

dr hab. inż. Paweł Popielski, prof. PW
Politechnika Warszawska
Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Pilcha pt.: „Weryfikacja modelu matematycznego współpracy georury z wypełnieniem gruntowym na podstawie badań eksperymentalnych w warunkach terenowych.”

1 Podstawy formalne

1.1 Uchwała Rady Wydziału

Rada Wydziału Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie w dniu 04.07.2018 r. podjęła uchwałę powołującą mnie na recenzenta podanej w tytule rozprawy doktorskiej. Promotorem przedstawionej mi do recenzji pracy doktorskiej jest: prof. dr hab. inż. Zygmunt Meyer.

1.2 Tryb postępowania

W piśmie z dnia 13.07.2018 r z Wydziału Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie otrzymałem informację, że postępowanie o nadanie stopnia doktora Kandydatowi Panu mgr inż. Michałowi Pilch toczy się na podstawie przepisów Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*, (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) zwane dalej Ustawą oraz *Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* (Dz. U. z 19 stycznia 2018, poz.261) zwanym dalej Rozporządzeniem.

1.3 Wymogi formalne

Zgodnie z art. 13 Ustawy rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Zgodnie z § 4 ust 1 Rozporządzenia recenzja rozprawy doktorskiej zawiera szczegółowo uzasadnioną ocenę, czy rozprawa ta spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy.

2 Treść recenzji

2.1 Ogólny opis rozprawy

Rozprawa obejmuje 102 strony (które również obejmują bibliografię, spis zdjęć, tablic i rysunków), składa się z dziewięciu rozdziałów podzielonych na podrozdziały. Praca zawiera 28 rysunków, 24 zdjęcia oraz 16 tabel.

Rozdziały nr 1÷2 (razem 46 stron) poświęcone są wprowadzeniu w zagadnienie, podają przykłady realizacji, omawiają aktualną literaturę oraz dostarczają cel i tezę pracy. Między innymi w rozdziale 2.6 omówione są metody projektowania i podstawowe założenia teoretyczne modelu matematycznego analizowanego zjawiska, który podlegał weryfikacji w pracy.

W rozdziale 3 rozprawy liczącym 17 stron, przedstawiono zakres tematyki badawczej, program badań analitycznych i program badań eksperymentalnych. W rozdziale 4 pracy, liczącym 8 stron, przedstawiono opracowanie wyników pomiarów wykonanych na poligonie badawczym. W rozdziale 5, liczącym 8 stron, porównano wybrane dane eksperymentalne z wynikami symulacji wykorzystywanego modelu numerycznego i zaproponowanych modyfikacji. Na podstawie przedstawionych wyników wykazano dobrą zgodność danych pomiarowych z predykcjami teoretycznymi, co pozwoliło na pozytywną weryfikację zaproponowanego modelu teoretycznego.

W rozdziale 6, liczącym 4 strony, zawarto weryfikację kształtu georury na podstawie porównania geometrii wyznaczonej za pomocą pakietu komercyjnego a pomierzonymi wartościami na poligonie badawczym w trakcie napełniania 2 georur.

W 4 stronicowym rozdziale 7 przedstawiono możliwość praktycznego wykorzystania algorytmu do weryfikacji, skorygowania naprężeń obwodowych wyznaczonych za pomocą komercyjnego pakietu obliczeniowego.

W dwu stronicowym rozdziale 8 sformułowano wnioski wynikające z przeprowadzonych badań i podsumowano całość rozprawy, następnie w rozdziale 9 na ¼ strony w dwóch zdaniach przedstawiono program dalszych badań.

W treści pracy zwraca uwagę bardzo różna objętość poszczególnych rozdziałów, jak również miejscami bardzo syntetyczne informacje dotyczące prezentowanej treści. Bardzo rozbudowane są rozdziały 1 -2 dotyczące wprowadzenia w zagadnienie w stosunku do rozdziałów pozostałych.

2.2 Szczegółowe uzasadnienie spełnienia warunków 13 art. Ustawy

2.2.1 Oryginalność rozwiązania problemu naukowego

Kandydat w swojej dysertacji doktorskiej przeprowadził analizę powszechnie wykorzystywanej metody do projektowania georur, którą opiera się na teorii prof. Dova Leshchinskyego.

W pracy dokonano krytycznego przeglądu podstawowych założeń metody i założeń upraszczających. Przeprowadzono weryfikację otrzymanych wyników na podstawie badań terenowych.

Sformułowano model teoretyczny będący narzędziem do wyznaczania poprawek. Następnie przeprowadzono badania polowe, których celem była weryfikacja i kalibracja opracowanego algorytmu.

Praca zawiera oryginalne wyniki empirycznie, uzyskane w trakcie badań eksperymentalnych w warunkach terenowych, w celu weryfikacji zaproponowanego modelu teoretycznego. Przeprowadzono symulacje numeryczne (za pomocą algorytmu iteracyjnego), które pozwoliły na wyznaczenie korekty wartości obliczonych na podstawie teorii prof. Dova Leshchinskyego. Uzyskane wyniki symulacji numerycznych zostały porównane z rezultatami badań doświadczalnych i wynikami obliczeń weryfikujących.

Stwierdzam, że omówione rozwiązanie jest oryginalne i spełnia wymogi badań naukowych przemysłowych zdefiniowanych w art. 2 pkt 3 lit. c *Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 o zasadach finansowania nauki* Dz. U. 2010.95.615 (z późniejszymi zmianami).

2.2.2 Wykazanie ogólnej wiedzy Kandydata

W pracy w sposób kompleksowy przedstawiono zakres stosowania, projektowania oraz technologii wykonania georur. Wykorzystany został komercyjny pakiet obliczeniowy, którego obsługa przy przygotowaniu danych, jak i analizie wyników, wymaga specjalistycznej wiedzy i umiejętności. Dodatkowo w kilku miejscach realizowanej pracy wykorzystano autorskie modyfikacje i algorytmy opracowane przez Kandydata.

Z przywołanych w spisie literatury 71 pozycji, 31 pochodzi z ostatnich dziesięciu lat, co świadczy, że Kandydat na bieżąco śledzi najnowsze osiągnięcia tej dziedziny. 5 pozycji literatury stanowią normy i wytyczne, a 10 pozycji materiały niepublikowane. Całość rozdziałów 2-4 jest bogato ilustrowana przykładami oraz rysunkami i fotografiami.

Stwierdzam, że Kandydat wykazał się ogólną wiedzą z zakresu stosowania, projektowania oraz technologii wykonania georur (kompozytu geosyntetyku i materiału wypełniającego), która stanowi ważny dział nauki w obszarze nauk technicznych, dyscypliny budownictwo (*Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych*, Dz.U. 2011.179.1065).

2.2.3 Wykazanie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez

Kandydata

Szczegółowo i dogłębnie wykonana analiza z wykorzystaniem różnych metod określania parametrów płaszcza georury, stosując zarówno metody klasyczne jak i autorsko zmodyfikowane, a także analizy z wykorzystaniem symulacji numerycznych oraz porównane wyników z rezultatami badań terenowych wskazują na ważną umiejętność: naukową dociekliwość i skrupulatność Kandydata.

Powołując się w rozprawie na 71 różnorodnych pozycji piśmiennictwa, Kandydat wykazał, że posiada umiejętność wyszukiwania właściwej literatury naukowej.

Klarowność i zwięzłość rozdziałów pracy świadczy, że Kandydat potrafi przekazać swoją wiedzę.

Uważam, że Kandydat swoją rozprawą dowiódł umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

2.2.4 Pytania i uwagi krytyczne

Niezależnie od pozytywnie ocenionych przeze mnie wielu walorów merytorycznych rozprawy, Kandydat nie ustrzegł się różnego typu niedociągnięć. Mam do Doktoranta szereg pytań, na które oczekuję odpowiedzi podczas publicznej obrony niniejszej pracy.

W pracy znajduje się kilka drobnych błędów, niektóre są proste do poprawnej interpretacji i nie mają wpływu na możliwość analizy dysertacji, ale poszczególne wymagają wytłumaczenia i komentarza.

Pierwszą grupą uwag są braki formalne. W pracy brakuje streszczenia (wymaganego przez Ustawę: „Rozprawa doktorska powinna być opatrzona streszczeniem w języku angielskim, a rozprawa doktorska przygotowana w języku obcym również streszczeniem w języku polskim. W przypadkach, gdy rozprawa doktorska nie ma formy pisemnej powinna być opatrzona opisem w języku polskim i angielskim”), tak więc brak ten wymaga niezbędnego i pilnego uzupełnienia. W pracy brakuje zestawienia wykorzystanych symboli i pojęć oraz przypisania im odpowiednich jednostek. Ma to szczególne znaczenie w przypadku zastosowania w pracy nietypowych symboli i określeń (np. okrywa, np. względny ciężar objętościowy szkieletu gruntowego przy uwzględnianiu wyporu wody) lub wielu synonimów określających jedno pojęcie np. obwodowe, w poprzek georury, pierścieniowe, wszerz lub różne określenia tego samego symbolu np. ciśnienie tłoczne mieszanki wodno-gruntowej, nadciśnienie, ciśnienie tłoczne na wlocie do georury, ciśnienie tłoczne sprowadzone do wysokości gdzie szerokość (georury) jest największa. W przypadku omawianego ciśnienia proszę o podanie miejsca, w którym powinno być mierzone, jako że w omówionych układach hydraulicznych przy pompowaniu cieczy nieniutonowskiej, jaką jest mieszanka wodno-

gruntowa, ciśnienie jest silnie zmienne w różnych miejscach układu. Jako kolejny brak formalny uważam sposób prezentacji i cytowania literatury np. dostępu do źródeł internetowych – w pracy nie podano czasu (daty) dostępu oraz w większości materiałów niepublikowanych brakuje daty prezentacji lub opracowania, różne formy podawania źródeł przy rysunkach i fotografiach – numery w kwadratowych nawisach, a przy rysunku obok podanie pełnej nazwy źródła. Niektóre rysunki i zdjęcia nie mają podanego źródła.

Podstawowym pytaniem merytorycznym jest przedstawienie algorytmu w jaki sposób zostały wykorzystane, w wyprowadzonej zależności do weryfikacji modelu matematycznego (tabele 5.1 i 5.3), dane z materiałów niepublikowanych (pozycja literatury 61 i 62). W jakiej formie były udostępnione dane i jak wyliczono wartości T_L w oparciu o wyniki badań dla różnych wartości odkształceń? Jeśli materiały nie były publikowane, a doktorant uzyskał zgodę na ich wykorzystanie to takie uzupełnienie dopełni klarowności omawianego algorytmu.

Kolejnym pytaniem jest, dlaczego w analizach zdecydowano się na aproksymację funkcją potęgową i jakie oprogramowanie wykorzystano przy wyznaczaniu jej współczynników.

W opisie technologii wykonania georur podano, że „dzięki siłom grawitacji i ciśnieniu spływowemu materiał nasypowy ulega bardzo dobremu „samozagęszczaniu” – na jakiej podstawie wysunięto taki wniosek i czy doktorant dysponuje udokumentowanymi badaniami zagęszczenia gruntu w geotubie i co jest rozumiane w tym stwierdzeniu przez „bardzo dobre zagęszczenie” - proszę o wyrażenie w wartościach stopnia zagęszczenia I_D .

Kolejne pytanie dotyczy omawianych wymiarów porów geosyntetyków i warunku zakolmatowania się płaszczka. W omawianym przykładzie (poz. lit. 36) przyjęto umowny wymiar porów płaszczka georury dużo mniejszy niż wyznaczony wg. CUR, mniejszy nawet niż d_{10} piasku użytego do wypełnienia georury. Dlatego zdaniem recenzenta dziwne wydaje się wnioskowanie o warunkach zakolmatowania się płaszczka na podstawie objawów erozji gruntu, że: „nie zaobserwowano ucieczki piasku z georury i woda odpływająca płaszczem była zupełnie przezroczysta”. Proszę o przedstawienie definicji sufozji, erozji oraz kolmatacji gruntu i geosyntetyku. Proszę o podanie kryteriów pozwalających na określenie, kiedy poszczególne zjawiska mogą wystąpić w gruncie oraz przy kontakcie grunt - geosyntetyk.

Kolejne pytanie dotyczy danych pomiarowych z badań terenowych. Proszę przedstawić dokładności wykonywanych pomiarów za pomocą różnych metod (geodezyjnych i elementów monitoringu geotechnicznego), jak były określane i ile konkretnie wynosiły. Proszę o podanie i omówienie procedury, na podstawie której: „odrzucono wartości skrajne celem wykorzystania wagi każdego pomiaru oraz wybrano wartości reprezentacyjne”. Czy przy obróbce danych pomiarowych wykonano analizę błędów grubych i czy stosowano do tego jakieś testy np. test Q-Dixona, test Grubbsa czy test Hampela. Który z wymienionych testów byłby najbardziej adekwatny do

zgromadzonych danych pomiarowych?

Proszę o komentarz zmian jakościowych przebiegu wykresu (rys. 4.1 - 4.4) obrazującego zależność wysokości georury od jej obwodu dla pomiarów ręcznych i automatycznych w przypadku małej i dużej georury. Jakie mogą być przyczyny takich różnic i jaki może być wpływ tych zmian na przeprowadzone później analizy. Czy wpływ na uzyskane wyniki mogły mieć osiadana podłoża?

Jaka może być przyczyna różnic w uzyskanych wartościach skorygowanych (zweryfikowanych) naprężeń w zależności od wielkości georury. Dla małej: „Naprężenia obliczone w pakiecie programowym wynoszą 3 kN/m a zweryfikowane 2,1 kN/m” dla dużej: „Naprężenia obliczone w pakiecie programowym wynoszą 6 kN/m a zweryfikowane 7,4 kN/m”. Obserwowana jest odwrotna zależność dla małej - naprężenia zweryfikowane są mniejsze od obliczonych za pomocą programu, a dla większej odwrotnie, zweryfikowane są większe od obliczonych za pomocą programu. Proszę o komentarz.

W wynikach analizy numerycznej odniesiono się wyłącznie do zmian w wartościach liczbowych pomiędzy obliczanymi przemieszczeniami (geometrią powłoki) i naprężeniami w płaszczu georury. Proszę o komentarz, jaki wpływ mogą mieć wyznaczone wartości na stan gruntu znajdującego się w płaszczu geosyntetycznym. Jak na wyznaczone wartości wpłyną zjawiska obserwowane przy długoterminowej pracy geosyntetyków.

2.2.5 Pozostałe uwagi

Uwagi niemające wpływu na końcową ocenę rozprawy doktorskiej zostaną Kandydatowi przekazane ustnie.

2.3 Wniosek

Stwierdzam, że rozprawa Pana mgr inż. Michała Pilcha pt.: „Weryfikacja modelu matematycznego współpracy georury z wypełnieniem gruntowym na podstawie badań eksperymentalnych w warunkach terenowych” spełnia wymogi art nr 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki*, (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.).

Praca doktorska Pana mgr inż. Michała Pilcha w spełnia warunki, jakie są stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora nauk technicznych w dziedzinie Budownictwo i wnoszę o jej dopuszczenie do publicznej obrony.



Paweł Popielski