

Poznań 14.02.2024 r.

Dr hab. inż. Jędrzej Wierzbicki, prof. UAM
Pracownia Geoinżynierii i Sedymentologii
Instytut Geologii, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Bogumiła Krygowskiego 12, 61-680 Poznań

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Mateusza Jocza

pt.

“Establishing own correlation between the results of in situ tests and soil parameters which include both CPTU and DMT results”

(pol. "Ustanowienie własnej korelacji pomiędzy wynikami badań in situ a parametrami gruntu, które obejmują zarówno wyniki CPTU jak i DMT")

Niżej przedstawiona recenzja została opracowana w związku z uchwałą nr 1.1/47/2023 Rady do spraw Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej w dyscyplinach Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, Architektura i Urbanistyka z dnia 29 sierpnia 2023 r oraz stosownym pismem Przewodniczącego wspomnianej Rady, prof. dr. hab. inż. Dariusza Gawina z dnia 29.08.2023 r.

1. Przedmiot oceny

Recenzja dotyczy rozprawy doktorskiej przygotowanej przez mgr. inż. Mateusza Jocza w języku angielskim pt. *“Establishing own correlation between the results of in situ tests and soil parameters which include both CPTU and DMT results”* (pol. *“Ustanowienie własnej korelacji pomiędzy wynikami badań in situ a parametrami gruntu, które obejmują zarówno wyniki CPTU jak i DMT”*). Rozprawa ma formę monografii zawierającej przegląd stanu wiedzy, program badań własnych oraz ich wyniki wraz z analizą, w zakresie poszukiwań korelacji pomiędzy wynikami zaawansowanych geotechnicznych badań in situ (sondowań statycznych CPTU i badań dylatometrem płaskim DMT) oraz wartościami wybranych parametrów geotechnicznych.

2. Ocena tematu i celu pracy

Temat rozprawy należy uznać za ze wszech miar aktualny, ciekawy naukowo oraz ważny z praktycznego punktu widzenia, m. in. ze względu na istotną i stale rosnącą rolę badań in situ w rozpoznaniu geotechnicznym podłoża budowlanego.

Od początku lat 80-tych XX w. liczne grono badaczy na całym świecie podejmuje trud poszukiwania wiarygodnych i możliwie uniwersalnych rozwiązań interpretacyjnych badań CPTU i DMT, czego dowodem mogą być m. in. odbywające się co 4 lata konferencje z cyklu „In situ site characterization” (do tej pory 7 edycji). W tym miejscu można mieć co prawda wątpliwość, czy problem interpretacji badań CPTU i DMT jest rozwiązywalny, skoro niemal pół wieku analiz niewiele przybliżyło nas do formuł

interpretacyjnych o powszechnym zastosowaniu w skali ponadregionalnej, lecz być może jest to kwestia konieczności zmiany podejścia badawczego. Jako swego rodzaju próbę takiego właśnie obrania innej ścieżki badawczej, odbieram przedstawioną do oceny dysertację. Autor wykorzystał nowoczesne techniki analizy danych z zakresu *data mining* aby podjąć próbę odpowiedzi na pytanie, czy można wiarygodnie określić wartość parametru geotechnicznego za pomocą metod pomiarów pośrednich, a więc właśnie sondowań statycznych i badań dyatometrem płaskim. Takie podejście jest bliskie koncepcji czterech poziomów interpretacji badań geotechnicznych przedstawionej przez Schnaida (2009) i odnosi się do poziomu czwartego, korelacji empirycznych opartych na zależnościach regionalnych. Koncepcja ta wskazuje, że pewna grupa metod badawczych (m. in. badania CPTU i DMT) tylko w ograniczonym zakresie pozwala na wykorzystanie zależności teoretycznych (Wierzbicki 2020), jako że ich pomiary mają charakter pośredni, w odróżnieniu od wielu badań laboratoryjnych, dedykowanych wyznaczeniu wartości danego parametru. W tym kontekście jako rezultatu nie należy oczekiwać rozwiązania w pełni uniwersalnego, a raczej skutecznej metody tworzenia możliwie pewnych rozwiązań lokalnych, które pozwolą na uzyskanie wiarygodnych wyników do wykorzystania przez projektanta konstrukcji.

Tak właśnie odbieram główne cele przedstawione przez Autora:

- analizę wystarczająco obszernego zbioru danych do zbudowania zależności interpretacyjnych w skali Polski,
- sprawdzenie aktualnie wykorzystywanych korelacji do wyznaczania wartości parametrów geotechnicznych w odniesieniu do wyników badań laboratoryjnych (bezpośrednich),
- próbę stworzenia własnych korelacji z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych, pozwalających na wiarygodną ocenę właściwości geotechnicznych podłoża.

W tym kontekście została sformułowana hipoteza badawcza zakładająca, że sztuczne sieci neuronowe mogą być efektywnym narzędziem do budowania korelacji pomiędzy wynikami pomiarów CPTU i DMT a wartościami wybranych parametrów geotechnicznych.

Należy uznać, że zarówno cele, jak i hipoteza zostały sformułowane prawidłowo, ale być może nieco zbyt ambitnie. Do takiej konstatacji prowadzi w moim odczuciu pewna trudność z pełną realizacją pierwszych dwóch celów, co postaram się wykazać w dalszej części recenzji.

3. Struktura i treść pracy wraz z jej oceną

Rozprawa składa się z następujących części:

- streszczenia (w języku polskim i angielskim) – 10 stron,
- spisu ilustracji (68), tabel (30),
- listy zastosowanych symboli i skrótów,
- kolejnych rozdziałów:
 - 1. Wstęp z uzasadnieniem – 2 strony,
 - 2. Znaczenie i specyfika badań gruntu – 10 stron,
 - 3. Wybrane metody badań polowych – 9 stron,
 - 4. Interpretacja wyników badań polowych – 18 stron,
 - 5. Dane badawcze – 14 stron,
 - 6. Modele sztucznych sieci neuronowych – 20 stron,
 - 7. Modele korelacyjne – 30 stron,
 - 8. Wnioski i perspektywa dalszych badań - 4 strony,

- bibliografii – 137 pozycji (z podziałem na książki, artykuły naukowe, raporty naukowe, strony web),
- załączników (3).

Łącznie praca zawiera 158 ponumerowanych stron (wraz z załącznikami).

Strukturę pracy należy uznać za poprawną, poszczególne treści następują logicznie po sobie, co znajduje odzwierciedlenie w odczuciu recenzenta, który wielokrotnie w kolejnych akapitach znajdował odpowiedź na wątpliwości i pytania postawione sobie wcześniej.

W **rozdziale 1** Doktorant wskazał na skomplikowaną naturę gruntu rodzimego jako materiału badawczego i związane z tym niejednoznaczności zarówno w sferze merytorycznej jak i formalnej w kontekście wyzwań projektowych. Co ważne Autor ma świadomość, że na błąd oznaczenia nakładają się zarówno naturalna zmienność cech ośrodka jak i błędy pomiarowe badania. Zauważa również rosnącą rolę sondowań statycznych a także badań dylatometrem płaskim w rozpoznaniu podłoża budowlanego. W tym fragmencie pojawia się istotne spostrzeżenie wskazujące, że Autor widzi możliwość wykorzystania innego niż klasyczne podejścia do interpretacji niektórych badań in situ, do optymalizowania kosztów inwestycji. Wskazuje to na nowoczesne podejście analityczne do zagadnień geotechnicznych, które niestety z pewnymi trudnościami przebija się do ogólnej świadomości w codziennej praktyce inżynierskiej.

W tym rozdziale zostały również sformułowane cele i hipoteza badawcza.

Rozdział 2 zawiera rozwinięcie problematyki związanej z naturalną niejednorodnością ośrodka gruntowego. Rozważania te ujęte są w kontekście wymagań formalno-prawnych związanych z projektowaniem budowlanym.

Być może warto byłoby w tym rozdziale wskazać kilka przykładów rzeczywistych rozpoznań warunków gruntowych w poszczególnych z wymienionych kategorii, co pozwoliłoby na indywidualne skomentowanie formalnych ram narzuconych w przepisach. Mam też pewne zastrzeżenia do przyjętego przez Autora „geologicznego” podejścia do wydzielenia warstw geotechnicznych. Jest to oczywiście sprawa dyskusyjna, ale osobiście większą wagę przywiązywałbym do zachowania się gruntu pod względem geotechnicznym, co tylko w pewnym stopniu ma związek z geologicznym (litologicznym) układem warstw. Pewną konsekwencją takiego podejścia Doktoranta, jest późniejsza prezentacja wybranych metod badawczych, która następuje w oderwaniu od parametrów geotechnicznych, których wyznaczenia się oczekuje. W moim odczuciu lepszym porządkiem takiej prezentacji byłoby rozpoczęcie od parametrów (a być może i pewne nawiązanie do modeli obliczeniowych) i dopiero na tej kanwie wskazanie badań, które umożliwiają wyznaczenie ich wartości. Czyli najpierw potrzeba, a później możliwość jej zaspokojenia.

Powyższe zastrzeżenia nieco łagodzi zawartość późniejszego podrozdziału (2.3) i sądzę, że zamiana kolejności z podrozdziałem 2.2 lub pewne przereklamowanie treści w tym fragmencie wpłynęłoby korzystnie na odbiór pracy.

Warto zauważyć, że rozważany w pracy model trendu zmian wartości wraz z głębokością oraz współczynnika zmienności parametru był już rozważany wcześniej niż przez Phoon'a i Kulhawy'ego (lata 90-te XX w.), m. in. Przez Młynarka (1978) czy Młynarka i Sanglerat (1983). Nie wzięto również pod uwagę problemu strefy przejściowej pomiędzy warstwami i obserwowanej w niej nieadekwatności wyników CPTU do rzeczywistych właściwości gruntu (np. Boulanger i DeJong 2018). Szkoda też, że

podczas omawiania metod wyznaczania wartości charakterystycznej (tabela 2.1) nie wskazano precyzyjnie źródeł poszczególnych rozwiązań.

W **rozdziale 3** przedstawiono metodykę wykonywania podstawowych badań wykorzystanych w pracy – sondowań statycznych CPTU i badań dylatometrem płaskim (DMT). Omówione są podstawowe komponenty systemów pomiarowych, procedura badawcza oraz podstawowe wymagania dotyczące dopuszczalnych zakresów pomiarowych. Są to oczywiście informacje zawarte w odpowiednich normach ISO, jednak w przypadku sondowań statycznych zabrakło nieco rozwinięcia wątku precyzji pomiaru. Szczególnie w kontekście nowelizacji normy z ubiegłego roku (2023), która w istotny sposób zmodyfikowała postrzeganie klas jakości tego badania. Swoją drogą Autor przywołuje tę właśnie znowelizowaną normę, ale sądzę, że badania były jednak wykonane według poprzedniej wersji dokumentu (z 2012 roku). W tym miejscu pracy nie dostrzegłem również informacji o częstotliwości zapisu wyników podczas badań CPTU (z treści późniejszych rozdziałów wnioskuję, że była to częstotliwość co 1 cm).

Warto także zauważyć, że jest odpowiednia norma PN-EN ISO 22476-11 dotycząca badania dylatometrem, co nie zostało wskazane przez Doktoranta. Błędne jest również określenie „DMT static sounding”, bo badanie DMT nie jest sondowaniem statycznym (określa się je jako „Flat dilatometer test”).

Rozdział 4 obejmuje prezentację metod interpretacji wyników badań DMT i CPTU w celu uzyskania wartości wybranych parametrów geotechnicznych. Można oczywiście dyskutować, czy wskazane i przyjęte do dalszych analiz formuły przeliczeniowe są tymi najbardziej właściwymi do interpretacji właściwości geotechnicznych badanych gruntów, ale warto zauważyć, że Autor stosuje współczesne rozwiązania, przyjmowane w literaturze światowej i wykorzystywane w praktyce. W tym miejscu pojawia się jednak moje pierwsze zastrzeżenie co do realizacji celów pracy (a dokładnie drugiego z nich), ponieważ sprawdzenie stosowalności rozwiązań interpretacyjnych wymaga zdecydowanie szerszej dyskusji. Choćby z tego powodu, że zwykle mamy co najmniej kilkanaście możliwości w odniesieniu do każdego z parametrów, a dodatkowo rozwiązania te różnią się niekiedy istotnie założeniami przyjętymi podczas ich tworzenia (a więc i w pewnym sensie zakresem stosowalności). Szczególnie obserwacje dotyczące oceny modułu ścisłości na podstawie metody CPTU wskazują, że zwykle przyjmowane na świecie rozwiązania niekoniecznie sprawdzają się w takich gruntach jak gliny zwałowe (Młynarek i inni 2016). Spory niedosyt pozostawia zwłaszcza podrozdział dotyczący wyznaczania wytrzymałości na ścinanie bez odplywu – $s_u(c_u)$. Kluczowy w tej kwestii parametr N_{kt} jest potraktowany dosyć marginalnie. Wskazano jedynie ogólny przedział jego wartości (od 10 do 30), bez dyskusji kiedy należy przyjmować które z wartości (tak znacznie przecież wpływające na ostateczny wynik). Wartość N_{kt} ma podstawowy wpływ na wartość s_u i tym samym, bez bardziej precyzyjnego wyjaśnienia, nie można wnioskować o adekwatności zastosowania tej formuły. Nie zgadzam się też z poglądem Autora, że formuła 4.15 wymaga lokalnej kalibracji. Wzór jest uniwersalny (jak mało który w przypadku interpretacji CPTU), a tylko wartość N_{kt} wymaga kalibracji.

Należy również zauważyć, że możliwość wyznaczenia s_u na podstawie badania DMT (wzór 4.21) jest chyba najbardziej dyskusyjną spośród zastosowań tego badania i jej wykorzystanie również wymagałoby osobnej analizy.

Gromadzeniu danych badawczych został poświęcony **rozdział 5**. Warto zwrócić uwagę, że Doktorant osobiście uczestniczył w pracach terenowych, co przy ogromie zebranych danych budzi mój podziw. Wyniki zostały pozyskane w 15 lokalizacjach na terenie Polski centralno-południowej, wschodniej i centralno-północnej. Nie wyczerpuje to oczywiście zróżnicowania gruntów występujących na obszarze naszego kraju (stąd pewne zastrzeżenia co do stopnia realizacji celu pierwszego), ale stanowi obszerną bazę danych o zasięgu ponad regionalnym z geologicznego punktu widzenia. Zakres badań nie był jednakowy w każdej z lokalizacji, ale pozwoliły one Autorowi na wyznaczenie zbioru wartości następujących parametrów: wilgotności, granic Atterberga, wytrzymałości na ścinanie bez odplywu, kąta tarcia wewnętrznego i spójności, modułu edometrycznego oraz składu granulometrycznego. W tym miejscu pojawia się moja wątpliwość, czy w przypadku parametrów wytrzymałościowych chodziło o wartości całkowite czy efektywne, co nie jest bez znaczenia w przypadku interpretacji badań CPTU i DMT. Czy badania laboratoryjne były wykonywane zgodnie z normami PN-EN ISO, czy też innymi? Nie wyjaśniono również, jak blisko siebie (w metrach) zlokalizowane były miejsca wykonywania poszczególnych badań, uznane za dotyczące tego samego profilu. Ograniczono się jedynie do ogólnego stwierdzenia ich „sąsiedztwa”.

Na dużą pochwałę zasługuje nowoczesne podejście do interpretacji wyników sondowań statycznych i ich późniejszego korelowania z pozostałymi badaniami z wykorzystaniem analizy skupień i metody k-średnich.

Niestety zawartość ostatniego z podrozdziałów (5.5), poświęconego porównaniu wyników interpretacji badań CPTU i DMT z wynikami badań laboratoryjnych jest dyskusyjna. Wynika to bezpośrednio z moich wcześniejszych uwag do rozdziału 4 i wiąże się nie tyle z krytyką przyjętej metodyki porównania ale w ogóle z sensem prowadzenia tak pobieżnej analizy. Tego rodzaju porównania i to dotyczące jednego parametru geotechnicznego bywają przedmiotami monografii habilitacyjnych. Uzyskane w tym zakresie wnioski (tabela 5.5) należy zatem traktować jako uzyskane w sposób wybiórczy i tym samym mające ograniczony charakter.

W obszernym **rozdziale 6** przedstawiono ideę oraz przyjętą metodykę wykorzystania sztucznych sieci neuronowych. Autor omówił w nim poszczególne rozwiązania, ich zalety i ograniczenia oraz przekonująco uzasadniając swój wybór dotyczący wykorzystania w analizie danych (sieci typu MLP i LSTM). W dalszej części rozdziału Doktorant wskazał na przyjętą procedurę tworzenia bazy danych, dzieląc je na zbiór danych wejściowych (wynikających z badań in situ) i zbiór danych wyjściowych (będących wynikami badań laboratoryjnych). Ze względu na różną (a wręcz skrajnie różną) częstość rejestracji wyników z głębokością w różnych badaniach Autor dysertacji wprowadził zabieg, który w mojej opinii można uznać za jedno z ciekawszych jego osiągnięć. Zakładając, że najpełniej naturalną zmienność cech geotechnicznych gruntu opisuje badanie o największej częstości (CPTU – co 1 cm profilu), „przeniósł” zmienność wyników tego badania na wyniki badań ze zbioru wyjściowego, o mniejszej częstości, charakteryzujące niekiedy jedną wartością całą warstwę. Formuły 6.20 i 6.21 stanowią w moim odczuciu bardzo ciekawe i umiejętne uwzględnienie naturalnych fluktuacji właściwości geotechnicznych w obrębie jednej warstwy. Taki zabieg pozwolił jednocześnie na uzyskanie równorzędnych liczebnie zbiorów danych poszczególnych zmiennych w analizie.

Rozdział 7 stanowi prezentację zastosowanych trzech modeli obliczeniowych oraz wyniki analizy danych. Pierwszy z modeli zakładał jako zbiór wejściowy wyniki CPTU a jako zbiór wyjściowy wyniki badań laboratoryjnych. W drugim modelu zbiór wejściowy został uzupełniony o wynik z wierceń, a w trzecim o rezultaty badania DMT (z wyjątkiem oceny modułu M). Nie jest jednoznacznie wskazane

w metodyce analizy, czy przeniesienie zmienności z sondowania CPTU dotyczyło tylko danych wyjściowych, czy też również danych wejściowych innych niż CPTU (np. badanie DMT wykonywane jest z 20 krotnie mniejszą częstością niż CPTU). W dalszej części rozdziału przedstawione są wyniki analizy w odniesieniu do poszczególnych parametrów. Wskazują one, że w każdym z przypadków udało się uzyskać w pewnych warstwach lepszą, a w innych gorszą zbieżność wyników z obydwu zbiorów. Szkoda nieco, że autor nie pokusił się obok matematycznego opisu wyników na wskazanie prawidłowości (lub ich braku) w uzyskiwaniu lepszych lub gorszych rezultatów korelacji. Było by to cenną informacją dla osób chcących w przyszłości skorzystać z podobnej metodyki. Pozostaje ogólne stwierdzenie, że zwiększenie zróżnicowania informacji na wejściu (wprowadzane w kolejnych modelach) poprawia końcowy wynik. W tym rozdziale pojawia się również wyjaśnienie zagadki z rozdziału 5, czy parametry wytrzymałościowe były wyznaczane w wartościach efektywnych, skoro wskazano, że badanie trójosiowe było przeprowadzone w procedurze CD. W przypadku analizy modułu ściśliwości mam również pewne wątpliwości do stwierdzenia Autora, że dobrze udokumentowane możliwości interpretacyjne DMT w odniesieniu do modułu M pozwalają na wykorzystanie wyników DMT jako referencyjnych (umieszczonych w zbiorze wyjściowym). Oczywiście badanie DMT jest w zdecydowanie większej mierze badaniem odkształceniowym niż badanie CPTU, ale ze względu na kierunek wykonywania testu (poziomy) niekoniecznie adekwatnym w ocenie ściśliwości w kierunku pionowym. To kolejny przykład złożoności problemu poszukiwania korelacji, którego pobieżność potraktowania obniża rangę uzyskanego rozwiązania.

W rozdziale 8 przedstawiono podsumowanie uzyskanych rezultatów, w szczególności w odniesieniu do postawionych celów i przyjętej hipotezy badawczej. Bez wątplenia należy zgodzić się z twierdzeniem, że dwa przeanalizowane typy sztucznych sieci neuronowych mogą być efektywnym narzędziem do poszukiwania korelacji pomiędzy wynikami badań pośrednich (sondowania CPTU i badania DMT) i wartościami parametrów geotechnicznych wyznaczonymi w badaniach bezpośrednich (laboratoryjnych) (hipoteza badawcza i cel trzeci). Nieco bardziej ostrożny byłbym przy jednoznacznym stwierdzeniu pełnego osiągnięcia celu pierwszego, czyli analizy wystarczająco obszernego zbioru danych by zbudowane korelacje uznać za ponadregionalne. To oczywiście problem skali (zawsze można znaleźć jakieś grunty niepasujące do modelu), biorąc jednak pod uwagę zakres wykorzystanych danych i ich lokalizację, realizację tego celu obarczyłbym pewnym zastrzeżeniem. Największe wątpliwości budzi pełne osiągnięcie celu drugiego. Ze względu na zakres przeprowadzonej analizy przyjąłbym jego realizację w ograniczonym stopniu.

Praca od strony edycyjnej nie budzi moich zastrzeżeń, pojawiają się (na szczęście pojedyncze) drobne błędy i niedoskonałości, jak np. pominięcie w tekście przywołania tabeli 7.9, wytłumaczenie skrótu CPTU nie jako „piezocone test”, pozostawienie artefaktu „subsoil” po korekcie stylistycznej na stronie 23, powtórzenie ilustracji 5.6 a,b jako 5.7 a,b (lub odwrotnie) czy zapisanie „edometric” zamiast „oedometric”. Są to drobne usterki, których usunięcie przed ewentualną publikacją pracy, nie będzie stanowiło problemu.

Poważne zastrzeżenia dotyczą natomiast cytowania literatury w tekście. Na wspomniane 137 pozycji obecnych w spisie bibliograficznym, w tekście znalazłem raptem 31 przywołań (!). Jednocześnie w treści pojawiają się pozycje literatury niewymienione w spisie (tab. 2.1, str. 57, str. 80). Czytając rozprawę, w wielu miejscach odnajduję myśli i spostrzeżenia autorów wykazanych z spisu literatury i z łatwością mógłbym wskazać co najmniej połowę koniecznych przywołań, stąd zakładam, że

zauważone braki wynikają jedynie z niestaranności redakcyjnej Autora. Ten brak należy bezwzględnie usunąć przed publikacją rozprawy lub jej fragmentów.

4. Najważniejsze uwagi dyskusyjne i wątpliwości

W mojej opinii najważniejsze uwagi dyskusyjne, co do których prosiłbym Doktoranta o ustosunkowanie się, można sformułować w postaci następujących pytań:

1. Na jakiej podstawie uznał, że zgromadzony zbiór danych spełnia warunki pozwalające na osiągnięcie pierwszego celu?
2. Jaki jest jego pogląd na kwestię adekwatności warstwy geologicznej (litologicznej) z warstwą geotechniczną? Czy w opracowaniach geotechnicznych powinniśmy pozostawać przy litologii jako wiodącej cesze gruntu?
3. Czy przy wyznaczaniu wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych w warstwie na podstawie badań CPTU, warto uwzględnić efekt strefy przejściowej?
4. W jaki sposób wyznaczano wartości N_{kt} przy obliczaniu s_u na podstawie wyników sondowania statycznego?
5. Czy Doktorant widzi celowość wykorzystania w podobnej analizie parametru Robertsona I_c (*soil behavior type index*)?
6. Jaką ustalić referencyjną wartość modułu ścisłości, w kontekście praktycznego wykorzystania i pochodzenia tego parametru, czyli teorii sprężystości?

Podstawowym zastrzeżeniem co do kompletności zawartości przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej pozostaje pobieżne potraktowanie realizacji celu drugiego, czyli oceny jakości dotychczasowych korelacji interpretacyjnych w badaniu CPTU. W mojej opinii lepiej było skupić się na wybranym parametrze czy dwóch, ale przeprowadzić dogłębną analizę zależności. Nie zmienia to jednak mojego zdania, że cel ten można uznać za spełniony, choć w ograniczonym zakresie.

5. Główne osiągnięcia

Z racji postawionych celów oraz przyjętej hipotezy za główne osiągnięcie pracy należy uznać zbudowanie modelu skutecznie interpretującego wyniki sondowań statycznych i badań DMT w odniesieniu do wybranych parametrów geotechnicznych.

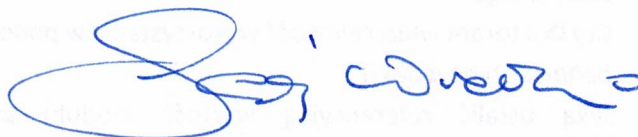
W moim odczuciu na szczególne podkreślenie zasługuje opracowanie bardzo ciekawej koncepcji transformacji wyników badań o niewielkiej częstości do postaci odpowiadającej częstości badania CPTU. To narzędzie daje szerokie możliwości integracji danych geotechnicznych, wykraczające poza zakres zastosowania w przedstawionej rozprawie.

Dużym sukcesem jest również zgromadzenie imponującej bazy danych. Szkoda tylko, że nie udało się Autorowi zwalidować tego zbioru jako wystarczająco obszernego, poprzez sprawdzenie uzyskanego rozwiązania dla losowych danych z zupełnie innego rejonu Polski.

Warto również zauważyć nowoczesne podejście Doktoranta do prowadzenia analiz geotechnicznych, co przejawia się już w wyborze tematu, a znajduje swoje odzwierciedlenie w wielu miejscach rozprawy.

6. Wnioski końcowe

Zgodnie z art. 13 ust. 1 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki - Dz.U. 2017 poz. 1789, *Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora [...] powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego [...] oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej [...] oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej [...]*. Jak wynika w przedstawionego powyżej omówienia, wszystkie te wymagania doktorant spełnił w stopniu co najmniej wystarczającym. Doktorant ujawnił nie tylko solidny warsztat badawczy, ale i zdolność do podejmowania nietuzinkowych i przyszłościowych wyzwań naukowych, znajomość literatury przedmiotu, oraz uzdolnienie do planowania i prowadzenia samodzielnych badań naukowych. Tym samym rozprawa całkowicie spełnia warunki określone w artykule 13. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2017 poz. 1789). Wniosuję zatem o dopuszczenie mgr. inż. Mateusza Jocz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Dr hab. inż. Jędrzej Wierzbicki, prof. UAM