

Rzeszów, 25 sierpnia 2023 r.

dr hab. inż. Izabela Skrzypeczak, prof. PRz
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
Politechnika Rzeszowska, ul. Powstańców Warszawy 12
35-959 Rzeszów
tel. +48 17 865-13-06
e-mail: izas@prz.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Moskal
pt. „Wpływ czynników geotechniczno-konstrukcyjnych na stateczność wybranych osuwisk
na terenie fliszu karpackiego”
opracowanej pod kierunkiem: Promotor – prof. dr hab. inż. Elżbiety Pileckiej
i Promotora pomocniczego – dr inż. Janusza Koguta

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady Naukowej Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Karkowskiej z dnia 17.05.2023 r. (zgodnie z pismem Prodziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Karkowskiej dr inż. Marcina Tekieli z dnia 06.06.2023 r.).

2. Charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Magdaleny Moskal pt. „Wpływ czynników geotechniczno-konstrukcyjnych na stateczność wybranych osuwisk na terenie fliszu karpackiego”. Praca ma charakter teoretyczno-badawczy i składa się z siedmiu rozdziałów, wykazu rysunków i tabel, streszczenia w języku polskim i angielskim, spisu literatury oraz trzech załączników. Bibliografia obejmuje 123 pozycje piśmiennictwa w proporcji 71/52 jeśli chodzi o publikacje polskojęzyczne i angielskojęzyczne, 13 norm, 10 aktów prawnych oraz 6 pozycji netografii. Tekst rozprawy liczy 190 stron i zawiera 159 rysunków i 14 tabel. Zamieszczony, przez Autorkę, w pracy wykaz ważniejszych oznaczeń

DZIEKANAT Wydziału Inżynierii Lądowej	
Wpłynęło dnia	10.09.2023
L. dz.	10.510.277.1018
podpis	<i>[Podpis]</i>

oraz słownik pojęć to nie tylko uściślenie pewnych zawartych w tekście głównym informacji, ale przede wszystkim ułatwienie zrozumienia treści i rozszerzenie omawianej problematyki. W rozdziale pierwszym (Wstęp), jako wprowadzenie do problemu badawczego, wskazano na coraz częstsze lokowanie nowych tras komunikacyjnych na obszarach zagrożonych ruchami masowymi. Uaktywnianie się starych osuwisk, a także występujące wciąż nowe osuwiska, a także coraz poważniejsze problemy ze statecznością skarp i nasypów drogowych wymuszają konieczność lepszego poznania mechanizmu i charakteru procesów i zjawisk zachodzących w zboczach. Co za tym idzie, ważną rolę dla zrozumienia mechanizmu osuwisk oraz ich prognozowania odgrywa analiza stateczności, pozwalająca na przedstawienie ilościowego opisu stateczności zbocza. Wyniki analiz mogą być jednak różne w zależności od przyjętej metody obliczeniowej, zastosowanych uproszczeń założeń obliczeniowych, w tym niezgodności warunków rzeczywistych z założeniami obliczeniowymi, czy niewłaściwie wyznaczonymi i przyjętymi parametrami gruntów. Dlatego zasadnym wydaje się poszukiwanie nowoczesnych metod i technik obliczeniowych, które dają możliwość prognozowania prawdopodobnych zachowań ośrodka gruntowego. Autorka odniosła się również do metod zabezpieczeń terenów osuwiskowych które, jak podkreśliła bazują najczęściej na doświadczeniach eksperckich. Zwróciła uwagę na fakt braku systemowych propozycji rozwiązań uwzględniających projektowanie infrastruktury drogowej w warunkach fliszu karpackiego, w tym braku metodyki prognozowania skutecznych rozwiązań geotechniczno-konstrukcyjnych gwarantujących stateczność infrastruktury drogowej na terenach zagrożonych osuwiskowo.

W rozdziale tym, Autorka sformułowała cel główny oraz cele szczegółowe, tezę i zakres wykonanych prac.

Jako główny cel pracy przyjęto opracowanie metodyki prognozowania warunków geotechniczno-konstrukcyjnych gwarantujących stateczność infrastruktury drogowej na terenach osuwiskowych fliszu karpackiego z wykorzystaniem modelowania numerycznego i sieci neuronowych.

Jako cele szczegółowe przyjęto:

- zbudowanie autorskiej bazy danych rzeczywistych osuwisk z projektowaną infrastrukturą drogową przy wykorzystaniu modelowania numerycznego,
- opracowanie własnego algorytmu uczącego z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych,
- opracowanie autorskiego współczynnika do oceny skuteczności i efektywności zabezpieczeń osuwisk zagrażających infrastrukturze drogowej.

W związku z tak sformułowanymi celami sformułowano dwie tezy pracy:

1) Można zbudować model wykorzystujący sztuczne sieci neuronowe i umożliwiający prognozowanie czynników geotechniczno-konstrukcyjnych charakteryzujących stateczną infrastrukturę drogową na terenach osuwiskowych fliszu karpackiego,

2) Możliwe jest określenie współczynnika, który pozwala na efektywną ocenę skuteczności zabezpieczeń terenu osuwiskowego przeznaczonego pod projektowaną infrastrukturę drogową.

Rozdział drugi to obszerna analiza źródeł literaturowych, która przedstawia zagrożenia osuwiskowe w Polsce południowej oraz charakterystykę osuwisk we fliszu karpackim. Doktorantka szeroko omawia zagadnienia ogólne dotyczące ruchów masowych, w tym klasyfikację ruchów masowych, wpływ zawodnienia na rozwój procesu osuwiskowego oraz czynników geotechniczno-konstrukcyjnych na utratę stateczności infrastruktury drogowej na osuwisku. Doktorantka przedstawia w tym rozdziale przykłady infrastruktury drogowej zagrożonej osuwiskami. Opisuje także aktualny stan wiedzy w zakresie konstrukcyjnych metod zabezpieczeń osuwisk drogowych oraz wskazuje na znaczenie rozpoznawania osuwisk dla bezpieczeństwa i trwałości nowoprojektowanej infrastruktury drogowej.

W trzecim rozdziale omówiono szczegółowo projektowanie dróg na terenach osuwiskowych odnosząc się do zagadnień badania podłoża budowlanego objętego ruchami osuwiskowymi, a także projektowania wykopów drogowych. Doktorantka, w rozdziale tym odniosła się do wytycznych uwzględniających wymagania, zasady i zalecenia oceny stateczności skarp nasypów i wykopów na potrzeby rozpoznania warunków gruntowych dla drogownictwa.

Kolejny czwarty rozdział to przedstawienie metodyki pracy, w którym omówiono procedurę budowy bazy danych oraz gromadzenia i przetwarzania informacji. Doktorantka przeanalizowała łącznie 134 osuwisk zlokalizowanych w Karpatach fliszowych, z czego ostatecznie do dalszych analiz wytypowała 64 osuwiska. Opisano także metody, które zostały zastosowane w pracy do analiz stateczności i zabezpieczeń skarp wykopów drogowych, w tym autorską propozycję współczynnika efektywności projektowej, a także metodę modelowania numerycznego (metodą elementów skończonych) oraz metodę sztucznych sieci neuronowych.

Ostatnia z metod, jak również propozycja współczynnika efektywności projektowej stanowi autorską koncepcję Doktorantki w zakresie ich użyteczności w omawianych zagadnieniach.

Rozdział piąty to badania i analizy własne Autorki niniejszej dysertacji dotyczące modelowania numerycznego dla wybranych czterech odcinków drogi S19: Babica – Jawornik, Jawornik – Lutcza, Lutcza-Domaradz oraz Dukla-Barwinek. Przeprowadzone analizy MES wykonano w programie MIDAS GTS NX. Określono współczynniki stateczności zboczy dla ich naturalnej geometrii oraz w różnych wariantach nachylenia skarpy wykopu drogowego z uwzględnieniem

dwóch poziomów zwierciadła. Zaprojektowano autorskie metody zabezpieczenia osuwisk, które wykazywały niestateczność po wykonaniu wykopu drogowego wraz z przeprowadzeniem dla nich analiz numerycznych potwierdzających ich skuteczność. Doktorantka wykonała łącznie 1052 analizy numeryczne stateczności.

Rozdział szósty zawiera wyniki badań i analiz uzyskanych ze sztucznych sieci neuronowych. W tej części pracy, Doktorantka szczegółowo omawia przyjęte dane wejściowe i wyjściowe, a także założenia i charakterystyki wykorzystanych sieci neuronowych. Zgromadzone dane zostały wykorzystane do opracowania autorskiego algorytmu uczącego wykorzystującego sztuczne sieci neuronowe. Wykorzystano sześć geotechnicznych czynników wejściowych: nachylenie zbocza, gęstość objętościowa koluwium, miąższość koluwium, głębokość zwierciadła wód gruntowych, kohezja koluwium, kąt tarcia wewnętrznego koluwium.

Natomiast jako zmienne wyjściowe przyjęto czynniki geotechniczne i konstrukcyjne.

Doktorantka zdefiniowała jeden czynnik geotechniczny tj. FoS projektowy oraz pięć czynników konstrukcyjnych: poprojektową miąższość gruntu, nachylenie projektowanej skarpy, projektowaną głębokość wykopu oraz zaproponowany autorski współczynnik efektywności projektowej. Autorka wytypowała sieć neuronową SNN #19, jako sieć, która najlepiej poradziła sobie z rozwiązaniem zdefiniowanego problemu. Błąd średniokwadratowy dla sieci neuronowej SNN #19 wyniósł 0,0064. W porównaniu do wszystkich opracowanych sieci neuronowych, dla rozważanej sieci SNN #19 uzyskano najwyższe wartości współczynników determinacji tj. powyżej 0,9, co wskazuje na najmniejsze wartości otrzymywanych błędów prognozy. Dla próbek ze zbioru uczącego współczynnik determinacji wyniósł $R^2=0,9582$, a dla wszystkich próbek wykorzystanych w sieci neuronowej $R^2=0,9215$.

Ostatni siódmy rozdział zawiera podsumowanie i wnioski końcowe. Doktorantka sformułowała szereg wniosków wynikających z przeprowadzonych badań w odniesieniu do przyjętych w pracy tez oraz celów pracy oraz wskazała możliwości wykorzystania wyników pracy oraz sformułowała kierunki dalszych badań.

3. Wartość naukowa rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i postawionych celów rozprawy

Metody inteligencji obliczeniowej są obecnie coraz powszechniej rozwijane, a ich zastosowanie w dyscyplinie naukowej, jaką jest inżynieria lądowa, geodezja i transport ma coraz bardziej użyteczny charakter i wymiar praktyczny. Kluczową rolę spełniają tu sztuczne sieci neuronowe, stanowiące w wielu przypadkach modele ekwiwalentne (ale często znacznie rozszerzające potencjalne możliwości zastosowań) w stosunku do tradycyjnych metod statystycznych).

Jak wiadomo, bezkrytyczne stosowanie przypadkowo wybranej metody szacowania stateczności skarp i zboczy wykopów drogowych na terenach Karpat fliszowych, bez znajomości stosowanych założeń, uproszczeń i ograniczeń, może prowadzić do poważnych błędów w ocenie ich stateczności. Dlatego też celową wydaje się być analiza porównawcza wyników otrzymywanych z poszczególnych metod obliczeniowych oraz ich weryfikacja z rzeczywistością tak, by dążyć do jak najdokładniejszego odtworzenia mechanizmu i przebiegu procesów osuwiskowych. Doktorantka wykazała w swojej dysertacji, że poprzez odpowiednie wykorzystanie i umiejętny dobór danych oraz narzędzi obliczeniowych, zadanie to jest możliwe do realizacji, a opisana metodyka stanowi zbiór poprawnych rozwiązań dla tak postawionego problemu badawczego. Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że podjęty przez Doktorantkę temat rozprawy jest oryginalny i aktualny, a cel rozprawy zasadny i ważny nie tylko z naukowego, ale i z praktycznego punktu widzenia.

3.2. Cel i sposób jego realizacji

Celem pracy było opracowanie metodyki prognozowania warunków geotechniczno-konstrukcyjnych gwarantujących stateczność infrastruktury drogowej na terenach osuwiskowych fliszu karpackiego z wykorzystaniem modelowania numerycznego i sieci neuronowych. Wymiernym efektem jest opracowana koncepcja współczynnika efektywności projektowej pozwalająca na ocenę stateczności infrastruktury drogowej na terenach osuwiskowych fliszu karpackiego. Zakres opracowania metodyki prognozowania warunków geotechniczno-konstrukcyjnych gwarantujących stateczność infrastruktury drogowej na terenach osuwiskowych obejmował trzy etapy: utworzenie bazy danych, analizę numeryczną osuwisk i wybór najbardziej niekorzystnych przekrojów obliczeniowych z badanych obszarów oraz opracowanie algorytmu uczącego SSN.

Etap I: Utworzenie bazy danych to:

– przeanalizowanie 134 osuwisk zlokalizowanych w Karpatach fliszowych,

- wytypowanie 64 osuwisk do dalszych badań.
- Etap II: Analiza numeryczna osuwisk, która obejmowała:
 - wybór najbardziej niekorzystnych przekrojów obliczeniowych z badanych obszarów,
 - analiza numeryczna MES w programie MIDAS GTS NX,
 - założenie dwóch poziomów zwierciadła wód gruntowych,
 - wykonanie wykopu drogowego z sześcioma wariantami nachylenia skarpy wykopu,
 - konstrukcyjne zabezpieczenie osuwiska i/lub skarpy wykopu,
 - w pracy doktorskiej wykorzystano wyniki wspomnianych 1052 analiz numerycznych stateczności.
- Etap III: Opracowanie algorytmu uczącego to:
 - zebranie 26 czynników geotechniczno-konstrukcyjnych charakteryzujących osuwisko z projektowaną drogą (11 wykorzystano do symulacji neuronowych),
 - wykorzystanie środowiska MATLAB oraz sztucznych sieci neuronowych,
 - model neuronowy, który umożliwia wskazanie funkcjonalnego rozwiązania przy projektowaniu wykopu drogowego,
 - przeanalizowanie w pracy doktorskiej 192 sieci neuronowych

Sformułowana metodyka została poddana walidacji na czterech wybranych odcinkach drogi klasy S, w oparciu o wykonane analizy i ocenę współczynnika efektywności projektowej. Przeprowadzone autorskie analizy potwierdziły, że rozważane przypadki potwierdzają skuteczność zaproponowanej metody i dowodzą, że cel rozprawy został osiągnięty.

3.3. Ocena naukowej wartości rozprawy

Za najważniejsze oryginalne osiągnięcia naukowe Autorki uznają:

- Zbudowanie autorskiej bazy danych rzeczywistych osuwisk wraz z projektowaną infrastrukturą drogową przy wykorzystaniu modelowania numerycznego,
- Przeprowadzenie 1052 analiz numerycznych MES przy założeniu: dwóch poziomów zwierciadła wód gruntowych, wykonania wykopu drogowego z sześcioma wariantami nachylenia skarpy wykopu oraz konstrukcyjnego zabezpieczenia osuwiska i/lub skarpy wykopu,
- Wytypowanie i scharakteryzowanie ilościowe zestawu 26 czynników geotechniczno-konstrukcyjnych charakteryzujących osuwisko z projektowaną drogą,

- Opracowanie własnego algorytmu uczącego z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych,
- Przeanalizowanie 192 sieci neuronowych,
- Opracowanie autorskiego współczynnika do oceny skuteczności i efektywności zabezpieczeń osuwisk zagrażających infrastrukturze drogowej.

4. Wartość merytoryczna rozprawy

Doktorantka nie tylko poprawnie i jasno sformułowała cele i tezy pracy, odpowiednio dobrała metody badawcze i narzędzia do analizy danych, ale także w umiejętny sposób przedstawiła wyniki, poddała je krytycznej analizie i interpretacji, wykazując na skuteczne udowodnienie postawionej tezy.

Doktorantka w swojej pracy wykazała również, że opracowana w rozprawie doktorskiej metodyka wykorzystująca narzędzia modelowania numerycznego (metodą elementów skończonych) oraz sztucznej inteligencji w postaci sieci neuronowych jest skuteczna i pozwala ocenić wpływ czynników geotechniczno-konstrukcyjnych na stateczność infrastruktury drogowej na osuwiskach fliszu karpackiego.

W praktyce zaproponowana metodyka i opracowany model neuronowy może stanowić przydatne źródło wiedzy dla projektantów oraz przyczynić się do poprawy jakości podejmowanych decyzji projektowych w zakresie infrastruktury drogowej na terenach osuwiskowych we fliszu karpackim.

Zaproponowany przez Doktorantkę współczynnik efektywności projektowej opierający się na zdefiniowanych przez użytkownika czynnikach geotechniczno-konstrukcyjnych może być efektywnym narzędziem do weryfikacji, czy analizowany teren osuwiskowy przeznaczony pod projektowaną infrastrukturę drogową wymaga zabezpieczenia konstrukcyjnego.

4.1 Poprawność redakcyjna rozprawy

Układ i struktura recenzowanej pracy doktorskiej jest poprawna, zgodna z ogólnie przyjętymi wymogami dla tego rodzaju opracowań naukowych. Styl i język wypowiedzi jest na bardzo dobrym poziomie. Praca jest napisana w sposób przystępny, a prezentowane wyniki są klarownie i wyczerpująco opisane. Strona graficzna pracy nie budzi żadnych zastrzeżeń, a zestawienia tabelaryczne i prezentowane rysunki są czytelne.

5. Uwagi krytyczne

Uwagi do pracy podzielono na uwagi dotyczące uzyskanych wyników pracy (pytań otwartych) oraz uwagi szczegółowe dotyczące drobnych korekt językowych.

5.1. Uwagi dotyczące uzyskanych wyników

- 1) Czy w analizach MES Doktorantka rozważała wprowadzenie zależności parametrów wytrzymałościowych gruntu od stopnia ich wilgotności, które są podstawą do analizy stateczności skarpy w warunkach zmieniających się stosunków wodnych poprzez zdefiniowanie swojego własnego modelu materiałowego uwzględniającego zależność spójności od stopnia wilgotności (np. tak, jak zaproponował w swoich badaniach prof. A. Urbański z Politechniki Krakowskiej) ?
- 2) W jaki sposób Doktorantka dokonała wyboru zmiennych wejściowych do modelu SSN. Czy była weryfikowana statystyczna istotność zmiennych wejściowych?
- 3) Na ile wskazane czynniki mają charakter użyteczny? Czy zaproponowane w pracy czynniki można swobodnie wykorzystywać dla innych obszarów?
- 4) Czy zaproponowaną sieć można rozbudować o inne czynniki np. co z konsekwentnym, asekwentnym czy insekwentnym położeniem/układem warstw?
- 5) Powszechnie wiadomo, że wadą sieci neuronowych jest trudność w ustaleniu parametrów ich architektury. Przy stosunkowo niewielkiej bazie danych (w pracy 46 rekordów) zbyt rozbudowana struktura sieci nie zawsze jest uzasadniona. W jaki sposób Doktorantka uzasadnia wybór struktury sieci jednokierunkowej MLP z dwoma warstwami ukrytymi? Czy podejmowane były próby budowy sieci z jedną warstwą ukrytą?
- 6) Sprawdzenie zdolności sieci do generalizacji zdobytej wiedzy, a więc ocena jakości działania sieci odbywa się poprzez ocenę osiąganych wyników przede wszystkim dla zbioru testującego - a więc dla danych nie uczestniczących ani w procesie uczenia ani walidacji. W pracy przyjęto dwa kryteria oceny jakości sieci neuronowych: błąd MSE i współczynnik R^2 . W przypadku kryterium R^2 - wyliczono wartości dla poszczególnych zbiorów tj. uczącego, walidacyjnego i testującego oraz całego zbioru danych. Dlaczego w przypadku błędu MSE nie zastosowano takiego podejścia, a wyliczono go jedynie dla całej bazy danych bez rozbicia na poszczególne zbiory? W jaki sposób Doktorantka uzasadnia takie podejście?
- 7) Za sieć o najlepszej jakości wybrano sieć SSN #19. Decyzję oparto na wartościach parametrów R^2 i MSE wyliczonych dla wszystkich próbek. Czy nie należało wyznaczyć

wartości obu tych parametrów także dla zbioru testującego, aby ocenić zdolności predykcyjne wybranej sieci?

- 8) Moje zastrzeżenie budzi użycie również słabego sformułowania „można” oraz „możliwe jest” w tezach pracy, według mnie poprzez zaplanowanie i wykonanie tak obszernych analiz możliwe było wyciągnięcie bardziej precyzyjnych i mocniejszych naukowo wniosków np. poprzez wyznaczenie poziomów ufności i co za tym idzie sformułowanie mocniejszych tez pracy.
- 9) Czy kilkukrotne uczenie sieci dla założonych parametrów daje podobne wyniki i jak duże różnice będą wynikały z losowego charakteru doboru niektórych parametrów w procesie uczenia?
- 10) Jak Autorka ocenia perspektywę praktycznego wykorzystania opracowanej metodyki oraz metody obliczeniowej?

5.2. Uwaga szczegółowe

Uwagi szczegółowe dotyczą głównie znalezionych przez Recenzenta w tekście drobnych błędów językowych. Recenzent nie ma uwag do wyglądu i układu pracy, który ocenia bardzo wysoko. Poniżej podano miejsca wybranych błędów językowych:

- str. 25 - 18 wiersz od dołu – jest: Zmiany granicy pewnych osuwiska w latach 2014-2021 – słowo pewnych jest pominąć,
- str. 25 - 11 wiersz od dołu – jest: W bliskim sąsiedztwie terenu badań, niewiele powyżej skarpy głównej osuwiska – sformułowanie niewiele powyżej skarpy jest niezręczne,
- str. 36 - 19 wiersz od dołu – jest: Ponieważ niniejsza praca doktorska dotyczy projektowanych dróg samochodowych na terenach osuwiskowych, szczególna uwaga zostaje skupiona na dokumentowaniu i badaniach tych obszarów. Sformułowanie to jest niezręczne, cel główny i cele szczegółowe pracy są inne.
- str. 45 - 12 wiersz od góry – jest: Uzyskane tą metodą parametry gruntowe należy uznać zatem za awaryjne. Słowo awaryjne jest niezręcznie zastosowane.
- str. 45 - 11 wiersz od góry – jest: W Eurokodzie 7 zaznaczono, iż stosowania..., proponuję: W Eurokodzie 7 zaznaczono, iż stosowanie...,
- str. 47 - 6 wiersz od góry – jest: W rozpatrywanym aspekcie stateczności zboczy najważniejszym aspektem jest..., sugeruję: W rozważanym przypadku stateczności zboczy najważniejszym aspektem jest...
- str. 50 - 6 wiersz od góry – jest: W tym etapie wykonano kilkadziesiąt analiz numerycznych. Poprawne jest wyrażenie na etapie.

- str. 51 - 11 wiersz od góry – jest: W tym etapie wykonano 1052 analizy numeryczne. Poprawne jest wyrażenie na etapie.
- str. 52 - 3 wiersz od dołu – jest: ...,która jest wymagania zgodnie..., powinno być: ...,która jest wymagana zgodnie...
- str. 58 - 5 wiersz od dołu – jest: może zostać przybliżone..., powinno być: może zostać przybliżony...
- str. 63 - 8 wiersz od góry – jest: Ze względu na rozpatrywaną klasę drogi i założoną kategorię ruchu dla projektowanej drogi w rozprawie doktorskiej wpływ oddziaływań dynamicznych od ruchu samochodów został pominięty. Sugeruję: W rozprawie doktorskiej, ze względu na rozpatrywaną klasę drogi i założoną kategorię ruchu dla projektowanej drogi wpływ oddziaływań dynamicznych od ruchu samochodów został pominięty.

6. Wnioski i ocena końcowa

W recenzowanej pracy doktorskiej mgr inż. Magdalena Moskał rozwiązała oryginalne zadanie naukowe, polegające na opracowaniu metodyki prognozowania warunków geotechniczno-konstrukcyjnych gwarantujących stateczność infrastruktury drogowej na terenach osuwiskowych fliszu karpackiego z wykorzystaniem modelowania numerycznego i sieci neuronowych.


Stwierdzam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty. Doktorantka wykazała się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem oraz umiejętnościami rozwiązywania problemów teoretycznych. Zbudowała autorską bazę danych rzeczywistych osuwisk z projektowaną infrastrukturą drogową przy wykorzystaniu modelowania numerycznego, opracowała własny algorytm uczący z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych, a także zaproponowała autorski współczynnik do oceny skuteczności i efektywności zabezpieczeń osuwisk zagrażających infrastrukturze drogowej. Uzyskała oryginalne wyniki i wykazała, że potrafi analizować i krytycznie oceniać uzyskane rezultaty oraz formułować poprawne wnioski. Mgr inż. Magdalena Moskał sformułowała również kierunki dalszych badań, co świadczy to o Jej odpowiednim przygotowaniu i predyspozycjach do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych.

Recenzowana rozprawa mgr inż. Magdaleny Moskał stanowi rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego oraz potwierdzam, że Doktorantka 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, geodezja i transport.

Jestem przekonana, że w trakcie publicznej obrony Doktorantka wyjaśni moje wątpliwości, które zawarłam w recenzji. Jednocześnie nie mam żadnych wątpliwości, że zakres pracy, a także dojrzałość naukowa Doktorantki zasługują na wyróżnienie pracy przez Radę Naukową Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Karkowskiej.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Magdaleny Moskal pt. „Wpływ czynników geotechniczno-konstrukcyjnych na stateczność wybranych osuwisk na terenie fliszu karpackiego ” 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". W związku z tym stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Moskal do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Stypendia 
Stypendia

