

Warszawa, 10 lipca 2020 r.

dr hab. Paweł Dobak, prof.ucz.

Wydział Geologii

Uniwersytet Warszawski

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Jacka Stanisza

Przedstawiona do oceny rozprawa pt: „**Analiza położenia powierzchni poślizgu osuwiska na podstawie zmian ciśnienia porowego w warunkach geologiczno-inżynierskich fliszu karpackiego**” przygotowana została w Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska w Katedrze Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej. Promotorem pracy jest dr hab. inż. Zenon Pilecki, profesor Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, a promotorem pomocniczym dr inż. Robert Kaczmarczyk z Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH.

Recenzję przygotowano w nawiązaniu do decyzji Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 27 kwietnia 2020 r. w sprawie powołania mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Jacka Stanisza (pismo WGGiOŚ-dz.0154-126/2020) oraz na podstawie umowy z dnia 11. V. 2020 r. zawartej między Akademią Górniczo – Hutniczą reprezentowaną przez Dziekana Wydziału prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza, a dr hab. Pawłem Dobakiem prof. ucz. w Uniwersytecie Warszawskim na Wydziale Geologii.

Tekst recenzowanej rozprawy podzielony został na 8 rozdziałów; praca zawiera też spis 150 pozycji literatury, streszczenie i abstrakt w języku angielskim oraz Załączniki A i B prezentujące wyniki zmian pomiaru ciśnienia porowego na osuwiskach w Tęgoborzu – Juście oraz w Sierczy. Łącznie prezentowana praca obejmuje 114 stron. Treść ilustrowana jest 48 rysunkami, 12 tabelami oraz 4 fotografiami.

Analizowana rozprawa stanowi **studium** zagadnienia opartego zarówno na przeglądzie tytułowej problematyki w nawiązaniu do licznie cytowanych publikacji, jak i na przedstawieniu badań własnych Autora. Były one przeprowadzone na dwóch poligonach badawczych zlokalizowanych na karpackich osuwiskach w miejscowościach: Tęgoborze oraz Siercza.

Zagadnienie określania lokalizacji przestrzennej powierzchni osłabień, wzdłuż których rozwijają się ruchy masowe jest kluczowe dla właściwego prognozowania zagrożeń osuwiskowych. Liczne doświadczenia wskazują, że poszukiwanie powierzchni poślizgu oparte o różne, klasyczne metody obliczeń pozwala wprawdzie na określenie strefy minimalnego oporu na ruchy przesuwne, lecz geometrycznie warunkowane założenia dotyczące powierzchni poślizgu powodują, że prognozy są często nietrafne, zarówno *in plus* jak i *in minus*. Na tym tle wyróżnia się np. metoda Janbu, której stosowanie wymaga określenia powierzchni poślizgu na podstawie geologicznych i geomechanicznych przesłanek. Stąd różnorodne prace mające na celu fizyczne określenie powierzchni poślizgu mają bardzo istotne znaczenie. Założeniem przyjętym przez Autora, opartym także na publikowanych badaniach z różnych stron świata, jest próba lokalizowania powierzchni poślizgu na podstawie pomiarów zmian wartości parametrów ciśnienia porowego w profilu gruntu w powiązaniu ze zmiennością opadów. Testowanie powyższego założenia oprócz przeprowadzania wspomnianych pomiarów odnoszono do profilu geologicznego, zapisów inklinometrycznych, a w sposób pośredni do numerycznego modelowania stateczności.

Rozdział 1 – Wstęp zawiera krótkie wprowadzenie w zagadnienie i przedstawia zakres zarówno metodyczny jak i regionalny podjętego programu badawczego. Wykorzystywanym do badań własnych instrumentarium jest sondowanie CPTU, wiercenia penetracyjne w okresowo uaktywnianym koluwium, a także obserwacje stacji opadowych oraz zapisy inklinometrów rejestrujących w funkcji czasu dynamikę przemieszczeń zboczy. Poligony badawcze wybrano na obszarze dwóch aktywnych osuwisk, dobrze udokumentowanych w toku wieloletnich obserwacji. Tak więc spodziewane wyniki ukierunkowane były na ocenę przydatności pomiarów CPTU do określania powierzchni poślizgu, a także charakterystykę tych zależności w skomplikowanym, wysoce zmiennym strukturalnie ośrodku, jakim są zwietrzeliny i koluwia rozwinięte na fliszowych utworach karpackich.

W **rozdziale 2** przedstawiono **cel i zakres badań oraz tezy rozprawy doktorskiej**. Trudności i w pewnym sensie oryginalność prowadzonych prac wynika z wybrania do analiz bardzo złożonego strukturalnie ośrodka gruntowego. Jego niejednorodność powodowała, że zakończenie sukcesem sondowań oscylowało w granicach 50% przeprowadzonych prac terenowych. Uzasadnia to poddanie dalszym interpretacjom stosunkowo skromnego materiału i wyznacza studialny charakter przedstawionego opracowania. Wyróżnione przez Doktoranta trzy tezy obejmują:

- sprawdzenie możliwości określania położenia powierzchni poślizgu na podstawie anomalii charakterystyk ciśnień porowych w profilu zwietrzelin fliszu karpackiego;
- ocenę przydatności stosowania względnego wskaźnika ciśnienia porowego;
- ocenę uzyskiwanych wyników na tle innych metod wyróżniania powierzchni poślizgu.

Takie sformułowanie też pokazuje realistyczne podejście Autora do możliwości oceniania lokalizacji powierzchni poślizgu w trudnym pod względem geologicznym i geomechanicznym środowisku.

W **rozdziale 3** naszkicowano **mechanizm uruchomienia procesu osuwiskowego w przypowierzchniowej części fliszu karpackiego.**

Autor na początku nawiązuje do dość zgeneralizowanego podziału stref zwietrzelinowych - powołując się na prace Dziewańskiego i Thiela. Podział na 4 strefy trafnie odzwierciedla kluczowe uwarunkowania strukturalne ruchów masowych związane ze stopniem dezintegracji i przemian ośrodka skalno - gruntowego. W świetle istniejącej literatury ograniczenie się do tego podziału pozostawia jednak pewien niedosyt. Wskazane byłoby nawiązanie do bardziej szczegółowych klasyfikacji zawartych m.in. w szeregu pracach, a ostatnio w przeglądowym podręczniku Kaczyńskiego (2017), gdzie oprócz syntetycznego, jakościowego profilu podano ilościowe wskaźniki stopnia zwietrzenia. Dodatkowym i bardzo istotnym czynnikiem wskazującym na złożoność tych procesów na zboczach stanowi pełzanie, które jest przedmiotem coraz szerszego zainteresowania zarówno w nauce jak i praktyce inżynierskiej.

Przechodząc do uwarunkowań geomechanicznych Doktorant odwołuje się do kryterium Coulomba – Mohra jako uniwersalnego i ugruntowanego poprzez liczne doświadczenia sposobu opisu procesu ścinania. Proces ten traktowany jest jako dominujący mechanizm w zagadnieniach osuwiskowych, co jest słuszne przy gwałtownym przebiegu ruchu masowego, natomiast nie w pełni odpowiada warunkom często współwystępującego pełzania materiału koluwalnego. Po przypomnieniu powszechnie znanych zależności (rys. 3.1 wraz z komentarzem tekstowym) Autor przechodzi do bardziej złożonych uwarunkowań dotyczących stanu naprężenia i wytrzymałości na ścinanie w układzie dwufazowym (szkielet – woda) oraz trójfazowym: szkielet – woda i powietrze w przestrzeni porowej. Rozwinięcie kompleksowych rozwiązań zaproponowanych przez Fredlunda nieczęsto znajduje doświadczalne przełożenie w badaniach prowadzonych w laboratoriach. Niemniej konsekwencje wytrzymałościowe występowania układu trójfazowego zostały omówione przez Doktoranta i zilustrowane graficznie na cytowanym rys. 3.3 (wg Alonso i in.1990). W omawianym rozdziale wymieniono także przyczyny i klasyfikacje procesów osuwiskowych ze

zwróceniem uwagi na specyfikę geologiczną karpackich zboczy, a także stosowane, różnorodne metody badawcze. Zamieszczony przykładowy rysunek 3.4 pokazujący zapisy inklinometryczne wymagałby szerszego komentarza. Co należy bowiem rozumieć przez przemieszczenia poprzeczne i co oznaczają odchylenia A i B ?

Rozdział kończy wymienienie typów sondowań, które mogą być wykorzystywane m.in. do określania powierzchni nieciągłości w profilu głębokościowym, co w odniesieniu do sondowań CPTU stanowi bezpośrednio nawiązanie do pracy badawczej Doktoranta.

Obszerny **rozdział 4** poświęcony jest różnorodnym aspektom geomechanicznym i metodom oraz technikom pomiaru ciśnienia porowego w nawiązaniu do procesu osuwiskowego. Zagadnienie wpływu wody na warunki stateczności analizowane jest w ujęciach Skempton, Urciuoli, Ng, Wanga i Sassa. Dotyczy przede wszystkim zmian sił związanych z ciśnieniem porowym (dodatnim i ujemnym) oraz spadkiem hydraulicznym, a także tworzeniem się wiodących i drugorzędnych stref ścięć. Nie rozpatrzono natomiast szerzej wpływu wody na zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów, co stanowi istotny czynnik przekraczania warunków równowagi w ośrodku gruntowym .

W rozprawie cytowanych jest szereg dobrze udokumentowanych w literaturze odniesień do jakościowych relacji pomiędzy dynamiką zjawisk opadowych, zmianami ciśnienia porowego oraz uruchamianiem przemieszczeń wzdłuż powierzchni ścięć. Zagadnienia te są omawiane zarówno w nawiązaniu do połowych zapisów obserwacyjnych w Polsce i w innych krajach jak i modelowania numerycznego prowadzącego do wskazywania przypuszczalnych stref przemieszczeń plastycznych.

Najistotniejszymi aspektami prezentowanymi w rozdziale 4 są szeroko omówione zagadnienia metodyczne związane z terenowymi pomiarami *in-situ* zmian ciśnienia porowego w gruncie. Najpierw prezentowana jest technika wielopunktowego pomiaru w profilu otworu wiertniczego. Uzupełnienia wymaga tu określenie jakich gruntów spoistych dotyczą pomiary oraz jak przekazywane są wartości ciśnień porowych na czujnik?

Następnie Doktorant omawia najważniejsze z punktu widzenia własnych badań zagadnienia pomiaru ciśnienia porowego w toku sondowań CPTU. Cytowane na początku wzory 4.1 i 4.2 opisują relacje naprężeń radialnych i obwodowych, nie zaś jak podano w tekście „sposoby deformacji”. W zapisie wzoru 4.2 brakuje też symboli oznaczających naprężenia efektywne. Przedstawione w tekście schematy i wyjaśnienia w nawiązaniu do modeli prezentowanych w literaturze podejmują problem ściskania i ścinania w różnych strefach w otoczeniu pogrążanego stożka sondy w gruncie. Zagadnienie to jest bardzo istotne w zrozumieniu fizycznego sensu mierzonych wartości i pokazuje, że stosowany sposób wymuszenia reakcji gruntu daje w efekcie tylko pewne wartości wskaźnikowe. Są

one jednak miarodajne przy wyznaczaniu anomalnych stref zachowania gruntu, co jest podstawową tezą omawianej rozprawy.

Dla pełniejszego scharakteryzowania problematyki pomiarów ciśnienia wody w porach gruntu w warunkach *in situ* Doktorant przedstawił przegląd i ocenę 7 typów czujników konstruowanych z wykorzystaniem różnych fizycznych założeń. Oparł się tu na studiach literaturowych, których wyniki zamieścił w przeglądowej publikacji własnej z 2015 r. Interesujące jest przedstawienie założeń fizycznych aparatury pomiarowej. Autor wskazuje na wady i zalety prezentowanych rozwiązań, a także aspekty metrologiczne. Z uwag szczegółowych wyjaśnienia wymagają przytoczone jednostki wielkości stosowanych we wzorze 4.4 (analiza wymiarowa). Odwołanie się w rozprawie do całego wachlarza różnorodnych pomiarów nie jest (za wyjątkiem badań CPTU) bezpośrednio związane z metodyką dalej prezentowanych badań doświadczalnych Doktoranta. Może natomiast stanowić materiał wyjściowy do programowania dalszych badań, co sygnalizowane jest w zakończeniu pracy. Zestawienie porównawcze w tab. 4.1 podstawowych parametrów różnych typów czujników umożliwia dzięki podaniu dokładności, rozdzielczości i zakresów pomiarów określenie wartości błędów względnych w zastosowaniu do konkretnych, różnych sytuacji geologiczno – inżynierskich.

W **rozdziale 5** omówiono **metodykę** realizacji tytułowego zadania badawczego. Dwa poletka doświadczalne usytuowano na dobrze uprzednio udokumentowanych obszarach osuwiskowych. Wybrano je tak, by możliwe było porównanie wyników autorskich sondowań CPTU z profilem geologicznym oraz rezultatami pomiarów inklinometrycznych, piezometrycznych oraz obserwacjami z pobliskich posterunków opadowych. Pozwala to na uwzględnienie podstawowych czynników warunkujących okresowe przemieszczenia na powierzchniach ścięć i nieciągłości rozwijających się w materiale koluwalnym. Wieloaspektowy sposób podejścia do rozwiązania zadania badawczego czytelnie zilustrowano na rys. 5.1.

Następnie w bardzo skrótovej formie wyliczono badania laboratoryjne, których celem miało być określenie charakterystyk fizyczno – wytrzymałościowej gruntów występujących w analizowanych profilach. W ocenie tej części programu badawczego należy zaznaczyć pewne dyskusyjne i krytyczne uwagi.

Pominięto (lub nie wspomniano) o konieczności scharakteryzowania zróżnicowanej wilgotności w profilu gruntowym. Zmiany stopnia wilgotności w warunkach opadowego „nawadniania” gruntu mają kluczowe znaczenie w interpretacjach efektów związanych z anomaliami ciśnienia porowego obserwowanymi w sondowaniach CPTU.

Z jakich badań określono stan gruntu przytoczony później w tab. 6.2 i 7.1, który jest bardzo istotny ze względu na wzbudzone parametry ciśnienia wody w porach. Czy metoda stożka jest tu wystarczająca?

Wyznaczanie parametrów coulombowskich w aparacie bezpośredniego ścinania pozwala odnieść się tylko do wartości całkowitych, a nie efektywnych. Jak to uproszczenie wpływać będzie na wyniki modelowania przemieszczeń? Zakłada się bowiem, że to właśnie zmiany wilgotności i stanu gruntu m.in. inicjują rozwój ruchów masowych.

Pełzanie i ścinanie występuje przede wszystkim wtedy, gdy nadwyżka ciśnienia porowego nie jest jeszcze rozproszona. Jaka jest więc relacja stosowanych parametrów całkowitych do efektywnych?

Przy jakich wartościach naprężenia normalnego konsolidowano i ścinano badane próbki? Czy obciążenia były dobierane z uwzględnieniem stanu naprężenia w profilu gruntowym?

Interesujące byłoby uzasadnienie przyjmowanego w badaniach czasu trzech godzin konsolidacji przed rozpoczęciem przykładania naprężenia poziomego (ścinającego).

Czy uwzględnione w programie badawczym wyniki badań współczynnika filtracji mogą być tu pomocne?

Te zagadnienia metodyczne powinny być wyjaśnione w przebiegu obrony pracy. Istotne jest to szczególnie obecnie, gdy w programowaniu badań stosuje się zarówno stare standardy (normy z serii PN) jak i powiązane z EC-7 specyfikacje ISO.

Omawiana dalej technika sondowań CPTU jest niewątpliwie bliższa Doktorantowi, na co wskazuje opis zabiegów przygotowujących do pomiarów ciśnienia/podciśnienia wody w sąsiedztwie wciskanego w grunt stożka. Wspomniano też o wykonywaniu pomiarów kontrolnych, zarówno przed jak i po badaniu. Nasuwają się przy tym pytania. Jak założenia oraz wyniki pomiarów kontrolnych są wykorzystywane w interpretacjach bądź ocenie miarodajności pomiarów właściwych? Jak opory q_c pod stożkiem i f_s na tulei wpływają na wyniki pomiarów ciśnienia porowego w standardowych warunkach wciskania sondy?

W dalszej części rozdziału 5 wskazano na podstawowe założenie programu badawczego, jakim jest porównywanie uzyskiwanych wartości wskaźników ciśnienia wody w sąsiedztwie pogrążanego stożka w okresach bez opadów oraz po ich wystąpieniu.

Definicja wprowadzonego przez Doktoranta wskaźnika względnego ciśnienia porowego u_2^R i wyznaczanych na jego podstawie anomalii oparta jest o porównanie mierzonych ciśnień odnoszonych do wartości całkowitego naprężenia geostatycznego na danej głębokości. Warto zauważyć, że w świetle definicji określonej wzorem 5.1 zarówno podciśnienia jak i nadwyżki ciśnienia, o ile mają tę samą wartość bezwzględną, skutkują taką samą wartością wskaźnika u_2^R . Jest to więc formuła podkreślająca wartość różnic, przydatna

dla określania i porównywania anomalii. Natomiast nie ilustruje ona odrębnego kontekstu fizycznego powstawania ciśnień dodatnich i ujemnych.

W objaśnianiu tego kluczowego dla zaproponowanej metodyki parametru rozwinięcia wymagają przesłanki przyjmowania wartości współczynnika korekcyjnego $a=2$, a także określania liczby pomiarów „I” na danej głębokości w zrealizowanym programie badawczym.

Rozdziały 6 i 7 przedstawiają dwa wybrane poligony badawcze, na których w nawiązaniu do ich geodynamicznej charakterystyki zrealizowano autorski program rejestracji sondą CPTU ciśnienia porowego oraz interpretacji jego zmienności. Uzyskane wyniki porównane zostały z profilem geologicznym i zapisami inklinometrów. Dla potwierdzenia możliwości występowania we wskazanych strefach powierzchni ścięcia wykonano numeryczne modelowania ukierunkowane na określenie prędkości przemieszczeń i możliwych powierzchni poślizgu. Wyjaśnienia wymagają m.in. kryteria lub sposób wyznaczenia tzw. stałych materiałowych. Czy ich znaczące różnice w stosunku do wartości parametrów z badań wynikają z zastosowania tzw. metody redukcji parametrów? Jak można uzasadnić zróżnicowanie redukcji w odniesieniu do parametrów Φ i c ?

Porównanie wyników sondowań CPTU z poletek doświadczalnych na osuwiskach w Tęgoborzy oraz Sierczy wskazuje na znaczące zróżnicowanie charakterystyk ciśnienia porowego. Istotnym zagadnieniem jest sposób zinterpretowania ujemnych wartości ciśnienia porowego w lepiej nawodnionym ośrodku (po opadach). Przeprowadzone obserwacje dyssypacji ciśnienia porowego na osuwisku w Tęgoborzu pokazują na stopniową „odbudowę” wartości tego parametru po kilku, kilkunastu minutach. Uzyskane dane doświadczalne nasuwają szereg pytań:

- Jaki jest generalnie sens fizyczny obserwowanych wzrostów lub spadków ciśnienia porowego?
- Czy rejestrowane podciśnienia są konsekwencją specyficznego „wymuszenia”, jakim są znormalizowane warunki pogrążania stożka w gruncie?
- Czy zdaniem Doktoranta przyczyn zróżnicowania charakterystyk ciśnienia porowego w „okresach” mokrych i suchych poszukiwać należy w wykształceniu litologicznym, stanie gruntów, łatwiejszym rozpraszaniu się nadwyżek ciśnienia porowego wzdłuż powierzchni strukturalnych nieciągłości?
- Czy zmiany wypadkowych kierunków ruchów osuwiskowych w profilach głębokościowych można wiązać z odpowiednim zróżnicowaniem parametrów ciśnienia porowego?
- Czy otrzymane wartości ciśnienia porowego charakteryzują stan zmian naprężenia efektywnego powodującego ścinanie? Istnienie podciśnień, jak wcześniej podano interpretować można jako czynnik chwilowo zwiększający spistość gruntu.

- Jakie znaczenie mają wartości średnie ciśnienia porowego dla dwóch stanów zawilgocenia. Czy przyjęcie stałej wartości średniej w płytkiej strefie aeracji (rys. 6.2) jest zgodne z wynikami pomiarów?

Próba fizycznego opisu zjawisk zachodzących w trakcie pogrążania stożka jest przedmiotem szeregu analiz teoretycznych. W recenzowanej pracy w ośrodku gruntowym o znacznej zmienności strukturalnej (jawne lub ukryte powierzchnie nieciągłości w zwietrzelinie i koluwiach) udokumentowano nietypowe zachowania. Uzyskane wyniki wymagają w przyszłości zarówno kontynuowania doświadczeń jak i rozszerzenia opisów teoretycznych. Doktorant zdaje sobie z tego sprawę zamieszczając w **podsumowaniu (rozdz. 8)** informacje o dalszych planach badawczych odbiegających nieco od tezy rozprawy, lecz bazujących (chyba słusznie) na większej wartości poznawczej monitorowania pól fizycznych: ciśnienia porowego, temperatury i oporności elektrycznej.

Niemniej fizyczne próby wyjaśnienia uzyskanych w opisywanych badaniach anomalii także wydają się niezbędne.

Rozprawa generalnie zredagowana została w sposób jasny i czytelny. W trakcie lektury napotkano na szereg uproszczeń w określaniu i wyjaśnianiu różnych zagadnień z zakresu mechaniki gruntów i stosowanej terminologii. Zauważyłem też pewne niekonsekwencje lub pomyłki w numeracji i kolejności figur i tabel. Są to szczegóły, które nie powinny być przedmiotem drobiazgowych zapisów w recenzji pracy. Moje notatki i sugestie traktowane jako poprawki redakcyjne przekażę Autorowi do wykorzystania w przygotowaniu rozprawy lub jej części do druku.

Należy stwierdzić, że Doktorant włożył dużo staranności w syntetyczne przedstawianie złożonej problematyki uwzględniając różnorodne aspekty w uporządkowanej redakcji tekstu, a w warstwie ilustracyjnej łącząc często na jednym rysunku mapki, wykresy i fotografie.

Tło geologiczne oparte na bogatej literaturze wydaje się niekiedy zbyt ogólne, kosztem ograniczenia dokładnej charakterystyki utworów przypowierzchniowych z badań własnych. Opisywane w pracy procesy zachodzą bowiem w stosunkowo płytkiej strefie i związane są zarówno z mikro-ścięciami jak i generalnie z mechanizmami pełzania.

Szereg przedstawionych uwag dyskusyjnych stanowi jednocześnie pewną miarę złożoności i nowatorskiego charakteru zadania podjętego w niniejszej pracy.

Za podstawowe walory pracy uważam:

- Interesujący, rozwojowy kierunek badawczy;
- Umiejętności zaprogramowania i przeprowadzenia nietypowych badań w trudnym do sondowań niejednorodnym ośrodku - prace terenowe Jacka Stanisza przynoszą nowe, choć nie zawsze jednoznaczne wyniki w odniesieniu do skomplikowanego strukturalne ośrodka, jakim są okresowo aktywne kolumwia i zwietrzliny rozwinięte na fliszu karpackim;
- Wprowadzenie wskaźnika względnego ciśnienia porowego u_2^R , stwarzającego perspektywy lepszego selekcjonowania anomalii związanych ze strukturalnymi niejednorodnościami w badanym ośrodku gruntowym;
- Zaprezentowana w pracy doktorskiej tematyka jest wyczerpująco odnoszona do literatury przedmiotu, zarówno w aspekcie metodycznym jak i regionalnym. Uwzględniono rozwój wiedzy, co najmniej w okresie ostatnich 20 – 30 lat, często w powiązaniu z klasycznymi wcześniejszymi poglądami i pracami. Postęp badań jest przedstawiany poprzez przytaczanie zarówno doniesień publikowanych na bieżąco w materiałach konferencyjnych lub regionalnych opracowaniach jak i syntetycznych prac w czasopiśmie naukowych o zasięgu światowym, takich jak: „Geotechnique”, „Engineering Geology”, „Canadian Geotechnical Journal” i w szeregu innych. Zróżnicowany charakter materiałów źródłowych wskazuje na aktualność podjętej w dysertacji tematyki i obecność jej w głównym nurcie problematyki badawczej zarówno w kraju jak i na świecie.

Zawarte w niniejszej recenzji analizy pozwalają stwierdzić, że przedstawiona jako dysertacja doktorska praca Pana mgr. inż. Jacka Stanisza odpowiada wymaganiom zawartym w „Ustawie z dn. 14. III. 2003 r. o stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki” (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.).

Wnioskuje o dopuszczenie Pana mgr inż. Jacka Stanisza do dalszych etapów przewodu doktorskiego oraz publicznej obrony prezentowanych tez.

