

Wrocław, 25 listopada 2024 r.

dr hab. Marek Kasprzak, prof. UWr  
Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego  
Uniwersytet Wrocławski, pl. Uniwersytecki 1, 50–137 Wrocław  
marek.kasprzak@uwr.edu.pl

## Recenzja pracy doktorskiej płk mgra inż. Marcina Żebrowskiego pt. „Bilans różnicowy cyfrowych modeli wysokościowych pozyskiwanych z niskiego pułapu” wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Zbigniewa Zwolińskiego

---

### Zawartość dokumentu

Wprowadzenie .....	1
Podstawa sporządzenia recenzji oraz kryteria oceny rozprawy.....	2
Charakterystyka rozprawy doktorskiej.....	2
Formalna strona rozprawy doktorskiej .....	3
Uwagi dotyczące problemu badawczego i postawionych hipotez badawczych .....	3
Uwagi dotyczące metodyki badań i etapów ich realizacji .....	4
Uwagi dotyczące uzyskanych wyników, ich interpretacji i wniosków końcowych .....	5
Uwagi dotyczące konstrukcji rozprawy .....	8
Ocena wraz z uzasadnieniem .....	8
Literatura przywoływana w recenzji .....	9

### Wprowadzenie

Recenzję wykonuję bezstronnie, zgodnie ze swoją najlepszą wiedzą i doświadczeniem zawodowym. Tematyka pracy doktorskiej jest związana z moimi zainteresowaniami badawczymi krążącymi wokół zagadnień geomorfologicznych i nowoczesnych technik pomiarowych. Naziemny skaning laserowy oraz techniki fotogrametryczne z użyciem bezzałogowych statków powietrznych, będące przedmiotem przedłożonej pracy doktorskiej, były elementem moich publikacji (np. Kasprzak et al. 2017; Jóźków et al. 2019) i wpisują się w metodykę współczesnych prac terenowych z zakresu nauk o Ziemi i środowisku.

W recenzji wysuwam na pierwszy plan uwagi natury krytycznej, motywujące do dyskusji i ulepszenia potencjalnego artykułu naukowego, jaki można stworzyć na podstawie przedłożonej rozprawy.

## Podstawa sporządzenia recenzji oraz kryteria oceny rozprawy

Recenzja została opracowana w odpowiedzi na pismo wystosowane przez Przewodniczącego Rady naukowej dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu prof. dr hab. Grzegorza Rachlewicza z dnia 4 października 2024 r., sporządzone w oparciu o uchwałę nr 8-2024/2025 ww. Rady naukowej z dnia 1 października 2024 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów w przewodzie doktorskim płk mgr inż. Marcina Żebrowskiego.

Podstawą recenzji były kryteria wskazane w art. 187. *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późn. zmianami)*. Określono w nim, że:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.
2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.
3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.
4. Do rozprawy doktorskiej dołącza się streszczenie w języku angielskim, a do rozprawy doktorskiej przygotowanej w języku obcym również streszczenie w języku polskim. W przypadku, gdy rozprawa doktorska nie jest pracą pisemną, dołącza się opis w językach polskim i angielskim.

## Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana Marcina Żebrowskiego została zrealizowana pod opieką prof. dr hab. Zbigniewa Zwolińskiego w Zakładzie Geoinformacji Instytutu Geoekologii i Geoinformacji na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Tytuł rozprawy – „Bilans różnicowy cyfrowych modeli wysokościowych pozyskiwanych z niskiego pułapu” – wprowadza w zamierzony cel badawczy. Już pierwszy przegląd przedstawionej pracy pokazał, że ukierunkowana jest na rozwiązanie konkretnego problemu geotechnicznego i ma charakter „case study”.

Cel pracy został zaprezentowany przez autora na s. 42 rozprawy. Było nim przeprowadzenie analizy porównawczej cyfrowych modeli wysokościowych drogi startowej lotniska wojskowego w Powidzu wygenerowanych z chmur punktów otrzymanych podczas mobilnego skanowania laserowego oraz z nalotu bezzałogowym statkiem powietrznym (oryginalnie w pracy „dronem”) na niskim pułapie. Tutaj drobna uwaga: wielu recenzentów prac doktorskich podkreśla fakt, że analiza nie może sama w sobie być celem postępowania badawczego. W rzeczywistości praca jest bardziej złożona i dostarcza wiedzy w dwóch zasadniczych kwestiach:

1. Przedstawia wyniki badania jaka jest dokładność modeli generowanych przy użyciu danych z różnych technik pomiarowych i jaka jest ich użyteczność?
2. Omawia, jak wyglądają odcztażenia powierzchni badanego obiektu wojskowego.

Rozprawa w jeszcze większym stopniu wykracza poza realizację formalnie podanego celu, podając możliwe przyczyny odkształceń badanej powierzchni pasa startowego lotniska. Kończy się także zalecaniami odnośnie potencjalnego monitoringu stanu tego obiektu, co samo w sobie stanowi ciekawy i logiczny efekt wykonanej pracy. Wszystko to wskazuje na użyteczny charakter pracy.

## **Formalna strona rozprawy doktorskiej**

Praca doktorska ma postać manuskryptu, którego część zasadnicza mieści się na 164 stronach wydruku, po których następuje spis bibliograficzny (ponad 80 rekordów) oraz dwa rozległe załączniki zawierające zebrane tabelarycznie dane pomiarowe. Tekst został podzielony na 14 rozdziałów oznaczonych cyframi rzymskimi. Za tak wydzielone rozdziały uznano także spisy rycin, tabel czy załączniki, co zwyczajowo nie jest praktykowane. Rozdziały dzielą się na podrozdziały numerowane cyframi arabskimi, a te na kolejne podrozdziały. Przyznam, że przyjęty schemat numeracji nie jest dla mnie przejrzysty, co będzie jeszcze podniesione w dalszej części recenzji.

W złożonej pracy zamieszczono 98 rycin oraz 10 tabel, nie licząc dwóch dodatkowych załączników. Na ryciny składają się fotografie, schematy wyjaśniające założenia metodyczne, mapy dotyczące obszaru badań, wizualizacje stworzonych modeli oraz wykresy analityczne dotyczące uzyskanych wyników. Zdecydowana większość rycin ma charakter autorski, choć pojawiają się także ilustracje zaczerpnięte ze źródeł internetowych, czego osobiście nie polecam. Uwaga ta dotyczy się także niektórych cytowań, które podążają za źródłami internetowymi. Te są z reguły wtórne do wiedzy prezentowanej w pracach naukowych, stąd zalecam ostrożność w ich stosowaniu. Jeśli przytaczana wiedza ma charakter ogólny, lepiej sięgnąć do treści podręczników – tych w dziedzinie nowoczesnych metod geodezyjnych nie brakuje.

Rozprawa zawiera zasadniczo wszystkie elementy odpowiednie dla tego typu dokumentu. Została uzupełniona o streszczenia w języku polskim i języku angielskim o objętości dwóch stron każde. Spełnia tym samym wymogi stawiane pracom doktorskim od strony formalnej.

## **Uwagi dotyczące problemu badawczego i postawionych hipotez badawczych**

Praca dotyczy określonego miejsca, którym jest najdłuższy w Polsce pas startowy wojskowego lotniska na terenie 33 Powidzkiej Bazy Lotnictwa Transportowego im. płk. pil. Wiktora Pniewskiego. Baza mieści się w powiecie słupeckim, a droga startowa, co samo w sobie jest ciekawe, znajduje się na obszarze trzech gmin, przy czym w większości w Gminie Strzałkowo, a następnie Gminie Witkowo i w najmniejszej części w Gminie Powidz.

Doktorant przedstawił krótki rys historyczny lotniska, które zostało wybudowane po II Wojnie Światowej na potrzeby armii ZSRR i w drugiej połowie lat 50. XX w. przekazane Ludowemu Wojsku Polskiemu. Dziś jest to największa i najnowocześniejsza baza lotnicza Sił Zbrojnych RP zdolna obsługiwać stacjonujące tu samoloty transportowe Lockheed C-130 Hercules (najdłużej produkowanym samolot w historii lotnictwa o masie startowej przekraczającej 70 ton). Jak píše doktorant, wykonują one loty do dalekich miejsc, a najdalszą operacją powidzkiego transportowca był lot do bazy lotniczej na Alasce (Anchorage, Eielson, Fort Wainwright?). Specyfika prowadzonych

operacji sprawia, że należyte utrzymanie pasa startowego z którego korzystają nie tylko samoloty transportowe, ale i myśliwce, jest kluczowe dla funkcjonowania bazy. Stawia to przedstawioną do recenzji pracę w szczególnej pozycji. Jest po prostu istotna z punktu widzenia inżynierii wojskowej i poniekąd celów obronności państwa.

W swojej pracy doktorant sformułował hipotezę, że (cytat) „cyfrowy model wysokościowy drogi startowej lotniska uzyskany metodami mobilnego skanowania laserowego oraz nalotu fotogrametrycznego dronem, umożliwi ocenę jej geometrii, przeprowadzenie wstępnej oceny jej stanu technicznego oraz wskazanie obszarów wymagających przeprowadzenia pogłębionej diagnostyki”. Do jej weryfikacji posłużył się wynikami, jakie powstały z analizy i porównania wykonanych cyfrowych modeli wysokości. Tutaj jednak mała uwaga: formułując cele pracy badawczej nie można jednocześnie streszczać otrzymanych wyników (s. 42 pracy).

## Uwagi dotyczące metodyki badań i etapów ich realizacji

Doktorant w swojej pracy zaplanował trzy kampanie pomiarowe prowadzone przy pomocy technik, które wchodzą w skład nowoczesnej geodezji:

1. Na płycie lotniska wyznaczono punkty i linie kontrolne i dokonano ich pomiaru przy pomocy odbiornika GPS RTK, stosując stację bazową oraz odbiornik ruchomy. W ten sposób namierzono 1731 punktów, z których 1506 użyto do późniejszych analiz. Wykorzystanie poprawek różnicowych pozwoliło na uzyskanie dokładności nie gorszej niż 20 mm w poziomie i 30 mm w pionie.
2. Przy pomocy skanowania mobilnego opartego o skaner laserowy umieszczony na pojeździe wykonano pierwszy cyfrowy model wysokościowy drogi startowej lotniska.
3. Przy pomocy zestawu do fotogrametrii lotniczej wykonano zdjęcia o rozdzielczości 2 cm, które pozwoliły na wykonanie w technice Structure from Motion (SfM) drugiego cyfrowego modelu lotniska.

Wykonanie zaplanowanych pomiarów i ich prezentacja nie budzą moich zastrzeżeń. Pojawiające się w różnych częściach pracy opisy technik pomiarowych dają zasadniczo pewność, że doktorant jest z nimi dobrze obeznany. W dość rozproszonym opisie metodycznym brakuje jednak pewnych informacji, które wypunktuję poniżej:

- W jaki sposób wybrano miejsca do oznaczenia punktów i linii kontrolnych? Czy były to uszkodzenia nawierzchni pasa startowego? Punkty referencyjne na załączonej mapie nie są rozmieszczone w przestrzeni jednolicie i są często zgrupowane wokół pewnych miejsc.
- Na jakiej podstawie autor stwierdził, że wybrany przez niego algorytm interpolacyjny służący do budowy modeli rastrowych jest najbardziej odpowiedni? Zakładam, że wybór był słuszny, tym niemniej dobrze byłoby tę sprawę w pracy zbadać, albo przez własne eksperymenty, albo (wystarczająco w świetle doświadczeń innych badaczy) przywołując odpowiednie prace teoretyczne.
- Z większym krytycyzmem należałoby podejść do pomiarów fotogrametrycznych prowadzonych z bezzałogowego statku powietrznego (UAV) i przetwarzania zdjęć lotniczych metodą SfM. Literatura w tym zakresie jasno wskazuje na tendencję zakrzywiania uzyskiwanych modeli, na co nie ma wpływu precyzyjne pozycjonowanie UAV (np. James et al.

2014; Jaud et al. 2018; Schwendel et al. 2019 i inne prace). Problematyka ta jest złożona i warto byłoby ją w pracy poruszyć. Podobnie sama technika SfM i służące temu oprogramowanie dostarczają niezliczonych możliwości obróbki danych, co nie było tu przedmiotem rozważań.

- Jest jeszcze jedna sprawa, w której nie jestem purystą, ale podniosę ją, ponieważ praca czerpie z technik geodezyjnych. Jaki był cel zastosowania układu odniesienia danych cyfrowych UTM33N zamiast układu Polska1992? Chodziło o nawiązanie do standardów map NATO? I dlaczego stosowano układ odniesienia wysokości Kronsztad? Zgodnie z rozporządzeniem z 2019 roku<sup>1</sup> układ Kronsztad od 1 stycznia 2024 roku został w Polsce zastąpiony przez układ wysokościowy PL-EVRF2007-NH oparty na średnim poziomie Morza Północnego w Amsterdamie.

Konstrukcja rozdziału metodycznego wprowadza czytelnika w pewną konsternację, gdy część tekstu dotyczy braku konieczności rozmieszczania punktów kontrolnych w czasie misji realizowanych przez bezzałogowy statek powietrzny SenseFly eBee PLUS, po czym następuje opis kampanii pomiarowej GPS-RTK. Choć rozumiem założenia przyjętego postępowania, tekst w tym zakresie wprowadza pewien nieporządek. Dotyczy to także opisu na stronie 66, który powtarza informacje podawane na wcześniejszych stronach.

W świetle tego opracowania i bardzo specyficznego obszaru badań, być może należałoby zweryfikować także opinię wyrażoną na s. 32 pracy doktorskiej, że modele wysokościowe trudniej tworzy się dla obszarów o mocniej zróżnicowanej topografii. Jestem skłonny przekornie stwierdzić, że trudność jest zasadniczo ta sama. Proszę zauważyć, że to akurat większe oczekiwania wobec modeli obszarów niemal płaskich wymagają zwiększonej dokładności i bardziej wyrafinowanych metod w kierunku jej zapewnienia. Nie wchodząc w zbędny spór, wyrażona przez doktoranta opinia wymagałaby jednak oparcia w literaturze przedmiotu.

## **Uwagi dotyczące uzyskanych wyników, ich interpretacji i wniosków końcowych**

Przedstawione w rozprawie wyniki poparte analizą statystyczną płynącą z porównania cyfrowych modeli wysokościowych zasadniczo potwierdzają hipotezę sformułowaną przez doktoranta. Cyfrowe modele wysokościowe drogi startowej lotniska uzyskane metodami mobilnego skanowania laserowego oraz nalotu fotogrametrycznego bezzałogowym statkiem powietrznym umożliwiają ocenę geometrii nawierzchni pasa, przeprowadzenie wstępnej oceny jego stanu technicznego oraz wskazanie obszarów wymagających przeprowadzenia pogłębionej diagnostyki. Należy podkreślić, że ogromny rozmiar tego obiektu (pas ma długość ponad 3,5 km) utrudnia inspekcję prowadzoną tradycyjnymi metodami. Zastosowane metody zmniejszają koszty i skracają czas wyłączenia lotniska z użytkowania, jak pisze sam autor rozprawy.

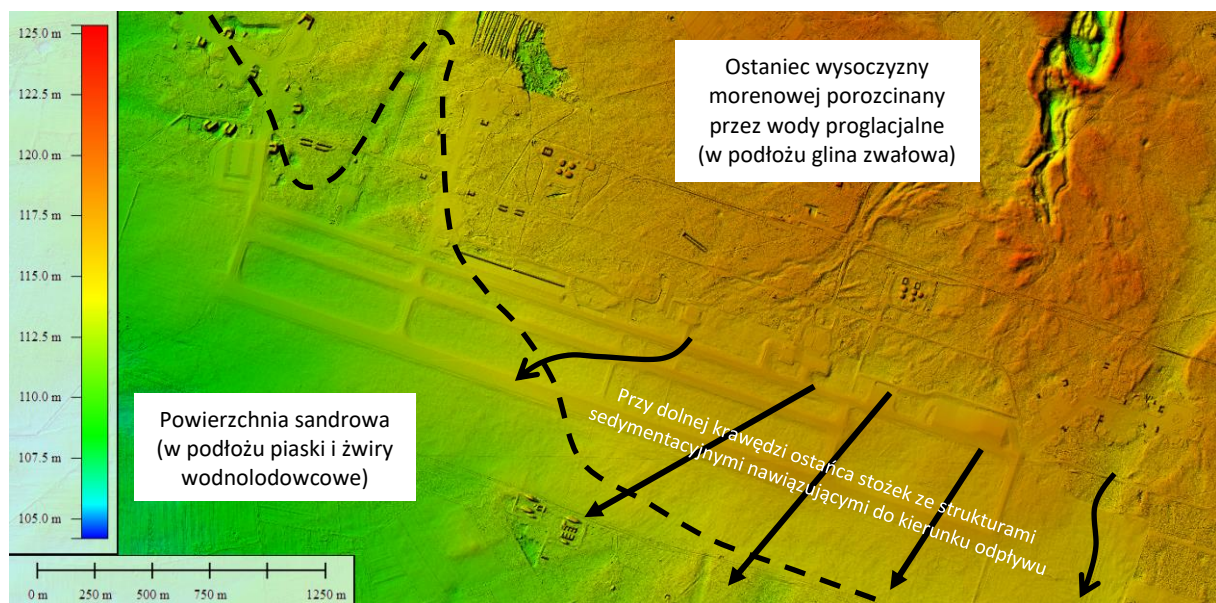
Poza wynikami pomiarów stricte geodezyjnych, doktorant porusza zagadnienia geotechniczne. To właśnie one skupiły dużą część mojej uwagi. Na stronie 110 doktorant opisał wykryte odkształcenia w postaci obniżenia drogi startowej (kształtem przypominające siodło) występujące w jej wschodniej

---

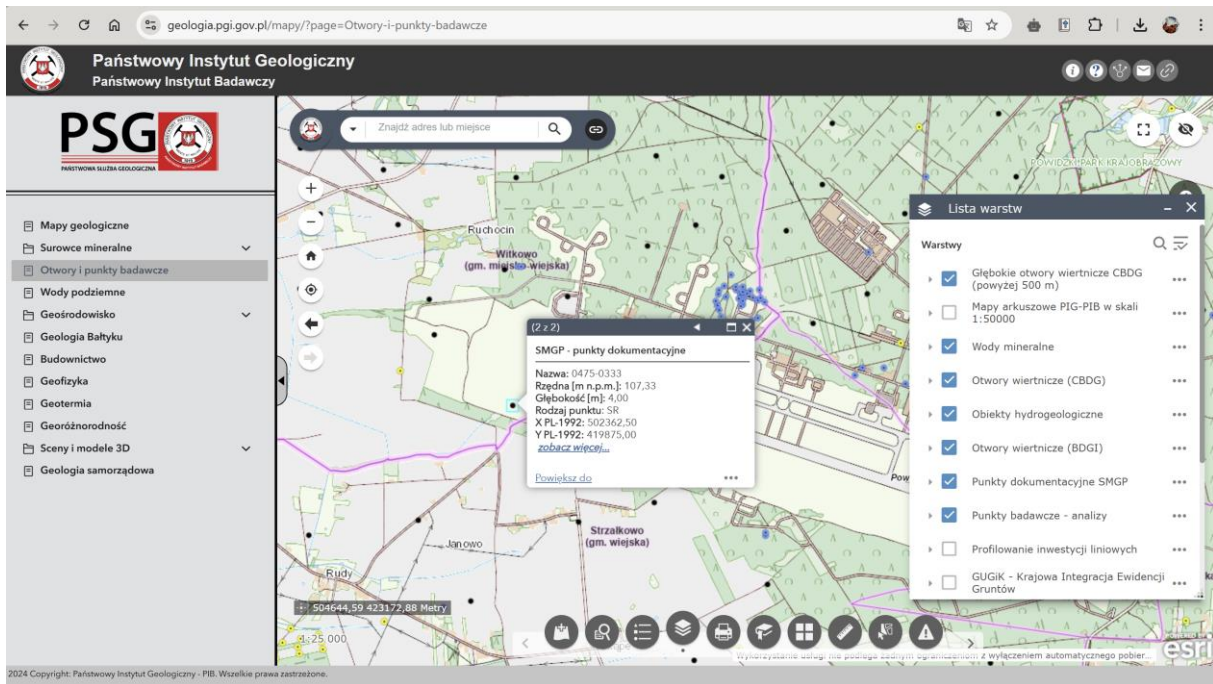
<sup>1</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 grudnia 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. z 2019 r. poz. 2494).

części, co zostało przedstawione na rycinach 71 i 72. Różnica wysokości badanej powierzchni wynosi około 80 cm. Doktorant przedstawił konkluzję, że (cytat) „na podstawie otrzymanych wyników można założyć, że występujące obniżenie może być spowodowane niewłaściwą pracą konstrukcji drogi startowej oraz uszkodzonym odwonieniem liniowym, które jest umiejscowione w południowej stronie drogi startowej dokładnie w miejscu obniżenia nawierzchni”. Wnioski te niestety nie mają bezpośredniego poparcia w prowadzonych badaniach. Wyrażam pewien żal, że wątek geotechniczny pracy nie został poszerzony. Lepszą bazę do tego typu rozważań wniosłoby bardziej pogłębione studia geograficzne nad obszarem badań. Zamieszony w pracy opis warunków geologicznych i geomorfologicznych jest zbyt pobieżny. Pomija także aspekty hydrologiczne i hydrogeologiczne, zapewne kluczowe dla stabilności obiektu, zwłaszcza że we wnioskach pojawia się wątek jego odwodnienia.

Jeśli mógłbym wyrazić pewne oczekiwania względem pracy, to wskazane byłoby chociaż porównanie sytuacji topograficznej z wykonanych modeli rastrowych z NMT o rozdzielczości 1x1 m dostępnym na Geoportalu (ilustracja poniżej). Szersze spojrzenie na sytuację wysokościową wraz z prostą analizą geomorfologiczną pokazuje, że pas lotniska przeprowadzono przez granicę między dwiema odmiennymi jednostkami rzeźby, na podłożu o różnych własnościach geotechnicznych i zapewne także wodnych. Starłem się to pokazać na schematycznej rycinie poniżej.



Dużo interesujących danych w tym zakresie wniosłoby także analiza odwiertów dostępnych w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (dwie poglądowe ilustracje – *print screeny* z portalu [geologia.pgi.gov.pl](http://geologia.pgi.gov.pl) – zamieszczam poniżej), zważywszy jak wiele odwiertów zlokalizowanych jest wokół pasa startowego. Mam oczywiście na uwadze, że nie było to głównym celem pracy. Tym niemniej przysłużyłoby się dyskusji nad otrzymanymi wynikami.



Stratygrafia		skala [m]	Mi szo [m]	Opis Litologiczny	Kod litologiczny	Geneza	Kolor	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Czwartorz. d	Holocen		0.30	Gleba	1			
				Piaski drobnziarniste jasno ólte z domieszk wirów	65	fg	j.z	
	Plejstocen		0.90	Gliny piaszczyste jasnobr zowe przewarstwione piaskami	122	g	j.b	
			4.00					

Pewien deficyt wiedzy, jaki daje się odczuć w rozdziale opisującym obszar badań, wpływa finalnie na jakość przeprowadzonej dyskusji. Brakuje m.in. wiedzy na temat prac ziemnych, jakie wykonano w

czasie budowy lotniska. Byłby to dalszy element do rozważań nad zachodzącymi odkształceniami powierzchni (s. 51 manuskryptu). Ta część rozprawy wzbudza także ciekawość odnośnie mechaniki startu czy lądowania najcięższych samolotów. Choć tematyka ta pozostaje w sferze pobocznej do tematu, mogła być przedmiotem studiów literatury jako element dyskusji. Podnoszę sprawę, bo od s. 98 rozprawy mowa właśnie odkształceniach nawierzchni drogi startowej.

Uważam, że rekomendacje sformułowane przez autora rozprawy na podstawie uzyskanych rezultatów są logiczne i celowe. Zaleca on wdrożenie harmonogramu inspekcji drogi startowej przy pomocy technik fotogrametrycznych.

## **Uwagi dotyczące konstrukcji rozprawy**

Niestety, ale konstrukcja rozprawy to jej słabsza strona. Na początku muszę poskarżyć się na trudny do zaakceptowania sposób numeracji rozdziałów czy też rozpoczynanie wielu części pracy od wstępu. Czytelnik wytknie autorowi zbędne komplikowanie struktury tekstu. Można odnieść wrażenie, że powielane są rozdziały metodyczne. Rozwiązaniem byłoby zaproponowanie wydzielonej części poświęconej przeglądowi literatury. Co więcej, wiele ważnych danych odnośnie metod pojawia się dopiero podczas omawiania wyników. Przykładów takiej niekonsekwencji jest więcej, ale nie będę się nad tym rozwodził. Z rezerwą przyjmuję też stosowaną w niektórych częściach pracy metodę, że na początku rozdziału wymienia się użyte źródła, a potem prowadzi narrację z pominięciem odnośników, bliższą podręcznikowi akademickiemu niż publikacji naukowej.

Autor rozprawy podaje w tekście podaje wiele informacji teoretycznych i nie mam wątpliwości w jego przygotowanie merytoryczne. Mogę jednak zwrócić uwagę, że czytając pewne opisy, czytelnik oczekuje podsumowań. Przykładowo ciekawa część poświęcona nomenklaturze nazw modeli cyfrowych wymaga zajęcia stanowiska, które z wymienianych akronimów będą stosowane w dalszej części tekstu i dlaczego. Akurat w tej części brakuje odniesień do nazewnictwa wprowadzonego za Ustawą Prawo geodezyjne i kartograficzne i odpowiednimi rozporządzeniami.

## **Ocena wraz z uzasadnieniem**

Przechodząc do zakończenia recenzji, chciałbym stwierdzić, że mimo podnoszonych wątpliwości i uwag krytycznych, rozprawa doktorska Pana płk mgr inż. Marcina Żebrowskiego zawiera istotny wkład badawczy w rozwój dyscypliny, będąc dobrym przykładem rozważań teoretycznych służących sprawom praktycznym. Praca ma charakter użyteczny i jest z tego powodu ważna.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska prezentuje w odpowiednim stopniu ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk o Ziemi i środowisku. Doktorant przedstawił teoretyczne tło swojej pracy w sposób szczegółowy. Rozprawa z pewnością dokumentuje też umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora. Zrealizowany temat uznaję za oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i jednocześnie oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczo-społecznej.



W konkluzji stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska Pana płk mgr inż. Marcina Żebrowskiego pt. „Bilans różnicowy cyfrowych modeli wysokościowych pozyskanych z niskiego pułapu” wykonana pod kierunkiem prof. dr. hab. Zbigniewa Zwolińskiego w Zakładzie Geoinformacji Instytutu Geoekologii i Geoinformacji na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim z uwzględnieniem kryteriów wskazanych w art. 187. *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późn. zmianami)* i wnioskuję o dopuszczenie pracy do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Autorowi rozprawy gratuluję zakończenia tego etapu procesu naukowego, życzę udanej publicznej obrony rozprawy i realizacji dalszych planów.

## Literatura przywoływana w recenzji

James, M. R.; Robson, S. Mitigating Systematic Error in Topographic Models Derived from UAV and Ground-Based Image Networks. *Earth Surface Processes and Landforms* 2014, 39 (10), 1413–1420. <https://doi.org/10.1002/esp.3609>.

Jaud, M.; Passot, S.; Allemand, P.; Le Dantec, N.; Grandjean, P.; Delacourt, C. Suggestions to Limit Geometric Distortions in the Reconstruction of Linear Coastal Landforms by SfM Photogrammetry with PhotoScan® and MicMac® for UAV Surveys with Restricted GCPs Pattern. *Drones* 2018, 3 (1), 2. <https://doi.org/10.3390/drones3010002>.

Kasprzak, M.; Jancewicz, K.; Michniewicz, A. UAV and SfM in Detailed Geomorphological Mapping of Granite Tors: An Example of Starościeńskie Skały (Sudetes, SW Poland). *Pure and Applied Geophysics* 2017, 175 (9), 3193–3207. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1730-8>.

Schwendel, A. C.; Milan, D. J. Terrestrial Structure-From-Motion: Spatial Error Analysis of Roughness and Morphology. *Geomorphology* 2019, 350, 106883–106883. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106883>.

Walicka A; Józków, G; Kasprzak, M.; Borkowski, A. Terrestrial Laser Scanning for the Detection of Coarse Grain Size Movement in a Mountain Riverbed. *Water* 2019, 11 (11), 2199–2199. <https://doi.org/10.3390/w11112199>.