

Warszawa, 31.08.2018 r.

Dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. SGGW

Katedra Geoinżynierii, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzja pracy doktorskiej mgr. inż. Konrada Piechowicza

pt. „Określenie wpływu zastosowania wybranych spoiw na wzmacnianie gruntów”

1. Wstęp

Recenzję pracy doktorskiej mgr. inż. Konrada Piechowicza pt. „*Określenie wpływu zastosowania wybranych spoiw na wzmacniania gruntów*” opracowałem na zlecenie Zastępcy Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach z dnia 20-07-2018 r. (pismo L.dz. Nr DITW.RN.55/2018), realizującego uchwałę nr 763/2018 Rady Naukowej ITP z dnia 27 czerwca 2018 roku.

Opiniowana praca zawiera 139 stron druku formatu A4, w tym spis cytowanej literatury oraz wykaz ważniejszych symboli i oznaczeń parametrów geotechnicznych. Ponadto, do pracy dołączono płytę CD z elektroniczną wersją jej zawartości w pliku .pdf oraz obszernych 24 załączników zawierających wyniki badań w postaci arkuszy kalkulacyjnych Excel, przedstawiających tabelaryczne zestawienia wyników pomiarów i wykresy.

Celem pracy postawionym przez Autora było: „...*poznanie wpływu stosowania wybranych spoiw wiążących na wytrzymałość zmodyfikowanych gruntów, które posłużą jako materiał konstrukcyjny do budowy dróg rolniczych, przywałowych oraz nasypów ziemnych w budownictwie wodno-melioracyjnym*”.

Hipoteza badawcza: „...*że dodanie spoiw do gruntów wpłynie na ich właściwości mechaniczne, spowoduje wzrost ich wytrzymałości na ściskanie i pozostałe parametry techniczne, co zwiększy zakres możliwości wykorzystania ich w budowie dróg gruntowych.*”

Dla osiągnięcia powyższego celu i udowodnienia postawionej hipotezy pracy, Doktorant przeprowadził prace studialne, oraz szeroki zakres badań terenowych i laboratoryjnych, z uwzględnieniem trzech rodzajów gruntów i aż ośmiu kombinacji spoiw do ich stabilizacji. Praca zawiera również rachunek błędów i analizę statystyczną wyników badań oraz dyskusję, wnioski i zalecenia aplikacyjne.

2. Treść i charakterystyka pracy

Praca doktorska mgr. inż. Konrada Piechowicza składa się ze spisu treści, dziewięciu rozdziałów, przy czym ostatni rozdział stanowi spis literatury obejmującej 127 pozycji, w tym 62 zarządzeń, norm i wytycznych. Praca układa się w logiczną całość łączącą elementy mechaniki gruntów, budownictwa ziemnego i drogowego oraz spoiw do stabilizacji gruntów i technologii robót ziemnych.

Rozdział pierwszy – *Wstęp* (2 strony), zawiera uzasadnienie wyboru i wprowadzenie do tematyki pracy, określenie jej celu, przyjętą hipotezę badawczą oraz pytania ukierunkowujące problem badawczy. We wprowadzeniu przedstawiono znaczenie rozbudowy i zapewnienia odpowiedniego stanu technicznego infrastruktury drogowej dla rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego. Autor wskazuje na problemy związane z infrastrukturą drogową pojawiające się w okresie eksploatacji, ich przyczyny i znaczenie stabilizacji gruntów w drogownictwie. Słusznie wskazuje że często przyczyną złego stanu technicznego nawierzchni gruntowych i podbudów nawierzchni istniejących są błędy popełniane na etapie projektowania dróg i niewłaściwe przeprowadzenie robót ziemnych. Wskazuje też na fakt, że pojawianie się na rynku nowych spoiw stwarza dodatkowe możliwości w zakresie stabilizacji gruntów.

Następnie wyprowadza cele, zakres i hipotezę pracy, wskazując że stosowanie wybranych spoiw wiążących wpływa na wytrzymałość zmodyfikowanych gruntów. Zaplanowane w ramach rozprawy doktorskiej prace badawcze pozwoliły określić, jaki wpływ na nośność badanych gruntów będą miały spoiwa i czy kombinacja różnych spoiw spowoduje efekt synergiczny w postaci wzmocnienia gruntu, oraz jaki wpływ na wytrzymałość mieszanek, będą miały ujemne temperatury i stan uwilgotnienia. Tak sformułowane cele i hipoteza wymagały przeprowadzenia bardzo szerokiego zakresu powtarzalnych badań różnych mieszanek i analizę tych wyników.

Rozdział drugi – *Analiza stanu wiedzy na podstawie przeglądu literatury* (17 stron) obejmuje przegląd literatury dotyczącej stabilizacji podłoża gruntowego stanowiącego podbudowę nawierzchni drogowych oraz jako nawierzchnie dróg gruntowych. Doktorant przeanalizował literaturę głównie w języku polskim, co ze względów poznawczych jest mankamentem pracy, jednak wskazuje że podjął problematykę stabilizacji gruntów w nawiązaniu do polskich uwarunkowań klimatycznych, gruntowych i organizacyjnych. W pierwszym podrozdziale nawiązano do klasyfikacji grup nośności podłoża gruntowego G nawierzchni - w zależności od wysadzinowości oraz konstrukcji nawierzchni podatnych na podbudowie z gruntu stabilizowanego - w zależności od natężenia ruchu. Wskazano na częste potrzeby poprawy warunków gruntowych, głównie w zakresie nośności oraz odporności na działanie wody i mrozu

w okresie wieloletniej eksploatacji. Doktorant wskazuje że poprawę tą można uzyskać stosując stabilizację gruntów spoiwami. W kolejnych podrozdziałach szczegółowo omówiono stabilizację gruntów z wykorzystaniem spoiw: cementem, wapnem, popiołami lotnymi, spoiwem hydraulicznym z dodatkami pucolanowymi CQ-25, spoiwami hydraulicznymi z dodatkiem spoiwa chemicznego EN-1, spoiwem hydraulicznym z dodatkiem jednowymiennym K-1 oraz spoiwem hydraulicznym z dodatkami polimerowymi. Przy omawianiu poszczególnych spoiw przedstawiona została ich charakterystyka oraz ograniczenia i warunki stosowania. Doktorant wskazuje nadal na odczuwalny brak naukowego podejścia do wzmacniania gruntów w określonych uwarunkowaniach i dziedzinie, tym bardziej że podbudowy i nawierzchnie gruntowe stabilizowane nowoczesnymi spoiwami muszą odpowiadać stawianym im wymaganiom technicznym przez długi okres eksploatacji. Zdaniem Doktoranta, w literaturze brakuje wyników badań wpływu działania spoiw stabilizujących w szerokim zakresie, z uwzględnieniem różnych rodzajów gruntów nie tylko z pojedynczymi spoiwami, ale również z kombinacjami kilku dodatków (spoiw) w jednej mieszance, oraz określeniem parametrów geotechnicznych gruntów stabilizowanych.

Rozdział trzeci – *Metodyka badań* (14 stron), dotyczy omówienia metodyki badań wykonanych na potrzeby rozprawy. We wprowadzeniu przedstawiono materiał wyjściowy do badań, obejmujący grunty: niewysadzinowe (niespoiste), wysadzinowe (spoiste) i tzw. wątpliwe. Wskazano również opisowo miejsca poboru ww. gruntów wykorzystanych do badań, brakuje jednak mapki z zaznaczeniem lokalizacji tych miejsc. Dlaczego do badań nie wykorzystano gruntów z konkretnych obiektów, z dróg rolniczych lub melioracyjnych? Badania geotechniczne gruntów obejmowały: właściwości fizyczne, skład granulometryczny, zagęszczalność w aparacie Proctora oraz wytrzymałość na ścinanie w aparacie skrzynkowym. Badania mieszanek grunt-spoivo obejmowały wyznaczenie: wytrzymałości na ściskanie (badanie jednoosiowe), wytrzymałości na rozciąganie (metoda poprzecznego ściskania), współczynnika mrozoodporności, współczynnika nasiąkliwości oraz współczynnika filtracji. Do badań przyjęto standardowe metodyki, co umożliwia porównywanie wyników i formułowanie wniosków dotyczących postawionych celów i udowodnienia hipotezy badawczej. Takie założenie uznają za poprawne.

Rozdział czwarty – *Wyniki badań gruntów przewidzianych do stabilizacji* (18 stron). W rozdziale tym przedstawiono szczegółowe wyniki badań trzech gruntów wybranych jako materiał wyjściowy do stabilizacji, tj.: grunt niewysadzinowy – piasek, grunt wysadzinowy – glina piaszczysta oraz grunt wątpliwy – rumosz gliniasty (glina piaszczysta/piasek gliniasty). Wykonane serie badań dla wszystkich gruntów obejmowały analizę makroskopową oraz

oznaczenie parametrów: gęstość objętościowa, gęstość właściwa, wilgotność, skład granulometryczny oraz badanie parametrów zagęszczalności (wilgotność optymalna i maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego) w aparacie Proctora i wytrzymałości na ścinanie w aparacie skrzynkowym. Doktorant miał duże problemy przede wszystkim z uzyskaniem poprawnych wyników określenia gęstości objętościowej gruntu i gęstości właściwej szkieletu gruntowego, dlatego wszystkie uzyskane wyniki uznał za obarczone grubym błędem i niewiarygodne, a do dalszych analiz przyjmował wartości normowe. W pracy nie przedstawiono uzasadnienia tak istotnych rozbieżności wyników oznaczeń, proszę o komentarz Doktoranta w tym zakresie. Również wysoka „kohezja pozorna” (25 kPa) uzyskana w aparacie skrzynkowym dla piasku, wymaga komentarza. Przeprowadzone badania uzupełnione o dane normowe pozwoliły na scharakteryzowanie gruntów wybranych do dalszej oceny efektów wzmocnienia w procesach ich stabilizacji spoiwami.

Rozdział piaty – *Wyniki badań mieszanek grunt–spoiwa* (58 stron), najbardziej obszerny, zawiera zasadnicze dla rozprawy wyniki badań. Wyniki dotyczą mieszanek grunt–spoiwo uzyskanych dla trzech wybranych do badań gruntów z dodatkami ośmiu różnych spoiw do każdego gruntu. Badania były prowadzone na próbkach mieszanek gruntu–spoiwa w trzech proporcjach, tj. z dodatkiem 5%, 7% i 10% spoiwa oraz po czterech okresach dojrzewania: 7, 30, 90 i 300 dniach. Dla każdej z mieszanek uzyskano wyniki badań: wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe i na rozciąganie, współczynników mrozoodporności i nasiąkliwości, kąta tarcia wewnętrznego i kohezji oraz współczynnika filtracji. Wyniki badań przedstawiono w sposób przejrzysty, umożliwiając porównanie i analizę dotyczącą wpływu zastosowanych spoiw na wzmocnienie badanych gruntów. Na przedstawionych diagramach i wykresach dostrzeżono błędy edycyjne, jednak nie umniejszają one ich wartości merytorycznej. Arkusze kalkulacyjne Excel z wartościami pomiarowymi zestawiono w tabelach umieszczonych na płycie CD, stanowiącej Załącznik do rozprawy. Uzyskane wyniki stanowią bardzo cenny obszerny materiał badawczy dotyczący wpływu wybranych spoiw na wzmocnienie badanych gruntów, którego zgromadzenie wymagało od Doktoranta wieloletniego systematycznego zaangażowania w przeprowadzenie tak szerokiego zakresu badań. Uznaję to za najważniejszą wartość ocenianej rozprawy doktorskiej.

Rozdział 6 – *Rachunek błędów i analiza statystyczna* (6 stron), w którym przeprowadzono analizę statystyczną wyników wykonanych badań. Obliczenia statystyczne przeprowadzono z użyciem arkusza kalkulacyjnego Excel i programu Statistica 6.0. Poprawnie oszacowano błędy oznaczeń i związki korelacyjne badanych parametrów, chociaż dużo miejsca poświęcono na opis zastosowanych procedur, natomiast wyniki analiz statystycznych przedstawiono zdawkowo. Odczuwa się brak zbiorczego tabelarycznego zestawienia uzyskanych miar statystycznych.

Rozdział 7 – *Dyskusja wyników* (8 stron). Doktorant przeprowadził dyskusję uzyskanych wyników w aspekcie możliwości wykorzystania wybranych spoiw do stabilizacji gruntów. Wskazuje na korzystny wpływ użycia spoiw wiążących na poprawę parametrów wytrzymałościowych modyfikowanych gruntów. Wraz ze wzrostem wytrzymałości na ściskanie, stwierdzono również zwiększenie odporności modyfikowanego gruntu na działanie wilgotności i ujemnych temperatur. Zaobserwowano również efekt synergiczny po wymieszaniu kilku spoiw w jednej mieszance, wskazano też mieszanki dla których uzyskano najkorzystniejsze parametry.

Rozdział 8 – *Wnioski, podsumowanie i kierunki dalszych badań* (3 strony). Doktorant przejrzyście i poprawnie sformułował wnioski z przeprowadzonych badań i analiz, wskazując na siedem wniosków ogólnych dotyczących wzmacniania gruntów z wykorzystaniem spoiw, oraz dziewięć wniosków szczegółowych z przeprowadzonych badań na potrzeby rozprawy doktorskiej, obejmujących trzy rodzaje gruntów i osiem wybranych spoiw do ich stabilizacji. Wnioski szczegółowe dotyczą zmian (poprawy) wartości poszczególnych parametrów po użyciu spoiw. Sformułowane wnioski są poparte wynikami analiz i badań przeprowadzonych i opisanych w treści pracy. W końcowej części zamieszczono podsumowanie wskazujące na znaczenie poznawcze i możliwości aplikacyjne uzyskanych wyników badań oraz kierunki dalszych badań, szczególnie na potrzeby ustalenia dokładniejszych proporcji mieszania poszczególnych składników mieszanek ze spoiwami hydraulicznymi oraz opracowania technologii mieszania umożliwiających uzyskanie jednorodnych materiałów. Pewien niedosyt może budzić brak szczegółowych wniosków dotyczących zaleceń zastosowania badanych spoiw do stabilizacji.

Rozdział 9 – *Literatura* (7 stron), obejmująca 127 pozycji, głównie krajowych, w tym 62 zarządzeń, norm i wytycznych. Zdaniem oceniającego brakuje zagranicznej literatury anglojęzycznej i zbyt mało jest pozycji z ostatnich 10 lat. Wiele cytowanych zarządzeń i norm jest już nieaktualnych, proszę o komentarz dlaczego Doktorant odniósł się do nich w rozprawie?

Do pracy dołączono płytę CD z elektroniczną wersją w pliku .pdf oraz 24 załączników zawierających szczegółowe wyniki wykonanych badań w postaci arkuszy kalkulacyjnych Excel.

Strukturę i układ pracy uznaję za prawidłową, zawierającą dobrze sformułowane cele i hipotezę badawczą, ulokowanie problematyki w literaturze polskiej, chociaż brakuje odniesienia do wyników badań i doświadczeń z literatury światowej. Można odczuć też ubogi zakres badań z wykorzystaniem nowoczesnych technik pomiarowych, terenowych i laboratoryjnych. Na wyróżnienie zasługuje dobrze opanowana przez Doktoranta metodyka badań gruntów stabilizowanych, oraz uzyskany bardzo bogaty materiał badawczy parametrów geotechnicznych mieszanek stabilizowanych z użyciem wybranych spoiw do wzmocnienia gruntów.

Praca spełnia kryteria solidnego opracowania naukowego o charakterze eksperymentalnym.

3. Ocena pracy

Temat stanu i trwałości infrastruktury drogowej jest stale podnoszony w wielu artykułach w czasopiśmie specjalistycznych, jest również podejmowany na konferencjach tematycznych poświęconych budowie i eksploatacji dróg oraz wskazywany jako problem przez organy administracji państwowej i samorządowej. Niewątpliwy wpływ stanu dróg na warunki eksploatacji i bezpieczeństwo, wskazują na znaczenie tego problemu dla gospodarki.

Praca podejmuje aktualną problematykę badawczą związaną z poprawą stanu dróg gruntowych i podbudowy nawierzchni dróg publicznych, w szczególności eksploatowanych na terenach użytkowanych rolniczo. Badania zostały przeprowadzone dla trzech grup gruntów wynikających z klasyfikacji pod względem wysadzinowości (niewysadzinowe, wysadzinowe i wątpliwe), spośród których Doktorant wybrał grunty o określonych rodzajach, do stabilizacji których wykorzystał osiem różnego rodzaju spoiw. Dla wszystkich uzyskanych mieszanek przeprowadził szeroki zakres porównywalnych badań, mających na celu udowodnienie postawionej hipotezy badawczej. Uzyskane z badań wyniki stanowią bardzo cenny materiał eksperymentalny, rzadko przeprowadzany w tak szerokim zakresie. Zebrane dane pozwoliły na analizę wpływu wielu czynników mających znaczenie do wzmocnienia gruntów. Doktorant udowadnia w rozprawie znaczenie poszczególnych czynników dla podjętej problematyki.

Doktorant przeprowadził i przeanalizował szeroki zakres badań dla wybranych mieszanek grunt-spoivo i wykorzystał wyniki do rozwinięcia postawionej hipotezy badawczej. W rozprawie uwzględnił i przeanalizował różne czynniki wpływające na parametry geotechniczne gruntów stabilizowanych. Dobranie zakresu badań do grup gruntów klasyfikowanych pod względem wysadzinowości i spoiw stosowanych w drogownictwie, stwarza warunki ich praktycznego wykorzystania. Największymi osiągnięciami Doktoranta było przeprowadzenie wnikliwej analizy wyników bardzo szerokiego zakresu badań o charakterze aplikacyjnym.

Oceniana praca doktorska ma zarówno charakter poznawczy jak i aplikacyjny, szczególnie istotny z uwagi na intensywną działalność inwestycyjną w zakresie budowy, modernizacji i poprawy stanu istniejącej sieci drogowej. Przeprowadzone badania powinny być zweryfikowane dla innych rodzajów gruntów i dobrania optymalnych proporcji mieszania ze spoiwami, na co wskazuje też Doktorant, aby mogły być szerzej stosowane w praktyce. Najkorzystniej by było, aby dalsze badania były prowadzone przy realizacji określonych zadań inwestycyjnych, lub związanych z poprawą stanu konkretnych dróg.

Praca ma również charakter metodyczny. Autor podaje w niej szczegółową metodykę badań, zarówno dla gruntów typowanych do stabilizacji, jak i dla gruntów stabilizowanych z wykorzystaniem spoiw. Zwraca uwagę i analizuje wpływ czynników zewnętrznych na

parametry gruntów stabilizowanych, takich jak: wilgotność i ujemna temperatura, i wskazuje też na znaczenie efektu synergicznego przy stosowaniu kilku spoiw w jednej mieszance. W każdym z rozdziałów Autor wprowadził własne analizy dotyczące przedmiotu rozprawy, również w rozdziałach dotyczących przeglądu literatury i danych archiwalnych, chociaż brakuje tutaj wspomnianego wcześniej odniesienia do najnowszych wyników badań światowych i literatury angielskojęzycznej. Postawiony cel rozprawy został osiągnięty, a tezy rozprawy udowodnione przeprowadzoną analizą, wynikami badań oraz ich interpretacją.

Nie przedstawiono tytułu pracy w języku angielskim, brakuje streszczenia pracy w języku polskim i angielskim. Mankamentem jest również brak w przeglądzie literatury prac z ostatnich lat. Można tłumaczyć to jednak typowo eksperymentalnym charakterem pracy.

4. Uwagi krytyczne i pytania

Przy czytaniu pracy zauważono zbyt ogólne opisy niektórych zagadnień, nieuporządkowaną terminologię specjalistyczną oraz drobne błędy edytorskie. Przedstawiam też uwagi o charakterze merytorycznym. Mimo że nie umniejszają one wartości pracy, proszę Doktoranta o ustosunkowanie się do niektórych z nich:

- do badań pobrano próbki gruntów z bliskiego otoczenia Instytutu, proszę uzasadnić ten wybór i dlaczego w rozdz. 3 nie zamieszczono mapki z lokalizacją miejsc poboru próbek?
- w pracy kilkakrotnie używano nieodpowiedniej albo nieaktualnej terminologii specjalistycznej, np.: wilgoć zamiast wilgotność (str. 8), soczewki lodu nie „rosną” lecz zwiększają swoją objętość (str. 10), powinno być grunt niespoisty a nie sypki (zmiana w normie z 1974 roku!) (np. na str. 11, 16 i 46), przygotowanie próbek a nie „wykonanie próbek” (str. 14), osuszanie gruntu a nie „osuszanie wody” (str. 14), powinno być profile gruntowe zamiast „profile glebowe” (str. 26), zagęszczenie w aparacie Proctora a nie „w Proctorze” (str. 44, 50 i 56), w tekście (na str. 32) podano że „...sporządza się wykres zależności gęstości objętościowej od wilgotności uzyskując krzywą zagęszczenia” a powinno być: wykres zależności gęstości objętościowej szkieletu gruntowego od wilgotności..., również należy stosować określenie wskaźnik krzywizny a nie wskaźnik krzywej (str. 6 i 122),
- dyskusyjne moim zdaniem jest też stwierdzenie na str. 9, że „...drogi te nie posiadają cech budowli inżynierskich”,
- proszę również o sprawdzenie u źródła i wyjaśnienie danych liczbowych dotyczących klasyfikacji popiołów lotnych wg Blaina (str. 17),
- w rozdz. 2.5 (str. 19 i 20) występują powtórzenia tekstu dotyczącego charakterystyki spoiwa hydraulicznego; numeracja rozdz. 2.5 jest powtórzona, brakuje rozdz. 2.6,

- w tabelach 2.6 i 2.7 brakuje jednostek podawanych wielkości parametrów lub są one niewłaściwe (np. odczyn pH w % w tabeli 2.8!), też przyspieszenie ziemskie powinno być w $\text{cm}\cdot\text{s}^{-2}$ a nie $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (str. 30), a wytrzymałość na ściskanie w MPa (str. 38), itp.,
- dolny akapit na str. 25 wymaga przeredagowania,
- na podstawie reakcji gruntu na kwas solny ocenia się przede wszystkim zawartość węgla wapnia CaCO_3 , a ewentualnie tylko pośrednio zawartość części organicznych (str.27 i dalsze);
- proszę o komentarz dotyczący grubych błędów w określaniu gęstości objętościowej gruntu i gęstości właściwej szkieletu gruntowego oraz kohezji dla piasku, jakie były tego przyczyny?
- na wielu wykresach (rys. 5.1.1.2, 5.1.2.2, 5.1.3.2, 5.1.4.2, 5.1.5.2, 5.1.6.2, 5.1.7.2, 5.1.8.2, 5.2.1.2, 5.2.2.2, 5.2.3.2, 5.2.4.2, 5.2.5.2, 5.2.6.2, 5.2.7.2, 5.2.8.2, 5.3.1.2, 5.3.2.2, 5.3.3.2, 5.3.4.2, 5.3.5.2, 5.3.6.2, 5.3.7.2 i 5.3.8.2) występują błędy edycyjne na wykresach,
- w rozdz. 6 brakuje zbiorczego tabelarycznego zestawienia uzyskanych miar analizy statystycznej i rachunku błędów wyników pomiarów,
- jakie badania zdaniem Doktoranta należy prowadzić dla oceny trwałości efektu stabilizacji gruntów z wykorzystaniem spoiw?
- dlaczego nie przeprowadzono badań dla oceny agresywności wody gruntowej w stosunku do cementu i innych stosowanych spoiw?
- dlaczego nie wykonywano badań laboratoryjnych wskaźnika CBR dla gruntów stabilizowanych?
- we wniosku 9 stwierdzono że „wzrostowi jedynie uległy wartości współczynników filtracji mieszanki ze spoiwami...”, w rzeczywistości nastąpiła redukcja (!) wartości współczynnika filtracji o około 5 rzędów wielkości(!).
- czy na podstawie przeprowadzonych analiz Doktorant byłby w stanie podać zalecenia dotyczące metodyki badań na potrzeby stabilizacji gruntów dla konkretnego zadania inwestycyjnego lub do modernizacji drogi?
- proszę wskazać które spoiwa Doktorant uznaje za najkorzystniejsze dla badanych trzech rodzajów gruntów.

Ponadto, w recenzowanym egzemplarzu pracy zaznaczono szczegółowe uwagi i sugestie natury gramatycznej, stylistycznej i nazewnictwa, które mogą być uwzględnione przez Doktoranta w przygotowaniu pracy lub jej części do publikacji.

Powyższe uwagi mają charakter redakcyjny i dyskusyjny i nie umniejszają wartości naukowej opiniowanej rozprawy doktorskiej, którą uznają za znaczącą dla rozwoju metodyki badań gruntów wzmocnianych z użyciem spoiw, decydujących o warunkach eksploatacji i trwałości dróg gruntowych i podbudowy nawierzchni dróg publicznych.

5. Podsumowanie

Podsumowując recenzję pracy doktorskiej mgr. inż. Konrada Piechowicza stwierdzam, że:

- Autor przedstawił kompleksową metodykę badań gruntów stabilizowanych,
- Autor oparł swoją metodykę na analizie stosowanych dotychczas metod badań gruntów i mieszanek grunt-spoivo w celu oceny efektu wzmocnienia stabilizowanych gruntów,
- Przeprowadził bardzo szeroki zakres badań trzech rodzajów gruntów wytypowanych do stabilizacji oraz gruntów stabilizowanych z wykorzystaniem ośmiu spoiw, uzyskując bardzo bogaty materiał eksperymentalny,
- Autor przedstawił metodyczną interpretację uzyskanych wyników badań, z uwzględnieniem czynników zewnętrznych mogących wpływać na uzyskane wartości parametrów geotechnicznych badanych mieszanek, i uwzględnił efekt synergiczny występujący przy zastosowaniu kilku spoiw w jednej mieszance,
- Wykazał dużą wiedzę z zakresu geotechniki i budownictwa ziemnego, oraz dobrze opanowaną metodykę interpretacji i analizy statystycznej uzyskanych wyników badań,
- Napisał pracę doktorską spójnie i metodycznie,
- Udowodnił swoimi analizami, szczególnie w zakresie interpretacji wyników badań laboratoryjnych, postawioną hipotezę rozprawy doktorskiej i osiągnął zamierzone jej cele.

Praca mgr. inż. Konrada Piechowicza spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*. Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie naukowej *inżynieria rolnicza*, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Konrada Piechowicza przez Radę Naukową Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach i dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. SGGW