

Recenzja rozprawy doktorskiej **mgr. Krzysztofa Karwackiego**
z Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego nt.:

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

Przedmiot oceny

Recenzja została wykonana na prośbę Przewodniczącego Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego prof. dr hab. Marka Lewandowskiego (pismo RN-W/10/2021, z 7 czerwca 2021). Umowa na wykonanie recenzji została zawarta w dniu 25 czerwca 2021, a praca została dostarczona recenzentowi, zgodnie z życzeniem w formie pdf. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. Antoni Wójcik z PIG-PIB. Rozprawa zawiera wnikliwą analizę zmienności powierzchni 7 osuwisk w latach 1977(1997) – 2019, wykonaną za pomocą metod fotogrametrycznych, z uwzględnieniem wyników badań terenowych. Wybrane osuwiska znajdują się w Milówce, Lachowicach, Szymbarku, Kasince Małej, w Karpatach oraz w Dobrzyniu nad Wisłą, Jastrzębiej Górze i na terenie KWB Bełchatów (odkrywka Koźmin). Materiałem do analizy były zdjęcia lotnicze wykonywane w różnym czasie oraz numeryczne modele terenu, w tym te uzyskane z indywidualnych nalotów, a także dane z bazy SOPO oraz różnego rodzaju opracowania archiwalne. Analiza przeprowadzona była w środowisku GIS.

Ocena formalna

Przedłożona do recenzji rozprawa to monografia licząca 142 stron tekstu, wraz z 87 figurami, 13 tabelami i 6 fotografiami oraz spisem literatury. Spis treści sporządzony jest w sposób klarowny i informuje o podziale tekstu na 8 rozdziałów z licznymi podrozdziałami. Już przy pierwszym oglądzie praca zwraca uwagę niezwykle starannością edytorską. Tekst jest przejrzysty, a różnorakie, w większości kolorowe, ilustracje są wklejone w odpowiednie miejsca tekstu i starannie opisane. Dobre wrażenie robi również umieszczenie po spisie treści zestawienia użytych w pracy skrótowców, a także wykazu numerów i tytułów ilustracji, tabel

i fotografii, z podaniem strony, na której zostały ulokowane. Wykaz literatury zawiera 258 pozycji, wśród których są artykuły naukowe, podręczniki, a także materiały niepublikowane (np. karty osuwisk) oraz, sporadycznie, strony internetowe. W wykazie literatury brakuje danych bibliograficznych dla 7 cytowanych w tekście prac, a 29 pozycji z wykazu nie znalazło cytowania w tekście. Rzuca się w oczy brak jednolitego stylu podawania danych bibliograficznych.

Ocena merytoryczna

Rozdział 1. Wstęp.

W tym krótkim, ale treściwym rozdziale Autor dobrze naświetla kontekst podjętego tematu. Po ogólnych informacjach na temat znaczenia osuwisk w życiu gospodarczym i społecznym oraz potrzeby ich inwentaryzacji szybko przechodzi do wyrażenia potrzeby szczegółowych badań osuwisk z zastosowaniem stale rozwijających się technik badawczych. Zapowiada przedstawienie celu badań w kolejnym rozdziale.

Rozdział 2. Cel i przedmiot badań.

W tym liczącym 3 strony rozdziale Autor przedstawia cel badań, którym jest „prześledzenie dynamiki niektórych osuwisk na podstawie sekwencji zdjęć..”. To dość lakoniczne sformułowanie celu badań jest zaskakujące przy tak obszernej pracy. Na szczęście w dalszej części rozdziału pojawiają się cele dodatkowe, ale trzeba je łowić z dość chaotycznego zbioru różnych informacji, dotyczących metod badawczych, położenia osuwisk, a nawet wstępnych wyników. Zdanie: „Zastosowanie metod fotogrametrycznych pozwoliło uzyskać zmiany powierzchni osuwisk, wektory przemieszczeń poziomych i zmiany w profilu pionowym oraz objętości zmian powierzchniowych” brzmi jak wniosek i nie wiadomo dlaczego znalazło się w rozdziale opisującym cel i przedmiot badań. Zastrzeżenia budzi też charakterystyka przedmiotu badań. Zamiast klarownego wypunktowania wytypowanych do badań osuwisk, np. w formie listy, uwzględniającej ewentualnie krótką ich charakterystykę, Autor zawarł te podstawowe informacje w ciągłym tekście, tak jakby chciał ukryć rzeczywistą liczbę badanych obiektów. Zamieszczona na końcu rozdziału ilustracja 2.1 informuje ostatecznie o lokalizacji wszystkich siedmiu osuwisk – czterech w Karpatach: Milówka Lachowice, Kasinka Mała, Szymbark, dwóch naturalnych: w Dobrzyniu n. Wisłą (skarpa doliny) i w Jastrzębiej Górze (klif morski) oraz jednego sztucznego w KWB Bełchatów (odkrywka Koźmin). Sam pomysł wyboru osuwisk o zróżnicowanej budowie i morfologii oceniam bardzo dobrze, jednak próba, na której zaplanowano analizę nie jest imponująca i z pewnością nie wyczerpuje wszystkich możliwości modelowego podejścia do badań

czasowo-przestrzennego rozwoju osuwisk. Reasumując rozdział ten jest napisany chaotycznie i słabo wprowadza czytelnika w problematykę badań.

Rozdział 3. Przegląd literatury pod kątem wykorzystania metod fotogrametrycznych w badaniach osuwisk.

W rozdziale tym Autor w niezwykle zwięzły sposób omawia historię badań osuwisk w Polsce i przybliża rozwój technik badawczych, również tych stosowanych zagranicą. Cytowanie prac potwierdzających przygotowanie do przeprowadzenia podjętego tematu jest bardzo liczne, ale już głębsze spojrzenie w zawartość prac raczej właściwie nie istnieje. Usprawiedliwieniem tego stanu może być temat i cel badań, który dotyczy zastosowania najnowszych metod, często nie mających jeszcze odniesień literaturowych. Nie umknęło uwadze recenzenta cytowanie własnych prac Autora w treściach dotyczących nowoczesnych technik badawczych. To należy ocenić pozytywnie, jako dobrą podstawę merytoryczną do wykonania zamierzonego tematu.

Rozdział 4. Metody badań.

Rozdział rozpoczyna najistotniejsze treści niniejszej pracy. Opis metod jest podstawą do oceny sposobu analizowania tematu, a tym samym słuszności wyciągniętych wniosków. Na początku Autor przedstawia „uproszczony” schemat działań podejmowanych w celu określenia wielkości zmian osuwisk w czasie (Ryc. 4.1). Można się było spodziewać, że zawartość tego zestawienia będzie omówiona i rozbudowana w dalszej części rozdziału. Jednak tak nie jest, a sam schemat trudno nazwać uproszczonym. Następnie Autor omawia metody fotogrametryczne jako ważne źródło danych archiwalnych o osuwiskach, po czym przedstawia sposób w jaki należy je wykorzystać do analizy porównawczej. Przy opisywaniu lotniczego scaningu laserowego, jako najczęściej stosowanej obecnie metody fotogrametrycznej niefortunnie posłużył się literaturą. Czy Autorzy cytowanych publikacji dokonywali nalotów, czy tylko wykorzystali dane z tych nalotów? W tabeli 4-1 przedstawiony jest rodzaj źródła danych użyty do analizy każdego z wybranych osuwisk. Z zestawienia wynika, że poszczególne poligony badawcze różniły się zakresem danych, co raczej nie jest zgodne ze sztuką analizy porównawczej.

W następnym podrozdziale Autor opisuje kolejne kroki przystosowania archiwalnych zdjęć lotniczych do nowoczesnej analizy. Ta część jest podana w sposób zrozumiały, ale miejscami nie wiadomo czy całą tę procedurę Autor wykonał osobiście, czy korzystał z gotowych etapów pośrednich. Z informacji: „Współrzędne punktów osnowy podlegały pomiarowi w terenie w latach 2018 i 2019.” - nie wiadomo kto wykonał pomiary w terenie, ile

ich wykonał, w jaki sposób. W opisie rzuca się w oczy wysoki stopień zaawansowania technik badawczych opartych w znacznym stopniu na programach komputerowych. Ciekawe jest również zastosowanie różnoczasowych NMT do szacowania objętości przemieszczonych mas. Jednak zdarzają się w tym opisie drobne mankamenty, m.in. w zobrazowaniu zmiany powierzchni osuwiska (ryc. 4.3, patrz uwagi szczegółowe).

W następnej części Autor przedstawia sposób pozyskania danych fotogrametrycznych „niskiego pułapu”. Również i w tym przypadku nie jest oczywiste, czy Autor wykonywał osobiście naloty dronem, albo chociaż czy uczestniczył w tych przedsięwzięciach. Powinny się tu znaleźć również informacje na temat terminu wykonania nalogów i liczby osuwisk, dla których zostały wykonane. Recenzent domyśla się jednak, że swoboda z jaką Autor opisuje zagadnienia metodyczne, zwłaszcza w zakresie pozyskiwania i przetwarzania danych, nie byłaby możliwa bez Jego osobistego zaangażowania w tę procedurę.

Trudno nie zauważyć lekkiego bałaganu w nazywaniu osuwisk wybranych do analizy. Na początku mają one nazwy od miejscowości, ale już w dalszych częściach tekstu i na figurach pojawiają się dodatkowe nazwy uzupełniające, np. Jastrzębia Góra to zespół osuwisk, osuwisko w Dobrzyniu n. Wisłą zyskało nazwę „centralne”, Milówka to Milówka – Prusów, a Lachowice to Lachowice-Zawodzie itp. Jest to niepotrzebna perturbacja będąca konsekwencją dość słabego określania przedmiotu badań w rozdziale 2.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w części metodycznej Autor rzetelnie przeanalizował i określił rodzaj i wielość błędów przy określaniu położenia i wysokości punktów służących jako repery w korelacjach poszczególnych obrazów (rozdz. 4.5). W zależności od rodzaju danych źródłowych i daty ich pozyskania, a także od sytuacji terenowej osuwisk (geomorfologia, szata roślinna) dokładność analizy się zmienia, z generalną zasadą, że im młodsze dane tym dokładność zobrazowania jest większa. Świadomość błędów i zastosowane sposoby ich eliminowania lub ograniczenia dobrze świadczą o przygotowaniu Autora do realizacji badań. Część metodyczna jest bardzo ciekawa i stanowi bardzo znaczący wkład w problematykę badania osuwisk. Być może stanie się to załącznikiem nowego, bardziej wszechstronnego i skutecznego podejścia do śledzenia, a może nawet prognozowania zmian w obszarach osuwiskowych.

Rozdział 5. Rozwój wybranych osuwisk w czasie.

Obszerna i wielowątkowa część wynikowa obejmuje prezentację szczegółowych informacji dla każdego z siedmiu poligonów badawczych, poczynając od osuwisk karpackich, a na sztucznym osuwisku w odkrywcę Koźmin, kończąc. Opis zawiera: ogólne dane o osuwisku, krótką historię jego aktywności, historię badań, zarys budowy geologicznej

i parametrów osuwiska, podanie strat gospodarczych wskutek ruchu mas. Pewnym mankamentem jest tu brak dat przy prezentowaniu zasięgu osuwiska na poszczególnych rycinach. Również logicznym byłoby podanie daty przy prezentowaniu wymiarów osuwisk, jednak praca dotyczy dynamiki zmian, więc długość, szerokość, powierzchnia osuwiska mają wartości właściwe tylko dla czasu wykonania pomiarów. Autor opisuje wielkość zmian na każdym z osuwisk, najpierw analizuje przemieszczenia w poziomie, później w pionie ilustrując to konsekwentnie mapami różnicowymi i przekrojami oraz zestawieniami tabelarycznymi z wynikami pomiarów.

W przypadku osuwiska Lachowice-Zawodzie brak charakterystycznych punktów na jego powierzchni uniemożliwił pomiar wektora przemieszczeń poziomych. To wytłumaczenie nie jest zbyt przekonujące - może trzeba było zrezygnować z wyboru tego osuwiska do analizy? Przy omawianiu różnic w pionie mylące są informacje o czasie największych zmian przypadających na kolejne lata w środku okresu porównawczego. Figury będące efektem analiz przemieszczeń pionowych są spektakularne, ale pokazują zmiany na końcu okresu obserwacji (np. 2003) w porównaniu ze stanem wyjściowym (np. 1977). Nie ma pomiarów w etapach pośrednich, dlatego nie można na tej podstawie wyciągać wniosku, że największe zmiany zaszły w roku 2001 i 2002, bo ten wniosek wynika z innych danych (doniesień medialnych, monitoringu, kartowania itp.).

Osuwisko w Milówce wydaje się najlepiej zbadane. Na ryc. 5.29 niefortunne jest pokazanie mapy zmian poziomych w latach 2009-2012 w obrębie granic osuwiska z 2015, gdyż nie wiadomo na ile zmieniły się wartości wektorów przesunięć poziomych. Poza tym podpis mówi, że te zmiany zaszły w 2010 r. Która z tych informacji jest właściwa? To potęguje zastrzeżenia do sposobu interpretacji wielkości i kierunku wektorów przesunięć. Autor opisuje stan na 2012, ruchów które zaszły w roku 2010, albo w 2011 r. W interpretacji należałoby dopuścić możliwość przemieszczania poszczególnych części osuwiska w różnym czasie, przecież taki sposób rozwoju osuwisk jest powszechny i opisany we wcześniejszej części pracy.

W dalszej kolejności Autor przedstawia szczegółową analizę zmian w pozostałych osuwiskach naturalnych (Dobrzyń nad Wisłą) i Jastrzębia Góra (zespół osuwisk) oraz młodego, sztucznego osuwiska Koźmin, rozwiniętego w gruntach zwałowych na terenie poddanym rekultywacji w KWB Bełchatów. Uzyskane wyniki są interesujące i wzbogacają zbiór danych o dynamice procesów osuwiskowych. Jednak specyfika zmian w każdym z tych obiektów uniemożliwia ich porównanie, głównie ze względu na inną budowę, czynnik sprawczy, wiek oraz niejednorodność dostępnej dokumentacji.

Po przestudiowaniu opisu zmian zachodzących na badanych osuwiskach w latach 1977-2019 można sformułować kilka ogólnych uwag krytycznych.

1. Pozyskany do badań materiał był niejednorodny, przez co wyniki uzyskane w jednym osuwisku nie bardzo nadają się do porównania z innymi.
2. W poszczególnych osuwiskach zastosowano nierównomierne przedziały czasowe, a to uniemożliwia właściwą ocenę tempa zmian ruchów masowych. Nie da się porównać wyników wyciągniętych dla okresu 28 lat z tymi uzyskanymi dla okresu dwóch miesięcy.
3. Obliczanie średniej dobowej tempa przemieszczania w centymetrach jest zaskakujące i nielogiczne. Zaskakujące dlatego, że wcześniej Autor nie opisał potrzeby analizy takiego wskaźnika, ani sposobu jego obliczania. Nielogiczne dlatego, że w wielu miejscach tekstu Autor wykazał, że przemieszczenia mas cechują się wyjątkową nieregularnością, zgodnie z ich katastrofalną naturą. Więc wskaźniki tempa dobowego przemieszczeń, zwłaszcza obliczanego w niejednakowych przedziałach czasowych, są niemiernodajne. Poza tym poszczególne części osuwiska przemieszczają się we własnym, nierównomiernym tempie.
4. Naloty robione pod kątem tej analizy powinny być wykonywane w najdogodniejszych (tych samych) porach roku, żeby wykluczyć zakłócenia wynikające z rozwoju szaty roślinnej, wskazywane przez Autora jako czynnik generujący niepewność i niedokładność analizy.
5. Z treści rozdziału wynikowego trudno jednoznacznie odczytać wzmiankowane w tytule modele zmian czasowo-przestrzennych. Jest raczej opis konkretnych, zmiennych w czasie, stanów osuwiska, ale właściwych tylko dla pojedynczego obiektu, więc niemających uniwersalnego (modelowego) charakteru.

Pomimo tych uwag krytycznych, uzyskane wyniki należy uznać za interesujące, a miejscami za bardzo dokładne i nowatorskie. Wizualizacja przemieszczeń poziomych dla poszczególnych okresów w badanych osuwiskach jest niezwykle sugestywna. Podobnie spektakularne są wyniki zmian pionowych w powierzchni koluwiów, umiejętnie zobrazowane na przekrojach podłużnych przez badane obiekty.

Rozdział 6. Kierunki rozwoju osuwisk.

W rozdziale tym Autor, na podstawie analizy skali i tempa dotychczasowych zmian poziomych i pionowych w poszczególnych osuwiskach, przedstawia prognozę ich zmian w przyszłości. Prognozy te są mniej lub bardziej konkretne i czasem wydają się wynikać nie tak z przeprowadzonych analiz, co z oceny ogólnej sytuacji geologiczno-geomorfologicznej obiektu. Stosunkowo najbardziej przekonująca jest prognoza dalszych ruchów mas w osuwisku Lachowice, z wyraźnym wytypowaniem miejsc przyszłych zmian. Waga pozostałych

prognoz jest trudna do oceny, co zresztą Autor sam podkreśla, ale generalnie wydaje się niewielka.

Rozdział 7. Podsumowanie i wnioski

Rozdział końcowy stanowi bardzo dobrze napisane streszczenie całej pracy wraz z zwięzłym opisem zastosowanych technik, analizą zalet i niedostatków przyjętej metodologii oraz zbiorczymi zestawieniami cech odtworzonych zmian osuwisk. W podsumowaniu zabrakło jednak pogłębionej analizy przyczyn różnic w skali zmian w poszczególnych osuwiskach, jak również jasnego stanowiska czy opisane zmiany czasowo-przestrzenne dobrze reprezentują dany typ warunków geologiczno-geomorfologicznych, a więc czy można je nazwać modelowymi. Niedosyt budzi również zbyt słabe powiązanie okresów wzrostu dynamiki zmian w osuwiskach z warunkami pogodowymi lub innymi spektakularnymi zjawiskami naturalnymi tłumaczącymi te zmiany (np. wielkość i rozkład opadów w danym rejonie, stanami rzek i morza). Wpływ zmian antropogenicznych był dostatecznie naświetlony w przypadku Dobrzynia n. Wisłą, Jastrzębiej Góry i oczywiście, w przypadku Koźmina.

Najważniejsze wyniki posłużyły do sformułowania 10 wniosków wynikających z przeprowadzonych badań. Jedynie wnioski mówiące o tempie zmian wydają się niewłaściwe, ze względu na wielokrotnie wskazywaną przez Autora niejednostajność procesu ruchów masowych.

Szczegółowe uwagi krytyczne

Uwagi szczegółowe i komentarze zamieszczone zostały bezpośrednio w wersji pdf manuskryptu i, w razie potrzeby, przekazane będą Autorowi. Poniżej wybrano kilka z nich.

Str. 1 - pierwsze zdanie – pustosłowie: „Problematyka związana z osuwiskami jest zagadnieniem złożonym.”;

Str. 4 - osuwiska na ryc. 2.1 mają inne nazwy niż te w dalszej części tekstu, na ilustracjach i w tabelach;

Str. 6 - niefortunne sformułowanie o sposobie wyboru osuwisk czynnych;

Str. 13 - błąd stylistyczny (niejasne zdanie);

Str. 13. ryc. 4.3 – niefortunne zobrazowanie zmiany w osuwisku - taka zmiana powinna być zaznaczona na obrazie prawym, młodszy, bo zdjęcie lewe jest stanem wyjściowym;

Str. 23 - na ryc. 5.1 trzeba zaznaczyć jakiego roku dotyczy zasięg osuwiska w Lachowicach (Zawodziu)?;

Str. 24 - nie ma daty wykonania zdjęcia powierzchniowego;

Str. 25 - nie zgadza się łączna powierzchnia osuwiska;

- Str. 27 - mapa pokazuje różnice powierzchni 1977-2003, nie można zatem mówić, że największe przemieszczenia zaszły w 2001 i 2002, tego nie widać na mapie;
- Str. 29 - skąd informacja, że skarpa boczna osuwiska leży na uskoku przesuwczym? nie było takiej informacji przy charakterystyce osuwiska, trzeba literaturę zacytować;
- Str. 30 - znów brak daty zasięgu osuwiska na mapie geologicznej (2019?);
- Str. 31 i inne - kto jest autorem mapy osuwisk w kolejnych poligonach badawczych, jaką metodą została wykonana, jaki jest rok wykonania. Jeśli jest to mapa autorska to na jakiej podstawie została wykonana;
- Str. 52 - podpis ryciny jest sprzeczny z jej treścią;
- Str. 53 - co to jest „epizod główny”?
- Str. 61 - niezrozumiała informacja o wpływie zabiegów melioracyjnych na wzmożenie aktywności osuwiska w Szymbarku;
- Str. 85 - z jakim innym procesem były związane zmiany pionowe na osuwisku w interwale 1997-2004;
- Str. 86 - czy wynik 4 m przyrostu powierzchni odczytany na modelu był potwierdzony bezpośrednim pomiarem w terenie w 2004 r?;
- Str. 90 - kiedy powstała opaska w tym miejscu osuwiska w Jastrzębiej Górze i czy odniosła pozytywny skutek?;
- Str. 93 - tabela 5-7 jest niezrozumiała;
- Str. 108 - niezrozumiały podpis pod ryciną 6.2;
- Str. 113 - informacja o zamierzeniach badawczych powinna się znaleźć w rozdziale o przedmiocie badań, a nie w podsumowaniu;
- Str. 120-135 - zalecam uporządkowanie sposobu podawania danych bibliograficznych.

Podsumowanie oceny

Na podstawie analizy przedłożonej rozprawy stwierdzam, że stanowi ona samodzielny i wartościowy dorobek Autora w zakresie analizy osuwisk, w oparciu o nowoczesne techniki badawcze. W sposób jednoznaczny ujawnia Jego ogólną wiedzę teoretyczną z zakresu geologii i geomorfologii oraz uwarunkowań rozwoju ruchów masowych. Autor zaprezentował wysokie kompetencje zarówno w tradycyjnych badaniach osuwisk (w tym biegłość w pracach terenowych), jak i przekonująco zastosował zaawansowane narzędzia teledetekcji. Swobodnie posługuje się terminologią z tego zakresu. Wykazał się wysoką sprawnością w pozyskiwaniu danych podstawowych, umiejętnością ich przetwarzania w różnorodnych programach komputerowych, posiada świadomość ograniczeń wynikających z ich stosowania, realnie ocenia lub/i ogranicza błędy. Potrafi również wyciągnąć racjonalne wnioski z przeprowadzonej

analizy danych. Tym samym udowodnił, że jest dobrze przygotowany do prowadzenia samodzielnych badań naukowych.

Wskazane błędy i usterki nie wpływają zasadniczo na pozytywną ocenę pracy, za to mogą być przydatne w przypadku ewentualnej publikacji wyników. Przeprowadzone badania, a przynajmniej niektóre z nich, mają dużą wartość merytoryczną, metodologiczną i aplikacyjną, przez co mogłyby być włączone do obowiązkowego zestawu monitorowania osuwisk wytypowanych w ramach programu SOPO.

Wniosek

Stwierdzam, że rozprawa mgr Krzysztofa Karwackiego pt. „Modele czasowo-przestrzenne rozwoju osuwisk przy wykorzystaniu metod fotogrametrycznych (na przykładzie wybranych osuwisk)” spełnia wszystkie warunki stawiane przez Ustawodawcę i dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie jej do dalszych etapów postępowania.