

Prof. dr hab. Adam Idziak
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk Przyrodniczych
Instytut Nauk o Ziemi
w Sosnowcu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Sylwestra Kamieniarza

pt. "Predykcja zagrożenia osuwiskowego miasta Krakowa z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i metod geostatystycznych."

wykonana na zamówienie Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego - PIB w Warszawie, pana dr inż. Mateusza Damrata.

Omówienie układu pracy.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy 152 strony tekstu zasadniczego (w tym 19 stron opisu bibliograficznego) oraz dodatkowo 5 stron nieponumerowanych na których zawarto spis treści, spis rysunków (52 pozycje), tabel (10 pozycji) i fotografii (2 pozycje). Zamieszczone spisy znacznie ułatwiają studiowanie dzieła. Do pracy dołączono pięć załączników stanowiących jej integralną i bardzo ważną część. Spis literatury cytowanej zawiera 286 pozycji obejmujących artykuły naukowe w międzynarodowych i krajowych czasopismach naukowych, abstrakty zamieszczone w materiałach konferencyjnych oraz raporty i mapy z objaśnieniami. Autor wskazał też adresy siedmiu stron internetowych zawierających materiały wykorzystane przez niego w badaniach.

Praca podzielona została na jedenaście rozdziałów. Rozdział pierwszy – wstęp - zawiera zdefiniowanie problemu badawczego i wprowadzenie w problematykę związaną z podjęciem pracy. W rozdziale drugim sformułowano cel badań i ich zakres oraz przedstawiono krótkie streszczenie następnych rozdziałów. W rozdziale trzecim autor, przedstawił charakterystykę obszaru badań – w aspekcie administracyjnym, geomorfologicznym i geologicznym. Rozdział czwarty poświęcony został historii badań ruchów masowych na terenie Krakowa, zaś rozdział piąty charakterystyce dotychczas rozpoznanych osuwisk na obszarze administracyjnym miasta. Te pięć rozdziałów stanowi część teoretyczną pracy.

Następne dwa rozdziały stanowią część metodyczną dysertacji. W rozdziale szóstym przedstawiono materiały i metody badawcze wykorzystane przez doktoranta. Scharakteryzowano metody oceny zagrożenia osuwiskowego, opisano tworzenie numerycznych modeli terenu i modeli różnicowych istotnych dla oceny aktywności osuwisk. Omówiono sposoby wykorzystania metod geostatystycznych do predykcji czasowej występowania ruchów masowych oraz podstawy tworzenia programów eksperckich opartych na metodzie sztucznych sieci neuronowych.

Rozdział siódmy zawiera opis przygotowania danych do zasadniczej części badań doktoranta. Obejmują one analizę numerycznych modeli terenu oraz wytworzonych na ich podstawie modeli różnicowych, ich ocenę jakościową i ocenę dokładności, a także analizę materiałów archiwalnych związanych z badaniami rozpoznanych osuwisk. Ostatecznym efektem przygotowań było zestawienie czasoprzestrzenne osuwisk aktywnych w ostatnim pięćdziesięcioleciu.

Zasadnicza część badań przeprowadzonych przez autora opisana została w kolejnych dwóch rozdziałach. W rozdziale ósmym przedstawiono wyniki obliczeń prawdopodobieństwa wystąpienia osuwisk na terenie Krakowa w latach 2021 – 2070 przy zastosowaniu metod geostatystycznych oraz krytyczną analizę otrzymanych rezultatów. Rozdział dziewiąty zawiera wyniki wyznaczania podatności osuwiskowej na obszarze miasta otrzymane w wyniku zastosowania sztucznych sieci neuronowych. Kończącym rezultatem tej części pracy jest mapa podatności osuwiskowej obszaru Krakowa (załącznik 3).

Ostateczny wynik pracy mgr Sylwestra Kamieniarza przedstawiony został w rozdziale dziesiątym i integralnie związanym z nim załączniku nr 4, stanowiącym mapę zagrożeń osuwiskowych na obszarze Krakowa w latach 2021 – 2070.

Rozdział jedenasty zawiera podsumowanie osiągniętych rezultatów ich dyskusję a także kilka wniosków końcowych.

Zaproponowany przez autora układ pracy nie budzi najmniejszych zastrzeżeń, jest dobrze przemyślany i wyraźnie pokazuje kolejne etapy przygotowywania rozprawy doktorskiej.

Ocena merytorycznej wartości pracy

Przystępując do merytorycznej oceny rozprawy doktorskiej muszę stwierdzić, że jestem pod olbrzymim wrażeniem ogromu pracy jaką musiał wykonać doktorant dla osiągnięcia zamierzonego celu badań i starannością z jaką te prace prowadził na każdym etapie. Zadanie jakie postawił sobie mgr Sylwester Kamieniarz było zadaniem trudnym. Wymagało zarówno dobrego przygotowania teoretycznego od strony merytorycznej jak i umiejętności swobodnego posługiwania się zaawansowanymi metodami obliczeniowymi oraz narzędziami informatycznymi. Czytając rozprawę stwierdziłem, że doktorant ten warunek spełnił, o czym świadczy także szerokie spektrum cytowanej w pracy literatury. Co więcej, zauważyłem że ma także duże doświadczenie praktyczne w badaniu osuwisk i ocenie ich aktywności.

Realizacja celu pracy wymagała na wstępie zebrania obszernych danych w postaci materiałów archiwalnych – raportów i zestawień z badań osuwisk zaistniałych na obszarze Krakowa, porównania danych z różnych okresów oraz oceny ich dokładności. Kolejny etap działań polegał na stworzeniu numerycznych modeli terenu w oparciu o dane ze skaningu laserowego przeprowadzonych w latach 2006 i 2012 oraz wygenerowaniu z nich modeli różnicowych. Podstawową trudność stanowiło to, że każdy z tych skaningu przeprowadzony został w innym standardzie, co wymagało dodatkowego nakładu pracy na stworzenie na ich bazie porównywalnych numerycznych modeli terenu, pozwalających na wygenerowanie modelu różnicowego. Dzięki drobiazgowej analizie danych przeprowadzonej przez doktoranta możliwe było stwierdzenie aktywności osuwisk już sklasyfikowanych ale także wykrycie 65 osuwisk nie ujętych dotąd w rejestrach. Wyniki analiz szczegółowych modeli różnicowych i materiałów archiwalnych pozwoliły doktorantowi na zestawienie bazy osuwisk aktywnych w latach 1969 - 2019. Okazało się, że spośród 434 opisanych osuwisk aż 234 wykazywało aktywność w ostatnich pięćdziesięciu latach.

Takim nakładem pracy przygotowane dane posłużyły do realizacji głównego celu pracy - stworzenia mapy zagrożeń osuwiskowych dla obszaru Krakowa. Jej przygotowanie wymagało wyliczenia dla każdego z węzłów siatki dwóch parametrów: prawdopodobieństwa zaistnienia osuwiska w określonym przedziale czasu oraz podatności na ich powstawanie. Każdy z tych parametrów wymagał odmiennej metody szacowania.

W przypadku obliczania prawdopodobieństwa czasowego powstania osuwiska w określonym miejscu mgr Kamieniarz zdecydował się na wykorzystanie metod geostatystycznych, co wymagało przyjęcia pewnych założeń dotyczących przestrzennych i czasowych rozkładów prawdopodobieństwa procesów osuwiskowych. Najważniejsze z nich to założenie stacjonarności tych procesów w czasie. Jest to najbardziej wrażliwy element przeprowadzonych badań mogący mieć wpływ na końcowe rezultaty. Stacjonarność czasowa jakiegoś procesu losowego oznacza, że rozkład prawdopodobieństwa opisującej go zmiennej losowej nie zmienia się w czasie. Można zatem parametry rozkładu, estymowane na podstawie wartości zmiennej pomierzonych w pewnym oknie czasowym, zastosować do innego, dowolnie wybranego, przedziału czasu. Trochę zabrakło mi w pracy bezpośredniego odniesienia się autora do tego problemu. Samo powołanie się na badania opisane w literaturze moim zdaniem nie wystarcza, gdyż na procesy osuwiskowe wpływa wiele czynników, także takich, które zmieniają się w czasie (np. warunki klimatyczne) lub mają charakter lokalny. Oczekuję, że w trakcie publicznej obrony doktorant szerzej przedstawi uzasadnienie przyjęcia wspomnianego założenia. Kolejne założenie dotyczy stacjonarności przestrzennej zmiennej opisującej aktywność osuwiskową. W tym aspekcie autor przyjął, powołując się na literaturę przedmiotu, stacjonarność słabą, zakładającą stałą wartość średniej i ciągłość funkcji kowariancji przestrzennej. Można w tym przypadku dyskutować z doktorantem, czy nie lepiej było przyjąć założenia o stacjonarności wewnętrznej i wykorzystaniu w krigingu funkcji semiwariogramu, podlegającej mniejszym ograniczeniom. Prosiłbym aby doktorant odniósł się także do tej uwagi.

Nie mam natomiast żadnych zastrzeżeń do sposobu wyznaczania podatności osuwiskowej. W tym przypadku mgr Kamieniarz zastosował najefektywniejszą, moim zdaniem, metodę tworzenia programów eksperckich, automatyzujących procesy decyzyjne – sztuczne sieci neuronowe. Staranność i pieczołowitość w projektowaniu, uczeniu i testowaniu sieci neuronowych mających na celu określanie podatności osuwiskowej dla wybranej siatki punktów, pozwalają na uznanie otrzymanych wyników za wysoce wiarygodne. Dlatego uważam, że stworzona na tej podstawie mapa podatności osuwiskowej dla obszaru Krakowa jest najważniejszym rezultatem badań doktoranta.

Połączenie rozkładów prawdopodobieństwa czasowego procesów osuwiskowych z rozkładem podatności osuwiskowej umożliwiło autorowi stworzenie mapy zagrożeń osuwiskowych, na wzór podobnie tworzonych map hazardu sejsmicznego. Ze względu na wspomniane wcześniej założenia dotyczące czasowej i przestrzennej stacjonarności zjawisk ruchów masowych uważam ją za mniej wiarygodną, niż mapa podatności. Jak wynika z przeprowadzonej dyskusji doktorant sam zdaje sobie z tego sprawę. Niemniej, również ta mapa jest istotnym osiągnięciem i może stanowić podstawę do podejmowania przez władze miasta decyzji administracyjnych dotyczących zagospodarowania terenu.

Zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie i rozporządzeniach MNiSzW praca doktorska musi stanowić samodzielne rozwiązanie określonego problemu badawczego wnosząc wkład w poszerzenie zakresu wiedzy w danej dyscyplinie. Nie mam wątpliwości, że doktorant spełnił ten warunek. Treść pracy wskazuje na dużą wiedzę i doświadczenie doktoranta w badaniach osuwisk, przetwarzaniu uzyskanych danych za pomocą narzędzi informatycznych i interpretacji wyników. Zastosowanie zaawansowanych metod obliczeniowych i informatycznych do oceny zagrożeń osuwiskowych stanowi niewątpliwie wkład mgr Sylwestra Kamieniarza w rozwój dyscypliny naukowej „nauki o Ziemi i środowisku”. Co więcej, rozprawa pokazuje, że

badania stosowane mogą cechować się równie wysokim poziomem naukowym co badania podstawowe.

Ocena edycyjnej strony pracy

Na podkreślenie zasługuje wysoka jakość edycji rozprawy doktorskiej. Praca zredagowana jest starannie, ilustracje dobrze dobrane i dobrej jakości. Równie starannie wykonane są mapy podatności i zagrożenia sejsmicznego, które ze względu na swój rozmiar zamieszczone zostały w załącznikach. W załącznikach przedstawione zostały także dane stanowiące podstawę do stworzenia wyżej wymienionych map – różnicowe numeryczne modele terenu oraz bazy danych o osuwiskach przejawiających aktywność w latach 1969 – 2019, umożliwiające ocenę ich jakości.

Rozprawa napisana jest bardzo przejrzysto, charakteryzuje się dobrym stylem i poprawnością językową. Jeśli chodzi o błędy to jedynymi na jakie zwróciłem uwagę są:

- we wzorze 6.4.15 pod znakiem sumy wskaźnikiem sumowania powinno być „j” a nie „N”;
 - str. 55, wiersz 2 od dołu zawiera błędne stwierdzenie, że układ równań krigingu opisany wzorem 6.4.15 zawiera N równań dla N lokalizacji docelowych, w rzeczywistości dla każdego punktu docelowego rozwiązywany jest oddzielny układ N równań których parametrami są wartości funkcji kowariancji pomiędzy parami punktów opróbowania oraz punktami opróbowania i punktem docelowym.
- Te dobre błędy nie mają istotnego znaczenia dla oceny pracy.

Podsumowanie.

Rezultaty badań wykonanych w ramach pracy doktorskiej pokazują, że mgr Sylwester Kamieniarz opanował w dostatecznym stopniu umiejętność samodzielnego ich prowadzenia, przetwarzania danych i analizy osiągniętych wyników oraz rozwiązał samodzielnie pewien problem naukowy wnosząc wkład do rozwoju zastosowań nowoczesnych metod obliczeniowych i informatycznych w badaniach osuwiskowych. Tym samym doktorant spełnił wymagania zawarte w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca marca 2018 r, co stanowi podstawę dopuszczenia go do publicznej obrony pracy doktorskiej.

Ze względu na wskazane przeze mnie zalety przedstawionej rozprawy – rozwiązanie niezwykle trudnego i pracochłonnego zadania badawczego oraz wykorzystanie do tego celu zaawansowanych metod interpretacyjnych, wnioskuję do Rady Naukowej PIG-PIB o jej wyróżnienie.



Sosnowiec, 19 sierpnia 2021 r