

Warszawa, 31 marca 2022 r.

dr hab. inż. Tomasz Godlewski, prof. ITB

Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu
Instytut Techniki Budowlanej
ul. Ksawerów 21,
02-656 Warszawa
Tel. (22) 56-64-163, 607-261-597
e-mail: t.godlewski@itb.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż., mgr inż. arch. Piotra Ochaba

pt. „**Wpływ zagrożeń osuwiskowych na przydatność terenu do zabudowy**”.

opracowanej pod kierunkiem: Promotor - dr hab. inż. Izabela Skrzypczak, prof. Ucz.
i Promotor pomocniczy - dr inż. Grzegorz Oleniacz

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej z dnia 22.12.2021 r. (*zgodnie z pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport PRz prof dr hab. inż. Tomasza Siwowskiego z dnia 03.01.2022 r.*).

2. Charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż., mgr inż. arch. Piotra Ochaba pt. „*Wpływ zagrożeń osuwiskowych na przydatność terenu do zabudowy*”. Praca ma charakter teoretyczno-badawczy i składa się z 8 rozdziałów, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz spisu literatury. Bibliografia obejmuje 377 pozycji piśmiennictwa w proporcji 40/60 jeśli chodzi o publikacje polskojęzyczne i angielskojęzyczne. Tekst rozprawy liczy 261 stron i zawiera 84 rysunków, 40 tabel oraz 86 wzorów.

W rozdziale pierwszym (Wstęp), jako wprowadzenie do problemu badawczego, wskazano na rosnącą potrzebę wykorzystania nowych obszarów pod zabudowę, w lokalizacjach gdzie mogą wystąpić różnego typu zagrożenia o genezie naturalnej (*Natura/ Hazard's*) - omówione na przykładach. Na tym tle opisano charakter zjawisk warunkujących przydatność terenu pod zabudowę z uwzględnieniem specyfiki związanej z budownictwem na terenach predysponowanych do ruchów

masowych oraz oceny ryzyka takiej realizacji. W rozdziale tym sformułowano cel główny oraz cele szczegółowe, tezę i zakres wykonanych prac oraz strukturę niniejszej rozprawy doktorskiej.

Jako główny cel pracy przyjęto **opracowanie modelu matematycznego do sporządzania map przydatności terenu osuwiskowego do zabudowy, wykorzystującego najnowsze narzędzia informatyczne, geoinformację, oraz metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji**. Jako elementy częściowe pracy wskazano też jako cele: pozyskanie bazy danych o charakterze topograficznym oraz identyfikację 10 zmiennych opisujących przydatność inwestycyjną rozważanego obszaru badań.

W związku ze sformułowanymi celami postawiono następującą tezę pracy: **opracowany model matematyczny do sporządzania map, wykorzystujący metody bazujące na teorii Bayesa - Wo/E oraz wielokryterialne metody wspomaganie decyzji AHP i DeMatel, umożliwi skuteczną ocenę przydatności terenu do zabudowy z uwzględnieniem wpływu zagrożeń osuwiskowych**.

Rozdział drugi to obszerna analiza źródeł literaturowych, który przedstawia zarys historyczny omawianej problematyki terenów podatnych czy zagrożonych osuwiskowa. Doktorant szeroko omawia zagadnienia ogólne dotyczące ruchów masowych, definiuje pojęcie podatności oraz podaje opis danych niezbędnych do jej wyznaczenia. Doktorant przedstawia w tym rozdziale ogólną charakterystykę występowania osuwisk na terenie Polski, w kontekście dotychczasowych badań na poziomie regionalnym i lokalnym, w tym też w odniesieniu do Karpat Wschodnich. Opisuje aktualny stan wiedzy i kierunki rozwoju metod mapowania podatności i oceny ryzyka na terenach osuwiskowych oraz zasady funkcjonowania wdrożonych już systemów obserwacji (tj. SOPO). Rozdział ten zawiera również szczegółowy opis strefowania terenów osuwiskowych oraz informacje dotyczące oceny dokładności mapowania. Na podstawie przeprowadzanych studiów literatury zaproponowano przyjęty dalej w rozprawie schemat postępowania.

W trzecim rozdziale omówiono szczegółowo obszar badań, charakteryzując kolejno elementy geśrodowiska oraz warunki użytkowania i sposób zagospodarowania terenu, jako podstawowe elementy warunkujące podatność osuwiskową w tej lokalizacji. Wybrany obszar badawczy dotyczy fragmentu województwa podkarpackiego, a dokładnie gminy Wielopole Skrzyńskie. Jest to obszar o dość wysokim wskaźniku osuwiskowości wynoszącym ok. 13%, wybrany przez Doktoranta z uwagi na dotychczasowy brak rozpoznania w literaturze naukowej pod kątem podatności i zagrożenia osuwiskowego oraz przydatności tego terenu do zabudowy. W rozdziale tym Doktorant przedstawił również autorskie analizy dotyczące wielkości opadów deszczu dla rozważanego obszaru.

W kolejnym czwartym rozdziale szczegółowo opisano metody, które zostały zastosowane w pracy do opracowania map przydatności terenu osuwiskowego do zabudowy tj. model logarytmiczno-liniowy uogólnionej teorii Bayesa (*Weights of Evidence*), wielokryterialną metodę hierarchiczną uwzględniającą analizę Saaty'ego (*AHP*) oraz wybraną metodę wspomaganie decyzji (*DeMatel*).

Ostatnia z metod nie była dotychczas stosowana do opracowywania map podatności, zagrożenia czy ryzyka osuwiskowego i stanowi autorską koncepcję Doktoranta w zakresie jej użyteczności w omawianych zagadnieniach. Opisano też podstawy teoretyczne i zakres wykorzystania krzywej ROC, tzw. krzywej oceny jakości klasyfikatora służącej do oceny i weryfikacji zaproponowanych do analiz modeli matematycznych.

Rozdział piąty to badania i analizy własne Doktoranta dotyczące opracowania map przydatności terenu osuwiskowego do zabudowy, sporządzonych zgodnie z zaproponowaną w rozdziale czwartym metodyką w oparciu o statystyczne analizy porównawcze. Doktorant przedstawia tu wykaz zmiennych determinujących poziom przydatności inwestycyjnej terenu, wskazując czynniki i zjawiska o charakterze ilościowym i jakościowym. Wykorzystuje w tym celu systemy informacji kartograficznej, mapy tematyczne i bazy danych topograficznych. Do dalszych analiz, na podstawie zebranych danych oraz opierając się na literaturze przedmiotu, Doktorant wyselekcjonował i scharakteryzował zestaw 10 zmiennych opisujących przydatność inwestycyjną rozważanego obszaru badań. Zmienne te zdefiniował jako kryteria obiektów opisują warunki topograficzne, geologiczne, hydrogeologiczne oraz atmosferyczne. Zebrane informacje przedstawił w formie map tematycznych wytypowanego obszaru badań. Efektem końcowym było opracowanie map przydatności terenu osuwiskowego do zabudowy stosując wybrane metody statystyczne. W rozdziale zaprezentowano wyniki analiz z wykorzystaniem wytypowanych metod, dokonano krytycznej oceny uzyskanych wyników pod kątem predykcji i generalizacji, co pozwoliło na ustalenie optymalnej metody.

Rozdział szósty zawiera obszerny przegląd literatury dotyczący metod szacowania niezawodności podłoża gruntowego, normowe definicje niezawodności oraz analizy dotyczące niezawodności podłoża gruntowego. W tej części pracy Doktorant przedstawia wyniki własnych badań geotechnicznych podłoża dla dwóch lokalizacji referencyjnych (*obiektów rzeczywistych*), wyznacza parametry geotechniczne podłoża, przeprowadza analizę zmienności wyznaczonych cech gruntu do przeprowadzenia analiz probabilistycznych, wyznaczając tym samym niezawodności dla wybranych konstrukcji, w oparciu o ocenę nośności podłoża (*stan graniczny* GEO). Przeprowadzone badania i analizy posłużyły do zweryfikowania opracowanych map przydatności terenu osuwiskowego do zabudowy. Doktorant dokonał tu punktowego odniesienia wyników do efektów obrazowania obszarowego - walidacja modelu.

Kolejny siódmy rozdział zawiera analizy ryzyka wykorzystując w tym celu opracowaną przez Doktoranta matrycę punktową oraz teorię zbiorów rozmytych do oceny opracowanych map podatności i przyjętej klasyfikacji terenów osuwiskowych do zabudowy dla wybranych dwóch lokalizacji. Stanowi to autorską koncepcję zaproponowaną przez Doktoranta, gdyż takie podejście nie było dotychczas stosowane do analiz kartograficznych. Opisano w nim podstawy teoretyczne i

założenia dla wskazanych metod, a jako wynik końcowy Doktorant przedstawił własny model oceny ryzyka oparty o matrycową ocenę przydatności terenu osuwiskowego do zabudowy.

Ostatni ósmy rozdział zawiera podsumowanie i wnioski. Doktorant sformułował szereg wniosków wynikających z przeprowadzonych badań w odniesieniu do przyjętej w pracy tezy oraz wskazał kierunki dalszych badań.

3. Wartość naukowa rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i postawionych celów rozprawy

Metody szeroko rozumianej inteligencji obliczeniowej są obecnie w świecie szeroko rozwijane, a ich zastosowanie w inżynierii lądowej ma coraz bardziej użyteczny charakter i wymiar praktyczny. Z drugiej strony sposoby prognozowania zagrożeń w zakresie zapobiegania i minimalizacji ryzyka inwestycyjnego czy *sensu stricte* geotechnicznego występującego na terenach predysponowanych do aktywizacji ruchów masowych na obiekty istniejące i planowane, jak pokazują liczne przykłady awarii i katastrof (*np. osuwisko z 2020 r. w Gjerdrum w Norwegii*), wymagają wciąż dalszego rozwijania i doskonalenia. Prognozowanie występowania terenów podatnych czy zagrożonych osuwiskowa, jak również ocena przydatności inwestycyjnej terenów osuwiskowych jest zadaniem bardzo trudnym i obciążonym wieloma niepewnościami w zakresie poznawczym. Niemniej, jak wykazał Doktorant w swojej dysertacji, poprzez odpowiednie wykorzystanie i umiejętne dobranie modeli matematycznych oraz narzędzi statystycznych pomocnych w walidacji wyników, jest to zadanie możliwe do realizacji, a opisana metodyka stanowi zbiór poprawnych rozwiązań dla tak postawionego problemu badawczego. Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że podjęty przez Doktoranta temat rozprawy jest oryginalny i aktualny, a cel rozprawy zasadny i ważny tak z naukowego, jak i z praktycznego punktu widzenia.

3.2. Cel i sposób jego realizacji

Celem pracy było wskazanie najefektywniejszej metodyki pozwalającej na predykcję zagrożeń i ryzyka osuwiskowego z zastosowaniem notacji probabilistycznej do oceny przydatności terenu do zabudowy. Wymiernym efektem jest opracowana i zwalidowana metoda, multimetrycznego wskaźnika pozwalającego na analizę i prezentację wyników ustalonych na podstawie mierzalnych parametrów oraz wiedzy eksperckiej. Zakres pracy do odwzorowania podatności na osuwiska i opracowania map przydatności terenu do zabudowy dotyczył analiz dla zdefiniowanego obszaru w oparciu o wybrane modele matematyczne. Natomiast weryfikacja zdefiniowanych klas przydatności terenu osuwiskowego została wykonana metodami probabilistycznymi oraz matrycowymi. W tym celu Doktorant, przy zastosowaniu uniwersalnych algorytmów obliczeniowych oraz środowiska GIS

zapropował zestaw 10 autorskich kategorii oraz zdefiniował poszczególne klasy, stanowiące potencjalne cechy diagnostyczne analizowanego zjawiska. Na tej podstawie zbudował wielokryterialny model przydatności terenu do zabudowy. Doktorant wykonał prace studialne i przeanalizował dane wejściowe obejmujące zarówno wektorowe modele danych przestrzennych, jak i dane statystyczno-opisowe dla wskazanego obszaru badawczego czyli części powiatu ropczyko-sędziszowskiego. Dalej Doktorant przeprowadził symulację i w oparciu o przyjęte metody zbudował pięć map przydatności terenu do zabudowy, dla każdego wariantu analizy z osobna. Przeprowadził matematyczną weryfikację opracowanych map przydatności. Sformułowana metodyka została poddana walidacji na dwóch przykładowych budynkach, w oparciu o wykonane badania geotechniczne i ocenę niezawodności dla wyznaczonej nośności podłoża. Opracowane autorskie matryce punktowe potwierdziły, że analizowane przypadki potwierdzają skuteczność zaproponowanej metody i dowodzą, że cel rozprawy został osiągnięty.

3.3. Ocena naukowej wartości rozprawy

Za najważniejsze oryginalne osiągnięcia naukowe Autora uznają:

- Przeprowadzenie badań i analiz studialnych dla wybranego obszaru z wykorzystaniem aktualnie dostępnych technologii obrazowania przestrzennego (*środowisko GIS*), numerycznego modelu terenu oraz bazy danych topograficznych;
- Wytypowanie i scharakteryzowanie ilościowe zestawu 10 zmiennych w zakresie aktywnych i pasywnych czynników wpływu, determinujących przydatność inwestycyjną rozważanego obszaru badań;
- Zdefiniowanie autorskiego podziału na kategorie i klasy z wyznaczeniem wag dla przyjętych czynników i opracowanie na tej podstawie matryc szczegółowych;
- Przeprowadzenie symulacji opracowanych danych z wykorzystaniem 3. metod modeli matematycznych łącznie w 5. wariantach, tworząc autorskie mapy tematyczne przydatności terenu do zabudowy;.
- Weryfikację zaproponowanej metody w zakresie oceny jej dokładności skuteczności opracowanej klasyfikacji;
- Walidację uzyskanych modeli obszarowych poprzez odniesienie do analizy niezawodności oraz przy pomocy metod matrycowych bazujących na zdefiniowanych przez Autora wartościach punktowych oraz zbiorach rozmytych, dla dwóch obiektów rzeczywistych;
- Ustalenie optymalnej metody budowy modelu i oceny ryzyka w zakresie przydatności inwestycyjnej terenów osuwiskowych na przykładzie części powiatu ropczyko-sędziszowskiego.

4. Wartość merytoryczna rozprawy

Niniejsza dysertacja odnosi się do zainteresowania badaniami regionalnymi i lokalnymi w odniesieniu do Karpat Wschodnich, ze względu na ich przydatność z jednej strony i wkład naukowy z drugiej. Proces podejmowania decyzji inwestycyjnych na terenach potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi jest obciążony ryzykiem. Zarządzanie ryzykiem polega na identyfikacji zagrożeń i podejmowaniu działań w zakresie ich minimalizowania. W przypadku terenów potencjalnie osuwiskowych informacja o czynnikach aktywnych i pasywnych wywołujących ruchy masowe wymaga po pierwsze świadomości zjawiska, a po drugie solidnych podstaw naukowych w zakresie ich analizy. Interdyscyplinarny charakter pracy łączący wiedzę z zakresu geoinżynierii i kartografii oraz elementy probabilistyki i modelowania matematycznego, co pozwoliło stworzyć kompleksowe modele oceny terenu osuwiskowego do zabudowy. Na tym polu Doktorant wykazał się umiejętnością poprawnego zdefiniowania problemu i wprowadzenia w tematykę badawczą.

Należy też podkreślić, że pomimo złożoności pracy i opisanych szczegółowo podstaw teoretycznych użytych modeli, Doktorant poprawnie i jasno sformułował hipotezy badawcze, odpowiednio dobrał metody badawcze i narzędzia statystyczne do analizy danych. Następnie w kolejnych etapach w umiejętny sposób przedstawił wyniki, poddał je krytycznej analizie, weryfikacji i interpretacji, wykazując skutecznie udowodnienie postawionej tezy, na tle literatury przedmiotu.

Doktorant w swojej pracy wykazał również bezsprzecznie, że wybór lokalizacji obiektu budowlanego to też problem naukowy, ponieważ z uwagi na swoją złożoność, wymaga interdyscyplinarnej wiedzy oraz umiejętności analitycznych do oceny zagrożeń i ryzyka szczególnie w zakresie terenów osuwiskowych. W praktyce zaproponowana metodyka i opracowany model może stanowić w tym zakresie istotne wsparcie decyzyjne dla planistów, decydentów i inwestorów. Działania te powinny być rozwijane. W konkluzji stwierdzono, iż zaproponowana metodyka ma w ocenie Doktoranta uniwersalny charakter, co umożliwia jej implementację na dowolnie przyjętym obszarze badawczym, dla którego dysponuje się zestawem odpowiednio przygotowanych danych źródłowych.

Na podkreślenie zasługuje fakt krytycznego podejścia do uzyskanych wyników. Doktorant ma świadomość ograniczeń w implementacji nowych technik skutecznego modelowania map podatności osuwiskowej, wskazując jako główny problem określenie związku przyczynowo-skutkowego wystąpienia możliwych zagrożeń osuwiskowych na badanym obszarze. Wynika to z ograniczonych danych oraz ich dostępności w zakresie m.in. obrazów terenu w wysokiej rozdzielczości, wielkoskalowych map geologicznych, czy rzetelnych danych osuwiskowych na danym obszarze. Doktorant wskazuje również na ograniczenia w korzystaniu z probabilistycznych metod projektowania geotechnicznego w bardzo zmiennym podłożu. Stosowane w rozprawie ograniczenia

związane z dostępnością danych o podłożu i zakresem wykonanego rozpoznania w ramach badań własnych oraz uproszczenie w metodologii analiz niezawodności (*Excel+Solver*), przyjmujące we wszystkich punktach w całym ośrodku gruntu i na całej długości powierzchni zniszczenia jedną wartość parametru materiałowego, jest sytuacją rzadko spotykaną w praktyce. Niemniej świadomość tych ograniczeń jest punktem wyjścia do doskonalenia metody i jej rozwoju, jednocześnie świadczy o dużej dojrzałości naukowej Doktoranta.

4.1 Poprawność redakcyjna rozprawy

Układ recenzowanej pracy jest poprawny, zgodny z ogólnie przyjętymi wymogami dla tego rodzaju opracowań naukowych. Generalnie Doktorant zachował balans pomiędzy opisami wiedzy dostępnej i opisem badań własnych. Prezentowany styl i język jest na bardzo dobrym poziomie, praca jest napisana w sposób przystępny, a prezentowane wyniki są klarownie i wyczerpująco opisane. Szata graficzna nie budzi generalnie zastrzeżeń, zestawienia tabelaryczne i prezentowane grafiki są czytelne.

5. Uwagi krytyczne

Jak każda praca, tak i recenzowana rozprawa nie jest wolna od drobnych błędów, niedopowiedzeń czy niedociągnięć. Uwagi do pracy Recenzent podzielił na ogólne (*dotyczące ogólnych spraw edycyjnych i formy samej rozprawy - do ewentualnego uwzględnienia lub zmiany w niezbędnym zakresie*), uwagi do wyników pracy (*w formie pytań otwartych do skomentowania i wyjaśnienia*) oraz na uwagi szczegółowe (*wymagające drobnych korekt lub uzupełnień w tekście*).

5.1. Uwagi ogólne

- 1) Praca jest dość obszerna dlatego uważam, że możliwe jest jej skrócenie bez uszczerbku dla wartości merytorycznej pracy:
 - a. W opinii Recenzenta rozdz. 2. - Przegląd literatury, który liczy blisko 40 stron, wydaje się nadmiernie rozbudowany, szczególnie w zakresie szczegółowych opisów dotyczących funkcjonalności wdrażanych systemów tj. SOPO, czy systemów monitorowania osuwisk, zagadnienia te wychodzą poza oś główną pracy;
 - b. W rozdz. 6. podano zbyt obszerne (*zdaniem Recenzenta*) opisy teoretyczne w zakresie przeglądu metod probabilistycznych związanych z oceną niezawodności, podane zestawienie jest cenne jako zebrany całościowo materiał źródłowy, ale w przypadku np. ograniczeń wydawniczych w zakresie objętości tekstu, może być z powodzeniem skrócony.

- 2) W opracowanych mapach przydatności podano opisy klas w formie ilościowej (*przedziały liczbowe*), ma to swoje uzasadnienie na poziomie rozważań naukowych i obliczeń statystycznych pokazanych w pracy, natomiast w opinii Recenzenta lepiej z punktu widzenia formułowanych wniosków końcowych oraz potencjalnego odbiorcy (*inwestorzy, samorządy, itp.*) podać opis słowny, jakościowy (*który pojawia się w tekście*) dla wyznaczonych klas przydatności inwestycyjnej. Uwaga ta powinna być uwzględniona w wersji skróconej pracy tj. autoreferat czy publikacja upowszechniającej wyniki pracy (*do czego gorąco namawiam*).
- 3) Ponownej redakcji i uporządkowania wymaga spis literatury:
- W tekście pracy można wskazać 37 pozycji nie opisanych w spisie, jednocześnie w spisie można znaleźć 4 pozycje nie przywołane w tekście - w większości przypadków jest to kwestia niepełnego lub błędnego zapisu przywołanej pracy (*np. brak współautorów lub pomyłona data publikacji*), niemniej wymaga to skorygowania;
 - Dla poprawy przejrzystości sugeruję również wydzielić ze spisu akty prawne i normy oraz strony internetowe.

5.2. Uwaga dotycząca uzyskanych wyników

- 4) W pracy podano, że dla polskich Karpat wartości nachylenia, które predysponują obszar do osuwania to przedziały 9-14° i 15-25°, a wg badaczy tematu największy wpływ na osuwiska w Polsce mają spadki terenu w przedziale 9-30°, proszę wyjaśnić dlaczego zatem w pracy w zakresie zestawu zmiennych przyjęto klasy dla spadków terenu w przedziałach 0-12°, 12-18° i >18°? Czy były jakieś dodatkowe przesłanki dla zaproponowanego podziału? Recenzent prosi o stosowne wyjaśnienie tej kwestii podczas obrony.
- 5) W rozdz. 3.3 dla analizowanego obszaru, wyznaczono dla różnych czasów i wybranych prawdopodobieństw wartości średnie zarówno intensywności, jak i wysokości opadu, natomiast w przyjętych do analizy danych wejściowych wskazano tylko jedną klasę w zakresie prawdopodobieństwa opadów (*z opisu nie wiadomo też którą, dopiero w tab. 5.2 podane jest że 10%*), proszę o wyjaśnienie i uzasadnienie tak przyjętego wskazania dla tej danej wejściowej.
- 6) Na ile wskazane czynniki w poszczególnych kategoriach i ustalone w nich klasy mają charakter użyteczny? Czy zaproponowaną w pracy klasyfikację tj. podział na klasy z przypisanymi przez Doktoranta wagami, można swobodnie wykorzystywać dla innych obszarów? Czy zaproponowany model matematyczny można rozbudować o inne czynniki np. co z konsekwentnym, asekwentnym czy insekwentnym położeniem/upadem warstw?

5.3. Uwagi szczegółowe

Uwagi szczegółowe dotyczą głównie znalezionych przez Recenzenta w tekście pewnych kontrowersyjnych lub niepełnych zapisów. Recenzent nie ma uwag do wyglądu i układu pracy, który ocenia bardzo wysoko. Poniżej podano miejsca znalezionych błędów i kontrowersji:

- str. 14, 6 wiersz od góry: wskazanie wprost na publikację z 1862 r. sugeruje że Autor miał dostęp bezpośredni do tej publikacji (co może budzić wątpliwości), jeśli to nie miało miejsca to należy wskazać źródło pośrednie, uwaga ta dotyczy również analogicznych powołań na str. 17, 18 i 19;
- str. 15, akapit 3 i 4 od góry: omyłkowo zamieniono opisy rozdziału trzeciego i czwartego;
- str. 32, tytuł rozdziału 2.4: „*Problematyka wykorzystania danych dotyczących podatności*” - sugeruję dla transparentności przekazu dodać: „*...podatności osuwiskowej*”, takie doprecyzowanie wskazane jest również w tytule rozdz. 2.5;
- str. 32, 17 wiersz od góry: dość niefortunne sformułowanie „Wierzyli...”, lepiej byłoby: „Zakładali...”;
- str. 71, podpis dla rys. 3.7: brakuje w podpisie rysunku wskazania wprost dla jakiej lokalizacji, miejsca, obszaru są to dane?;
- str. 73, 9 wiersz od góry: „*...szybkość zsuwu...*” - jeśli mamy na myśli wielkość wektorową opisującą ruch to lepiej byłoby: „*...prędkość zsuwu...*”.
- str. 80, rys. 3.15: pokazano mapę osuwisk w woj. podkarpackim, natomiast brakuje wskazania na tym tle obszaru badań;
- str. 81, 20 wiersz od góry: „*Wpływ wilgotności na parametry wytrzymałościowe gruntu pokazano na rysunku 3.16.*” - brakuje krótkiej informacji o metodzie użytej do uzyskania wskazanej korelacji;
- str. 83, rys 3.17: rysunek w legendzie wskazuje na obszary dotknięte skutkami powodzi, natomiast w podpisie jest również dodane „*...i osuwisk*” - nie ma takich obszarów na mapie?;
- str. 82, 10 wiersz od dołu: „*W województwie podkarpackim (stan na 20 września 2010 roku) odnotowano 777 uszkodzonych budynków,...*” - czy nie ma też aktualnych zestawień w tym zakresie?”, podobna uwaga dotyczy opisu szkód ze strony 84 - czy również w tym elemencie nie ma nowszych danych?;
- str. 88, 5 wiersz od dołu: sformułowanie „*...tw. ekspertów*” jest niezręczne, i może wzbudzać pejoratywne odczucia, wystarczy samo „*ekspertów*”;

- str. 129, rys. 5.11: brak spójności pomiędzy opisem w legendzie, a podpisem rysunku w zakresie użytej metody, wydaje się, że w legendzie powinno być: podział wg van Wastena?
 - str. 183, 1 wiersz od dołu: „...przyjętym do analiz obszarze” - można by dodać w tym miejscu w jakich obszarach wskazanych klas podatności osuwiskowej wg rys. 6.5, znalazły się te miejsca (A i B), bo symbole zakrywają duży obszar i jest to niejednoznaczne, a to element istotny dla dalszych rozważań i kluczowy z punktu widzenia podanych wniosków;
 - str. 199, rys. 6.11: w podpisie na końcu warto dodać „wyznaczonych z poszczególnych metod”, a na rysunku dla przejrzystości można przy punktach dodać akronimy użytych metod;
 - str. 202, ostatni wiersz: „...należą do odrębnych klas.” - może warto w tym miejscu wskazać wprost do jakich, bo na rysunkach (*mapach*) jest to niejednoznaczne, a w tekście w opisie słownym (*Uakościowym*) pominięte;
- drobne usterki w tekście (*tj. omyłki pisarskiej, błędne formy zapisu dla powołanej literatury, itp.*) wskazano bezpośrednio w wersji elektronicznej pracy (*przekazanej drogą mailową*).

6. Wnioski i ocena końcowa

Niniejsza dysertacja zawiera przegląd analiz związanych z mapowaniem podatności opublikowanych w ostatnim czasie. Zagadnienie określenia stref podatności osuwiskowej za pomocą metod mapowania jest istotnym elementem zarządzania ryzykiem, wymagającym rozwoju i doskonalenia. W recenzowanej pracy doktorskiej mgr inż., mgr inż. arch. Piotr Ochab rozwiązał oryginalne zadanie naukowe, polegające na ustaleniu optymalnej metody budowy modelu i oceny ryzyka w zakresie przydatności inwestycyjnej terenów osuwiskowych.

Stwierdzam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty. Doktorant wykazał się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem oraz umiejętnościami rozwiązywania problemów teoretycznych. Zaproponował metodę oceny przy wykorzystaniu metody inteligencji obliczeniowej i przeprowadził jej walidację. Uzyskał oryginalne wyniki i wykazał, że potrafi analizować i krytycznie oceniać uzyskane rezultaty oraz formułować poprawne wnioski poznawcze. Widzi również kierunki dalszych badań. Świadczy to o Jego odpowiednim przygotowaniu i predyspozycjach do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych.

Uwagi krytyczne wymienione w punkcie 5. nie obniżają bardzo dobrego, moim zdaniem, poziomu merytorycznego i ogólnej wysokiej oceny dysertacji. Uwagi mają charakter porządkowy lub dyskusyjny i mam nadzieję, że przynajmniej w części będą pomocne Autorowi podczas dalszej pracy naukowej i przygotowywania artykułów do czasopism naukowych.

Oceniam, że rozprawa stanowi rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego oraz potwierdzam, że Doktorant dysponuje bardzo dobrze rozwiniętym warsztatem obliczeniowym w zakresie prowadzonych analiz, posiada ogólną wiedzę teoretyczną i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa jest opracowana na bardzo dobrym poziomie naukowym i redakcyjnym oraz wnosi wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. mgr inż. arch. Piotra Ochaba pt. „*Wpływ zagrożeń osuwiskowych na przydatność terenu do zabudowy*” **spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim** określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 roku "O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki" (Dz. U. z 2003 r., Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późniejszymi zmianami). W związku z tym stawiam wniosek o **przyjęcie rozprawy** i dopuszczenie mgr inż. mgr inż. arch. Piotra Ochaba do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

.....
Godkuli T.....
Podpis