

Wrocław, 04.08.2021 r.

Dr hab. inż. Grzegorz Józków

Instytut Geodezji i Geoinformatyki

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr. Krzysztofa Karwackiego

na temat:

„Modele czasowo-przestrzenne rozwoju osuwisk przy wykorzystaniu metod fotogrametrycznych
(na przykładzie wybranych osuwisk)”

1. Podstawa formalna

Formalną podstawą recenzji jest pismo RN-W/11/2021 Przewodniczącego Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, prof. dr. hab. Marka Lewandowskiego, z dnia 07.06.2021 r.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Praca doktorska mgr. Krzysztofa Karwackiego pt. „Modele czasowo-przestrzenne rozwoju osuwisk przy wykorzystaniu metod fotogrametrycznych (na przykładzie wybranych osuwisk)” przygotowana została w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym pod kierunkiem prof. dr. hab. Antoniego Wójcika.

Oceniana rozprawa obejmuje 142 strony, wśród których zasadniczy tekst pracy spisany został na 119 stronach. Pozostałe części pracy stanowią: spis literatury – 16 stron, 5 stron spisów treści, skrótów (26 skrótów), rycin (87 rycin), tabel (13 tabel) i fotografii (6 fotografii), strony tytułowej i strony z podziękowaniem. Zasadniczy tekst pracy podzielony został na 7 rozdziałów. Pierwszy rozdział stanowi wstęp, w którym Doktorant podaje przykłady różnych osuwisk i zagrożeń jakie one spowodowały. W rozdziale tym Autor również wymienia inne prace, w których wykorzystano NMT (Numeryczny Model Terenu) utworzony na podstawie zdjęć lotniczych w celu badań osuwisk. Na końcu rozdziału Doktorant podaje motywację podjęcia tematu badań osuwisk z wykorzystaniem metod fotogrametrycznych. W drugim rozdziale mgr. Krzysztof Karwacki wyjaśnia cel badań oraz przedstawia ich przedmiot, tj. 7 osuwisk z terenu Polski zlokalizowanych na obszarach o różnej genezie. Rozdział trzeci rozprawy stanowi krótki, chronologiczny przegląd literatury dotyczący wykorzystania metod fotogrametrycznych w badaniach osuwisk. W rozdziale piątym Autor przedstawia: dane wykorzystane w badaniach; metodykę opracowania bloków zdjęć archiwalnych i zdjęć niemetrycznych pozyskanych za pomocą BSP (Bezzałogowego Statku Powietrznego), metodykę analizy produktów pochodnych (ortomozaiki, NMT, modele

różnicowe) wykorzystanych w celu określenia zasięgów osuwisk, ich przemieszczeń poziomych i pionowych oraz objętości mas skalnych. Ponadto w rozdziale tym Doktorant opisuje metodę oceny i podaje uzyskane wyniki dotyczące dokładności: georeferencji bloku zdjęć, wyznaczenia zasięgów osuwisk, wyznaczenia przemieszczeń poziomych i pionowych. Rozdział piąty podzielony został na podrozdziały, w których Doktorant przedstawia kolejno badane osuwisko i szczegółowo opisuje wyniki analiz modelu czasowo-przestrzennego rozwoju danego osuwiska. Zmiany powierzchniowe osuwisk przeanalizowane zostały pod kątem jakościowym (np. poprzez identyfikację powierzchniowych form morfologicznych), ale przede wszystkim ilościowym poprzez określenie linii zasięgów osuwisk, wielkości przemieszczeń poziomych (jeśli były możliwe do wyznaczenia), wielkości przemieszczeń pionowych oraz różnic objętości mas skalnych pomiędzy kolejnymi okresami. Rozdział szósty opisuje przewidywane kierunki rozwoju każdego z osuwisk będących przedmiotem badań. W rozdziale siódmym Doktorant wykonał podsumowanie wykonanych analiz oraz w sposób syntetyczny wymienia 10 najważniejszych wniosków wynikających z przeprowadzonych badań. Rozdział ósmy stanowi spis literatury, który obejmuje 260 pozycji, z czego zdecydowana większość (około 180 pozycji) to publikacje naukowe (monografie, recenzowane artykuły z czasopism naukowych oraz artykuły konferencyjne), wśród których około 40% to prace anglojęzyczne. Pozostałe pozycje to mapy, opracowania techniczne (m.in. raporty z prac monitoringowych, karty rejestracyjne osuwisk, ekspertyzy), prezentacje konferencyjne, podręcznik użytkownika programu komputerowego oraz strona internetowa.

3. Ocena merytoryczna pracy

Jednym z zagrożeń naturalnych występujących powszechnie na całym świecie są ruchy mas skalnych. Na terenie Polski ruchy te występują w szczególności w postaci osuwisk i można je spotkać we wszystkich regionach kraju. W Polsce osuwiska najliczniej występują na obszarze Karpat stanowiąc tam realny i powszechny problem. Poza destrukcyjnym wpływem na krajobraz, osuwiska powodują również znaczne straty materialne w infrastrukturze oraz stwarzają zarówno pośrednie jak i bezpośrednie zagrożenie dla życia ludzi. Działania mające na celu zapobieganiem osuwiskom stosowane są (nie zawsze skutecznie) głównie w kopalniach odkrywkowych, gdzie świadomość zagrożenia tym zjawiskiem jest prawdopodobnie największa. Na terenach nie objętych tak silną ingerencją człowieka w kształtowanie zboczy, działania prewencyjne skupiają się głównie na monitorowaniu zmian występujących na zidentyfikowanych osuwiskach oraz na identyfikacji obszarów potencjalnie zagrożonych ich wystąpieniem. Rzadziej podejmowane są działania polegające na zapobieganiu dalszemu rozwojowi osuwisk poprzez budowę odpowiednich zabezpieczeń. Monitorowanie zmian powierzchni osuwisk może być przeprowadzone różnymi metodami. Metody teledetekcyjne, takie jak fotogrametria lotnicza czy ALS (lotniczy skanowanie laserowe) wykazują w tym zakresie wiele zalet. Przede wszystkim są to metody powierzchniowe pozwalające na monitorowanie całego obszaru osuwiska, a nie tylko jego części lub wybranych punktów. Ważny jest również brak konieczności bezpośredniego kontaktu z osuwiskiem, co zapewnia bezpieczeństwo monitoringu nawet w czasie aktywności osuwiska. Ponadto dzięki wykorzystaniu nowoczesnych algorytmów przetwarzania zdjęć istnieje obecnie możliwość rozszerzenia materiału badawczego o archiwalne zdjęcia lotnicze, które w przeszłości nie były stosowane z powodu ograniczeń technologicznych. Dzięki

danym tego typu można obecnie uzyskać nowe informacje na temat przeszłej aktywności osuwisk. Poza metodami przetwarzania rozwój fotogrametrii lotniczej nastąpił również w odniesieniu do platform lotniczych i sensorów (kamer). Dzięki zastosowaniu niemetrycznych kamer (aparatów fotograficznych) i BSP (tzw. dronów) można obecnie dla obszaru całego osuwiska niewielkimi nakładami finansowymi wykonać opracowania fotogrametryczne o bardzo wysokiej dokładności oraz rozdzielczości przestrzennej i czasowej. Problem monitorowania zmian powierzchni osuwisk z wykorzystaniem metod fotogrametrycznych podjęty w niniejszej pracy doktorskiej przez mgr. Krzysztofa Karwackiego wpisuje się zatem w aktualne trendy badawcze i jest ważny także pod względem gospodarczym.

Celem recenzowanej pracy doktorskiej było prześledzenie zmian powierzchniowych osuwisk w czasie na podstawie archiwalnych danych fotogrametrycznych oraz zdjęć niemetrycznych pozyskanych z wykorzystaniem BSP. Jako przedmiot badań wybrano 7 osuwisk występujących na terenie Polski. Okres obejmujący badania rozwoju osuwisk wynosił od 2 do 60 lat w zależności od osuwiska i zależał od momentu, w którym zidentyfikowano aktywność osuwiska, a także od dostępności danych archiwalnych. Zakres czasowy utworzonych modeli kończy się dla sześciu osuwisk w roku 2019, a dla jednego osuwiska w roku 2020. Każdy z utworzonych modeli czasowo-przestrzennych powstał w oparciu o minimum 4 zestawy zdjęć. Maksymalna liczba zestawów zdjęć dla pojedynczego osuwiska wynosi natomiast 11. Wszystkie zdjęcia pozyskane w 2017 r. lub później wykonane zostały kamerą niemetryczną zamontowaną na BSP. Zestawy danych fotogrametrycznych (z wyjątkiem zestawu dla osuwiska, które powstało w 2017 r.) uzupełnione zostały numerycznymi modelami terenu utworzonymi z danych ALS, które pozyskano w ramach projektu ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju). Doktorant pozyskał łącznie 6 NMT oraz 46 zestawów danych fotogrametrycznych, w tym 26 zestawów archiwalnych. Zbiór ten stanowi solidną podstawę do realizacji celu pracy i należy go ocenić pozytywnie.

Wykorzystanie danych fotogrametrycznych do badań osuwisk nie jest nowym lub unikalnym rozwiązaniem zarówno w odniesieniu do zdjęć pozyskanych kamerami fotogrametrycznymi jak i kamerami niemetrycznymi montowanymi na BSP. Podobnie metody stosowane przez Doktoranta do wykonania opracowania fotogrametrycznego są także powszechnie stosowane przez innych badaczy. Natomiast niezaprzeczalną, w mojej ocenie, wartość naukową ocenianej pracy stanowi kompleksowe podejście do tematu monitorowania osuwisk z wykorzystaniem metod fotogrametrycznych. W tym zakresie wyróżnić należy kilka aspektów. Pierwszym z nich jest szerokie wykorzystanie praktycznie wszystkich dostępnych danych archiwalnych dla osuwisk będących przedmiotem badań, tj. zeskanowanych fotogrametrycznych zdjęć analogowych, fotogrametrycznych zdjęć cyfrowych, numerycznych modeli terenu utworzonych z danych ALS. Dane te uzupełnione zostały pozyskanymi przez Doktoranta wysokorozdzielczymi zdjęciami niemetrycznymi wykonanymi dzięki zastosowaniu BSP. Zgromadzone materiały posłużyły do utworzenia różnych produktów (ortomozaiki, numeryczne modele terenu, modele różnicowe), dzięki którym możliwe było przeanalizowanie zmian powierzchni osuwisk zarówno w kierunku pionowym jak i poziomym. Wybór przedmiotu badań jest również kompleksowy. Do badań wybrano 7 osuwisk o różnym charakterze, w tym osuwisko Koźmin powstałe w skutek działalności człowieka. Zastosowanie tych samych metod dla różnorodnych osuwisk z wykorzystaniem danych o różnej charakterystyce (zdjęcia archiwalne i wysokorozdzielcze

zdjęcia wykonane z pomocą BSP) potwierdza uniwersalność zastosowanego podejścia, co moim zdaniem także należy potraktować jako osiągnięcie naukowe mgr Krzysztofa Karwackiego. Kolejną kwestią potwierdzającą kompleksowość badań jest w mojej ocenie szerokie korzystanie z literatury. Zaobserwowane przez Doktoranta zmiany w powierzchni osuwisk wyjaśniane są opisanymi w literaturze przeszłymi zdarzeniami. W mojej ocenie recenzowana rozprawa opisuje w sposób najbardziej szczegółowy zmiany zachodzące na przestrzeni lat na powierzchni osuwisk będących przedmiotem badań. Zaobserwowane zmiany pozwoliły również na predykcję dalszego kierunku rozwoju opisywanych osuwisk, natomiast metody wykorzystane przez Doktoranta pozwolą w przyszłości zweryfikować te przewidywania.

Na pozytywną ocenę zasługuje również sposób zaplanowania, przeprowadzenia i opisanie wykonanych badań. Zgromadzony został bardzo szeroki zestaw danych, w tym dane pozyskane własnoręcznie przez Doktoranta. Opracowanie tak wielu zestawów danych, w tym takich, które nie posiadały wszystkich niezbędnych informacji (np. zdjęcia bez metryk kamer) z pewnością było czasochłonne i wymagało rozwiązania wielu problemów technicznych nie opisywanych w rozprawie. Z tekstu rozprawy wnioskuję, że opracowania fotogrametryczne wykonano prawidłowo, zgodnie ze sztuką i przyjętymi standardami (np. wykonana została ocena dokładności aerotriangulacji w oparciu o punkty kontrolne). Tekst pracy potwierdza również, że mgr Krzysztof Karwacki jest świadom możliwości i ograniczeń wykorzystanych metod fotogrametrycznych, co potwierdzają fragmenty pracy, w których jest mowa np. o wpływie roślinności na NMT, zniekształceniu modeli fotogrametrycznych w obszarach pozbawionych fotopunktów czy wpływie błędów poziomych modelu fotogrametrycznego na błędy wysokościowe modeli różnicowych. Sposób opisu wyników również jest logiczny. Opracowanie fotogrametryczne jako etap służący utworzeniu produktów wykorzystanych do analiz opisany został łącznie dla wszystkich osuwisk i zestawów danych, a analizy będące istotą pracy przedstawione zostały oddzielnie dla każdego osuwiska. Wg mnie sposób opisu poszczególnych zmian jest również logiczny i jest jednolity dla każdego osuwiska. Najpierw następuje charakterystyka osuwiska, również na podstawie dostępnej literatury, następnie analizowana jest zmiana zasięgu osuwiska i przemieszczenia poziome, a na końcu przemieszczenia pionowe i zmiany objętości koluwiów. Wnioski umieszczone na końcu pracy są prawidłowe i wynikają z przeprowadzonych badań, a dla kilku z nich, również z dodatkowych informacji dostępnych w literaturze (np. informacje o geologii obszaru na którym znajduje się osuwisko).

4. Pytania i uwagi szczegółowe

Podczas publicznej obrony proszę Doktoranta o udzielenie odpowiedzi tylko na pytania, bez ustosunkowywania się do innych uwag i komentarzy, chyba że Doktorant się z nimi nie zgadza – wówczas proszę uzasadnić swoje zdanie.

Pytania

- 1) Pokazane na Ryc. 5.38 (2012-2013) różnice wysokości są bardzo duże (wychodzą nawet poza skalę legendy). Jeżeli jest to wpływ szumów spowodowanych roślinnością, to powinien być on widoczny również na wcześniejszych modelach różnicowych (gdy jest to szum na NMT z 2013 r.) lub na późniejszych modelach różnicowych (gdy jest to szum

na NMT z 2013 r.). Raczej mało prawdopodobne jest żeby taki sam szum powstał na wszystkich modelach wcześniejszych lub późniejszych ponieważ zdjęcia wykonywane były w różnym okresie wegetacji. Skąd zatem wynikają tak duże różnice wysokości na wspomnianym modelu różnicowym?

- 2) Z Ryc. 5.39 można wywnioskować, że pomiędzy rokiem 2003 a rokiem 2020 nastąpiło zwiększenie wysokości terenu w okolicach przedstawionego profilu wzdłuż całej jego długości. Skąd pochodzi informacja o przebiegu profilu z 2003 roku? Z wcześniejszych informacji wynika, że danych z 2003 r. nie było, natomiast były dane z roku 2004. Analizując ten profil można wywnioskować, że z wyjątkiem końca przekroju (dolina rzeki), w latach 1997-2003 nastąpiło w tym miejscu obniżenie terenu, a w latach 2003-2020 ponowne jego podniesienie. Zachowania tego nie potwierdzają modele różnicowe ani opis, a wielkość tych różnic (1-2 m) jest istotna w kontekście oszacowanych dokładności modeli różnicowych (Tabela 4-4). Skąd zatem wynikają pokazane na rycinie zmiany wysokości terenu wzdłuż przedstawionego profilu?
- 3) Doktorant pisze, że większość zdjęć archiwalnych nie posiadała metryk kamery. W jaki sposób rozwiązano ten problem, w szczególności dotyczący braku współrzędnych tłowych punktu głównego i znaczków tłowych?
- 4) Doktorant pisze, że do aerotriangulacji zdjęć archiwalnych wykorzystano osnowę polową, którą pomierzono metodą GNSS bezpośrednio w terenie. W okresie pomiędzy wykonaniem zdjęć a pomiarem GNSS punkty te mogły zmienić swoje położenie, szczególnie jeśli usytuowane były w obszarze oddziaływania osuwiska. Czy przeanalizowano w jakiś sposób stałość położenia tych punktów?
- 5) Na str. 16 Doktorant pisze, że dla danych z 1959 roku wykorzystano osnowę hybrydową poprzez identyfikację punktów osnowy na zdjęciach z lat późniejszych. Proszę wyjaśnić w jaki sposób wyznaczono współrzędne terenowe tych punktów i czy była przeprowadzana analiza dokładności ich wyznaczenia?
- 6) W pracy wykorzystane zostały numeryczne modele terenu utworzone z danych lotniczego skaningu laserowego wykonanego w ramach projektu ISOK. Dla dwóch osuwisk (Kasinka Mała, Szymbark-Zapadle), wykorzystano również zdjęcia pozyskane niecałe 6 miesięcy wcześniej niż dane ALS. Czy NMT utworzone ze zdjęć były w jakiś sposób porównywane z NMT utworzonymi z danych ALS? Wg mnie takie porównanie dostarczyłoby dodatkowych informacji o jakości NMT utworzonych ze zdjęć, szczególnie w obszarach pokrytych roślinnością.

Inne uwagi i komentarze

- 1) Skalę zeskanowanych zdjęć analogowych można przeliczyć na wielkość terenową piksela. Pozwoliłoby to porównać rozdzielczość terenową zdjęć analogowych i cyfrowych (Tabela 4-1).
- 2) Ryc. 4.2 i opis w tekście nie wyjaśniają metody aerotriangulacji opartej na niezależnych zdjęciach – niezależnych wiązkach. Czytający nie znający tej metody nie będzie w stanie jej zrozumieć, tym bardziej, że nie ma podanego odniesienia do literatury.
- 3) Zapis długości ogniskowej w postaci „8,8/24 mm” (str. 14) może sugerować obiektyw zmiennoogniskowy. Natomiast pierwsza wartość to długość rzeczywista, a druga jest

ekwiwalentem długości ogniskowej dla formatu klatki filmu małoobrazkowego o czym nie ma informacji w tekście pracy.

- 4) Nie zgadzam się ze stwierdzeniem, że parametry kalibracji kamery niemetrycznej wyznaczone są w oparciu o zdjęcia, a dopiero później następuje dowiązanie bloku zdjęć do układu terenowego z wykorzystaniem fotopunktów (str. 14). Proces wyznaczenia parametrów kamery przeprowadza się łącznie z aerotriangulacją (parametry kalibracji kamery są dodatkowymi niewiadomymi w układzie równań) i nazywany jest angielskim terminem *Bundle Block Adjustment*. Bez dowiązania bloku zdjęć do geodezyjnego układu współrzędnych za pomocą np. fotopunktów lub dowiązania do układu lokalnego m.in. za pomocą odległości pomiędzy punktami charakterystycznymi (np. wymiar pól szachownic kalibracyjnych), nie da się wyznaczyć stałej kamery ponieważ faktyczna skala modelu fotogrametrycznego nie będzie znana. W niektórych programach można wykonać kalibrację podczas *Bundle Block Adjustment* bez wykorzystania fotopunktów, ale dowiązanie do układu geodezyjnego następuje wówczas poprzez przybliżone współrzędne środków rzutów, tzw. *Air Control Points*. Natomiast takie podejście daje bardzo niedokładne efekty kalibracji i aerotriangulacji.
- 5) Moim zdaniem metoda wykorzystana do opracowania zdjęć pozyskanych z pomocą BSP nie powinna być opisana jako SFM, a na pewno nie pokazana jako tzw. *black box* (Ryc. 4.1). Mimo, że oprogramowanie Agisoft nazywane jest oprogramowaniem SFM, to metoda wyrównania bloku zdjęć z wykorzystaniem fotopunktów jest identyczna do tej wykorzystywanej w cyfrowych stacjach fotogrametrycznych. Jest to aerotriangulacja metodą niezależnych zdjęć-niezależnych wiązek, o czym Doktorant pisze nawet w rozprawie. Różnice dotyczą głównie stosowanych algorytmów, dodatkowych możliwości (w tym automatyzacji) czy kontroli użytkownika nad parametrami. Oprogramowanie Agisoft umożliwia opracowanie również zdjęć fotogrametrycznych pozyskanych zarówno kamerami cyfrowymi jak i analogowymi (skanowane zdjęcia ze znaczkami tłowymi).
- 6) Syntetyczna informacja w postaci średnich odchylek na punktach kontrolnych dla zdjęć archiwalnych (Tabela 4-2) nie przekazuje moim zdaniem żadnej użytecznej informacji. Na dokładność aerotriangulacji wpływa nie tylko dokładność pomiaru fotopunktów, ale też geometria bloku, wysokość fotografowania, stała kamery, rozdzielczość zdjęć, itp., a te były inne dla każdego zestawu zdjęć archiwalnych. Szczegółowe wyniki dla każdego zestawu pokazane zostały na Ryc. 4.6 więc moim zdaniem nie było potrzeby ich syntetyzowania. Poza tym proponowałbym w ocenie dokładności aerotriangulacji (Ryc. 4.6) pokazywać wartości dotyczące wysokości, położenia 3D i położenia xy (2D) bez rozbicia na współrzędne poziome x i y.
- 7) Podpisy pod rycinami pokazującymi różnice wysokości uzyskane z różnicowego modelu terenu dla osuwisk: Lachowice – Zawodzie, Milówka – Prusów, Szymbark – Zapadle, Dobrzyń nad Wisłą oraz osuwisk w Jastrzębiej Górze są wg mnie mylące. Podpisy mówią o przemieszczeniach pionowych, natomiast w obszarach porośniętych roślinnością, szczególnie zwartą i wysoką, poza przemieszczeniami pionowymi wpływ na różnicę wysokości mają też błędy NMT. W wielu miejscach pracy można nawet znaleźć informacje o szumach widocznych na NMT spowodowanych roślinnością. W związku z tym lepszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie podpisów analogicznych jak te dla

osuwiska w Kasince Małej („Model różnicowy...”) i wskazanie błędów interpolacji (np. Ryc. 5.19).

Uwagi edytorskie

- 1) Konstrukcja rozdziału czwartego (Metodologia) jest nieco chaotyczna. Przykładowo opis opracowania fotogrametrycznego zdjęć pozyskanych z pomocą BSP (Rozdział 4.4) umieszczony został po opisie metod wyznaczenia zmian zasięgu osuwisk i określania ich przemieszczeń pionowych (Rozdział 4.2), natomiast najpierw następuje pozyskanie zdjęć, a dopiero później opracowanie. W opisie fotogrametrii niskiego pułapu znalazły się także fragmenty tekstu dotyczące wyznaczania zasięgów i wyznaczania mapy przemieszczeń poziomych, co opisane zostało w rozdziale wcześniejszym. Moim zdaniem opis wg kolejnych procesów (etapów opracowania) byłby lepszy ponieważ metody zastosowane do zdjęć wykonanych z platform załogowych i bezzałogowych w istocie są tożsame mimo różnicy pomiędzy zdjęciami czy innych programów wykorzystanych do ich opracowania. Poza tym rozdział ten poza metodologią zawiera również inne elementy, tj. opis materiałów (zestawów zdjęć) oraz wyniki i analizę dokładności opracowania fotogrametrycznego zestawów danych.
- 2) Doktorant zastosował dobrą praktykę pisania anglojęzycznych terminów kursywą, natomiast w kilku miejscach reguła ta nie została zachowana, np. „Error” (str. I.), „image matching” (str. 2), „tie points” i „control points” (str. 8), „check points” (str. 11).
- 3) Nie wszystkie skróty zostały w pracy rozwinięte, np. TIN (str. I., spis skrótów), SMGP (str. 22) – brak skrótu również w spisie skrótów.
- 4) Niektóre elementy tekstowe na kilku rycinach są bardzo słabo czytelne ze względu na ich mały rozmiar i tzw. artefakty związane ze stratną kompresją obrazów rastrowych, np. opis w legendzie jednostek tektonicznych (Ryc. 2.1) i warstw geologicznych (Ryc. 5.7, Ryc. 5.26), opis skali różnic wysokości (Ryc. 5.5), niektóre opisy legendy (Ryc. 5.14).
- 5) W spisie literatury brakuje dwóch pozycji (Ziętara, 1986; Wójcik, 1997), do których Doktorant odwołuje się na str. 5.
- 6) W równaniu na str. 11 symbol pierwiastka powinien być nad całością wyrażenia, a opis wartości pomierzonej i prognozowanej zostały zamienione miejscami. Ponadto wszystkie równania występujące w pracy powinny być ponumerowane.
- 7) Wartości RMSE na wykresach (Ryc. 4.6) nie powinny być połączone liniami, gdyż jest to zmienna dyskretna, a nie ciągła. RMSE występuje tylko dla opracowania z określonego roku, a wykresy sugerują, że zmienia się w pewien sposób pomiędzy tymi okresami. Podobnie słupki pokazujące stosunek przyrostu do ubytku koluwium w poszczególnych okresach i osuwiskach (Ryc. 7.1) nie powinny być połączone linią.
- 8) Lokalizacja niektórych tabel i rycin utrudnia czytanie tekstu. Przykładowo odniesienie do Tabeli 4-2 pojawia się przed odniesieniem do Ryc. 4.6, natomiast tabela w tekście została umieszczona po rycinie. Tabela 5-5 przywołana została w tekście na stronie 69, a pojawia się dopiero na stronie 76. Ryciny i tabele powinny być umieszczane w tekście zgodnie z kolejnością i w pobliżu ich pierwszego przywołania.

- 9) Wartość liczbową i jej jednostka powinny znajdować się w jednym wierszu, natomiast w kilku miejscach wartość znajduje się na końcu wiersza, a jej jednostka jest w wierszu następnym, np. „ $\pm 0,30$ m” (str. 21), „3 m” (str. 32), „20 m” (str. 78).
- 10) W kilku miejscach przy skrócie roku (r.) brakuje kropki, np. „2001 r” (str. 25), „2009 r” (str. 109), a w kilku miejscach Doktorant podaje tylko liczbę (lub datę) pisaną cyframi nie dodając skrótu lub pełnego słowa, które wyjaśniają, że podane liczby to rok, lata lub data, np. „2001/2002” (str. 26), „30.03.2018 a 5.05.20218” (str. 97).
- 11) Ryc. 5.3. Fragment ryciny dla 1997 roku jest w innej skali i pod innym azymutem niż fragmenty dla pozostałych lat.
- 12) Pisząc o kierunkach geograficznych lepiej byłoby używać pełnych słów niż stosować anglojęzyczne skróty, np. „w SW części” (str. 25), „SW granicy” (str. 71), „znajdująca się na N i NW od budowli” (str. 111).
- 13) W kilku miejscach Doktorant pisze o ubytku mas skalnych podając wartość w metrach, np. „ubytki mas skalnych na poziomie 3,2 m” (str. 41), co jest zbyt dużym skrótem myślowym powodującym błąd formalny – ubytek mas spowodowany jest obniżeniem terenu, które wyrażone może być w metrach.
- 14) Opis bibliograficzny niektórych pozycji literatury jest niepełny i niespójny, np. Bajgier – Kowalska, Ziętara (2002) – brak stron; używane są różne skróty do tego samego czasopisma, np. Biegała, Preuss, 2009 – „Arch., Fot., Kart. i Tel.”, Gawin, 2004 – „Arch. Fot. I Tel.”.
- 15) Zauważono również kilka błędów literowych i językowych, np.:
 - jest „ilości zdjęć” (str. 16), a powinno być „liczbie zdjęć” – zdjęcia są policzalne,
 - „zidentyfikowane odfotografowane” (str. 16) – jedno ze słów jest zbędne,
 - „Wartość minusowa” (str. 21) jest określeniem potocznym, powinno być „Wartość ujemna”,
 - „należy Pasm Bramy Krzeszowickiej” (str. 22) – brak słowa „do”,
 - „między w latach” (Ryc. 5.4, legenda) – słowo „między” jest błędne,
 - jest „powierzchnie” (str. 33, trzeci wiersz po Ryc. 5.10; str. 51, pierwszy wiersz trzeciego akapitu), powinno być „powierzchnię”,
 - jest „strefię” (str. 43, ostatni wiersz pierwszego akapitu), powinno być „strefie”,
 - jest „eletrooporowej” (str. 50, pierwszy wiersz), powinno być „elektrooporowej”,
 - „skarpa wysokości” (str. 80, ostatni wiersz) – brak słowa „o”,
 - jest „świadcząca” (str. 80, ostatni wiersz), powinno być „świadcząca”,
 - „informacji zmianie” (str. 110, piąty wiersz pierwszego akapitu) – brak słowa „o”,
 - jest „wpływa” (str. 112, drugi wiersz), powinno być „wpływ”.

5. Wnioski końcowe

Przedstawione wyżej uwagi krytyczne dotyczą głównie strony edycyjnej rozprawy i nie obniżają wysokiej, moim zdaniem, wartości naukowej ocenianej pracy. Rozprawa doktorska mgr. Krzysztofa Karwackiego stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i pokazuje, że Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego formułowania zadań badawczych, potrafi dobrać odpowiednie metody i narzędzia w celu ich rozwiązania oraz prawidłowo formułuje wnioski wynikające z przeprowadzonych badań. Potwierdza to zatem umiejętność mgr. Krzysztofa Karwackiego do prowadzenia samodzielnej pracy

naukowej. Ponadto Doktorant wykazał się umiejętnością wykorzystania literatury naukowej, co udowodnił poprzez wyjaśnienie zaobserwowanych zmian w nawiązaniu do informacji dostępnych w literaturze. W mojej opinii, recenzowana rozprawa doktorska dowodzi, że mgr Krzysztof Karwacki posiada szeroką wiedzę teoretyczną w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, w szczególności z zakresu tematycznego dotyczącego osuwisk. Doktorant wykazał się również znajomością metod fotogrametrycznych i umiejętnością ich wykorzystania w badaniach naukowych.

W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca spełnia kryteria stawiane rozprawie doktorskiej określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.). W związku z powyższym stawiam wniosek o przyjęcie przedłożonej rozprawy doktorskiej i dopuszczenia mgr. Krzysztofa Karwackiego do jej publicznej obrony.


Dr hab. inż. Grzegorz Józków