

Spełnia wymogi formalne.

4.03.2024

Przewodniczący Rady
Dyscypliny Naukowej
Inżynierska, Inżynieria Geodezji i Transport

Poznań, 25.02.2024

prof. dr hab. inż. Wojciech Puła

Dr hab. inż. Jędrzej Wierzbicki

Profesor uczelni

Instytut Geologii
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu
ul. B. Krygowskiego 12, 61-680 Poznań

WPLYNĘŁO - WBLIW

04-03-2024

12/82/2024

OCENA

osiągnięcia naukowego dr. inż. Marcina Chwały pt. „Szacowanie losowej nośności fundamentu bezpośredniego z optymalizacją lokalizacji sondowań” oraz Jego pozostałego dorobku naukowego i aktywności naukowej.

Podstawa: *Zawiadomienie o wyznaczeniu Recenzenta i Członka Komisji Habilitacyjnej z dn. 15.11.2023 r. z załączoną dokumentacją dot. wszczętego postępowania habilitacyjnego.*

1. Ocena osiągnięcia naukowego.

1.1. Ogólna charakterystyka

Dr inż. Marcin Chwałę przedstawił do oceny osiągnięcie naukowe, na które składa się cykl 11 powiązanych tematycznie artykułów, opublikowanych w latach 2018 – 2023 (1 z publikacji ukazała się przed uzyskaniem stopnia doktora). We wszystkich publikacjach Habilitant jest autorem korespondencyjnym, w 4 pierwszym a w 6 jedynym. 9 publikacji ukazało się w czasopismach anglojęzycznych a 2 w recenzowanych materiałach konferencyjnych z konferencji międzynarodowych. Wśród czasopism znajdują się uznane periodyki, których Impact Factor przekracza 7 (sumaryczny IF wszystkich wynosi ponad 30) oraz mieszczą się w 95 percentylu bazy SCOPUS. Prace były bardzo często cytowane, do momentu przygotowania recenzji z ośmiu z nich inni autorzy skorzystali co najmniej 10 razy, a z trzech co najmniej 30 razy. W pracach współautorskich udział Habilitanta wynosił 50% i wiązał się z m. in. z współtworzeniem podstaw teoretycznych metody i wykonaniem jej implementacji numerycznej.

1.2. Najważniejsze wątki osiągnięcia i ich ocena

Habilitant nadał osiągnięciu zbiorczy tytuł: „Szacowanie losowej nośności fundamentu bezpośredniego z optymalizacją lokalizacji sondowań”, który w dobry sposób reprezentuje zarówno treść, jak i wskazuje cel jego przygotowania. Tematyka osiągnięcia wpisuje się w nowoczesny trend projektowania konstrukcji budowlanych z uwzględnieniem analizy niezawodności, obecny na razie marginalnie w codziennej praktyce projektowej, ale stanowiący w moim odczuciu bardzo wartościowy kierunek rozwoju tej dziedziny. Habilitant słusznie zauważa, że w tym kontekście niepewności związane z podłożem gruntowym są kluczowym elementem wpływającym na bezpieczeństwo konstrukcji inżynierskich. Prace nad analizą naturalnej zmienności cech podłoża budowlanego sięgają lat 70-tych XX w, a w kontekście wykorzystania sondowań statycznych lat 80-tych XX w i dotyczą np. zaawansowanych i kosztownych projektów posadowienia platform wydobywczych na Morzu Północnym, a współcześnie wielkich pól morskich turbin wiatrowych. Za bardzo wartościowe dla praktyki inżynierskiej należy zatem uznać przyjęcie przez Habilitanta tematu związanego ze skromniejszymi konstrukcjami – prostokątnymi fundamentami bezpośrednimi, posadowionymi w prostych warunkach gruntowych.

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dotyczy rozwoju metod probabilistycznych w szacowaniu nośności fundamentów bezpośrednich i zaproponowania nowego podejścia pozwalającego na uwzględnienie i optymalny dobór położeń sondowań w procesie projektowania fundamentów. Całość osiągnięcia można podzielić na 4 główne elementy, które stanowią logiczną jedność i równocześnie wskazują drogę rozwoju twórczości naukowej Habilitanta. Zamknięcie każdego z etapów stanowiło bowiem asumpt dla rozpoczęcia następnego, w którym korzystano z ale i rozszerzano osiągnięcia poprzedniego. Zgodnie z sugestią Habilitanta elementy te można określić za pomocą osiągniętych celów badawczych, które w porządku zarówno merytorycznym jak i chronologicznym prezentują się następująco:

- Opracowanie numerycznie efektywnej metody pozwalającej na szacowanie nośności fundamentu bezpośredniego (traktowanej jako zmienna losowa) przy założeniu trójwymiarowej przestrzennej zmienności parametrów podłoża gruntowego.
- Zaproponowanie metody pozwalającej uwzględnić wpływ miejsc sondowania podłoża gruntowego na szacowanie nośności fundamentów bezpośrednich.
- Opracowanie procedur optymalizacyjnych pozwalających na poszukiwanie najlepszych możliwych miejsc sondowania podłoża gruntowego w procesie projektowania fundamentów bezpośrednich.
- Rozszerzenie opracowanej metody w celu umożliwienia uwzględnienia większej liczby fundamentów i większej liczby sondowań.

Pierwszy z elementów osiągnięcia jest jednocześnie kluczowy dla pozostałych. Najogólniej ujmując można stwierdzić, że ten etap prac polegał na stworzeniu efektywnego narzędzia analitycznego, które umożliwiło realizację dalszych celów. Habilitant słusznie wskazał na teoretyczną przewagę zastosowania metody pól losowych nad podejściem „uśredniającym” parametr geotechniczny w odniesieniu do analizy nośności. Ponieważ jednak pola generowane są wielokrotnie

a dla każdej z realizacji rozwiązuje się zagadnienie brzegowe metodą elementów skończonych, jest to rozwiązanie skuteczne ale czasochłonne. Stąd od ponad 20 lat rozważania są raczej ograniczone do analiz akademickich, a i to prowadzonych w przypadku założonego płaskiego stanu odkształcenia. Analizy trójwymiarowe są niezwykle rzadko wykonywane i ich realizacje pochodzą z ostatnich lat. Warto podkreślić, że wiodącą rolę w tym zakresie pełni m. in ośrodek wrocławski, którego wychowankiem jest dr Chwała. Aby uniknąć ograniczeń wcześniej powszechnie przyjmowanej metody RFEM (*Random Finite Element Method*), Habilitant zaproponował nowe rozwiązanie - metodę losowych mechanizmów zniszczenia (*Random Failure Mechanism Method*, RFMM), której podwaliny stanowi pierwsza z prac wskazanych w osiągnięciu, a znaczące rozwinięcie nastąpiło w pracy ósmej zestawu habilitacyjnego. W metodzie tej korzysta się z kinematycznie dopuszczalnych mechanizmów zniszczenia (co jest rozwiązaniem efektywnym czasowo), a która pozwala na oszacowanie górnej nośności granicznej. Uśrednione parametry podłoża generuje się na podstawie macierzy korelacji w ramach opracowanego algorytmu, zapewniającego reprezentację przez średnią wartość i identyfikację obszaru dyssypacji energii. Rozwiązanie to bardzo jest nie tylko efektywne ale i zarazem trafne i przekonujące badacza naturalnych procesów powstawania gruntu. Umożliwia bowiem odwzorowanie zmienności cechy z uwzględnieniem dominacji poziomej korelacji efektów procesów naturalnych poprzez odpowiednią skalę fluktuacji. W metodzie RFMM dyskretyzuje się pole losowe do zestawu skorelowanych zmiennych losowych. W ten sposób uwzględnia się przestrzenną zmienność parametrów podłoża zachowując jednocześnie możliwość korzystania z podejścia opartego na mechanizmach zniszczenia.

Dzięki wysokiej efektywności numerycznej zaproponowanego podejścia możliwe było przeanalizowanie wielu przypadków posadowienia na fundamentach bezpośrednich, od ławy po fundament prostokątny, co przedstawiono w kolejnych pracach cyklu. Wysoka efektywność metody pozwoliła też na przyjęcie trójwymiarowego mechanizmu zniszczenia. W tym względzie Habilitant wykazał, że uwzględnienie przestrzennej zmienności w trzech wymiarach jest istotne w analizie bezpieczeństwa fundamentów i prowadzi do mniej konserwatywnych oszacowań nośności w porównaniu z podejściem dwuwymiarowym. Uzyskane wyniki są zbieżne z obliczeniami RFEM, co potwierdza skuteczność nowego sposobu, a większa efektywność RFMM pozwala na zdecydowanie szersze wykorzystanie nowego narzędzia, nawet przy użyciu komputerów o przeciętnej mocy obliczeniowej. Realizacja kolejnych celów wymagała od Habilitanta optymalizacji procedury, polegającej na założeniu stałej macierzy kowariancji, wyznaczanej jeden raz dla rozpatrywanego fundamentu. Warto podkreślić, że w pracy piątej cyklu wykazano, że założenie to nie wpływa istotnie negatywnie na uzyskiwane wyniki a pozwala znacząco zwiększyć efektywność obliczeń. Jednocześnie Habilitant zauważył ograniczenia prowadzonej analizy, wynikające przede wszystkim z przyjęcia podłoża jednowarstwowego w warunkach bez odpływu, czyli prostych warunków gruntowych. Spostrzeżenie to stało zapewne za kolejnym zadaniem, jakiego realizacji podjął się dr inż. Marcin Chwała – analizy podłoża uwarstwionego. Nadal jednak rozpatrywany przypadek były to proste warunki gruntowe: grunt gruboziarnisty (niespoisty) zalegający na gruncie drobnoziarnistym (spoistym), pracującym w warunkach bez odpływu. W ósmej pracy osiągnięcia analizie poddano współpracę fundamentu z takim podłożem przyjmując kwazi-trójwymiarowy mechanizm zniszczenia. W mojej opinii istotnym spostrzeżeniem Habilitanta, które stanowi ciekawy wątek w którym badania mogłyby zostać rozwinięte, jest stwierdzenie wpływu samego uwzględnienia warstwy niespoistej na ograniczenie wpływu zmienności w warstwie niżej ległej.

Opracowawszy efektywne narzędzie do analizy, Habilitant w kolejnych pracach cyklu podjął się zbadania wzajemnych relacji układu fundament – sondowanie statyczne, traktowane jako źródło informacji o właściwościach podłoża. W sposób oczywisty badania te rozpoczęto od prostego przypadku – jednorodnego podłoża reagującego w warunkach bez odpływu i jednego fundamentu prostokątnego (m. in. prace piąta i szósta cyklu). Trafnie założono, że początkowa (sprzed wykonania sondowań) informacja o podłożu fundamentu jest jedynie podstawowa i definiuje je jedynie jako jednorodny grunt spoisty. Jest to więc sytuacja odpowiadająca wstępnemu etapowi rozpoznania. W zamyśle, rozwiązanie miało zatem stanowić wsparcie na etapie projektowania programu badań geotechnicznych. Warto zauważyć, że Habilitant przyjął w tym miejscu swoich badań nieco odmienny punkt spojrzenia, niż reprezentowany przez większość badaczy na świecie – optymalnej lokalizacji sondowań poszukiwał nie ze względu na zmienność budowy geologicznej, lecz ze względu na charakter współpracy fundamentu z podłożem. Z jednej strony to cenne podejście, gdyż przecież właśnie w tym celu badania geotechniczne są wykonywane aby prawidłowo ocenić miejsca najbardziej newralgiczne ze względu na warunki nośności. Jednocześnie warto jednak pamiętać, że naturalna zmienność podłoża (niekoniecznie w postaci poziomych i ciągłych warstw gruntów) może znacząco redefiniować te miejsca, które wynikają z analizy współpracy fundamentu z podłożem jednorodnym. Sytuacja jest w mojej opinii bardziej złożona i uzyskane rezultaty, jakkolwiek bardzo wartościowe, mają jednak obecnie ograniczone zastosowanie praktyczne. W pewnym stopniu również osiągnięty wynik w postaci stwierdzenia, że lepiej wykonać badanie bliżej niż dalej od fundamentu (w tym przypadku w odległości równej 0,3 długości fundamentu od jego środka) może być przyjmowany również intuicyjnie. Można także dyskutować, czy przyjęcie jednorodności geotechnicznej podłoża może rzeczywiście wynikać jedynie z podstawowej wiedzy o nim, czy też raczej winno znajdować potwierdzenie w bardzo szczegółowych badaniach geologicznych i geotechnicznych.

Zagadnienie optymalizacji lokalizacji sondowań rozwinięto w pracy dziesiątej cyklu, wykorzystując tym razem podejście bayesowskie i implementując, opracowaną przez innych autorów, technikę *Asymptotic Bayesian Optimization* (ABO). Istotną zaletą podejścia opartego na ABO jest możliwość analizy pośrednich rozkładów i skonfrontowanie ich z przedziałem wartości odchylenia standardowego nośności. Dzięki temu Habilitant miał możliwość otrzymać informację nie tylko o optymalnych położeniach badań, ale przede wszystkim o wrażliwości funkcji celu na zmianę położenia sondowań. To ważna możliwość w odniesieniu do praktycznych aspektów optymalizacji lokalizacji badania gruntu.

W ostatniej z prac cyklu Habilitant podjął się największego wyzwania, analizy układu wielokrotnego – kilka fundamentów i sondowań. W tym celu musiał stworzyć sześć uniwersalnych miar tego układu, które w prosty sposób pozwalają uwzględnić wagi dla poszczególnych fundamentów i mogą być wykorzystane przez projektanta konstrukcji. Rozwiązanie tego zagadnienia wymagało od Habilitanta modyfikacji wcześniej opracowanych narzędzi analitycznych, z czego wywiązał się doskonale. Oczywiście, jak zresztą zauważa sam Habilitant, przyjęta metoda w zastosowaniu do kilku fundamentów ma ograniczenie spowodowane założoną niezależnością mechanizmów zniszczenia i tym samym wymaga przyjęcia „bezpiecznej” odległości pomiędzy fundamentami. Przyjmując jednak takie założenie (będące swego rodzaju uproszczeniem) udowodniono, że decydującą rolę w analizowanym zagadnieniu ma oddziaływanie fundamentu (związane z mechanizmem zniszczenia, jego geometrią) a nie budowa podłoża (związana z poziomą fluktuacją jego właściwości). Jakkolwiek jest to stwierdzenie niewątpliwie prawdziwe w analizowanym przypadku, to jednak podchodziłbym do

niego nieco ostrożnie w zastosowaniach praktycznych, w złożonych czy skomplikowanych warunkach gruntowych.

1.3. Podsumowanie oceny

Habilitant miał podstawowy udział w powstaniu osiągnięcia i zostało ono opublikowane w periodykach o znaczącym oddziaływaniu na środowisko naukowe w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

Osiągnięcie składa się z 4 głównych elementów, które wykazują następstwo doświadczalne i ostatecznie stanowią logiczną całość – jest więc wielowątkowe ale jednocześnie spójne merytorycznie.

W szczególności Habilitant:

1. Zaproponował nowe rozwiązanie - metodę losowych mechanizmów zniszczenia (*Random Failure Mechanism Method*, RFMM), która jest zdecydowanie bardziej efektywna czasowo od poprzednio stosowanych, a jednocześnie umożliwia kontrolę skali fluktuacji, różnej w kierunku pionowym i poziomym, co pozwala na odwzorowanie w pewnym stopniu naturalnej zmienności cech gruntu.
2. Zoptymalizował opracowaną metodę pod kątem efektywności obliczeniowej, wprowadzając stałą macierz kowariancji, przy jednoczesnym wykazaniu nikomego wpływu tego zabiegu uzyskiwany na wynik.
3. Przygotował narzędzie do efektywnej optymalizacji lokalizacji sondowania statycznego względem projektowanego fundamentu, w odniesieniu do optymalnego zbadania mechanizmu zniszczenia zachodzącego w podłożu (także w odniesieniu do układu wielu fundamentów i sondowań statycznych).
4. Uzyskał wartościowe wyniki analiz optymalizacyjnych wskazujące na uniwersalne właściwości układu fundament-badanie. W szczególności dotyczące wpływu czynników związanych z losowością właściwości podłoża oraz przyjętego mechanizmu zniszczenia na najbardziej uzasadnione miejsce wykonania badania podłoża.
5. Przedstawił uniwersalną metodykę analizy układu fundament-podłoże z uwzględnieniem lokalizacji badania gruntu, która może być modyfikowana i rozwijana w kierunku analizy bardziej złożonych układów niż przedstawione w osiągnięciu. W moim odczuciu, stanowi ona ważny punkt w rozwoju tej gałęzi analizy geoinżynierskich i będzie w przyszłości wykorzystywana przez wielu badaczy.

W osiągnięciu, pomimo jego bardzo wysokiej oceny, dostrzegam pewne wątki dyskusyjne lub wartę moim zdaniem dalszego rozwinięcia.

- W przypadku podłoża uwarstwionego przyjęto do analizy bardzo podstawowy układ warstw, charakteryzujący proste warunki gruntowe. Ponieważ, wyłączając obecność w podłożu gruntów słabych, budowa geologiczna jest zwykle dużo bardziej złożona, a problematyczne przypadki dotyczą na ogół warstw o zmiennej miąższości i zanikających w przestrzeni, bardzo ciekawym byłoby sprawdzenie metody w takich właśnie przypadkach.

- Warto rozwinąć jest wątek ograniczenia istotności warstw niżej leżących przez warstwy nadległe, a w szczególności zbadanie, czy skala tego efektu jest podobna także w przypadku sytuacji, gdy warstwa nadległa nie różni się tak znacznie pod względem właściwości geotechnicznych od warstw występujących poniżej jak w analizowanym przypadku.
- Przygotowane narzędzie do optymalizacji lokalizacji położenia sondowania względem fundamentu nie uwzględnia rzeczywiste problematycznych przypadków budowy geologicznej a jedynie te, odnoszące się do prostych warunków gruntowych.

2. Ocena pozostałego dorobku naukowego.

Habilitant, poza przedstawionym jako osiągnięcie naukowe cyklem publikacji, opublikował do tej pory 7 (w tym 5 po doktoracie) artykułów naukowych, wszystkie w czasopismach z listy MNiSW (d. MEiN) a 6 z nich indeksowanych w bazie JCR, w których przygotowaniu jego udział wynosił od 10% do 90%. Dodatkowo jest autorem jednego rozdziału w monografii naukowej (przed uzyskaniem stopnia doktora) oraz 12 artykułów w recenzowanych materiałach konferencyjnych. Dorobek ten można pogrupować w dwa wątki tematyczne: stworzenia metody linii łamanych (*broken line method*) do szacowania stateczności skarp i nośności fundamentów w ramach oszacowania górnej nośności oraz analizy nośności i osiadania ławy fundamentowej z uwzględnieniem przestrzennej zmienności parametrów podłoża. Obydwa wątki wskazują na poszukiwanie (z sukcesem) przez Habilitanta nieco innych ścieżek rozwoju niż przedstawiona w osiągnięciu, jednak o dosyć podobnym rdzeniu – analiz mechanicznych gruntu z wykorzystaniem metod numerycznych i statystycznego opisu środowiska gruntowego. Biorąc pod uwagę krótki czas od uzyskania stopnia doktora jest to zupełnie zrozumiałe, jednak powoduje, że pomimo iż osiągnięcia poboczne są wartościowe, nie pozwala to na ocenę zainteresowań naukowych Habilitanta w szerszej perspektywie.

3. Ocena innej aktywności naukowej.

Habilitant odbył 5 staży naukowych w jednostkach zagranicznych o długości od 2 tygodni do 6 miesięcy, w tym w renomowanym Institute for Risk and Reliability (Leibniz University Hannover) oraz uczestniczył w ponad rocznym programie badawczym Time Capsule Project komitetu technicznego TC-304 ISSMGE.

Dr Marcin Chwała był beneficjentem programów grantowych Narodowego Centrum Nauki (projekt Miniatura 2), NAWA Bekker (stypendium na staż podoktorski), Ministry of Science and Technology, China (grant na rozpoczęcie współpracy naukowej i wygłoszenie serii wykładów dla School of Civil Engineering, Chongqing University) oraz dwukrotnie programu grantowego Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej „Młoda Kadra”.

Habilitant brał aktywny udział w 15 konferencjach, w tym 11 wystąpień było w języku angielskim i 4 wystąpienia w języku polskim. W dwóch przypadkach referaty zostały przygotowane na zaproszenie organizatorów konferencji (w tym renomowanej XIX Krajowej Konferencji Mechaniki Gruntów i Inżynierii Geotechnicznej).

Jest sekretarzem w czasopiśmie naukowym „Studia Geotechnica et Mechanica”, członkiem Editorial Board (Early Career) w czasopiśmie “Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards” wydawanym przez Taylor and Francis oraz jednym z edytorów numeru specjalnego w czasopiśmie Geological Journal wydawanym przez Wiley.

Recenzował 21 artykułów naukowych dla czasopism z listy JCR.

Podsumowując, pozostały dorobek naukowy oraz inną aktywność naukową oceniam pozytywnie, jako w zupełności wystarczające.

4. Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni/institucji naukowej.

Dr inż. Marcin Chwała w aktywny sposób współpracował z różnymi zespołami badawczymi na świecie. Wśród staży naukowych i wspólnych działań z innymi naukowcami, które prowadził Habilitant należy wymienić szczególnie 6-miesięczny staż finansowany w ramach stypendium Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej (program im. Bekkera) w Institute for Risk and Reliability (Leibniz University Hannover), w ramach którego Habilitant prowadził własny projekt badawczy i który przyniósł do tej pory owoce w postaci dwóch publikacji wchodzących w skład osiągnięcia oraz przygotowanie dwóch dalszych prac do druku.

Mając na uwadze, że podany przykład nie wyczerpuje zakresu formalnej współpracy z innymi ośrodkami naukowymi oraz efekty tej współpracy, bez wątplenia należy stwierdzić, że Habilitant wykazywał ponadprzeciętną aktywność naukową realizowaną poza jednostką macierzystą.

5. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i pozanaukowa

Dr Marcin Chwała prowadził w swojej karierze zajęcia z takich przedmiotów jak: Fundamentowanie (zajęcia projektowe), Matematyka – wybrane zagadnienia (wykład i ćwiczenia audytoryjne), Analiza matematyczna 2.1 (wykład i ćwiczenia audytoryjne), Zaawansowane metody obliczeniowe (laboratorium), Zagadnienia brzegowe teorii sprężystości i plastyczności (ćwiczenia audytoryjne), a także kurs w języku angielskim: *Selected topics in mathematics* (wykład i ćwiczenia audytoryjne). Był promotorem 9 prac inżynierskich oraz 1 pracy magisterskiej, a także promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich (obydwie rozprawy przygotowane w języku angielskim).

Habilitant brał udział w pracach komitetów organizacyjnych 2 konferencji: „Machine Learning & Risk Assessment in Geoengineering (MLRA 2021)” oraz, jako sekretarz naukowy, konferencji „XLIV Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu i Geoinżynierii” (Karpacz 2023).

Jest członkiem organizacji naukowych i zawodowych:

- Polski Komitet Geotechniki (PKG),
- International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE),
- TC-304 „Engineering Practice of Risk Assessment and Management” ISSMGE (członek wybieralny)

Habilitant był współautorem 4 ekspertyz geotechnicznych wykonanych na zamówienie przedsiębiorstw oraz pracował przez 4 lata w Przedsiębiorstwie Realizacyjnym Inora Sp. z o. o.

6. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego dr. inż. Marcina Chwały oraz Jego dorobku naukowego stwierdzam, że elementy te spełniają wymogi określone w ustawie Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dn. 20 lipca 2018 r. W szczególności dr inż. Marcin Chwała:

- posiada w dorobku osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, na co wskazuje cykl 11 publikacji naukowych przedstawiony do oceny,

- wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni/instytucji naukowej.

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie dr. inż. Marcina Chwały do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Poznań, 25.02.2024 r.



dr hab. inż. Jędrzej Wierzbicki