

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Edyty Rycio
pt. *Ocena wpływu czynników biernych na występowanie osuwisk w zachodniej części Gór
Słonnych (rejon Sanoka) z wykorzystaniem modelu Frequency Ratio (FR)*
napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. Antoniego Wójcika z Państwowego Instytutu
Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego

Przedmiot oceny

Recenzja została wykonana na prośbę Przewodniczącego Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego dr. Henryka Jacka Jezierskiego (pismo NK.433.4.2021, z dnia 20 lutego 2024). Opiekunem pracy jest prof. dr hab. Antoni Wójcik z PIG-PIB. Rozprawę stanowi samodzielna monografia (zamieszczona na prośbę recenzenta w chmurze w dniu 21.02.2024.) o objętości 129 stron tekstu, wraz z 28. kolorowymi rysunkami oraz 6. tabelami wkomponowanymi w tekst. Praca jest podzielona na 10 rozdziałów, a niektóre z nich - na podrozdziały, o czym informuje starannie sporządzony spis treści. Ciekawym pomysłem jest zastosowanie zróżnicowania koloru czcionki (dla podpisów rysunków, tabel i tytułów rozdziałów), kursywy (dla podpisów rysunków i niektórych haseł) oraz pogrubienia (dla tytułów rozdziałów i niektórych haseł), a także druk rozstrzelony (w nazwach opisywanych jednostek litologicznych). To pomaga w śledzeniu prowadzonej narracji, podobnie jak wykorzystanie możliwości programu edytorskiego do wklejenia w tekst ponadwymiarowych map i rysunków. Całość jest przejrzysta i porządnie wyedytowana. Kolejność rozdziałów jest na ogół logiczna, choć w kilku przypadkach zaskakująca, zwłaszcza umieszczenie rozdziału *Dyskusja wyników* po rozdziale *Podsumowanie i wnioski*.

Głównym problemem badawczym rozprawy jest określenie przyczyn dużej koncentracji i znaczącego zróżnicowania gęstości osuwisk w Górach Słonnych w rejonie Sanoka oraz wskazanie czynników biernych, które na ten stan wpłynęły najsilniej. Do rozwiązania zadania wykorzystana została metoda statystyczna zwana modelem

współczynnika częstotliwości - Frequency Ratio Model (FR). Analizy były prowadzone w większości w środowisku GIS.

Omówienie i analiza treści rozprawy

W rozdziale 1. *Wstęp* Autorka definiuje ruchy masowe jako ważny proces rzeźbotwórczy, ale też jako geozagrożenie dla gospodarki i życia człowieka. Wyjaśnia różnice między biernymi a aktywnymi czynnikami powstawania osuwisk, co jest podstawą do zasadniczych rozważań w pracy, podobnie jak objaśnienie pozostałych terminów, tj. wskaźnik osuwiskowości, podatność, gęstość, bufor i inne.

W podrozdziale *Cel i zakres pracy* przedstawiony jest szeroki kontekst podjętego tematu, który się zrodził po kilkuletnich pracach terenowych Autorki w okolicach Sanoka. Zasadniczym celem badań jest wytłumaczenie genezy nietypowego zagęszczenia form osuwiskowych w nawiązaniu do skomplikowanej budowy geologicznej badanego obszaru. Doktorantka słusznie założyła, że aby lepiej zbadać to zjawisko należy uwzględnić również strefy wokół osuwisk nieobjęte osuwaniem, tzw. bufory. Dlatego zastosowana analiza współczynnika częstotliwości dotyczyła nie tylko osuwisk, ale też stref buforowych. Dodatkowym celem badań było określenie wieku osuwisk na podstawie datowania torfów w obrębie koluwiów na Górze Kopacz oraz na górach z pozostałościami średniowiecznych grodzisk.

Kolejny podrozdział dotyczy historii badań ruchów masowych nie tylko na badanym terenie, ale na znacznie większym obszarze Karpat. Zdaniem recenzenta podana tu na blisko sześciu stronach treść zasługiwała na umieszczenie w odrębnym rozdziale. Zakres i swoboda opisu historii badań osuwisk świadczy o dobrym przygotowaniu teoretycznym Autorki do realizacji podjętego tematu badawczego. Z drugiej strony może wynikać z dużej praktyki w prowadzeniu prac nad rozpoznaniem osuwisk i terenów zagrożonych ich wystąpieniem.

W rozdziale 2 *Położenie obszaru badań* Autorka określa przynależność administracyjną terenu badań (na N i NE od centrum Sanoka), jego miejsce na mapie podziału fizycznogeograficznego regionu, a następnie charakteryzuje morfologię zachodniej części Gór Słonnych, wskazując na różnice hipsometryczne po obu stronach rzeki San. Położenie obszaru dobrze ilustruje model terenu i szkic geologiczny na rysunku 1.

W ważnym rozdziale 3 *Budowa geologiczna* Autorka przedstawia dostępne materiały kartograficzne, a następnie opisuje krótko historię badań geologicznych w regionie. Dalsza część tekstu (podrozdział 3.1 *Litostratygrafia*) zawiera szczegółowe informacje o litologii warstw serii śląskiej i podśląskiej oraz serii skolskiej, a także dość skąpy opis osadów

czwartorzędowych. Ładne i klarowne ilustracje (mapa geologiczna i profil litostratygraficzny) porządkują natłok szczegółów litologicznych. Analizując treść kolejnego podrozdziału 3.2 *Tektonika* stwierdzam, że zdecydowanie lepiej byłoby właśnie od niego zacząć omawianie budowy geologicznej terenu badań.

Rozdział 4 *Metody badań* to miejsce szczegółowego opisu metod stosowanych w badaniach osuwisk, zwłaszcza w zakresie obliczania podatności i zagrożenia osuwiskowego. Prezentując główną metodę badawczą Autorka często miesza informacje teoretyczne z konkretnymi danymi, dlatego przebieg procedury badawczej przyjętej dla rozwiązania tematu trzeba łuskać z całości tekstu. Dopiero w następnym podrozdziale 4.1 *Charakterystyka zastosowanej metody* jest to szczegółowo opisane. Metoda oparta na modelu współczynnika częstotliwości pozwala obserwować związek pomiędzy rozkładem i gęstością osuwisk a którymś z czynników biernych decydującym o ich powstaniu. Autorka przedstawia znaczenie poszczególnych współczynników zastosowanych w tej analizie, wyjaśniając ich konstrukcję na prostych ułamkach. Szczegółowość opisu i odnoszenie się do przykładów zastosowanej metody i jej wariantów w literaturze międzynarodowej świadczy o dobrym przygotowaniu praktycznym Doktorantki do pracy w wybranym programie komputerowym. W podrozdziale 4.2 *Wykorzystane materiały i oprogramowanie* w zwięzły sposób opisane są poszczególne kroki w realizacji celu badań – od prac terenowych i ich weryfikacji po prace w programach komputerowych w środowisku GIS.

Przedstawienie wyników badań w rozdziale piątym rozpoczyna się niepotrzebnie od ponownego przytoczenia ogólnych informacji o osuwiskach i przyczynach ich powstawania. Z kolei, gdy pojawiła się informacja o przyjętej klasyfikacji form to oprócz przywołania szeregu nazwisk autorów nie podano żadnych konkretów. Dopiero podrozdział 5.2 *Rozmieszczenie osuwisk w rejonie Sanoka* przybliżyła nas do sedna podjętego tematu badań. Spośród rozpoznanych w terenie 321 osuwisk do analizy wykorzystano tylko 261, uznając dość arbitralnie, że mniejsze osuwiska nie będą miały wpływu na wyniki. Taka preselekcja danych statystycznych budzi wątpliwości i wymagałoby nieco szerszego wytłumaczenia, z podparciem w argumentach z literatury. Przytaczanie szeregu współczynników osuwiskowości powierzchniowej i gęstości osuwisk dla całego terenu, dla części terenu, obliczonych w ramach pracy i zaczerpniętych z literatury powoduje chaos informacyjny. Czytelnik zaczyna się zastanawiać, kto ma rację: Autorka czy Bober w 1985 r., bo zabrakło podsumowania tych danych. W następnym podrozdziale (5.3) omówiony jest udział różnych typów genetycznych osuwisk w okolicy Sanoka, ale nie jest jasne czy to są autorskie badania czy pochodzą z projektu SOPO i jakie to ma znaczenie dla rozwiązania podjętego tematu.

W następnych akapitach znowu mieszają się dane z badań z danymi ogólnymi. Dotyczy to również rysunku 6 - można sądzić, że prezentowany diagram pochodzi z publikacji Margielewskiego (2009). W okolicach Sanoka najczęściej występują osuwiska małe, o powierzchni poniżej 1 ha, ale zajmują jedynie 10% powierzchni obszaru. Osuwiska o powierzchni do 5 ha zajmują w sumie 30% powierzchni terenów osuwiskowych. Podsumowanie tych wiadomości dotyczy położenia osuwisk względem pozycji na stoku, choć nie wyjaśniono dlaczego to jest ważne dla omawianej problematyki.

Kolejna część tekstu dotyczy omówienia różnych metod datowania osuwisk, głównie spoza terenu badań. Gdy wreszcie nawiązano do terenu pracy to nie podano informacji kto, kiedy i dla jakich potrzeb wykonał wiercenia, czy była to część projektu do doktoratu, czy tylko przeanalizowano dane literaturowe. Więcej, całe wnioskowanie o wieku osadów z Góry Kopacz oparte jest na przekazach ustnych Granoszewskiego i Ryłko-Frocisz. Na poziomie doktoratu taka praktyka nie powinna mieć miejsca, te daty i te wyniki właściwie nie istnieją, a podawanie na tej podstawie czasu trwania zbiornika w konkretnych liczbach jest mało przekonujące. W następnym podrozdziale zaskakują z kolei opisy miejsca poboru prób w profilach i podane daty z autorstwem(?). Ten chaos informacyjny jest niefortunny, tym bardziej że dotyczy pobocznego nurtu rozważań. Jednak skoro już są opisane etapy rozwoju osuwiska na Górze Kopacz to szkoda, że bez odpowiedniej ilustracji. Pewne zastrzeżenia budzi wiązanie aktywności osuwiska raz z ociepleniem, raz z ochłodzeniem klimatycznym (str. 53). Na marginesie – torfy powstają w procesie sedimentacji, a nie sedymentacji lub akumulacji. Mimo tych uchybień interpretacja geoarcheologiczna na górach Horodna i Horodyszczce jest przekonująca.

W podrozdziale 5.5 *Bufor wokół osuwisk* Autorka po raz kolejny, ale tym razem szczegółowo, wyjaśnia znaczenie i potrzebę uwzględnienia w badaniach strefy buforowej oraz podaje logiczne argumenty za przyjęciem jej wielkości na 40 m. Niejasne pozostało dla recenzenta wyznaczanie stref buforowych za pomocą zliczania pikseli, co jest zapewne prostym narzędziem w analizie obrazu w GIS.

Kolejny podrozdział 5.6 porządkuje podstawowe założenia przyjęte w podjętym projekcie badawczym. Autorka opisuje 10 własnoręcznie skonstruowanych efektownych map wektorowych, przedstawiających poszczególne czynniki biernie wzięte do analizy. Te mapy (warstwy tematyczne) porównuje z mapą osuwisk, czyli najważniejszą dla całej analizy warstwą, opisaną w kolejnym podrozdziale (5.7). Autorka podkreśla znaczenie tej mapy i wartość precyzyjnego wyznaczenia w terenie granic osuwisk. Spośród zaznaczonych na mapie osuwisk do modelowania podatności osuwiskowej wykorzystano 70% obiektów (183

osuwiska o łącznej powierzchni 360,5 ha), pozostałe osuwiska (w liczbie 78), o powierzchni 156,3 ha, posłużyły do testowania modelu. W tym miejscu zabrakło wyjaśnienia takiego podejścia (poza odwołaniem się do literatury): po co ten krok się wykonuje i czy zawsze?, skąd wynika liczba osuwisk testowych?, czy otrzymany dla nich wynik ma wpływ na akceptację wyniku(ów) dla osuwisk obliczeniowych?, co w przypadku gdy wynik obliczeniowy i testowy znacznie się od siebie różni? Nie jest to wyjaśnione również w części opisującej metody badań. Na lepsze wytłumaczenie tej kwestii trzeba poczekać jeszcze kilkadziesiąt stron.

Najważniejsza część pracy zaczyna się od rozdziału 6, w którym omówione są uzyskane wyniki analizy poszczególnych czynników biernych w powstaniu osuwisk w okolicach Sanoka. Dane liczbowe z opracowania zawarte są w tabeli 1, gdzie wpisano wartości współczynników: LF – udział osuwisk w klasie, BF – udział bufora w klasie, CF – udział klasy w warstwie, FRo – współczynnik częstotliwości osuwisk, FRb – współczynnik częstotliwości bufora. Następnie każdy z tych czynników jest omówiony w kontekście jego roli w powstawaniu ruchów masowych. Z badań wynika, że największy wpływ na rozwój osuwisk w rejonie Sanoka miała litologia skał budujących stoki – najbardziej podatne są pstre łupki godulskie i łupki radiolariowe, warstwy istebniańskie margle węglowickie i łupki pstre. Z kolei obliczenia w strefach buforowych dowodzą, że najbardziej podatne są warstwy istebniańskie i margle węglowickie. Oprócz litologii duży wpływ na rozwój osuwisk mają: odległość od uskoków, odległość od nasunięć i nachylenie stoków w przedziałach: 35° - 52° i 30° - 35° , obliczone dla osuwisk, i 17° - 20° , obliczone dla buforów. Stosunkowo najmniejszy wpływ na powstanie osuwisk ma typ fliszu, ekspozycja stoków i układ geologiczny stoku (ułożenie względem upadu warstw).

Prezentowane dane opatrzone są komentarzem Autorki, w którym stara się tłumaczyć „zaskakujące” wyniki. To rodzi wątpliwości i pytania o skuteczność analizy: dlaczego wyniki mogą zaskakiwać?, skąd wiemy, że powinny być inne?, dlaczego niektóre z otrzymanych wyników wymagają „ręcznego sterowania”, jak na przykład wartości nachylenia stoków jako istotny czynnik bierny?, skąd wiemy, że „lepsze współczynniki podatności stoków dają wyniki otrzymane na podstawie stref buforowych” (str. 81)? na jakiej podstawie można określić, że otrzymane współczynniki są „przeszacowane”?, tak jak w przypadku warstw istebniańskich. Warto też pamiętać, że przyjęty podział na warstwy tematyczne, a w ich obrębie na różną liczbę klas (od 3 do 12) spowodował, że waga czynników biernych najbardziej wpływających na rozwój osuwisk wynosi od 11,1 do 18% (tab. 2).

W tej części pracy znaleziono kilka błędów technicznych. W tabelach i rysunkach użyto określeń z „żargonu komputerowego”, a można było je przetłumaczyć na język polski, np. „synkliny dystans” na „odległość od osi synkliny”, „oś fałdów dystans” (raczej oś fałdu) na „odległość od osi fałdu”, „tektonika_all dystans [m]” na „odległość od struktur tektonicznych”. Przyjęta w tabeli 1 nazwa czynnika biernego „Geologia” jest niewłaściwa – lepiej np. „litologia” - tektonika, osie fałdów, typ fliszu itp. to też geologia.

Ciekawą ścieżką analizy jest ranking poszczególnych klas czynników biernych przeprowadzony dla 40. z nich mających największy wpływ na rozwój osuwisk, zgodnie z wartością współczynnika częstotliwości FR. Kolejną modyfikacją analizy było ustawienie rankingu klas według wartości uwzględniających wagę poszczególnych czynników biernych. To wykazało wzmocnienie roli klas dominujących i wyeliminowanie czynników o niskich wagach.

Kolejny rozdział 7 prezentuje zasadę konstrukcji 12 map rozkładu wartości współczynników podatności osuwiskowej (LSI) i ich analizę. Każda z map została przetestowana na osuwiskach, których nie użyto do obliczeń (tzw. osuwiska testowe). Z analiz tych wynika, że dla prognozowania nowych ruchów masowych największą wartość przedstawia model, który uwzględnia: wpływ litologii, typ fliszu, układ geologiczny, nachylenie i ekspozycję stoków oraz odległości od uskoków, osi fałdów i nasunięć. Rozbicie elementów tektonicznych podniosło wartość współczynnika (AUC), pokazującego stopień przewidywania wystąpienia osuwiska lub jakość zastosowanego modelu obliczeniowego, do ponad 79%. Niskie wartości tego współczynnika (51%) wskazują na błędne dopasowanie modelu, co dotyczyło modelu MM10o uwzględniającego wagę współczynników biernych. Podobne obliczenia i analizy map indeksowych (mapa wartości LSI_b dla każdego piksela mapy) przeprowadzono również dla stref buforowych. Z porównania map indeksowych wynika, że nieco lepszą skuteczność w przewidywaniu wystąpienia osuwisk daje mapa dla osuwisk (MM8o) niż dla stref buforowych.

Kwintesencją tych analiz jest wykonanie mapy podatności osuwiskowej dla badanego terenu według najlepszego modelu (rys. 25). Zastosowano pięciostopniową skalę podatności od bardzo niskiej po bardzo wysoką, z granicami współczynników LSI_o ustalonych automatycznie. Obszary o najwyższej podatności zajmują 12% powierzchni terenu, 85% powierzchni terenu cechuje bardzo wysoka i wysoka podatność osuwiskowa. Obszary z poszczególnymi klasami podatności osuwiskowej opisano w nawiązaniu do nazw miejscowości, co może przynieść analizie zastosowanie praktyczne.

Najważniejsze wyniki przeprowadzonych obliczeń i analiz zebrane są w rozdziale 8 *Podsumowanie i wnioski*. Niektóre wnioski są zbyt rozbudowane, np. wniosek 4 niepotrzebnie zawiera dane literaturowe i to jeszcze w formie dyskusyjnej. Z kolei we wniosku 5 Autorka przyznaje, że ingerowała w wyniki, a to nie świadczy dobrze o skuteczności metody, która w założeniach miała być obiektywna. Z wniosku 6, a także ze sposobu omawiania wyników można odnieść wrażenie, że najpierw trzeba porządnie skartować teren i precyzyjnie wyznaczyć granice osuwisk, żeby móc wykonać mapę podatności osuwiskowej. Czy to nie prowadzi przypadkiem do ogólnego wniosku o dość ograniczonej skuteczności przyjętej metody? Na dodatek niefortunna dyskusja z własnymi wnioskami w rozdziale 9 poważnie osłabia ich znaczenie. Zupełnie zdumiewające jest zakończenie pracy cytowanymi z literatury mapami podatności osuwiskowej dla Karpat, w tym dla rejonu Sanoka. Mapy te powinny rozpoczynać pracę i stanowić wręcz podstawę podjętych badań i dyskusji wyników.

Spis wykorzystanej literatury (rozdział 10) zawiera imponującą liczbę 326 pozycji literatury. Znajdują się w niej prace z zakresu kartografii geologicznej i projektu SOPO, co oczywiste, ale także zaawansowane artykuły naukowe na temat stratygrafii, tektoniki i paleogeografii regionu. Pozycje te były cytowane w odpowiednich miejscach pracy.

Podsumowanie oceny

Na podstawie analizy przedłożonej rozprawy stwierdzam, że mimo wymienionych zastrzeżeń i elementów dyskusyjnych, stanowi ona samodzielny i wartościowy dorobek Autorki w zakresie badania i prognozowania osuwisk w oparciu o nowoczesne techniki badawcze. W sposób jednoznaczny ujawnia Jej rozległą wiedzę teoretyczną z zakresu ruchów masowych w regionie karpackim. Doktorantka w sposób precyzyjny sformułowała problem badawczy, zebrała bogaty materiał dokumentacyjny, który gruntownie przeanalizowała. Zastosowała przy tym odpowiednie procedury, a nawet zaproponowała własne rozwiązania analityczne, które pozwoliły osiągnąć zamierzone cele. Wykazała się swobodą w przetwarzaniu poważnej ilości danych, a także dobrym opanowaniem programów komputerowych w środowisku GIS. Umiejętnie zinterpretowała uzyskane wyniki, z dobrym oparciem o dane literaturowe i wyciągnęła stosowne wnioski. Uzyskane wyniki mogą posłużyć do dalszego udoskonalania zaproponowanej metody badawczej w celu lepszego poznania genezy i prognozowania wystąpienia osuwisk, a także znaleźć zastosowanie w sferze gospodarczej.

Tym samym Doktorantka udowodniła, że posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz rozwiązywania oryginalnego problemu badawczego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, przy zastosowaniu oryginalnej metody analitycznej.

Zauważone błędy i usterki nie wpływają zasadniczo na pozytywną ocenę pracy, za to ich krytyczna analiza może być przydatna w przypadku ewentualnej publikacji wyników i dalszych badań w tym zakresie. Z kolei wskazane zagadnienia dyskusyjne czy wątpliwości powinny się doczekać wyjaśnienia w czasie publicznej obrony.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że rozprawa mgr Edyty Rycio pt. *Ocena wpływu czynników biernych na występowanie osuwisk w zachodniej części Gór Słonnych (rejon Sanoka) z wykorzystaniem modelu Frequency Ratio (FR)* odpowiada wymogom ustawowym - ustawa z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.). Dlatego stawiam wniosek do Rady Naukowej Państwowego Instytut Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku.

