

Prof. dr hab. inż. **Maciej Kordian Kumor**

Zakład Geodezji, Geoinżynierii i Gospodarki Przestrzennej

Wydział, Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

e-mail: maciej.kumor@engeo.com.pl

Bydgoszcz, 6 sierpnia 2019 roku.

RECENZJA DOROBKU NAUKOWEGO

DR PIOTRA ZBIGNIEWA ZAWRZYKRAJ,

W ZWIĄZKU Z UBIEGANIEM SIĘ O NADANIE STOPNIA DOKTORA
HABILITOWANEGO W DZIEDZINIE NAUK O ZIEMI W DYSCYPLINIE GEOLOGIA

1. PODSTAWA FORMALNA I PRZEDMIOT RECENZJI

Podstawą formalną niniejszej recenzji jest skierowane do mnie pisemne zlecenie, noszące datę 3 lipca 2019 roku, podpisane przez Dziekana Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego prof. dr hab. Ewę Krogulec.

Przedmiotem recenzji jest osiągnięcie naukowe pod tytułem: „Zróżnicowanie właściwości fizycznych i mechanicznych ilów warwowych „zastoiska warszawskiego” w świetle badań terenowych” oraz dorobek naukowy Pana dr Piotra Zawrzykraj w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk o Ziemi w dyscyplinie Geologia.

Udokumentowanie całokształtu dorobku, jak i informacje osobowe o Kandydacie, zostały mi przekazane w zwartym materiale, przygotowanym zgodnie z wymaganiami formalnymi obowiązującymi w przewodach habilitacyjnych.

2. SYLWETKA KANDYDATA I DANE OSOBOWE

Dr Piotr Zbigniew Zawrzykraj jest absolwentem Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego; kierunku: geologia, w zakresie: geologii inżynierskiej. W 2000 roku ukończył studia dzienne magisterskie i obronił pracę dyplomową pt.: *Inżyniersko-geologiczna ocena gruntów podłoża w rejonie stacji metra A-14 i A-15 (część południowa)*; pod promotorstwem prof. dr hab. Ryszarda Kaczyńskiego.

W 2005 roku obronił w Uniwersytecie Warszawskim, Wydział Geologii, rozprawę doktorską pt.: *Analiza stanu skonsolidowania ilów warwowych w rejonie Sochaczewa i Radzymina*, uzyskując stopień naukowy doktora nauk o Ziemi w zakresie geologii. Promotorem był prof. dr hab. Ryszard Kaczyński, a recenzentami prof. dr hab. inż. Stanisław Rybicki i dr hab. Paweł Dobak.

W okresie po doktoracie od 2004 roku do 2019 roku stale podnosił swoje kwalifikacje zawodowe i akademickie w kraju i zagranicą:

- uzyskał uprawnienia geologiczne (VII-1407) 2006 r., Ustalanie warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb zagospodarowania przestrzennego i posadawiania obiektów

budowlanych, z wyłączeniem posadawiania obiektów budowlanych zakładów górniczych oraz budownictwa wodnego,

- odbył staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych i akademickich, na których zdobywał umiejętności praktyczne w zakresie przygotowania oraz przeprowadzania badań presjometycznych, np.: 2008 rok, Magny-les-Hameaux we Francji,
- prowadził szkolenia i prezentacje dotyczące metodyki wykonywania sondowań CPT i wierceń badawczych w Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w latach 2012 – 2015,
- uczestniczył aktywnie we wszystkich najważniejszych konferencjach krajowych z dziedziny geologii inżynierskiej w Polsce od 2006 roku, np.: *III Polski Kongres Geologiczny – 2016*,
- brał udział w międzynarodowych Workshopach – *In Situ and Laboratory Characterization of OC Subsoil – 2017, Soil design parameters from in situ and laboratory tests – 2006*,
- opracował i kierował projektami badawczymi KBN, MNiSW, 4 tematy, oraz wykonał 19 aplikacji technicznych zastosowanych np.: w budowie autostrady A2, kolektora Lindego Bis w Warszawie, opracowywanych na zlecenie Prezydenta Warszawy i inne.

Kariera naukowa i akademicka dr Piotra Zawrzykraj związana jest od studiów z Wydziałem Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, najpierw student, potem w latach 2000 do 2005 roku, jako doktorant w Zakładzie Geologii Inżynierskiej, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Uniwersytetu Warszawskiego, później po zatrudnieniu w 2005 roku na stanowisku adiunkta - nauczyciel akademicki. Od 2005 roku był adiunktem naukowo-dydaktycznym, a od 2018 roku starszym wykładowcą w Zakładzie Geologii Inżynierskiej, Instytutu Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Wydziału Geologii, Uniwersytetu Warszawskiego.

3. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Jako osiągnięcie naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczny wkład w rozwoju dziedziny Nauk o Ziemi w dyscyplinie Geologia, dr Piotr Zawrzykraj przedstawia monografię habilitacyjną pod tytułem „*Zróżnicowanie właściwości fizycznych i mechanicznych ilów warwowych „zastoiska warszawskiego” w świetle badań terenowych*”, wydaną przez Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2019, ISBN 978-83-235-3732-8.

Monografia zawiera 292 strony. Redaktorem prowadzącym była Małgorzata Yamazaki, ISBN 978-83-235-3732-8, recenzentami wydawniczymi byli: dr hab. inż. Henryk Woźniak, prof. AGH i prof. dr hab. inż. Kazimierz Garbulewski (SGGW Warszawa).

3.1. Ogólna ocena monografii

Tematyka monografii naukowej jest ściśle związana z polem zainteresowań badawczych oraz działalnością aplikacyjną dr Piotra Zbigniewa Zawrzykraj i dotyczy problematyki szeroko pojętych zagadnień z zakresu właściwości fizycznych i mechanicznych ilów warwowych, szczególnie zastoiska warszawskiego na podstawie wykonanych własnych badań terenowych.

3.1.1. Syntetyczny opis osiągnięcia naukowego

Treść monografii habilitacyjnej pod tytułem „Zróżnicowanie właściwości fizycznych i mechanicznych iłów warwowych „zastoiska warszawskiego” w świetle badań terenowych”, ujęta jest siedmiu rozdziałach. Wykaz piśmiennictwa obejmuje 177 pozycji w tym anglojęzycznych 83, z których 7 + 3, to publikacje autorskie i współautorskie Habilitanta. W języku polskim cytowano 94 publikacje, to głównie mapy lub katalogi. Zamieszczono też wykaz zastosowanych oznaczeń w języku polskim oraz streszczenie po angielsku.

Monografia ma charakter rozprawy naukowej analizującej właściwości fizyczne i mechaniczne oraz określenie zmienności przestrzennej parametrów iłów warwowych „zastoiska warszawskiego”. Głównym elementem naukowym pracy jest analiza wyników przede wszystkim własnych badań polowych i ich przestrzennej zmienności na tle stref sedymentacji wyróżnionych w podstawowych publikacjach (Myślińska 1965 i Merta 1978). Habilitant powiązał zbadane właściwości metodami *in situ*, zwłaszcza mechaniczne, z typami litologicznymi iłów zastoiskowych oraz lokalizacją w obrębie zbiornika sedymentacyjnego.

Podstawowym założeniem monografii habilitacyjnej jest wykorzystanie szerokiego programu badawczego, który dostarczył znaczącą populację danych eksperymentalnych, umożliwiającą poddanie jej wiarygodnej ocenie statystycznej w granicach zbiornika sedymentacyjnego. Ustalono zmienność ośrodka warwowego za pomocą statystycznej analizy parametrów cech fizycznych i mechanicznych, wyników poszczególnych typów sondowań *in situ*, która nie budzi istotnych wątpliwości w zakresie interpretacji. Jako wartości źródłowe mogą wyniki analiz być autorskimi indykatorami do oceny przestrzennego zróżnicowania cech mechanicznych i fizycznych iłów warwowych.

Znaczącym *novum* rozprawy habilitacyjnej jest aplikacyjny charakter, związany z identyfikacją typów litologicznych, ich lokalizacją w obrębie zbiornika sedymentacyjnego i wysoka przydatność praktyczna na potrzeby posadowienia obiektów budowlanych.

Zastosowanie w rozprawie narzędzi naukowych *in situ*, w praktyce poszerza wykorzystanie uzyskanych wyników jako zbioru parametrów charakterystycznych iłów warwowych zlodowacenia północnopolskiego występujących w rejonie Kotliny Warszawskiej.

Jest to znaczące osiągnięcie w drodze do określenia lokalnych korelacji niezbędnych do prawidłowej analizy geotechnicznej zróżnicowanych postglacjalnych iłów warwowych w Polsce.

Oprócz bezpośrednich obserwacji litologicznych i sedymentologicznych monografia dostarcza nowych treści metodycznych i cech wykorzystywanych nie tylko do identyfikacyjnych osadów. Są to odkształcalność, spójność, wytrzymałości na ścinanie oraz cech fizycznych np.: oporności elektrycznej, prędkości propagacji fali mechanicznej, wodoprzepuszczalności, jak również parametrów własnych zróżnicowanych metod badawczych sond w warunkach *in situ*.

Monografia habilitacyjna dr P. Zawrzykraj jest innowacyjnym ujęciem parametrów iłów warwowych wpływających na zmienność facjalną i strukturalną z punktu widzenia cech geologiczno-inżynierskich, uwzględnia bowiem wiarygodne i praktycznie stosowane polowe metody badań:

- charakterystyki właściwości fizycznych i mechanicznych iłów warwowych za pomocą sondowań statycznych CPT i CPTu, badań presjometrycznych PBP oraz badań dylatometrycznych DMT;

- ocenia zmienność litologiczną iłów warwowych na podstawie pomiarów oporności elektrycznej sondą RCPTu;
- charakterystyki właściwości filtracyjnych na podstawie pomiarów piezometrem BAT;
- powiązanie wyników badań właściwości fizycznych i mechanicznych iłów warwowych ze zróżnicowanymi strefami akumulacji zastoiskowej;
- określenie sztywności iłów warwowych na podstawie sondowań dylatometrycznych DMT, badań presjometrycznych PBP oraz badań sejsmicznych SCPTu;
- określenie anizotropii parametrów mechanicznych iłów warwowych na podstawie zmodyfikowanych sondowań poziomych DMT i poziomych badań presjometrycznych PBP;

oraz metod analizy matematycznej w ocenie istotności zmienności statystycznej badanych cech mechanicznych.

Tytuły poszczególnych rozdziałów odpowiadają zawartości, prezentowanej treści i obejmują następujący zakres:

1. Wstęp, określający cel rozprawy i definiujący zakres badań, 10 stron.

2. Przedmiot badań, który przedstawia uwarunkowania geologiczne i geomorfologiczne występowania iłów warwowych, historię badań osadów warwowych, genezę iłów zastoiska warszawskiego z charakterystyką strefowości obszaru akumulacji oraz skład mineralny. Rozdział liczy 12 stron. Wyznacza strefowość akumulacji ze względu na rejon ujścia rzeki zasilającej, gdzie tworzyły się charakterystyczne typy warw. Wyróżnione zostały trzy typy warw typ A, typ B i typ C, zależne od zmian dynamiki transportu materiału względem stref sedymentacji. Stwierdzono spokojną sedymentację i krótką drogę transportu, ze względu na słabe obtoczenie ziaren kwarcu i skaleni.

3. Charakterystyka poligonów badawczych, zawiera opis kryteriów doboru trzech miejsc reprezentatywnych jako poligony badawcze i odrębność regionalną wychodni iłów warwowych. Każdy rejon badawczy był reprezentowany przez 2 do 3 stanowisk badawczych. Opis rejonów są precyzyjne i dobrze udokumentowane na mapach, przekrojami geologiczno-inżynierskimi i fotograficznie. Oceniono w podsumowaniu rozdziału wpływ struktury na parametry mechaniczne, uznając, że wpływ struktury gruntu jest istotny w aspekcie ściśliwości, parametrów wytrzymałościowych i prekonsolidacyjnych. Stron 38. Rozdział dobrze napisany.

4. Metodyka badań w warunkach *in situ*, stanowi ważki rozdział monografii habilitacyjnej ujmuje bowiem analizę wyników nowoczesnych badań w warunkach *in situ* uwzględniającą wpływ naturalnych czynników, do których należą: struktura gruntu, tekstura, stan naprężenia, warunki hydrogeologiczne i wilgotnościowe. Dodatkowo inne zjawiska fizyczne, takie jak: temperatura, wpływ świata roślin i zwierząt, nieciągłości, zaburzenia strukturalno-teksturalne, stanowią istotny element zespołu cech geośrodowiskowych kształtujących w naturze właściwości każdego ośrodka gruntowego.

Przedstawiony program badań, uwzględnia wskazówki metodyczne, kalibrację przez zależności empiryczne, które opisują standardowe wartości, definiujące wytrzymałość na ścinanie i charakterystykę deformacji podłoża. Jest to rozdział najistotniejszy dla każdego eksperymentatora, bowiem jak zauważa Habilitant, należy mieć świadomość ograniczeń stosowanych metod wynikających z analizy błędów wpływających na mierzone parametry. Główne problemy, na które zwraca uwagę dr P. Zawrzykraj, ażeby prawidłowo przeprowadzić interpretację wyników w trakcie badań polowych, to:

- niedoskonałość korelacji wykorzystywanych do wyznaczania parametrów geologiczno-inżynierskich na podstawie parametrów własnych aparatury;
- trudności w precyzyjnym określeniu warunków brzegowych (rozmiar oddziaływania, struktura, stan naprężenia i odkształcenia);
- obecność w badanych osadach zmian post-sedymentacyjnych, takich jak: cementacja, diagenеза, rozwój wiązań strukturalnych czy też efekt starzenia się gruntu (wyjaśnienie i ocena wpływu procesów diagenetycznych wymaga ciągle dalszych badań).

Badania własne Habilitanta wskazują, że czynniki te np. generują pozorną prekonsolidację, wpływają również na rejestrowane wartości naprężenia poziomego (Zawrzykraj, 2004a, 2007). Dyskusyjne staje się zatem traktowanie wymienionych urządzeń jako narzędzi do określania stratygrafii osadów. Rozdział liczy 57 stron i zaliczam go do bardzo ważnego i metodycznie podstawowego, zasadnego w analizie zróżnicowania właściwości iłów warwowych w świetle badań terenowych.

Rozdział napisany w sposób dojrzały i krytyczny z własną oceną.

5. Wyniki badań. Przedstawiono na 77 stronach, to jest około jednej czwartej monografii, stanowiąc podstawowy rozdział.

Badania zasadnicze prowadzono stałą metodą na wszystkich poligonach badawczych sondą statyczną CPT/CPTu. Badania były wykonywane przez jednego operatora, za pomocą tego samego zestawu końcówek pomiarowych. Ten aspekt wymaga specjalnego podkreślenia.

W sumie wykonano 28 sondowań CPT o łącznym metrażu 235 mb. oraz 50 sondowań typu CPTu o łącznym metrażu 418 mb. Analiza zestawienia nomogramów (rys. 5.2–5.8) sondowania CPTu pozwala na zauważenie różnic i prawidłowości w zachowaniu się gruntów pochodzących z różnych stref akumulacji zastoiskowej. Wyniki zestawiono prawidłowo i czytelnie w dobrej grafice i zapisie przestrzennym ujmując populację o liczności $N=1197$ wyników.

Łącznie wykonano 106 sondowań pionowych statycznych i dylatometrycznych, 77 presjometrycznych testów pionowych PBP, 84 testy piezometrem BAT, 1044 testy sejsmiczne służące obliczeniu 181 modułów sztywności G_0 , 3 poziome sondowania dylatometryczne DMT-H i 50 presjometrycznych testów poziomych PBP-H. Łącznie dało to 908 mb. sondowań.

Redakcja rozdziału fragmentami wprowadza niepotrzebne powtórzenia pisarskie.

Przeprowadzone badania statyczne z modułem sejsmicznym umożliwiły wyznaczenie w warunkach *in situ* prędkości propagacji fali ścinającej S oraz fali kompresyjnej P (mniej liczne). Testy sejsmiczne przeprowadzono co 0,5 m w profilach pionowych. W obrębie każdego poligonu wykonano przynajmniej dwa sondowania sejsmiczne typu SCPTu. Na podstawie obserwacji i analizy ponad tysiąca testów sejsmicznych stwierdzono, że niezwykle istotną kwestią jest stały i jednolity sposób wzbudzenia drgania. Zmienność modułu ścinania G_0 , wyznaczonego na podstawie gęstości objętościowej ρ i prędkości fali V_s , w profilach pionowych poligonów badawczych przedstawiają ryciny 5.20–5.22. Cenna uwaga praktyczna.

Punktem reperowym (profilem), w którym skorelowano **wyniki pomiarów oporności elektrycznej** z zawartością frakcji iłowej, był poligon w Plecewicach. Autor dysponował już wcześniej wykonanym szczegółowym rozpoznaniem litologicznym, które objęło cały profil iłów warwowych. Polegało ono na starannym podziale kompleksu iłów zastoiskowych na 140 próbek o miąższości od kilku milimetrów do kilku centymetrów, tak aby charakteryzować zmienność litologiczną w odniesieniu do pełnych warw. Ujęcie zmienności uziarnienia jako średniego udziału frakcji iłowej w

obrębie całej lub kilku warw dało prawidłową charakterystyczną zmienność strukturalną iłów, wynikającą z uziarnienia frakcjonalnego w obrębie partii osadu, będącej efektem jednorocznej akumulacji. Następnie próbki te poddano analizie sedymentacyjnej (areometrycznej).

W przypadku iłów warwowych stanowiących przedmiot badań należy zwrócić uwagę, że tworzą one jedno ogniwo litostratygraficzne. Tym samym nie różnią się pod względem pochodzenia.

Podczas badań na poligonach badawczych wykonano po dwa lub cztery profilowania geoelektryczne sondą RCPTu. Stopień analogii w zakresie wartości i kształtu, przy jednocześnie dużej rozdzielczości wykresów oporności elektrycznej, jest zaskakujący w powtarzalności właściwości geoelektrycznych, ale poświadcza obecność tekstury warwowej. Zatem obserwowana zgodność między sondowaniami RCPTu w zakresie mierzonej oporności elektrycznej oznacza wyjątkową jednorodność uziarnienia w kierunku horyzontalnym.

Badania dylatometrem Marchettiego były wykonywane ze stałą, niezmienną procedurą, równoległe z sondowaniami statycznymi i zachowaniem odległości ok. 2,5 m.

Na każdym poligonie badawczym wykonano po cztery sondowania dylatometryczne DMT, czyli po jednym w każdym węźle badawczym. Łącznie przeprowadzono 28 sondowań o łącznym metrażu ok. 225,5 mb.

Wyniki badań presjometycznych PBP. Umożliwiły opracowanie wykresów do identyfikacji wartości parametrów presjometycznych w profilach względem głębokości badania (ryc. 5.42). Porównanie wyników z poligonów badawczych przedstawiają wykresy typu ramka-wąsy (6.43–6.45), które na podstawie parametrów statystycznych dają zwięzły obraz rozpiętości, zmienności i średnich zebranych danych. Wyniki te zamieszczono w rozdziale 6, charakteryzującym zmienność parametrów na obszarze całego „zastoiska warszawskiego”.

Badania piezometrem BAT miały do ustalenia ciśnienie wód porowych u_0 na głębokości pomiarowej, a następnie wykonanie testu przepuszczalności przez wygenerowanie nadciśnienia w jednostce testującej i wypływ wody do otaczającego gruntu (metoda *out flow*).

Anizotropia parametrów mechanicznych w świetle sondowań *in situ* stanowi jedną z najbardziej wartościowych części monografii habilitacyjnej dotyczącej badań doświadczalnych. Habilitant opracował innowacyjny program badań i z powodzeniem go przeprowadził. Program objął wykonanie serii testów presjometycznych w otworach poziomych na wybranych głębokościach. W celu oceny anizotropii parametrów mechanicznych sondowania dylatometrem Marchettiego wykonano w dwóch do siebie prostopadłych kierunkach, czyli pionowym i poziomym. Badania w kierunku horyzontalnym oznaczono symbolem DMT-H. Dylatometr Marchettiego w trybie standardowym badania pozwala na ocenę składowej poziomej stanu naprężenia (Wierzbicki, 2001, 2010; Młynarek, Wierzbicki, 2005). Zmiana ułożenia łopatki dylatometrycznej o 90° względem pozycji klasycznej powinna w efekcie dostarczyć informacji o składowej pionowej naprężenia. W takim przypadku wartość ilorazu naprężenia normalnego do powierzchni membrany towarzyszącego mu naprężenia prostopadłego powinna być odwrotnością wartości K_0 . Autor, wobec powyższych niezgodności, zaproponował inną metodę wyznaczenia naprężenia poziomego z wykorzystaniem poziomego sondowania dylatometrycznego.

W celu porównania parametrów p_0 i p_1 , ustalonych w różnych pozycjach łopatki, obliczył średnie wartości p_0 i p_1 poza zasięgiem wpływu odprężenia skarpy, czyli w

przedziale horyzontalnej głębokości pograżania 6–10 m (ryc. 5.56). Następnie uśredniony liczbowy wynik badania poddał analizie.

To nowatorskie podejście, obejmujące analizę wyników sondowania w kierunku poziomym, umożliwiło ocenę bardzo trudnego w wyznaczaniu współczynnika parcia gruntu w spoczynku w osadach prekonsolidowanych pozornie. Należy zwrócić uwagę na korzystny fakt dysponowania ok. 20 wartościami p_0 każdej orientacji membrany.

Podsumowując rozdział 5. Wyniki badań, należy zwrócić szczególną uwagę na bardzo staranne wykonywane badania i analizy oraz metodyczne, krytyczne podejście Habilitanta do weryfikacji uzyskanych danych.

6. Zmienność przestrzenna cech mechanicznych i fizycznych iłó warwowych.

Przedstawiono na 56 stronach, monografii i stanowi drugi podstawowy rozdział.

Zestawienia prezentowanych wyników wykazują wyraźne zróżnicowanie statystycznych parametrów rozkładu danych w zależności od lokalizacji poligonu w obrębie strefy sedymentacyjnej zbiornika zastoiskowego. Zasięg rozpiętości, wartości średnie i mediany w klarowny sposób wiążą się z typem litofacjalnym osadu zastoiskowego. Podkreśla to zasadność analiz zmienności wartości liczbowych parametrów fizycznych i mechanicznych osadów zastoiska warszawskiego.

Rejon zachodni charakteryzuje się najmniejszymi wartościami współczynników wodoprzepuszczalności (średnio $k_h \approx 5,1 \cdot 10^{-10}$ m/s), co jest związane z największą średnią zawartością frakcji iłowej, a przy tym nieznaczną zawartością frakcji piaskowej i pyłowej w strefie dystalnej.

Rejon wschodni jest reprezentowany przez pośrednie wartości współczynnika wodoprzepuszczalności (średnio $k_h \approx 1,2 \cdot 10^{-9}$ m/s), co nawiązuje do zwiększonego udziału frakcji pyłowej i piaskowej oraz przejściowej strefy akumulacji w zastoisku.

W rejonie północnym parametry wodoprzepuszczalności są największe (średnio $k_h \approx 1,2 \cdot 10^{-8}$ m/s), co wiąże się bezpośrednio z wyraźnie grubszym uziarnieniem. W obrębie tych poligonów przewarstwienia piaszczysto-pylaste są najbardziej kontrastowe i rozległe, co w połączeniu z dużą miąższością wskazuje na przynależność do strefy proksymalnej zbiornika zastoiskowego.

Wszystkie zebrane pomiary z obszaru badań utworzyły jeden ogólny zbiór danych przedstawiający współczynnik k_h iłó „zastoiska warszawskiego”. Przedstawiono w postaci histogramu na rycinie 6.54, co umożliwiło ocenę prawdopodobieństwa występowania wartości k_h w podanych przedziałach szeregu rozdzielczego.

Powyższy histogram, wszystkich poligonów „zastoiska warszawskiego”, pokazuje rozpiętość zmienności oraz częstość wystąpienia współczynnika k_h w wybranych przedziałach.

W ostatnim rozdziale rozprawy **7. Podsumowanie i wnioski**, uogólniono rezultaty badań i obliczeń oraz przedstawiono wnioski z analizą przestrzennego zróżnicowania wybranych cech fizycznych i mechanicznych iłó warwowych i powiązano je z warunkami i strefami sedymentacji oraz z regionalną zmiennością litologiczną i strukturalną. Jest to rozdział finalizujący charakterystykę zbadanych osadów limnicznych w warunkach in situ, iłó warwowych, za pomocą nowatorskich metod weryfikujących stan naprężenia i anizotropii cech mechanicznych.

Wybrane cechy mechaniczne odniesiono do poszczególnych typów facjalnych iłó warwowych. W efekcie badań pomierzono zakresy wartości q_c , $f_s(m)$, q_t , $f_s(e)$, u_2 , V_s , V_p , M_{DMT} , c_{uDMT} , k_h , E_M , p_f , p_i , ρ oraz przedstawiono ich cechy statystyczne i je porównano.

Niemal wszystkie analizowane cechy mechaniczne i fizyczne wykazały wyraźny związek ze strefą akumulacji zastoiskowej. Największą wrażliwość i zróżnicowanie

nawiązujące do typów litogenetycznych iłów warwowych wykazują parametry filtracyjne (czyli współczynnik wodoprzepuszczalności) oraz wytrzymałość na ścinanie bez odpływu wyznaczoną z badania dylatometrycznego. Także inne parametry różnicują się w zależności od strefy akumulacji oraz rodzaju i struktury osadu.

Na podkreślenie zasługuje wykonanie równoległe sondowań wykorzystujących różne systemy pomiarowe, oparte na układach mechanicznym, piezoelektrycznym, pneumatycznym i hydraulicznym, co jest sposobem wzajemnej weryfikacji wartości i parametrów zmienności w obrębie badanych rejonów akumulacji zastoiskowej. Wszystkie wykorzystane metody wykazały zbliżone trendy oraz zróżnicowania nawiązującego do stref sedymentacji zastoiskowej.

3.1.2. Wartość merytoryczna

Za najbardziej wartościową część osiągnięć monografii habilitacyjnej uważam rozdziały dotyczące metodyki poligonowych badań doświadczalnych i wyniki badań. Habilitant opracował program badań i przeprowadził pełny zakres eksperymentu w warunkach in situ, laboratoryjnej oraz opisał matematycznie zależności w sposób sformalizowany przy pomocy analiz modelowych. Wybrał właściwie reprezentatywny poligon doświadczalny w okolicach Warszawy w trzech rejonach: północnym, wschodnim i zachodnim.

Na szczególne podkreślenie zasługuje nowe podejście metodyczne do wykonania równoległe sondowań wykorzystujących różne systemy pomiarowe, oparte na układach mechanicznym, piezoelektrycznym, pneumatycznym i hydraulicznym, co jest sposobem wzajemnej weryfikacji wartości i uwiarygodnienia oraz trendów zmienności parametrów w obrębie badanych rejonów akumulacji zastoiskowej. Wszystkie wykorzystane metody wykazały zbliżone trendy oraz zróżnicowania nawiązującego do geologicznych warunków stref sedymentacji zastoiskowej.

Rezultaty testowano za pomocą zweryfikowanych modeli obliczeniowych. Zrealizowano program badań, który uwzględnia zasadnicze ryzyko metodyczne, tj. kalibrację przez zależności empiryczne, które opisują standardowe wartości, definiujące wytrzymałość na ścinanie i charakterystykę deformacji podłoża. Niedoskonałość korelacji wykorzystywanych do wyznaczania parametrów geologiczno-inżynierskich stanowi najistotniejszy problem dla każdego eksperymentatora, bowiem jak zauważa Habilitant, należy mieć świadomość ograniczeń stosowanych metod wynikających z analizy błędów wpływających na mierzone parametry.

W naszym kraju, badań zmienności właściwości fizycznych i mechanicznych osadów warwowych o różnych strefach sedymentacyjnych w takim ujęciu nie prowadzono. Jest to pierwsza tak szeroka próba na znaczącej liczbie replikacji, przebadana i opisana w sposób naukowy. Pokazana w sposób detaliczny, rzetelna dokumentacja z realizacji badań przygotowawczych i zasadniczych stanowi o wiarygodności uzyskanych danych i wniosków naukowych opisujących związki pomiędzy typami litogenetycznymi iłów warwowych a zróżnicowaniem ich właściwości fizycznych i mechanicznych.

Należy żałować, że Habilitant nie zhierarchizował wykorzystanych systemów pomiarowych, co ułatwiłoby weryfikację uwiarygodnienia oraz trendów zmienności parametrów w podobnych przypadkach nie tylko praktycznych.

Za najważniejsze osiągnięcie naukowe i elementy wnoszące oryginalny wkład w dziedzinie Nauk o Ziemi w dyscyplinie Geologia, uważam opracowanie przez Habilitanta metodyki i programu badań naukowych w warunkach in situ nad zagadnieniem struktury anizotropowych gruntów bardzo spoistych w aspekcie wpływu na ściśliwość, parametry wytrzymałościowe i prekonsolidacyjne. Na bogatym przykładzie odmiennych

typów litogenetycznych iłów warwowych zastoiska warszawskiego, reprezentującymi różne struktury litologiczne i strefy sedymentacyjne w jeziorze zaporowym, dowiedziono istotności zależności struktury między parametrami uzyskanymi w wyniku zastosowanie różnych technik badawczych oraz przeprowadzonych analizach statystycznych.

Za równie cenną uznają również próbę nowego oryginalnego podejścia do weryfikacji danych doświadczalnych określający naturalną anizotropowość parametrów mechanicznych iłów warwowych. Anizotropowość iłów warwowych określona sondowaniami *in situ* stanowi jedną z najbardziej wartościowych części monografii habilitacyjnej dotyczącej oryginalnych badań doświadczalnych w aspekcie praktycznym. Habilitant opracował i zastosował innowacyjny program badań oceny anizotropii parametrów mechanicznych dylatometrem Marchettiego. Testy wykonano w dwóch do siebie prostopadłych kierunkach, czyli pionowym i poziomym. Wobec dotychczasowych niezgodności interpretacyjnych, zaproponował metodę wyznaczenia naprężenia poziomego z wykorzystaniem poziomego sondowania dylatometrycznego.

Podejście, obejmujące analizę wyników sondowania w kierunku poziomym, umożliwiło ocenę bardzo trudnego w wyznaczaniu współczynnika parcia gruntu w spoczynku w osadach prekonsolidowanych.

Generalnie, znaczenie wyników analizy ma bezpośrednie zastosowania w działalności inżynierskiej, tym bardziej, że wszystkie testy zostały wykonane z zastosowaniem tych samych procedur i przez jednego wykonawcę, co zapewniało wysoką jakość i porównywalność wyników.

Za istotne osiągnięcie uznają wykazanie istotnego związku pomiędzy opornością elektryczną z wysoką rozdzielczością, które wykazało, że różne profile iłów warwowych są zgodne i reprezentują ten sam cykl sedymentacyjny. Stwierdzono to wyłącznie za pomocą badań *in situ*. Dotychczas nie prowadzono takich badań porównawczych. Można zatem korelować, porównywać i wnioskować o zgodności i podobieństwie strukturalnym i genetycznym profili zastoiskowych.

Za równie cenną uznają również próbę weryfikacji sondowania RCPTu jako nowego narzędzia w geologii do wykorzystania w analizie zawartości frakcji iłowej (zmian uziarnienia), oceny jednorodności litologicznej i dynamiki środowiska sedymentacyjnego, porównywania profili iłów warwowych, oceny układu zaburzeń i miąższości serii zastoiskowej.

Silną stroną rozprawy habilitacyjnej jest niemal wzorowa edycja, dobra grafika, prezentacje wyników statystycznych i przejrzystość głównej myśli oraz komunikatywny język narracji.

W moim odczuciu rozdział 7. Podsumowanie i wnioski, powinien dodatkowo ujmować syntetycznie wskazania aplikacyjne habilitanta do praktyki geotechnicznej i środowiskowej. Habilitant ma duże doświadczenie do pokazania w tym zakresie, szczególnie przy ocenie identyfikacji parametrów geotechnicznych iłów warwowych jako podłoża budowlanych za pomocą metod *in situ*.

4. OCENA POZOSTAŁEGO DOROBKU HABILITANTA

5.1. Ocena pozostałego dorobku naukowego

Pozostały dorobek naukowy dr Piotra Zawrzykraj po doktoracie pokazują parametry opublikowanych prac naukowych:

- Sumaryczna liczba publikacji naukowych **23**
- Publikacje w czasopismach z listy JCR (lista „A” MNiSW) **7**

- Publikacje w czasopismach innych niż z bazy JCR (lista „B” MNiSW) **11**
- Publikacje w recenzowanych czasopismach naukowych nieznajdujących się w ujednoczonym wykazie czasopism naukowych MNiSW w roku publikacji **2**
- Recenzowane artykuły konferencyjne w języku polskim **1**
- Monografie (członek zespołu autorskiego) **2**
- Sumaryczna liczba punktów wg MNiSW zgodnie z punktacją obowiązującą w roku opublikowania **338**
- Sumaryczny Impact Factor (IF) zgodnie z rokiem opublikowania **8,586**
- Liczba cytowań wg Web of Science (WoS) łącznie (bez autocytowań) **17 (10)**
- Liczba cytowań wg Scopus łącznie (bez autocytowań) **33 (20)**
- Liczba cytowań wg Google Scholar łącznie **65**
- Indeks Hirscha wg bazy Web of Science (bez autocytowań) **3**
- Indeks Hirscha wg bazy Scopus (bez autocytowań) **3**
- Indeks Hirscha wg bazy Google Scholar (bez autocytowań) **5**

Łącznie prace publikowane 23 po doktoracie, razem z przed doktoratem 24. Opracowania niepublikowane łącznie po doktoracie 19, przed doktoratem 3.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora dorobek naukowo-badawczy Habilitanta powiększył się znacząco o 23 opublikowane prace, z których 23 stanowiły oryginalne recenzowane prace twórcze zamieszczone w czasopismach naukowych. Publikowano je w czasopiśmie: *Open Geosciences*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1515/geo-2018-0072>, *Engineering Geology*, *Geological Quarterly*, *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, *Acta Geologica Polonica*, *Studia Quaternaria*, *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, *Geologija*, *Geologos*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej*, *Studia Geoetchnica et Mechanica*, *Przegląd Geologiczny* i inne.

Pośród oryginalnych prac, 7 zostało opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie Web of Science i posiadających współczynnik wpływu Impact Factor.

Wyniki badań Habilitant prezentował w formie referatów na konferencjach i seminariach krajowych (14 referatów i 4 postery) i międzynarodowych tematycznych (3 referaty) po uzyskaniu stopnia doktora.

Część wieloletniego dorobku naukowego została wykorzystana w dorobku habilitacyjnym.

Opublikowane artykuły według bazy Web of Science były cytowane 12 razy, a indeks Hirscha wynosi $h = 3$. Sumaryczny Impact Factor (IF) publikacji Habilitanta według listy Journal Citation Reports (JCR) wynosi $IF = 8,586$. Natomiast według Google Scholar publikacje były cytowane 65 razy, a indeks Hirscha wynosi $h = 5$ (do dnia 1 marca 2019 r.). Sumaryczny liczb punktów wg MNiSzW – **338**.

Kandydat recenzował publikacje w następujących czasopismach międzynarodowych i krajowych: *Przegląd Geologiczny*, recenzja 1 manuskryptu, *Engineering Geology* recenzja 3 manuskryptów (2018-2019), *Open Geosciences*, 2018 recenzja 1 manuskryptu, *Bulletin of Geography*, 2016 recenzja 1 manuskryptu, *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 2011, recenzja 1 manuskryptu.

W autoreferacie Habilitant opisuje szczegółowo obszary swoich zainteresowań naukowo-badawczych. Główne kierunki badań naukowych dotyczyły następujących zagadnień geologiczno-inżynierskich i środowiskowych, które koncentrowały się wokół następujących zagadnień:

- ocena właściwości mechanicznych gruntów na podstawie badań terenowych;
- ocena i walidacja badania parametrów prekonsolidacyjnych,
- wykorzystania badań geofizycznych (badań elektrooporowych) w rozpoznaniu budowy geologicznej;
- ustalaniu cech filtracyjno-konsolidacyjnych.

• **Ocena właściwości mechanicznych gruntów na podstawie badań terenowych**

Zagadnienie powyższe stanowi główny nurt zainteresowań habilitanta. Znajduje ono swój wyraz przede wszystkim w publikacjach zamieszczonych w załączniku 3.

Wyniki zawartych w nich badań wyrażają liczbową charakterystykę parametrów odkształceniowych i wytrzymałościowych gruntów. Ustanowiono w nich także zależności funkcyjne między parametrami sondowań statycznych CPT/CPTu a sondowaniami dylatometrycznymi.

Niewątpliwym, ogromnym sukcesem w tym zakresie jest kierowanie oraz udział w realizacji badań prowadzonych do projektowania obiektów międzynarodowego obserwatorium astronomicznego w górach Kordyliery zachodniego obrzeżenia Andów w Chile (załącznik 3, punkt II-G-1 – CTA Project: Detailed Ground Investigation - Structural Study” in the Antofagasta region - Final Report, 2017). Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego okazał się być najlepszym kandydatem do realizacji prac dokumentujących warunki geologiczno-inżynierskie w wyjątkowej lokalizacji jakim jest centralna część pustyni Atakama. Unikatowy, międzynarodowy projekt naukowo-badawczy jakim jest budowa obserwatorium astronomicznego Cherenkov Array Telescopes (CTA) jest spektakularnym i trudnym wyzwaniem. Podobnie oceniam zaplanowanie i realizację badań geologiczno-inżynierskich, które stanowią jeden z etapów realizacji tego projektu. Jednocześnie badania te okazały się być doskonałą okazją do wykorzystania posiadanego doświadczenia, umiejętności i wiedzy w celu rzetelnej, ilościowej charakterystyki oddziaływań geologicznych wpływających na planowane konstrukcje teleskopów. Zasadnicze etapy projektu w postaci badań geologiczno-inżynierskich realizowane były w okresie od lutego do października 2017 r. Habilitant kierował projektem. Do zadań należało między innymi zaplanowanie i przeprowadzenie badań terenowych mając na uwadze napięty harmonogram tego etapu, ograniczony dostęp do bazy sprzętowo-aparaturowej, surowy klimat, odosobnione położenie a także odmienne względem europejskich uwarunkowania gospodarcze i społeczne. Złożony charakter zadania wymagał multidyscyplinarnego przygotowania i niezwykle, osobistego zaangażowania. Projekt badawczy zakończył się sukcesem i wysoką oceną merytoryczną ze strony Zamawiającego, tj. *European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere (ESO)*, której członkiem także jest Polska. Opracowany raport finalny zawierał 217 stron tekstu, 82 figury, 89 tabel oraz 666 stron załączników graficznych.

Dodatковым osiągnięciem w tym zakresie jest kierowanie i udział w kilkudziesięciu innych zadaniach geologiczno-inżynierskich będących efektem współpracy z biurami projektowymi z terenu całej Polski.

Wspomniany wykaz jest potwierdzeniem posiadania praktycznych umiejętności, docenianych na rynku usług geologiczno-inżynierskich.

- ***Ocena i walidacja badania parametrów prekonsolidacyjnych gruntów***

Tematyka została zapoczątkowana podczas studiów doktoranckich. Wykazano, że nie można wiązać uzyskiwanych wartości współczynnika prekonsolidacji OCR oraz naprężenia prekonsolidacji wyłącznie z historią mechanicznych obciążeń, lecz także z czynnikami diagenetycznymi i zmianami wilgotności. Szczególnym osiągnięciem było opublikowanie wyników badań w tym zakresie na łamach prestiżowego czasopisma *Engineering Geology* w 2017 r.

- ***Wykorzystanie badań geofizycznych (badań elektrooporowych) w rozpoznaniu budowy geologicznej***

Wykazano w nich, iż w przypadku skomplikowanego układu warstw tomografia elektrooporowa (ERT/ERI) nie może być jedynym sposobem oceny układu i rodzaju warstwa geologicznych, lecz wymaga walidacji metodami bezpośrednimi (sondowaniem RCPTu lub wierceniami). Udowodniono również dużą przydatność profilowania elektrooporowego sondą RCPTu do wyznaczania granic litologicznych osadów.

- ***Ustalanie cech filtracyjno-konsolidacyjnych***

Znajomość parametrów filtracyjnych gruntów jest istotna w zagadnieniach konsolidacji gruntów obejmujących estymowanie tempa oraz schematu osiadania nasyconego ośrodka gruntowego, procesach niszczenia zachodzących podczas ścinania, oddziaływania czynników dynamicznych i projektowania szczelnych barier mineralnych składowisk oraz magazynów rozmaitych substancji. Powiązано wartości przepuszczalności z typem strukturalnym gruntów

organicznych. Wykorzystano bezpośrednie pomiary osiadań korpusu drogowego do walidacji współczynnika konsolidacji i współczynnika wodoprzepuszczalności w iłach warwowych.

- **Kierowanie i udział w projektach badawczych KBN, MNiSW, i inne**

(1) „CTA Project: Detailed Ground Investigation – Structural Study”, międzynarodowy projekt międzyrządowej organizacji European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere (ESO). Projekt realizowany był na pustyni Atakama w Chile na potrzeby nowego obserwatorium astronomicznego CTA; numer kontraktu CTA/ESO/17/2017-101/JSC, 2017-2019, habilitant był **kierownikiem** projektu;

(2) „Stan skonsolidowania i mikrostruktury glin zlodowacenia środkowopolskiego rejonu Warszawa-Służew na tle ich geologiczno-inżynierskich właściwości”, projekt badawczy KBN Nr 4 T12B 062 28, 2010-2011, kierownik projektu: prof. dr hab. Ryszard Kaczyński, habilitant był **wykonawcą** w projekcie;

(3) „Stan skonsolidowania plejstocenijskich iłów warwowych rejonu Mazowsza w świetle badań polowych”, projekt badawczy KBN nr: 4 T12B 062 26, 2004-2005, habilitant był **kierownikiem** projektu;

(4) „Ocena zachowania się iłów plioceńskich w warunkach naprężeń efektywnych”, projekcie badawczym KBN nr 5 T12B 041 22, kierownik projektu: dr Marek Barański, 2003-2004, habilitant był **wykonawcą** w projekcie.

Oceniam dotychczasową aktywność naukową i zawodową jako wielokierunkową, a pozytywne efekty badań naukowych mają charakter zarówno praktyczny, jak i poznawczy. Istotną częścią pracy naukowca jest praktyczna umiejętność ich zastosowania w budownictwie i inżynierii środowiska.

Podsumowując tę część recenzji, stwierdzam, że *pozostały dorobek naukowy* dr Piotra Zawrzykraj świadczy o szerokiej systematycznej pracy w doskonaleniu warsztatu naukowego oraz o Jego istotnej pozycji i aktywności badawczej w kierowaniu rozwojem naukowym własnym i zespołu współpracującego. Biorąc pod uwagę przepisy Ustawy stwierdzam, że naukowy dorobek omówiony spełnia wymagania Ustawy z 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami, określane w przewodzie habilitacyjnym.

5.2. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i zawodowego

Osiągnięcia dydaktyczne. W okresie dziewiętnastoletniej pracy na stanowiskach adiunkta i wykładowcy, dr Piotr Zawrzykraj wykazał bardzo dobrą znajomość programu dydaktycznego w Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

W ramach obowiązków dydaktycznych prowadził zajęcia ze studentami studiów stacjonarnych:

- wykład z geologii stosowanej, w latach akademickich 2005/2006 – 2011/2012; w latach 2005-2012 koordynator przedmiotu Geologia stosowana;
- kurs terenowy z górnictwa i wiertnictwa, prowadzenie w ramach kursu zajęć w roku akademickim 2005/2006;
- ćwiczenia z geologii stosowanej, w latach akademickich 2003/2004 – 2008/2011;
- ćwiczenia z geologii inżynierskiej, w latach akademickich 2003/2004 – 2011/2012;
- ćwiczenia z projektowania i dokumentowania badań geologiczno-inżynierskich, w latach akademickich 2009/2010 – 2014/2015;
- wykład z projektowania i dokumentowania badań geologiczno-inżynierskich, w latach akademickich 2009/2010 – do dziś;
- kurs terenowy z geologii inżynierskiej, hydrogeologii i ochrony środowiska w Chełmie, prowadzenie zajęć w latach akademickich 2005/2006 – do dziś;
- specjalistyczny kurs terenowy z geologii inżynierskiej, hydrogeologii i ochrony środowiska „Wzdłuż Wisły”, prowadzenie zajęć w latach akademickich 2014/2015 – do dziś; od 2012 roku jako kierownik kursu;

3. Prowadzenie szkoleń i prezentacji dotyczących metodyki wykonywania sondowań CPT i wierceń badawczych na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w latach 2012-2015.

- Aktywny udział w corocznych Piknikach Geologicznych organizowanych przez Wydział Geologii UW w ramach Festiwalu Nauki promujących geologię (edycje 2014-2018).
- Aktywny udział w Pikniku Naukowym Odkryj UW! Kampus Ochota w ramach obchodów 200-lecia UW organizowanym przez Wydział Geologii UW 2016.
- Wspieranie działalności Koła Naukowego Hydrogeologów, w postaci terenowych zajęć dydaktycznych, spotkań oraz bezpośredniej pomocy w organizowaniu i wykonywaniu badań hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich w rejonie ursynowskiego odcinka Skarpy Warszawskiej – listopad 2017 roku i maj 2018 roku.

Był promotorem 38 prac magisterskich oraz 5 + 9 prac inżynierskich. Łącznie recenzował 23 prace dyplomowe magisterskie i inżynierskie.

Liczba godzin ćwiczeń, praktycznych oraz wykładów przeprowadzona w latach akademickich 2005/2006 -2018/2019 (przy rocznym pensum 210 godzin) 3899 godziny.

W latach 2018-2019 Habilitant był jedną z osób zaangażowanych w tworzenie programu kształcenia w ramach Projektu „Program zintegrowanych działań na rzecz rozwoju Uniwersytetu Warszawskiego” stworzonego przez Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Uwzględniając osiągnięcia dydaktyczne i edukacyjne, omawiany zakres pracy akademickiej dr Piotra Zawrzykraj oceniam bardzo pozytywnie.

Osiągnięcia organizacyjne i zawodowe. Istotne znaczenie działalności popularyzatorskiej i zawodowej pracownika naukowego i dydaktycznego uniwersytetu polega na prezentacji wyników badawczych i zagadnień interdyscyplinarnych między geologią inżynierską i środowiskiem oraz zagadnieniami przyrodniczymi. Szczególnie Habilitant wykazał aktywność popularyzowania nauki na konferencjach krajowych, międzynarodowych i aplikacji metod in situ, na krajowych sympozjach i konferencjach branżowych. Wyraża się to czynnym uczestnictwem w dyskusjach naukowych na 3 konferencjach międzynarodowych i 16 krajowych. W tym mieści się, co najmniej 14 wygłoszonych referatów i przedstawienie 4 posterów. Udział w pracach programowych i organizacyjnych 2 konferencji krajowych.

Jest członkiem krajowych organizacji i towarzystw naukowych:

1. Polskiego Komitetu Geologii Inżynierskiej i Środowiska, gdzie pełni funkcję Członka Zarządu, a od 2 marca 2014 do dzisiaj jest skarbnikiem,
2. Polski Komitet Geotechniki, od 2014 roku, Członek.

Był członkiem komitetu organizacyjnego Sesji jubileuszowej „50 lat Geologii Inżynierskiej na Uniwersytecie Warszawskim” - Warszawa, 26 września 2008.

W sumie, świadczy to o twórczym zaangażowaniu Habilitanta i potrzebie systematycznego postępu w praktycznym wdrażaniu interdyscyplinarnej działalności naukowej nie tylko w zakresie geologii inżynierskiej, ale istotnej do integracji środowiska akademickiego.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Przedstawiona przez Habilitanta monografia pt.: „Zróżnicowanie właściwości fizycznych i mechanicznych iłów warwowych „zastoiska warszawskiego” w świetle badań terenowych”, jako główne osiągnięcie naukowe, bardzo dobrze uzupełnione dorobkiem publikacyjnym w czasopiśmie o charakterze poznawczym i aplikacyjnych, zawiera oryginalne wyniki badań doświadczalnych. Za najważniejsze osiągnięcie naukowe i elementy wnoszące oryginalny wkład w dziedzinie Nauk o Ziemi w dyscyplinie Geologia, uważam opracowanie przez Habilitanta metodyki i programu badań naukowych w warunkach in situ nad zagadnieniem struktury anizotropowych gruntów bardzo

spoistych w aspekcie wpływu na ściśliwość, parametry wytrzymałościowe i prekonsolidacyjne. Na dobrym przykładzie odmiennych typów litogenetycznych iłów warwowych na poligonie doświadczalnym „zastoisko warszawskie”, reprezentującymi różne struktury litologiczne i strefy sedymentacyjne w jeziorze zaporowym, dowiedziono istotności zależności struktury między parametrami uzyskanymi w wyniku zastosowanie różnych technik badawczych oraz w przeprowadzonych analizach statystycznych.

Całość dorobku naukowego i aplikacyjnego, będące wynikiem dotychczasowej działalności naukowej Habilitanta, wnosi nowy, istotny interdyscyplinarny wkład w dziedzinę wiedzy, którą uprawia od kilkunastu lat. Są to badania nowatorskie w skali naszego kraju.

Pozostały dorobek naukowo-badawczy, dydaktyczny, organizacyjny i zawodowy, a szczególnie aplikacyjny, jest wysoki i znaczący do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego w postaci oryginalnej monografii oraz aktywności naukowej a także dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i zawodowego oraz aplikacyjnego stwierdzam, że dr Piotr Zawrzykraj spełnia wymagania stawiane kandydatom do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk o Ziemi w dyscyplinie Geologia, określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2005 r. Nr 164, poz. 1365) z późniejszymi zmianami.



Bydgoszcz, 9 sierpnia 2019 roku.