiej:

- nie zgadzam się, że liczba opracowań fotogrametrycznych z zakresu przetwarzania danych lotniczych, w tym archiwalnych jest ograniczona, ten temat jest aktualnie intensywnie rozwijany; takich analiz jest wiele, np. popularne we Włoszech analizy zdjęć z okresu II Wojny Światowej w celu identyfikacji niewybuchów bomb lotniczych;
- zabrakło mi bardziej rozbudowanego opisu problemu badawczego oraz hipotezy pracy badawczej, w ten sposób Doktorant wskazałby kluczowe bariery w obecnej nauce oraz koncepcję rozwiązywania tych problemów. Podsumowanie powinno być bardziej szczegółowe, zorientowane na założenia pracy, by precyzyjniej odnieść się do postawionych celów (co było zaplanowane, a co i jak zrealizowane). Bardziej ogólne elementy to wnioski, które mogłyby być wymienione w podpunktach podsumowując wykonane badania i rekomendując dalsze kierunki aktywności;
- w rozprawie doktorskiej można znaleźć drobne błędy językowe, ale też niewłaściwe tłumaczenia (np. rozmiar komórki PlanetScope (strona 15 rozprawy doktorskiej) powszechnie używamy pojęcia piksel), ale nie wpływają one w żaden sposób na wysoką wartość merytoryczną rozprawy badawczej;
- sąsiadujące ze sobą nawiasy, czyli dwa wtrącenia w tekst „(źródło: <http://gcd.riverscapes.xyz>) (Wheaton i in., 2010)”. Wtrącenie powinno być jedno, oddzielone średnikiem, natomiast w tekście rozprawy nie powinno być adresów www, mogą one być w przypisie dolnym lub potraktowane jako normalne cytowanie z wykazaniem źródeł internetowych w spisie literatury.

**Wniosek wraz z uzasadnieniem co do spełnienia przez recenzowaną rozprawę doktorską warunków określonych w przepisach prawa**

Osobiście bardzo pozytywnie oceniam rozprawę mgr. inż. Szymona Śledzia, pt.: *Optymalizacja przetwarzania zdjęć z bezzałogowych statków powietrznych na potrzeby analizy dynamiki rzeźby terenu w badaniach z zakresu geomorfologii glacialnej*, ponieważ Doktorant w sposób metodyczny łączy dane lotnicze generując obraz terenu umożliwiający identyfikację form geomorfologicznych terenu proglacialnego. Opracowana metoda bazuje na dużej liczbie danych wejściowych (niezależnych od geometrii i czasu pozyskania poszczególnych zdjęć, w tym archiwalnych) pozwalając na satysfakcjonujące wyodrębnienie poszczególnych form tworzonych na przedpolu lodowca, co jest zadaniem trudnym z racji na dynamikę zachodzących zjawisk oraz dużą ilość materii/osadów maskujących granice między poszczególnymi formami, np. w wyniku procesów eolicznych i fluwio-glacialnych. Całość pracy jest bardzo dobrze osadzona w teorii przedmiotu badań (geomorfologia), fotogrametrii i teledetekcji (automatyczne przetwarzanie dużej ilości obrazów pozyskanych z platform bezzałogowych). Ponadto Doktorant wykazał się umiejętnościami programistycznymi, co pozwoliło usystematyzować procedury oraz przetworzyć dane w powtarzalny i weryfikowalny sposób; nie bez znaczenia pozostaje fakt, iż Doktorant udostępnił własne skrypty, co pozwala na dalszy rozwój nauki, zwiększając szanse na przyrost cytowań. Pierwsza publikacja, ale także kolejne artykuły potwierdziły, że Doktorant bardzo dobrze zna wiedzę teoretyczną z zakresu





# UNIwersytet Warszawski

nauk o Ziemi i środowisku. Ta wiedza pozwoliła właściwie zaplanować i zrealizować proces badawczy, pomimo znaczących ograniczeń i trudności (epidemia covid), co w przypadku badań międzynarodowych było dużym wyzwaniem logistycznym i organizacyjnym (pozyskanie pozwoleń na prowadzenie badań w Parku Narodowym Vatnajökull i zatwierdzenie ich przez Islandzką Radę ds. Badań Naukowych – RANNIS). Doktorant zebrał bogaty materiał dokumentacyjny, który został gruntownie przeanalizowany pozwalając osiągnąć zamierzone cele; potwierdza to zarówno proces badawczy, bardzo dobre wyniki, których ocena dokładności nie budzi zastrzeżeń, ale także publikacja osiągnięć badawczych w międzynarodowych czasopismach o wysokich parametrach bibliometrycznych, a przede wszystkim wszystko jest doceniane przez czytelników (duża cytowalność) co podnosi rangę Doktoranta, Promotorów oraz UAM w oczach polskich i międzynarodowych specjalistów. Warto podkreślić, że praca jest bardzo dobrze osadzona w badaniach międzynarodowych (temat ten jest rozwijany wśród współpracowników Promotora i finansowana przez zewnętrzne granty).

Należy podkreślić, że uzyskane wyniki znajdują praktyczne zastosowania w badaniach środowiska (lodowce są jednym z najbardziej wrażliwych obszarów na zachodzące zmiany klimatu), w planowaniu przestrzennym, modelowaniu środowiska przyrodniczego, a także w rozwoju gospodarczym Polski (rozwój wysokorozdzielczych metod pozyskania i przetwarzania danych lotniczych).

Reasumując, jednoznacznie potwierdzam, że niniejsza rozprawa doktorska prezentuje bogatą wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku oraz potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej; dotyczy to realizacji dobrze zaplanowanych badań bazujących na prawidłowo zdefiniowanym problemie naukowym, a także oryginalności stosowanych rozwiązań, które znajdują zastosowania w sferze naukowej, gospodarczej i społecznej Polski.

Zgodnie z odpowiednimi dokumentami, w tym przepisami ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r. (z kolejnymi zmianami) w pełni popieram kontynuację procedury przewodu doktorskiego zmierzającego do publicznej obrony i nadania stopnia doktora w zakresie nauk o Ziemi i środowisku, jednocześnie wnoszę o wyróżnienie pracy za swoją interdyscyplinarność zastosowanych rozwiązań teoretycznych i praktycznych, a także ponadprzeciętny wkład w opracowanie metod monitoringu środowiska wobec globalnych wyzwań zmian klimatu i potencjał uzyskanych wyników. Warto podkreślić, iż zaproponowana metodyka przetwarzania i łączenia danych lotniczych ma ogromny potencjał społeczno-gospodarczy w rozwoju społeczeństwa informacyjnego bazującego na najnowszych osiągnięciach programistycznych.

Z poważaniem

  
dr hab. Bogdan Zagajewski