

STRESZCZENIE

Wpływ roztworów wprowadzonych do gruntów niespoistych na ich właściwości mechaniczne

Przedmiotem prezentowanej pracy są badania laboratoryjne i w naturze nad wpływem dodatków powierzchniowo-czynnych, wybranych roztworów chlorków o wybranych stężeniach na właściwości mechaniczne gruntów niespoistych do słabo spoistych gruntów piaszczystych oraz ich wpływu na elektryczną podwójną warstwę na cząstkach gruntu, a tym samym na wzajemne siły oddziaływania pomiędzy ładunkami elektrycznymi na cząstkach stałych i ładunkami elektrycznymi zdysocjowanych w roztworze wodnym.

Aby ocenić właściwości mechaniczne gruntu, w laboratorium przeprowadzone zostały badania zagęszczania w aparacie Proctora, modułu edometrycznego, odporności na ścinanie i wodoprzepuszczalności badanego gruntu piaszczystego. Eksperymenty w naturze były oceniane za pomocą płyty statycznej do badania nośności i zagęszczenia podłoża.

Badany grunt jest drobnym piaskiem z częściami średnio piaszczystymi, pylastymi i gliniastymi. Zgodnie z (DIN EN ISO 14688-1, 2011-06) [94] jest określany jako $fS, m\bar{s}, u'$. Zagęszczalność określa się w testach Proctora zgodnie z normą (DIN 18127, 2012-09) [79], przy czym wytrzymałość na ścinanie określa się za pomocą testu bezpośredniego ścinania zgodnie z (DIN 18137-3, 2002-09) [86]. Laboratoryjne badania modułu ściśliwości przeprowadzane są w edometrze zgodnie z normą (DIN 18135, 2012-04) [84]. Badania w naturze modułów E_{v1} i E_{v2} przeprowadzono za pomocą płyty statycznej zgodnie z normą (DIN 18134, 2012-04) [83]. Zmodyfikowane badania laboratoryjne wpływu stosowanych chlorków na wodoprzepuszczalność gruntu oparte są na normie (DIN 18130-1, 1998-05) [82]. Badania te typowe dla badań mechaniki gruntów, pokazują wpływ wprowadzanych do gruntu chlorków na jej właściwości mechaniczne. Ponadto prowadzone zgodnie z normą (ISO13099-2, 2012-06) [103] pomiary potencjałów zeta cząstek a tym samym badania ilościowe podwójnej warstwy elektrycznej powinny dostarczyć możliwego wyjaśnienia występujących różnic

we właściwościach mechanicznych gruntu pojawiających na skutek dodania do niego roztworów chlorków.

Sole, takie jak sól drogowa (NaCl), ale także inne środki rozmrażające, takie jak chlorek wapnia (CaCl_2) i chlorek magnezu (MgCl_2) lub inne sole są stosowane w celu zapobiegania tworzeniu się lodu, lub rozmrażania lodu i śniegu na ulicach i chodnikach. Chociaż chlorki, głównie chlorek sodu (NaCl) i chlorek wapnia (CaCl_2), w różnych stężeniach, są stosowane w Stanach Zjednoczonych od początku ubiegłego wieku do stabilizacji gruntu na drogach gruntowych i ogólnie drogach, to w Niemczech i innych częściach Europy nie jest rozważany ich dalszy wpływ na właściwości mechaniczne podłoża. Uwzględnienie parametrów uzyskanych w pomiarach laboratoryjnych właściwości mechanicznych gruntu ma na celu pokazanie ich wpływu na analizę stateczności skarpy.

Jakob Alachon

ABSTRACT

Influence of solutions added into non-cohesive soils on their mechanical properties

Subject of this work are laboratory tests and field tests on the effect of surface-active additives, selected chlorides in selected concentrations, on the mechanical properties of a non-cohesive to weakly cohesive sandy soil. This influences the electrical double layer of the soil particles and thus the mutual attraction forces and electrical charging forces.

In order to be able to assess the mechanical properties, tests on compaction, the oedometer modulus, the shear resistance and the water permeability of the present sandy soil are carried out in the laboratory. The field tests are evaluated using the plate load test.

This sandy soil is a fine sand with medium-sandy, silty and clayey portions. According to (DIN EN ISO 14688-1, 2011-06) [94] this sand is classified as $fS, m\bar{s}, u'$. The compactability is determined by Proctor-tests according to (DIN 18127, 2012-09) [79], with the shear strength being determined using the direct shear test according to (DIN 18137-3, 2002-09) [86]. The examinations of the oedometer module are carried out in the laboratory according to (DIN 18135, 2012-04) [84] in the oedometer consolidation device, with the determination of the E-modules E_{v1} and E_{v2} as field tests using a plate load test according to (DIN 18134, 2012-04) [83]. Modified laboratory tests on the influence of the chlorides used on the water permeability of the soil are based on (DIN 18130-1, 1998-05) [82]. These investigations, which are common in soil mechanics, show the influence of the chlorides brought into the soil on its mechanical properties. In addition, according to (ISO13099-2, 2012-06) [103] measurements of the zeta potentials of the particles and thus the measurement of the electrical double layer of the particles should provide a possible explanation for the differences that occur in the emerging mechanical properties of the fine sand.

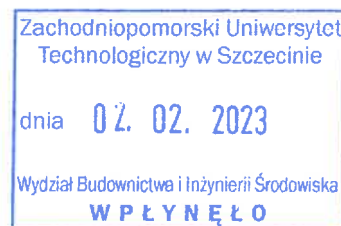
Salts, chlorides such as sodium chloride (NaCl) but also other thawing agents such as calcium chloride (CaCl_2) and magnesium chloride (MgCl_2) or other salts are applied to prevent ice formation or to thaw ice and snow on streets and pavements. While chlorides,

principally sodium chloride (NaCl) and calcium chloride (CaCl₂), in varying concentrations, have been used in the United States since the beginning of the last century to stabilize the soil of low cost roads and roads in general, they remain in Germany and most of Europe disregarded. The calculation of a slope failure using the parameters obtained in the laboratory for the mechanical properties is intended to show the effects on project planning.

Yalob Alachon

Prof. dr hab. inż. Maciej Werno
prof. zw. Politechniki Koszalińskiej - emeryt
Adres prywatny:
ul. Rodzinna 17, 80-260 Gdańsk

Gdańsk, dnia 30 stycznia 2023 r.



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Jakoba Mahona

pt. „Wpływ roztworów wprowadzonych do gruntów niespoistych na właściwości mechaniczne”

1. Podstawa opracowania

Recenzję rozprawy doktorskiej mgra inż. Jakoba Machona opracowałem na podstawie następujących materiałów:

- pisma Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 10 listopada 2022 r.,
- egzemplarza rozprawy doktorskiej w postaci papierowej wraz z nośnikiem elektronicznym.

2. Tematyka rozprawy doktorskiej

Sformułowany tytuł rozprawy doktorskiej jest zbyt ogólny. Jednakże jak wynika z pierwszych dwóch rozdziałów i rozdziału czwartego pracy, badania Doktoranta koncentrują się wyłącznie na skutecznym ulepszeniu właściwości mechanicznych równoziarnistych gruntów piaszczystych, poprzez zastosowanie wodnych roztworów soli. w postaci wybranych trzech chlorków, a ich wyniki dedykowane są potrzebom budownictwa drogowego. Wyniki te mogą mieć praktyczne zastosowanie głównie do podbudowy drogowej, która w istocie stanowi fundament każdej konstrukcji nawierzchni drogowej, a która może też bezpośrednio stanowić tzw. nawierzchnię twardą.

Tego rodzaju piaski bez dodatkowych zabiegów są praktycznie nie zagęszczalne i dlatego nie mogą być stosowane jako kruszywo, będące podstawowym składnikiem podbudowy drogowej w procesie „stabilizacji mechanicznej”. Proces ten polega na odpowiednim mechanicznym zagęszczeniu w optymalnej wilgotności,

kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu. W warunkach polskich do ulepszenia kruszyw stosuje się cement, wapno, popioły lotne lub żużel granulowany.

Należy podkreślić, iż piaski równoziarniste jako surowiec budowlany występują w nieograniczonych ilościach w rozlewiskach rzek, w morzu, a zwłaszcza w wydmach pustynnych. Zainteresowanie wykorzystaniem piasków równoziarnistych z tych źródeł spowodowane jest z jednej strony wyczerpywaniem złóż na lądzie, a z drugiej strony ochroną środowiska wodno-gruntowego. Z tego powodu każdy krok w poszukiwaniu alternatywnych sposobów ulepszania piasków równoziarnistych dla celów budownictwa jest wysoce uzasadniony.

W związku z tym przedmiot i cel rozprawy doktorskiej oraz sformułowaną tezę uważam za trafną, aktualną i uzasadnioną zarówno z punktu widzenia poznawczego jak i głównie z punktu widzenia zastosowań w praktyce inżynierskiej.

Należy zauważyć, iż badania terenowe i laboratoryjne wykonywane były w Niemczech, zgodnie z obowiązującymi w tym kraju normami i przepisami, które różnią się od norm i przepisów obowiązujących w Polsce, poza metodami/zasadami badawczymi w aspekcie fizycznym. Stanowiło to jedynie utrudnienie w czytaniu i recenzowaniu niniejszej pracy.

Dla porządku trzeba również zaznaczyć, iż Doktorant od wczesnej młodości mieszka w Niemczech, a od kilkunastu lat jest wykładowcą mechaniki gruntów i budownictwa ziemnego na Politechnice Jade w Oldenburgu, równocześnie pracując w jako projektant drogownictwa w administracji lokalnej.

Recenzowana praca mająca charakter eksperymentalny lokująca się w specjalności „Geotechnika”, składa się z ośmiu rozdziałów i zawarta jest na 136-ciú stronach wraz z rysunkami, tablicami, wykazem literatury z 104-ma pozycjami, w zdecydowanej większości anglojęzycznych, w tym z 29-cioma normami i przepisami niemieckimi.

Rozdział pierwszy zawiera wstęp, a rozdział drugi formułuje cel i tezę oraz zakres rozprawy.

W rozdziale trzecim Doktorant dokonał przeglądu dostępnej literatury, koncentrując się na budowie strukturalnej gruntu piaszczystego, a przede wszystkim na zjawiskach mikrostrukturalnych wzajemnego oddziaływania poszczególnych faz: w ogólnym przypadku stałej, ciekłej i gazowej. Powierzchnia graniczna pomiędzy ziarnami i wodą lub roztworem różnych związków chemicznych jest miejscem występowania zjawisk natury fizykochemicznej (adsorpcja wody błonkowej i jonów,

potencjał elektrokinetyczny/elektryczny, pojemność wymienna, kohezja i inne). Zjawiska te mają istotny wpływ na jakość i pracę gruntu, decydują o jego strukturze, ściśliwości i wytrzymałości oraz o możliwości wzmocnienia danego gruntu za pomocą środków fizycznych lub chemicznych. Mechanizm wspomnianych zjawisk Doktorant wyjaśnił wpływem napięcia powierzchniowego określonego rodzaju cieczy/roztworu na grunt piaszczysty oraz wymianą jonową między fazą stałą i ciekłą przy zastosowaniu różnych stężeń roztworu soli. W kolejnej części tego rozdziału scharakteryzował stosowane dodatki ulepszające gruntu oraz tzw. dodatki nie standardowe stosowane w Niemczech, do których zaliczył sole. Rozdział kończy się rysem historycznym rozwiązań stosowania soli w procesie ulepszania gruntu w drogownictwie w Kanadzie, USA i Niemczech.

Rozdział czwarty „Metody i program badań” jedynie sygnalizuje przeprowadzenie badań w terenie w skali naturalnej oraz w laboratorium, w zakresie zmian wybranych cech fizycznych i mechanicznych zagęszczalności morskich piasków równoziarnistych ulepszonych roztworami soli.

Pełny program badań z bardzo szczegółowym opisem, zastosowanych metod, aparatury i procedur, uzyskanych wyników oraz ich interpretacją, analizą i dyskusją przedstawiono w rozdziale piątym dotyczącym badań terenowych w pełnej skali, a w rozdziale szóstym dotyczącym fizycznych i mechanicznych badań, wybranych parametrów geotechnicznych w laboratorium. Ponadto w każdym przypadku wykonano badania klasyfikacyjne i identyfikacyjne zarówno fizyczne jak i chemiczne ośrodka gruntowego przed i po ulepszeniu dobranymi solami. Medium badawczym był piasek równoziarnisty trudno zagęszczalny o współczynniku różnoziarnistości 2,2 i 2,9, potraktowany trzema różnymi stężeniami 0,1%, 0,2% i 0,3% roztworów chlorku sodu NaCl, chlorku wapnia CaCl₂ i chlorku glinu AlCl₃, oraz dla porównania wodą, co umożliwiło analizę skuteczności tego zabiegu. W każdym przypadku doprowadzano grunt do wilgotności optymalnej. Badania w terenie przeprowadzono w jednej z firm budowlanych, znajdujących się w Dolnej Saksonii (w pobliżu źródła kruszywa) we współpracy z Politechniką Jade w Oldenburgu (określenie cech wyjściowych badanego ośrodka gruntowego), a badania laboratoryjne głównie na tejże uczelni. Wszystkie prace badawcze fizycznie wykonywane były pod kierunkiem i nadzorem Doktoranta. Oba rozdziały stanowią łącznie ponad 50% objętości pracy. W rozdziale siódmym Doktorant przeanalizował wpływ na stateczność na przykładzie wirtualnego nasypu drogowego, który zbudowany jest z ulepszanego piasku,

zastosowanymi w pracy solami. Miarą skuteczności tego rozwiązania jest obliczeniowy współczynnik stateczności zbocza nasypu na poślizg, określony klasyczną metodą pasków w stanie równowagi granicznej, przy przyjęciu kołowej płaszczyzny poślizgu. Obliczenia przeprowadzono przy założeniu stałych parametrów geotechnicznych podłoża oraz obciążenia korony nasypu ruchem drogowym. Natomiast parametry geotechniczne ulepszonych solami piasku, przyjęto z badań przedstawionych w rozdziale szóstym.

Praca kończy się rozdziałem ósmym zawierającym obszerną dyskusję uzyskanych wyników, podsumowaniem i wnioskami końcowymi oraz propozycją dalszych badań w temacie rozprawy doktorskiej.

3. Uwagi do rozprawy

Analizując zarówno merytoryczną treść, stronę formalną, jak i zakres rozprawy nasuwają się następujące uwagi krytyczne i pytania:

1. Cel i teza pracy są sformułowane dość ogólnie lecz merytorycznie akceptowalne. Natomiast błędem w tym miejscu jest jednoznaczne stwierdzenie, że „wprowadzenie do szkieletu gruntu odpowiednich roztworów wywołuje efekty adhezyjne i elektrostatyczne”. W istocie może to być wniosek, który wymaga udokumentowania.

2. Z czego wynika, że do badań przyjęto relatywnie małe stężenia roztworów chlorków?

3. Należy wyjaśnić w jaki sposób przygotowano potrzebne stężenia soli aby uzyskać wymaganą zawartość chlorku, w każdej próbce w badaniu Proctora, wykres 6.3.

4. Z jakiego powodu zastosowano dwie metody Proctora: zmodyfikowaną i przy zmiennej energii zagęszczenia?

5. Czy we wszystkich badaniach przyjęto wilgotność optymalną oraz gęstość objętościową o stałej wartości i jakie to były wartości?

6. Należy jednoznacznie określić jaki uzyskano efekt zagęszczalności w zależności od użytych chlorków i ich stężeń w badaniu Proctora.

7. Uzyskane wskaźniki odkształcenia na poletku doświadczalnym (tabela 5.3) z pomiarów płytą statyczną świadczą o niskiej nośności ulepszonych podłoża, a powinny być co najmniej równe lub mniejsze od 2.5. wg polskich wymagań. Czym jest to spowodowane?

8. W wynikach wytrzymałości na ścinanie nie widać istotnych różnic kąta tarcia wewnętrznego, zarówno w przypadku rodzaju użytych chlorków jak i zmiany ich stężenia. Co więcej wartości te są mniejsze w porównaniu do próbek nasyconych wodą. Pomijając śladowe wartości kohezji należy wyjaśnić jakie zjawiska mikrostrukturalne są odpowiedzialne za negatywne wyniki paramentów wytrzymałościowych gruntu potraktowanego chlorkami.

9. W odniesieniu do ulepszenia badanego gruntu zachodzą następujące pytania: który chlorek i przy jakim stężeniu jest najskuteczniejszy i co o tym decyduje, a także czy wszystkie badania laboratoryjne na to wskazują i jeżeli to możliwe w jakim stopniu?

10. Znając negatywne wyniki wytrzymałości na ścinanie oczywistym było, że obliczeniowa stateczność zbocza wirtualnego nasypu, zbudowanego z ulepszanego gruntu roztworami chlorków nie wywoła pozytywnych efektów.

11. Zachodzi pytanie czy oznaczenie potencjału elektrokinetyczny „dzeta” na granicy fazy stałej i ruchomej, który określa trwałość właściwości fizycznych i chemicznych najdrobniejszej frakcji tj. ilastej było uzasadnione i niezbędne, skoro medium badawczym była frakcja piaszczysta i to równoziarnista? Czy można dostrzec jakieś relacje między tym medium i wspomnianym potencjałem pod wpływem?

12. Praca poza rozwlekłą stroną edycyjną zawiera liczne błędy w odniesieniu do polskiego słownictwa, definicji i oznaczeń zwłaszcza geotechnicznych. Wynika to z faktu, że jak już wspomniano Doktorant posługiwał się w pracy wyłącznie normami i przepisami niemieckimi, a ponadto od lat pracuje w sferze niemieckojęzycznej. Z tego też powodu w niektórych miejscach tekst jest trudno zrozumiały, np. między innymi opis – procedura przygotowania warstwy ulepszanej solami i następnie stabilizowanej mechanicznie w badaniach pełnoskalowych, a także opis przygotowania próbek do badań laboratoryjnych.

4. Ocena rozprawy

W podsumowaniu recenzowanej rozprawy należy stwierdzić, iż Doktorant udokumentował w wystarczający sposób przyjętą tezę pracy, na podstawie wyników uzyskanych z badań, wykonanych na trzech poziomach: „micro” (potencjał elektrokinetyczny), „mean” (w skali laboratoryjnej: zagęszczalność, ściśliwość, wytrzymałość na ścinanie, wodoprzepuszczalność), „macro” (w pełnej skali w terenie). Ulepszony z założenia piasek równoziarnisty trzema wybranymi chlorkami o

określonych stężeniach wykazuje zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych. Jednakże jak wynika zarówno z celu pracy jak i zrealizowanego programu badań, oczekiwaniem Doktoranta był ich istotny wzrost (stąd pojęcie ulepszony grunt), podczas gdy przeciwnie zaobserwowano spadek wspomnianych właściwości. Taki wynik nie umniejsza wartości rozprawy tym bardziej, że propozycją dalszych badań Doktorant skwitował uzyskane negatywne rezultaty.

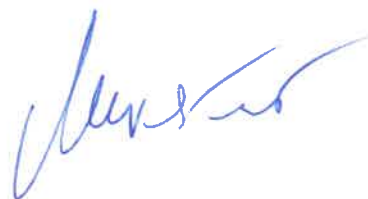
Należy podkreślić, iż mocną stroną recenzowanej rozprawy są wykonane w obszernym zakresie poszczególne badania i pomiary, szczegółowo opisane oraz bardzo dobrze udokumentowane i nie budzące jakichkolwiek zastrzeżeń metodycznych.

Wykonanie badań zgodnie z normami niemieckimi nie stanowi problemu merytorycznego, gdyż generalnie normy te są tożsame z normami polskimi czy europejskimi z wyjątkiem kryteriów i wymagań dotyczących interpretacji wyników.

Uwagi krytyczne odnoszące się generalnie do redakcji tekstu nie obniżają wartości rozprawy. Ułomności nomenklaturowe, tekstowe i inne zawsze mają miejsce, gdy praca warsztatowo opracowywana jest w jednym języku, a następnie przekładana na inny język.

Wniosek końcowy

Na podstawie analizy i oceny rozprawy doktorskiej pt. „*Wpływ roztworów wprowadzonych do gruntów niespoistych na właściwości mechaniczne*”, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jacoba Machona spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki – Dz. U. nr 65, poz. z późniejszymi zmianami. Stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy przez Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie i dopuszczenie do publicznej obrony.





Poznań, 20 luty 2023r.

prof. dr hab. inż. Zbigniew Młynarek

em. prof. zw.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakoba Machona

pt. *Wpływ roztworów wprowadzonych do gruntów niespoistych
na ich właściwości mechaniczne*

1. Podstawa opracowania recenzji

- Zlecenie prof. dr. hab. inż. Jacka Przepiórskiego Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 10 listopada 2022r.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. poz.1669, art. 14 ust. 1 pkt.1, ust.2 ustawy z dnia 14.03.2003 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

2.1 Aktualność i pozycja tematyki rozprawy w literaturze krajowej i zagranicznej

Badania nad ulepszeniem gruntu mineralnego licznymi spoiwami do celów drogowych prowadzone są od wielu lat. Fakt ten potwierdza dobry przegląd literatury, który znajduje się w niniejszej rozprawie. Inspiracją do podjęcia tego tematu, pomimo wspomnianej długoletniej historii tych badań było, jak uzasadnia Doktorant we wstępie rozprawy, że „na terenie Niemiec do budowy i rozbudowy sieci drogowej wykorzystuje się tereny budowlane, które nie spełniają wymaganych kryteriów gruntowo-mechanicznych” (str.13). Wprawdzie Doktorant eksponuje istotę problemu badawczego dla inwestycji drogowych w Niemczech, ale problem wzmacniania podłoża oraz realizację inwestycji drogowych w trudnych warunkach gruntowych należy uznać za problem ogólny. Niezwykły rozwój technologii budowy dróg może stanowić uzasadnienie, aby poszukiwać nowe spoiwo dla ulepszania i wzmacniania podbudowy drogowej. Szkoda jedynie, że we wstępie Doktorant nie wyjaśnił dlaczego zdecydował się na wybór chlorku sodu NaCl , chlorku wapnia CaCl_2 i chlorku glinu AlCl_3 . Uzasadnienie to jest konieczne w kontekście powszechnie stosowanym

ulepszeniem podłoża do celów drogowych, między innymi wapnem, cementem i spoiwami hydraulicznymi.

Atrakcyjność podjętego przez Doktoranta tematu badawczego stanowią dwa elementy;

- w ostatnim dwudziestolecu znacznie zwiększył się potencjał badań laboratoryjnych, który lepiej pozwala rozeznąć procesy, które występują w strukturze modelu ziarno gruntu – warstwa podwójna, na skutek wprowadzenia do gruntu medium, szczególnie roztworu. Ten element analizy znajduje się w przygotowanej przez Doktoranta rozprawie
- problem badawczy rozważany w rozprawie można uznać za uniwersalny. W przypadku bowiem uzyskania negatywnych wyników odnośnie zwiększenia się sztywności i nośności oraz wytrzymałości warstwy podłoża ulepszanego zastosowanym roztworem chlorku, to tego typu informacja będzie bardzo istotna dla projektanta i inwestora. W takiej bowiem sytuacji rekomendacja tej techniki ulepszania podłoża będzie nieuzasadniona. Pozytywny wynik badań będzie natomiast stanowił inspirację dla dalszych badań oraz rozważenia możliwości wykorzystania proponowanej przez Doktoranta metody do ulepszeń podbudowy drogowej, względnie warstwy naturalnego podłoża. Tego typu decyzja powinna uwzględniać aspekt ekonomiczny tego przedsięwzięcia i ewentualne uwarunkowania z zakresu ochrony środowiska. Ten problem nie był w rozprawie analizowany.

W kontekście przedstawionego komentarza można stwierdzić, że podjęty przez Doktoranta temat dobrze lokuje się we współczesnych kierunkach badań z dziedziny drogownictwa, wykorzystując wsparcie z dziedziny geotechniki. Temat rozprawy tylko częściowo informuje o celowości i zakresie badań, bowiem pomija bardzo istotną część badań, która dotyczyła wpływu roztworu chlorków na właściwości fizyczne badanych gruntów niespoistych.

2.2 Struktura rozprawy i koncepcja opracowania redakcyjnego

Rozprawa doktorska została przygotowana w jednolitej strukturze, bez załączników na 126 stronach maszynopisu. Część tekstową uzupełniają; bibliografia; 75 pozycji, wykaz norm 28 pozycji, w tym jedna polska, spisy rysunków, wykresów i tabel. Zgodnie z wymogami ustawy z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. poz.1669, art. 14 ust. 1 pkt.1, ust.2 ustawy z dnia 14.03.2003 o stopniach i tytule naukowym rozprawę poprzedza streszczenie w języku angielskim. Ocenę struktury rozprawy można skomentować stwierdzeniem, że jest dobrze zorganizowana. Trzy główne działy rozprawy stanowią; pierwszy to badania w warunkach in-situ, w których wykonano pomiary odkształcalności uformowanej warstwy nasypu - płytą sztywną. Drugi dział stanowi szeroki program badań laboratoryjnych. Do tych badań wykorzystano grunty różnego pochodzenia i uziarnienia. W warunkach in-situ nasyp był formowany z piasku drobnego z dna zbiornika wodnego w miejscowości Moorburg (rys.5.1) Natomiast w programie badań laboratoryjnych wykorzystano piasek drobny z zatoki Jadebusen (rys.6.1). Mało

czytelna jest informacja o tym, że zastosowano różne grunty w badaniu terenowym i laboratoryjnym (str.6). W streszczeniu nie akcentuje się faktu, że badania płytą sztywną nie wykonano na nasypie przygotowanym z piasku drobnego z miejscowości Jadebusen.

Badania laboratoryjne, które są drugim działem w rozprawie wykonał Doktorant w Laboratorium Mechaniki Gruntów, Fundamentowania Robót Ziemnych Uniwersytetu Jade w Oldenburgu oraz w Instytucie Gospodarki Wodnej w Brunshwiku. Do badań laboratoryjnych Doktorant przygotował dwa odrębne programy. Jeden dotyczył gruntów z Moorburga, drugi z zatoki Jadebusen. Decyzja wykonania badań laboratoryjnych z zastosowaniem dwóch gruntów została uzasadniona tym, że piasek drobny z Moorburga zawierał nieznaczne ilości frakcji ilowej i pyłowej. Kvarcowe piaski drobne charakteryzują się małą powierzchnią właściwą, stąd procesy w strukturze modelu cząstka gruntu - warstwa podwójna mogły być niejednoznacznie rejestrowane, po wprowadzeniu do gruntu roztworu chlorków. Wydaje się, że z tego powodu Doktorant wykonał drugi pakiet badań laboratoryjnych dla gruntu z Jadebusen, który zawierał 10,5% frakcji pyłowej i 0,6% frakcji ilowej. W ramach badań laboratoryjnych gruntu z Moorburga wykonano oznaczenia uziarnienia piasków, dyfrakcję rentgenowską, straty prażenia, zawartości węglanu wapnia i wskaźnika pH gruntu. Program badań dla gruntu z Jadebusen, oprócz wyżej wymienionych oznaczeń, uzupełniono o wyniki badania wilgotności optymalnej metodą normalną Proctora oraz przy zmiennej energii zagęszczania, badanie wskaźnika wodoprzepuszczalności, badanie edometryczne i badanie wytrzymałości na ścinanie w aparacie bezpośredniego ścinania. Do badań przygotowano próbki zawilgocone wodą destylowaną oraz chlorkami sodu, wapnia i glinu o różnym stężeniu. Wyniki badań próbek z wodą destylowaną stanowiły badanie referencyjne. Ten pakiet badań gruntów uzupełniono pomiarem potencjału elektrokinetycznego zeta. Program badań laboratoryjnych, jak wcześniej wspomniano, należy ocenić jako bardzo wszechstronny do rozstrzygnięcia celu rozprawy.

Trzeci dział rozprawy stanowi analiza stateczności nasypu drogowego z obciążonym naziemem. Założeniem do obliczeń stateczności skarpy nasypu było, że nasyp będzie zbudowany z piasku drobnego, którego parametry wytrzymałościowe zostały wyznaczone w badaniu laboratoryjnym. Alternatywą dla tych obliczeń stanowiło wybudowanie nasypu z tego samego gruntu, ulepszanego trzema roztworami chlorków. Parametry wytrzymałościowe tego materiału wyznaczono także w badaniu laboratoryjnym.

Każdy z wymienionych głównych rozdziałów rozprawy jest podsumowany własnym komentarzem. Jest to wartościowy element rozprawy. Działy główne rozprawy poprzedzone są wstępem, który zawiera istotne elementy, które pozwoliły Doktorantowi sformułować tezę i cel rozprawy. Tym znaczącym elementem w tej części rozprawy jest przegląd literatury. W przeglądzie literatury, który jak wcześniej wspomniano, zawiera 75 pozycji bibliograficznych, omówiono rozwój historyczny

zagadnienia ulepszania i stabilizacji podbudów drogowych i podłoża, a także kwestie metodyczne związane z technologią tych robót.

W celu rozprawy Doktorant eksponuje tytuł rozprawy, a mianowicie celem jest „wykazanie że dodatek roztworów chlorków do gruntu wpływa na zmianę jego parametrów mechanicznych”. W dalszej części do celu badań włączono parametry fizyczne gruntu, którymi są gęstość gruntu i wodoprzepuszczalność (wskaźnik wodoprzepuszczalności). Za ważne stwierdzenie celu badań Doktorant uznał zastosowanie wyników badań do projektowania skarp. Wsparciem dla sformułowanego celu badań jest zdefiniowanie tezy rozprawy doktorskiej, którą jest „możliwość zmiany właściwości mechanicznych gruntów niespoistych dla celów projektowych, poprzez wprowadzenie do szkieletu gruntu odpowiednich roztworów, które powlekając powierzchnię zewnętrzną ziaren wywołują efekty adhezyjne i elektrostatyczne”. W przeglądzie literatury Doktorat wykazał, że teza ta została już udowodniona, stąd zamiast sformułowania odpowiednich roztworów, należałoby wprowadzić roztwory, które są nowym elementem w ulepszaniu właściwości gruntów, a mianowicie roztworów chlorku sodu, wapnia i glinu. Działem, który zamyka rozprawę są wnioski końcowe i program dalszych badań. Wnioski zostały sformułowane w formie opisowej, stąd w pozycjach 8.1 Dyskusja uzyskanych wyników i 8.2 Podsumowanie i wnioski końcowe jest wiele powtórzeń. Wydaje się za celowe przeredagowanie tych działów do jednej pozycji.

Na krytyczną ocenę części redakcyjnej rozprawy mają wpływ sformułowania stylistyczne i duża liczba braków interpunkcji. Korzystne byłoby uporządkowanie stosowanej terminologii, dotyczącej podstawowych pojęć, stosowanych w Mechanice Gruntów. Parametr z hipotezy Coulomba-Mohra nazywany jest: spójnością, kohezją, kohesją, efektywną spoistością gruntu (str.92) Parametr ten jest jednoznacznie definiowany jako spójność, która może być wyrażona w naprężeniach całkowitych lub efektywnych. Doktorant wprowadził pojęcie „gęstości Proctora”. W badaniu według przyjętej jednej z metod Proctora, wyznacza się zależność pomiędzy gęstością lub ciężarem objętościowym szkieletu gruntowego i wilgotnością. Stosowana terminologia dotycząca geotechniki jest w Polsce od wielu lat uporządkowana i jest zdefiniowana, także w podręcznikach akademickich np. Z. Wiłun Zarys Geotechniki, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, polskie normy oraz normy ISO-14688 a także w Wykazie symboli, jednostek i definicji proponowanych do stosowania przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Mechaniki Gruntów i Fundamentowania – (T. Baranski, W. Wolski, NOT 1979). Uporządkowania wymaga także stosowanie różnych jednostek przyporządkowanych parametrom fizycznym i wytrzymałościowym np. gęstość wyrażona jest w g/cm^3 (str. 124) Mg/m^3 (str. 82) naprężenia w N/cm^2 , kPa, MPa, KN/m^2 , barach. Znacznym utrudnieniem w studiowaniu pracy jest odniesienie metodyki badań i nomenklatury do norm stosowanych w Niemczech. Należy liczyć się z tym, że pracą zainteresowani będą polscy geotechnicy i drogowcy, stąd rozprawa powinna być uzupełniona rozdziałem, który komentowałby zgodność lub rozbieżność

polskich norm i niemieckich w kontekście wspomnianej metodyki badań i nazewnictwa.

Sformułowane krytyczne uwagi odnośnie strony redakcyjnej rozprawy nie mają wpływu na ocenę struktury i zakresu badań, które należy uznać za przejrzyste i dobrze dokumentują uzyskane wyniki badań.

3. Ogólna ocena i osiągnięcia rozprawy

Ocenę rozprawy należy poprzedzić stwierdzeniem o dobrej koncepcji interpretacyjnej wyników badań laboratoryjnych i terenowych. Badaniem referencyjnym dla tych badań były bowiem próbki przygotowane w laboratorium o wilgotności zbliżonej do optymalnej i stałej dla tej wilgotności gęstości objętościowej szkieletu gruntowego. W badaniu terenowym referencyjnym polem testowym było pole zwilgocone wodą bez dodatków. Taka koncepcja interpretacyjna pozwoliła Doktorantowi dokonać jakościowego i ilościowego wpływu zastosowanych w badaniach chlorków na zmianę parametrów fizycznych, wytrzymałościowych i odkształceniowych badanych piasków. Koncepcja ta stanowi także, w pewnym sensie, odniesienie do rutynowego sposobu zagęszczania gruntów mineralnych w konstruowaniu budowli ziemnej.

Ogólna ocena rozprawy i jej osiągnięcia można przyporządkować do kilku grup, a mianowicie: bibliograficznej, poznawczej, metodycznej i aplikacyjnej. Osiągnięcia bibliograficzne, jak wspomniano w pkt. 2 recenzji, stanowią znaczącą pozycję rozprawy, ze względu na obszernie i kompleksowe omówienie procesów w modelu struktury gruntów niespoistych i częściowo niespoistych oraz wymiany między fazą stałą i ciekłą. Szczególną pozycję w przeglądzie literatury zajmuje omówienie i scharakteryzowanie dodatków do ulepszania gruntów, które Doktorant zdefiniował jako tradycyjne i niestandardowe. Wysoką ocenę pozycji bibliograficznej obniża brak literatury, która dokumentuje bardzo liczne i znaczące osiągnięcia w tej tematyce polskich badaczy.

Za osiągnięcia poznawcze rozprawy można uznać:

- Wykazanie zróżnicowanego wpływu roztworów poszczególnych chlorków na wskaźnik wodoprzepuszczalności zastosowanych w badaniach gruntów i przebieg procesu zagęszczenia w badaniu normalnym Proctora oraz przy różnej energii zagęszczania. Ten efekt udokumentowano w skali jakościowej i ilościowej. W ważnym, ogólnym sformułowaniu Doktorant stwierdził, że najniższą wartość współczynnika filtracji uzyskuje się przy filtracji wodą destylowaną próbek o optymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego. Najwyższe wartości współczynnika filtracji udokumentował Doktorant przy filtracji roztworem $AlCl_3$. Wykazane różnice w wartościach parametrów, które definiują wodoprzepuszczalność lub gęstość objętościową szkieletu gruntowego w badaniu Proctora mieściły się w przedziale od 2% do kilkunastu procent, stąd wobec braku analizy statystycznej trudno ocenić czy dla celów praktycznych są one istotne.

- Za istotny rezultat badań, który ma także wymiar aplikacyjny należy uznać wykazanie, że wprowadzone do ośrodka gruntowego roztwory chlorków powodują jednoznaczne obniżenie wartości kąta tarcia wewnętrznego i modułów ścisłości. Fakt ten potwierdza wykonanie badań w laboratorium i w terenie. Poziom tych zmian sięga kilkudziesięciu procent. Potwierdzenie tego wyniku uzyskano w badaniu płytą sztywną w warunkach in-situ. Badanie płytą sztywną i w edometrze realizuje się w trójosiowym stanie naprężenia, lecz w różnych stanach odkształcenia – trójosiowym i jednoosiowym. Udokumentowanie w obydwu badaniach, że najwyższe wartości modułów ścisłości uzyskuje się dla zagęszczenia warstwy przy wilgotności optymalnej z wodą bez dodatku w postaci chlorków, ma istotne znaczenie praktyczne.
- Wykazanie przydatności badania pomiaru potencjału zeta do oceny sił pomiędzy ziarnami gruntu, po wprowadzeniu do struktury gruntu roztworów chlorków. Można zgodzić się ze stwierdzeniem Doktoranta, sformułowanym na str. 124, że pomimo przeprowadzonych badań „dla wyjaśnienia wpływu zastosowanych chlorków na zmiany zagęszczenia i edometrycznego modułu ścisłości i także należy dodać - parametrów wytrzymałości na ścinanie, nadal nie ma jednoznacznej odpowiedzi na przyczynę tego zjawiska”.

Osiągnięcia metodyczne stanowią na ogół istotny charakter rozprawy. Do badań terenowych i laboratoryjnych wykorzystał Doktorant istniejącą i standardową aparaturę, którą stosuje się w ośrodkach naukowych. Takiego typu aparaturę gwarantowały jednostki badawcze w Niemczech, które wymieniono w pkt. 2 recenzji. Staranność opisu przygotowywania próbek do badań i przebiegu poszczególnych doświadczeń może być z pewnością wykorzystana przez badaczy, którzy będą zajmowali się tą tematyką.

Osiągnięcie aplikacyjne są zawsze oczekiwanym elementem rozprawy doktorskiej. Do tych osiągnięć rozprawy należy zaliczyć;

- obszerny komplet wyników badań właściwości fizycznych badanych gruntów z Moorburga i Jadebusen. Wyniki te mają bardzo istotną wartość dokumentacyjną i będą mogły być wykorzystane w innych badaniach laboratoryjnych oraz w przygotowaniu dokumentacji geotechnicznych.
- osiągnięciem analizowanego problemu stateczności i projektowania skarp jest jedynie to, że Doktorant potwierdził powszechnie uznaną zasadę - im korzystniejsze parametry wytrzymałości na ścinanie gruntu wbudowanego w nasyp (piasek drobny bez ulepszania chlorkami) tym korzystniejsze wartości współczynnika stateczności skarpy nasypu o ustalonej geometrii. Doktorant udokumentował ten fakt pojęciem „rezerwa do awarii”, która w przypadku budowy nasypu z piasku bez ulepszania chlorkami wynosi 47%, z ulepszeniem roztworem NaCl - 42%, roztworem CaCl_2 - 39%, AlCl_3 - 38%. Szczegółowe uwagi związane z rozważaniami przeprowadzonymi w tym rozdziale zamieszczono w pkt. 4 recenzji.

Osiągnięcia rozprawy pozwalają sformułować opinię, że rozprawa znacznie wzbogaca literaturę odnośnie wykorzystania roztworów wybranych chlorków soli do ulepszania gruntów mineralnych.

4. Uwagi szczegółowe

Ze względu na szeroki zakres tematyki związanej z celem rozprawy, niektóre kwestie związane ze stosowaną terminologią, definicje pojęć, a także koncepcja interpretacyjna wyników badań wymaga wyjaśnień.

Uwagi szczegółowe przedstawiam w odniesieniu do kolejnych rozdziałów rozprawy.

- Streszczenie:

Intencją streszczenia, które poprzedza działy główne rozprawy było uzasadnienie celu podjęcia badań. Ze względu na istotne znaczenie takiego wprowadzenia do rozprawy, informacje w nim zawarte powinny być kompletne i zrozumiałe dla czytelnika. Na str. 6 w 20d podano, że badany grunt jest “piaskiem drobnym z częściami średnio piaszczystymi, pylastymi i gliniastymi” Należy wyjaśnić nazewnictwo tego gruntu w kontekście obowiązujących norm w Polsce.

- Rozdział 1. Wstęp

W tym rozdziale, jak wspomniano w pkt. 2 recenzji Doktorant eksponuje problem konieczności uzdatniania gruntu pod budowę dróg w Niemczech. Wydaje się, że korzystnym byłoby uzupełnienie tego rozdziału przykładami badań na ten temat w Polsce, np. Prace: Sękowski J., Siódmiok A. Parametry wytrzymałościowo-odkształceniowe gruntów spoistych ulepszonych technologią katalityczno-fizyczną Magazyn Autostrady nr 12/2012; Siódmiok A., Sękowski J. The effectiveness of forest road strengthening with catalytic-physical technology. XV Danube – European Conference on Geotechnical Engineering, Wien 2012.

- Rozdział 2. Cel i zakres rozprawy

W celu rozprawy Doktorant potwierdza sformułowania ze wstępu. Zaakcentowany został element zastosowania wyników badań do projektowania skarp. Cel ten nie został udokumentowany wnioskami końcowymi w odróżnieniu od jednoznacznie wykazanego wpływu wprowadzenia medium w postaci roztworów chlorków do piasku na jego parametry fizyczne i mechaniczne. Cel badań jest uzupełniony sformułowaniem w rozdz. 4 Metody badań i program badań „Celem pracy jest sprawdzenie czy w warunkach równoziarnistych gruntów niespoistych, w szczególności piasków plażowych i morskich metoda dodawania roztworów może być skuteczna i prowadzi do lepszego zmniejszenia porowatości w porównaniu do zastosowania wody”.

- Rozdział 2.3 Zakres rozprawy doktorskiej

str. 16 w.4d - definicja „jednoziarnistych gruntów niespoistych” wymaga wyjaśnienia w kontekście badanych gruntów z obydwu miejscowości.

- Rozdział 3 Przegląd literatury

str. 17 w. 4g Co należy rozumieć pod pojęciem „grunty spoiste, głównie ilowe i pyłowe o dużej plastyczności”?

Przegląd literatury, jak zaakcentowano w pkt. 2 recenzji, jest bardzo wartościowym elementem rozprawy, informuje bowiem o pracach związanych z tematyką rozprawy. Zwraca jedynie uwagę słabe zaakcentowanie wpływu genezy na kształt i szorstkość ziaren oraz skład mineralogiczny gruntów. Czynniki te mają znaczący wpływ na parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe gruntu. Fakt ten jest dokumentowany i uwzględniany powszechnie w ocenie tych parametrów w warunkach in-situ np. Lunne T., Robertson P., Powell J. (1997) Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. ESPN London

str. 22 w. 4d „w przypadku gruntów spoistych, cienkie płatki, jakie znajdują się w glinach” Co oznacza pojęcie cienkie płatki?

str. 23 w. 2g co oznacza definicja „piasek drobny o słabo spoistych składnikach”

str. 23 w. 4g “udział iłu w laboratorium to 10,5%, udział iłu w gruncie w badaniach laboratoryjnych wynosi 0,6%”. Jaka była ostateczna zawartość frakcji ilowej w badanych próbkach?

- Rozdział 3.7 Rys historyczny zastosowania soli do stabilizacji gruntu

str. 35 w. 13d wyjaśnienia wymaga stwierdzenie „grunty traktowane chlorkiem wapnia mają wyższe wartości przepuszczalności...”

- Rozdział 4.0 Metody badań i program badań

str. 39 w. 12g sformułowanie „różnice to wyższa gęstość, niższy edometryczny moduł ścisłości, mniejszy kąt tarcia” zdanie to przeczy podstawowym zależnościom pomiędzy modułem ścisłości lub kątem tarcia wewnętrznego i gęstością (wskaźnikiem porowatości) gruntu niespoistego.

- Rozdział 5.1.1 Klasyfikacja badanego gruntu z Moorburga

Rozdział ten zawiera szczegółowe i ważne informacje odnośnie lokalizacji miejsca badania terenowego oraz właściwości piasku drobnego z którego formowano pola testowe oraz metodykę przygotowania próbek roztworów. Korzystne byłyby dla oceny właściwości piasku podać jego nazwę zgodnie z cytowaną normą ISO 14688-1 i załącznikiem krajowym (polskim), w kontekście podanego przez Doktoranta nazewnictwa „obecny w gruncie piasek to piasek drobnoziarnisty, bardzo średni, lekko pyłowy” (str.44)

- Rozdział 5.2 Badania w naturze płytą statyczną

Wartość i istotne znaczenie badań terenowych w rozprawie skomentowano w rozdziale 3 rozprawy. Podsumowanie uzyskanych wyników z badania płyta sztywną tj. modułów odkształcenia zawiera tab. 5.3 Ze względu na uzyskane wartości modułu ścisłości z poletek formowanych z piasku z wodą i roztworami,

szczegółowego wyjaśnienia i uzasadnienia wymaga uzyskanie zróżnicowanych wartości liczbowych tych modułów.

Moduły odkształcenia są funkcyjnie związane ze stopniem zagęszczenia (wskaźnikiem porowatości) gruntu niespoistego. Na jakość wyznaczonych modułów w badaniu terenowym płytą sztywną zasadniczy wpływ ma jednorodność, w kontekście efektywnego ciężaru objętościowego i porowatości, uformowanej z piasku drobnego warstwy nasypu. Ogólnie akceptowaną zasadą dla uzyskania jednorodnego zagęszczenia warstwy nasypu jest ustalenie jej grubości w zależności od przyjętego sprzętu do zagęszczenia i liczby przejazdów (K. Czyżewski, W. Wolski, S. Wójcicki, A. Żbikowski. Zapory Ziemne, Arkady 1973). Do zagęszczenia uformowanej warstwy nasypu Doktorant zastosował walec statyczny, jednobębnowy. Liczba przejazdów walcem statycznym dla uzyskania jednorodnego zagęszczenia warstwy o grubości 30 cm powinna wynosić 4-5. W kontekście tej zasady Doktorant ocenił zagęszczenie następująco str. 53 w.9d: „podczas jednego procesu zagęszczania grunt na polach doświadczalnych nie był dokładnie zagęszczony”. Dla kontroli jednorodności zagęszczenia pobrano próbki gruntów (str. 48), nie podano jednak jakiej jakości były to próbki, ich liczbę i lokalizację na poszczególnych poletkach. Za ważną informację dla oceny istotności różnic pomiędzy modułem odkształcenia (tab. 5.3) byłoby obliczenie średniej wartości ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego lub porowatości wraz z półprzedziałami ufności na poszczególnych polach testowych. Nie zbadano także, czy wartości średnie ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego różniły się statystycznie istotnie na przyjętym poziomie istotności np. $\alpha = 0,05$. W związku z tym trudno ocenić, czy pomiary płytą sztywną wykonano w identycznych lub zbliżonych warunkach wyjściowych na poszczególnych poletkach (Z. Młynarek, Quality of in-situ and laboratory tests contribution to risk management, Proc. 14th Danube European Conference on Geotechnical Engineering, Bratislava, 2010, Lee J.K, Soil Mechanics – New Horizons, Chapter 33, Lumb P., Application of Statistics in Soil Mechanics, Newpesi-Balterworth, London, 1974).

- Rozdział 6 Pomiary laboratoryjne parametrów gruntowych.

Prezentowane w tym rozdziale wyniki badań dotyczą gruntu z miejscowości Jadebusen. Celowe byłoby uzupełnić nazwę tego gruntu: „piasek drobnoziarnisty, piasek bardzo średni, lekko mulisty” nazwą z normy PN-EN ISO 14688 (Załącznik krajowy NA)

str. 54 w.13, 14 zdanie „Badania znane w geotechnice mogą pokazać, w jakim stopniu dodatek środków powierzchniowo-czynnych wpływa na badane parametry w każdym przypadku. Jednak nie stanowią one bezpośredniej przyczyny zachodzących zmian” jest niezrozumiałe

str. 54 w.9d Zdanie: „proporcje $< 0,063\text{mm}$ zapewniają większą powierzchnię właściwą”. Należy wyjaśnić jakie to są proporcje i w stosunku do czego? Jest to ważna sentencja, bowiem definiuje wielkość powierzchni właściwej ziarna i jest wykorzystywana w interpretacji wyników.

- Rozdział 6.3 Badanie zagęszczenia materiału gruntowego w aparacie Proctora

W rozdziale tym Doktorant wprowadza, jak podkreślono w rozdziale 3 recenzji, dwa pojęcia dla badania według metody Proctora, a mianowicie gęstość Proctora str. 63 i na wielu innych stronach oraz poprawnej terminologii „gęstość objętościowa szkieletu gruntowego i wilgotności optymalnej z testu Proctora”. Niezrozumiałe jest także wprowadzenie na wykresach (np. rys. 64) nazewnictwa „gęstość próbki suchej oś Y, oraz zawartości wody w postaci bezwymiarowej. Wskazane byłoby, aby w rozprawie stosowano wszędzie jedną, poprawną definicję. str. 69 w.19 - co oznacza pojęcie „gęstość ziarna”?

- Rozdział 6.3.4 Wyniki testu zagęszczenia w aparacie Proctora przy wilgotności optymalnej

Rozdział ten należy uznać za bardzo wartościowy, bowiem może stanowić inspirację do sformułowania praktycznych wniosków do budowania nasypów z piasku z dodatkiem i bez dodatku roztworów chlorków NaCl, CaCl₂, AlCl₃. Bardzo dobrze uzyskane wyniki przedstawia rys. 6.5 Z tego rysunku wynika, że gęstość objętościowa szkieletu gruntowego dla próbek z wodą destylowaną wynosi 1,67g/cm³, natomiast dodatki chlorków zwiększają ją nieznacznie, maksymalnie do 1,694g/cm³ (chlorek AlCl₃). Celowe byłoby, aby Doktorant skomentował uzyskane wyniki w kontekście wykorzystania ich dla celów projektowych.

- Rozdział 6.4 Zagęszczanie w aparacie Proctora przy zmiennej energii zagęszczania

Wyniki badań są w tym rozdziale dobrze udokumentowane na rys. 6.7, 6.8, 6.9, 6.10. Wyniki te stanowią uzupełnienie badań z rozdziału 6.3 tym bardziej, że sformułowane wnioski potwierdzają wnioski z rozdziału 6.3. Na str. 76 w. 8g należy podać liczbę replikacji, jeśli do konstrukcji zależności pomiędzy gęstością objętościową szkieletu gruntowego i energią zagęszczania wykorzystana została wartość średnia gęstości objętościowej szkieletu gruntowego.

Ilościowo wpływ zmiany energii zagęszczania na gęstość objętościową szkieletu gruntowego próbek nawilżanych wodą destylowaną do wilgotności optymalnej i roztworami chlorków dobrze ilustruje rys. 6.9. Zwracają uwagę dwa elementy tej zależności, a mianowicie: rodzaj funkcji, która opisuje te zmiany dla każdego typu próbek jest identyczny. Jest to funkcja logarytmiczna. Drugim elementem jest to, że zmiany energii zagęszczania powodują nieznaczne zwiększenie wartości gęstości objętościowej szkieletu gruntowego, która nie przekracza kilku procent.

- Rozdział 6.5 Badania edometryczne materiału gruntowego.

Wyniki istotnych dla celu rozprawy badań edometrycznych zostały poprzedzone szczegółowym opisem techniki wykonania poszczególnych doświadczeń. Referencyjnym badaniem dla próbek przygotowanych z poszczególnymi roztworami chlorków było badanie z próbką przygotowaną w badaniu Proctora, przy wilgotności optymalnej. Ten element, jak wyjaśniono w rozdziale 3 recenzji

jest korzystny dla interpretacji wyników. Opis badania zawiera kilka nieścisłości, a mianowicie;

str. 78 w. 10d „okrągła próbka jest badana jednoosiowo pionowo, w kierunku poziomym zmiany kształtu są pomijane” Odształcenia próbki w kierunku poziomym nie są pomijane, lecz nie występują. Ten stan odształcenia potwierdza Doktorant na str. 82 w. 12d.

str. 82 w. 10d „edometryczny moduł ściśliwości jest modułem w przypadku osłabienia rozszerzalności bocznej, odpowiada to w przybliżeniu warunkom występującym w naturalnym podłożu, gdzie odształcenie boczne pod wpływem obciążenia pionowego są również znacznie utrudnione”. Sentencja tych zdań jest niezrozumiała. Stan odształcenia w podłożu zależy od stanu naprężenia.

Uzyskane wyniki badań dobrze ilustrują rys. 6.13, 6.14. Bardzo istotnym wnioskiem z badań edometrycznych jest wykazanie, że najwyższe wartości modułów edometrycznych na poziomie poszczególnych obciążeń uzyskano dla próbek z wodą destylowaną. Wprowadzenie do próbek roztworów chlorku soli powoduje obniżenie wartości liczbowych modułów nawet do 30%. Sukcesem tego badania, jak podkreślono kilkakrotnie w recenzji, jest potwierdzenie wyników badań terenowych z płytą sztywną.

• Rozdział 6.6 Badanie wytrzymałości na ścinanie materiału gruntowego

Opis przygotowania próbek do badań w aparacie bezpośredniego ścinania i sposobu wykonania badań poprzedzono wstępem. Niezrozumiałe są sformułowania, które opisują proces badania, a mianowicie: „Aby określić wytrzymałość na ścinanie do próbki w laboratorium przykłada się naprężenie ścinające aż do jej deformowania. Na opór próbki gruntu na powierzchni ślizgającej się lub łamiącej składa się siła tarcia i kohezja” (str.87 r.4g) Za ważne podejście metodyczne do badań należy uznać to, że podobnie jak w badaniach edometrycznych, wykonano badania referencyjne z próbkami bez roztworu chlorków, które zagęszczono przy wilgotności optymalnej.

Do interpretacji wyników badań Doktorant wykorzystał hipotezę Coulomba-Mohra (wzór 15 str. 92) Definicja parametru „c” w tej hipotezie została zapisana jako „efektywna spoistość gruntu” jest błędna. Do oceny spoistości gruntu wykorzystuje się wskaźnik plastyczności. Podstawą obliczenia wskaźnika plastyczności i klasyfikacji gruntów ze względu na spoistość są granice Atterberga, a nie badanie wytrzymałości na ścinanie. Pojęcie kohezji, które Doktorant również wykorzystuje do definicji parametru „c” jest dobrze wyjaśnione w wielu publikacjach między innymi E. Paszyc-Stępkowska, Próba fizyko-chemicznej interpretacji procesu ścinania gruntów łąkowych, Archiwum Hydrotechniki t.XIII z.3-4, 1966

str. 93 w 8d Należy wyjaśnić dla jakiej zmiennej losowej obliczono odchylenie standardowe. Jaka była liczba replikacji do obliczenia odchylenia standardowego? Tab od 6.15 do 6.18 dobrze dokumentują, że najwyższe wartości kąta tarcia wewnętrznego uzyskano dla próbek przygotowanych z wodą destylowaną. Doktorant wykazał, że wprowadzenie roztworów o różnym stężeniu do próbek

gruntu powoduje obniżenie wartości kąta tarcia wewnętrznego. Zmiany kąta tarcia nie przekraczają kilku procent, stąd Doktorant ocenił, że „nie ma to praktycznego znaczenia” (str. 98 w. 5d). Wydaje się jednak, że wykazana tendencja zmian parametrów wytrzymałościowych na ścinanie po wprowadzeniu roztworów do próbek stanowi istotny element poznawczy. W przypadku bowiem piasków zmiana procesu zagęszczenia nie powoduje zmiany ich makrostruktury, w odróżnieniu od wpływu tego procesu na parametry wytrzymałości na ścinanie w gruntach spoistych (Z. Młynarek, Parametry ścinania gliny piaszczystej zagęszczanej statycznie i dynamicznie. II Konferencja Naukowa Wydziału Budownictwa Lądowego, 1973). Wykazane zmiany kąta tarcia wewnętrznego są więc spowodowane między innymi efektem, który Doktorant nazwał „efektem smarowania”.

- Rozdział 6.7 Badania wodoprzepuszczalności materiału gruntowego.

Ważną kwestią metodyczną w tych starannie przeprowadzonych badaniach było to, że „wszystkie próbki przygotowano jednakowo, miały gęstość $1,658(\text{g}/\text{cm}^3)$ i zawartość wody $14,5(\%)$. W ten sposób wyeliminowano podstawową zmienną, która ma wpływ na wartość współczynnika filtracji tj. wskaźnik porowatości. Wyniki badań przedstawione na rys.6.21 i w tab. 6.20 pozwoliły sformułować wniosek, że „wpływ ten został stwierdzony, lecz wnioski mogą być tylko wnioskami jakościowymi”. Szkoda, że Doktorant wyników swoich badań nie skomentował w kontekście wyników z pracy Z. Zięba, Wpływ kształtu cząsteczek drobnoziarnistych gruntów niespoistych na ich wodoprzepuszczalność. Rozprawa doktorska, Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach, 2003.

- Rozdział 6.8 Pomiary potencjału elektrokinetycznego zeta.

Cel oryginalnych badań, które udokumentowano w tym rozdziale, sformułował Doktorant na str. 105 pisząc, że „badania potencjału elektrokinetycznego zeta mają wyjaśnić przyczyny zmian parametrów geotechnicznych gruntów przez wprowadzenie roztworów o różnym stężeniu do gruntu”.

Rozdział ten zawiera staranny opis przygotowania próbek do badań i przebiegu doświadczenia. Badania pozwoliły sformułować wniosek końcowy, że wzrost stężenia roztworów zmniejsza potencjał elektryczny zeta.

- Rozdział 7 Wpływ dodatków soli na projektowanie skarp

Analizę stateczności skarpy przeprowadził Doktorant na przykładzie nasypu drogowego z obciążonym naziemem i ustalonej geometrii (rys. 7.2 i inne). Wysokość nasypu wynosiła $8,0\text{m}$, pochylenie skarp $1,2$. Nasyp wspiera się na podłożu, które stanowią warstwy pyłu i iłu. Parametry wytrzymałościowe tych osadów przyjął Doktorant jako wartości przykładowe. Analizę przeprowadzono dla czterech modeli obliczeniowych, a mianowicie; nasyp zbudowany z piasku drobnego zagęszczonego przy wilgotności optymalnej bez dodatku roztworów i nasyp z piasku drobnego z roztworami NaCl , CaCl_2 , AlCl_3 . Parametry wytrzymałościowe piasku drobnego z roztworami zostały przyjęte z wykonanych badań w aparacie bezpośredniego ścinania. Do obliczeń stateczności wykorzystał

Doktorant program Plaxis 20, w którym zastosowano metodę Krey-Bishopa. Przeprowadzone obliczenia wymagają kilku wyjaśnień, a mianowicie;

str. 113 w. 6d - uzasadnienia wymaga ewentualne wykorzystanie do obliczeń pionowej składowej obciążenia od warstwy pyłu i ilu oraz prawdopodobnie piasku w nasypie - ciężaru właściwego. Zarówno piasek w nasypie nawilżony wodą oraz il i pył w podłożu reprezentują ustroje trójfazowe (A. Kezdi, Handbuch der Bodenmechanik, Akademie Kiado, 1969). Przyjęcie ciężaru właściwego zamiast objętościowego do obliczeń jest nieuzasadnione (K. Czyżewski i inni, Zapory ziemne, Arkady, 1973)

str. 113 w.5d i 6d oraz rys.7.2, 7.3, 7.4, 7.5 – jednostki ciężaru właściwego kN/m^2 są błędne

str. 114 w.6g wymaga uzasadnienia, dlaczego przyjęto, że „punkt bazowy koła poślizgu jest stałe z początkiem pochylenia skarpy”. Czy pokazane na rys.7.2, 7.3, 7.4, 7.5 koła poślizgu reprezentują powierzchnię poślizgu o niekorzystniejszym współczynniku pewności (stateczności). Należałoby podać jaką metodę wykorzystano w programie obliczeniowym do wyznaczenia położenia i promienia koła poślizgu (np. K. Czyżewski i inni, Zapory ziemne, rozdział 7,3.6, Arkady, 1973)

Do oceny stateczności skarpy Doktorant wykorzystał współczynnik E_d/R_d . Brak jest wyjaśnienia tych indeksów, poza zapisem promienia koła poślizgu indeksem za pomocą R. Za pomocą współczynnika E_d/R_d Doktorant wyznaczył tzw. rezerwę do awarii str. 117 i inne. Współczynnik ten został także nazywany „stopniem wykorzystania” (str. 119)

str. 120 w.5g zdanie „jeśli chlorki dostaną się do gruntu w fazie użytkowania, może nastąpić dalsze osadzanie, natomiast jeśli zostaną one wprowadzone przed zagęszczeniem, można spodziewać się lepszego zagęszczenia gruntu”. Wydaje się, że ta sentencja nie dotyczy przeprowadzonych obliczeń stateczności.

Ewentualna rekomendacja Doktoranta dotycząca budowy nasypu drogowego z gruntu ulepszanego roztworami chlorków, powinna uwzględniać eksploatację nasypu w warunkach naturalnych. Badania A. Siódmiok (Modelowe badanie sztywności gruntu spoistego, stabilizowanego techniką katalityczno-fizyczną. Wprowadzenie do wybranych zagadnień z inżynierii lądowej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2017) wykazały, że symulowane, długotrwałe opady atmosferyczne w warunkach laboratoryjnych powodują niekorzystne zmiany modułów ścisłości i parametrów wytrzymałościowych stabilizowanego gruntu. Potencjalny wpływ skarpy nasypu może stanowić ponadto istotny problem ekologiczny.

- Rozdział 8 Wnioski i program dalszych badań.

Rozdział ten składa się z dwóch podrozdziałów, a mianowicie 8.1 Dyskusja uzyskanych wyników i 8.2 Podsumowanie i wnioski końcowe. Rozdziały te w formie opisowej podsumowują wnioski częściowe z poszczególnych badań. Za istotne do celów praktycznych należy uznać stwierdzenie, że „najwyższy

edometryczny moduł ściśliwości uzyskany jest dla próbek z wodą destylowaną”. Fakt ten oznacza, że warstwy podbudowy drogowej lub podłoża formowane tradycyjnie z piasku bez dodatków chlorków charakteryzują się wyższą sztywnością i nośnością.

- Rozdział 6.3 Program dalszych badań.

Doktorant sformułował w tym rozdziale rekomendacje, aby dalszymi badaniami objąć grunty niespoiste o różnej genezie. Problem ten, jak wcześniej wspomniano w recenzji, uważa się współcześnie jako niezwykle istotny dla prawidłowej oceny wyników z nowoczesnych badań podłoża w warunkach in-situ i z badań laboratoryjnych.

Przedstawione uwagi szczegółowe mają charakter dyskusyjny i w zależności od decyzji Doktoranta mogą być uwzględnione w przygotowaniu publikacji z materiału rozprawy

- Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr. Jakoba Machona udokumentowana jest oryginalnymi osiągnięciami poznawczymi, metodycznymi oraz stanowi znaczącą pozycję dokumentacyjną.

We wniosku końcowym stwierdzam, że rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w zakresie inwencji badawczej, kompendium literaturowego i metodyki badań, które są sformułowane w ustawie z dnia 20 lipca 2018r. - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. poz.1669, art. 14 ust. 1 pkt.1, ust.2) oraz Ustawy z dnia 14.03.2003 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. 22017 poz. 1789)

Wnoszę więc o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Nigara Mijane

ABSTRACT

Influence of solutions added into non-cohesive soils on their mechanical properties

Subject of this work are laboratory tests and field tests on the effect of surface-active additives, selected chlorides in selected concentrations, on the mechanical properties of a non-cohesive to weakly cohesive sandy soil. This influences the electrical double layer of the soil particles and thus the mutual attraction forces and electrical charging forces.

In order to be able to assess the mechanical properties, tests on compaction, the oedometer modulus, the shear resistance and the water permeability of the present sandy soil are carried out in the laboratory. The field tests are evaluated using the plate load test.

This sandy soil is a fine sand with medium-sandy, silty and clayey portions. According to (DIN EN ISO 14688-1, 2011-06) [94] this sand is classified as $fS, m\bar{s}, u'$. The compactability is determined by Proctor-tests according to (DIN 18127, 2012-09) [79], with the shear strength being determined using the direct shear test according to (DIN 18137-3, 2002-09) [86]. The examinations of the oedometer module are carried out in the laboratory according to (DIN 18135, 2012-04) [84] in the oedometer consolidation device, with the determination of the E-modules E_{v1} and E_{v2} as field tests using a plate load test according to (DIN 18134, 2012-04) [83]. Modified laboratory tests on the influence of the chlorides used on the water permeability of the soil are based on (DIN 18130-1, 1998-05) [82]. These investigations, which are common in soil mechanics, show the influence of the chlorides brought into the soil on its mechanical properties. In addition, according to (ISO13099-2, 2012-06) [103] measurements of the zeta potentials of the particles and thus the measurement of the electrical double layer of the particles should provide a possible explanation for the differences that occur in the emerging mechanical properties of the fine sand.

Salts, chlorides such as sodium chloride (NaCl) but also other thawing agents such as calcium chloride (CaCl_2) and magnesium chloride (MgCl_2) or other salts are applied to prevent ice formation or to thaw ice and snow on streets and pavements. While chlorides,

principally sodium chloride (NaCl) and calcium chloride (CaCl_2), in varying concentrations, have been used in the United States since the beginning of the last century to stabilize the soil of low cost roads and roads in general, they remain in Germany and most of Europe disregarded. The calculation of a slope failure using the parameters obtained in the laboratory for the mechanical properties is intended to show the effects on project planning.

Yalob Alachon



Poznań, 20 lutego 2023r.

prof. dr hab. inż. Zbigniew Młynarek

em. prof. zw.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakoba Machona

pt. *Wpływ roztworów wprowadzonych do gruntów niespoistych
na ich właściwości mechaniczne*

1. Podstawa opracowania recenzji

- Zlecenie prof. dr. hab. inż. Jacka Przepiórskiego Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 10 listopada 2022r.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. poz.1669, art. 14 ust. 1 pkt.1, ust.2 ustawy z dnia 14.03.2003 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

2.1 Aktualność i pozycja tematyki rozprawy w literaturze krajowej i zagranicznej

Badania nad ulepszeniem gruntu mineralnego licznymi spoiwami do celów drogowych prowadzone są od wielu lat. Fakt ten potwierdza dobry przegląd literatury, który znajduje się w niniejszej rozprawie. Inspiracją do podjęcia tego tematu, pomimo wspomnianej długoletniej historii tych badań było, jak uzasadnia Doktorant we wstępie rozprawy, że „na terenie Niemiec do budowy i rozbudowy sieci drogowej wykorzystuje się tereny budowlane, które nie spełniają wymaganych kryteriów gruntowo-mechanicznych” (str.13). Wprawdzie Doktorant eksponuje istotę problemu badawczego dla inwestycji drogowych w Niemczech, ale problem wzmacniania podłoża oraz realizację inwestycji drogowych w trudnych warunkach gruntowych należy uznać za problem ogólny. Niezwykły rozwój technologii budowy dróg może stanowić uzasadnienie, aby poszukiwać nowe spoiwo dla ulepszania i wzmacniania podbudowy drogowej. Szkoda jedynie, że we wstępie Doktorant nie wyjaśnił dlaczego zdecydował się na wybór chlorku sodu NaCl , chlorku wapnia CaCl_2 i chlorku glinu AlCl_3 . Uzasadnienie to jest konieczne w kontekście powszechnie stosowanym

ulepszeniem podłoża do celów drogowych, między innymi wapnem, cementem i spoiwami hydraulicznymi.

Atrakcyjność podjętego przez Doktoranta tematu badawczego stanowią dwa elementy;

- w ostatnim dwudziestolecu znacznie zwiększył się potencjał badań laboratoryjnych, który lepiej pozwala rozeznąć procesy, które występują w strukturze modelu ziarno gruntu – warstwa podwójna, na skutek wprowadzenia do gruntu medium, szczególnie roztworu. Ten element analizy znajduje się w przygotowanej przez Doktoranta rozprawie
- problem badawczy rozważany w rozprawie można uznać za uniwersalny. W przypadku bowiem uzyskania negatywnych wyników odnośnie zwiększenia się sztywności i nośności oraz wytrzymałości warstwy podłoża ulepszanego zastosowanym roztworem chlorku, to tego typu informacja będzie bardzo istotna dla projektanta i inwestora. W takiej bowiem sytuacji rekomendacja tej techniki ulepszania podłoża będzie nieuzasadniona. Pozytywny wynik badań będzie natomiast stanowił inspirację dla dalszych badań oraz rozważenia możliwości wykorzystania proponowanej przez Doktoranta metody do ulepszeń podbudowy drogowej, względnie warstwy naturalnego podłoża. Tego typu decyzja powinna uwzględniać aspekt ekonomiczny tego przedsięwzięcia i ewentualne uwarunkowania z zakresu ochrony środowiska. Ten problem nie był w rozprawie analizowany.

W kontekście przedstawionego komentarza można stwierdzić, że podjęty przez Doktoranta temat dobrze lokuje się we współczesnych kierunkach badań z dziedziny drogownictwa, wykorzystując wsparcie z dziedziny geotechniki. Temat rozprawy tylko częściowo informuje o celowości i zakresie badań, bowiem pomija bardzo istotną część badań, która dotyczyła wpływu roztworu chlorków na właściwości fizyczne badanych gruntów niespoistych.

2.2 Struktura rozprawy i koncepcja opracowania redakcyjnego

Rozprawa doktorska została przygotowana w jednolitej strukturze, bez załączników na 126 stronach maszynopisu. Część tekstową uzupełniają; bibliografia; 75 pozycji, wykaz norm 28 pozycji, w tym jedna polska, spisy rysunków, wykresów i tabel. Zgodnie z wymogami ustawy z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. poz.1669, art. 14 ust. 1 pkt.1, ust.2 ustawy z dnia 14.03.2003 o stopniach i tytule naukowym rozprawę poprzedza streszczenie w języku angielskim. Ocenę struktury rozprawy można skomentować stwierdzeniem, że jest dobrze zorganizowana. Trzy główne działy rozprawy stanowią; pierwszy to badania w warunkach in-situ, w których wykonano pomiary odkształcalności uformowanej warstwy nasypu - płytą sztywną. Drugi dział stanowi szeroki program badań laboratoryjnych. Do tych badań wykorzystano grunty różnego pochodzenia i uziarnienia. W warunkach in-situ nasyp był formowany z piasku drobnego z dna zbiornika wodnego w miejscowości Moorburg (rys.5.1) Natomiast w programie badań laboratoryjnych wykorzystano piasek drobny z zatoki Jadebusen (rys.6.1). Mało

czytelna jest informacja o tym, że zastosowano różne grunty w badaniu terenowym i laboratoryjnym (str.6). W streszczeniu nie akcentuje się faktu, że badania płytą sztywną nie wykonano na nasypie przygotowanym z piasku drobnego z miejscowości Jadebusen.

Badania laboratoryjne, które są drugim działem w rozprawie wykonał Doktorant w Laboratorium Mechaniki Gruntów, Fundamentowania Robót Ziemnych Uniwersytetu Jade w Oldenburgu oraz w Instytucie Gospodarki Wodnej w Brunshwiku. Do badań laboratoryjnych Doktorant przygotował dwa odrębne programy. Jeden dotyczył gruntów z Moorburga, drugi z zatoki Jadebusen. Decyzja wykonania badań laboratoryjnych z zastosowaniem dwóch gruntów została uzasadniona tym, że piasek drobny z Moorburga zawierał nieznaczne ilości frakcji ilowej i pyłowej. Kvarcowe piaski drobne charakteryzują się małą powierzchnią właściwą, stąd procesy w strukturze modelu cząstka gruntu - warstwa podwójna mogły być niejednoznacznie rejestrowane, po wprowadzeniu do gruntu roztworu chlorków. Wydaje się, że z tego powodu Doktorant wykonał drugi pakiet badań laboratoryjnych dla gruntu z Jadebusen, który zawierał 10,5% frakcji pyłowej i 0,6% frakcji ilowej. W ramach badań laboratoryjnych gruntu z Moorburga wykonano oznaczenia uziarnienia piasków, dyfrakcję rentgenowską, straty prażenia, zawartości węglanu wapnia i wskaźnika pH gruntu. Program badań dla gruntu z Jadebusen, oprócz wyżej wymienionych oznaczeń, uzupełniono o wyniki badania wilgotności optymalnej metodą normalną Proctora oraz przy zmiennej energii zagęszczania, badanie wskaźnika wodoprzepuszczalności, badanie edometryczne i badanie wytrzymałości na ścinanie w aparacie bezpośredniego ścinania. Do badań przygotowano próbki zawilgocone wodą destylowaną oraz chlorkami sodu, wapnia i glinu o różnym stężeniu. Wyniki badań próbek z wodą destylowaną stanowiły badanie referencyjne. Ten pakiet badań gruntów uzupełniono pomiarem potencjału elektrokinetycznego zeta. Program badań laboratoryjnych, jak wcześniej wspomniano, należy ocenić jako bardzo wszechstronny do rozstrzygnięcia celu rozprawy.

Trzeci dział rozprawy stanowi analiza stateczności nasypu drogowego z obciążonym naziemem. Założeniem do obliczeń stateczności skarpy nasypu było, że nasyp będzie zbudowany z piasku drobnego, którego parametry wytrzymałościowe zostały wyznaczone w badaniu laboratoryjnym. Alternatywą dla tych obliczeń stanowiło wybudowanie nasypu z tego samego gruntu, ulepszanego trzema roztworami chlorków. Parametry wytrzymałościowe tego materiału wyznaczono także w badaniu laboratoryjnym.

Każdy z wymienionych głównych rozdziałów rozprawy jest podsumowany własnym komentarzem. Jest to wartościowy element rozprawy. Działy główne rozprawy poprzedzone są wstępem, który zawiera istotne elementy, które pozwoliły Doktorantowi sformułować tezę i cel rozprawy. Tym znaczącym elementem w tej części rozprawy jest przegląd literatury. W przeglądzie literatury, który jak wcześniej wspomniano, zawiera 75 pozycji bibliograficznych, omówiono rozwój historyczny

zagadnienia ulepszania i stabilizacji podbudów drogowych i podłoża, a także kwestie metodyczne związane z technologią tych robót.

W celu rozprawy Doktorant eksponuje tytuł rozprawy, a mianowicie celem jest „wykazanie że dodatek roztworów chlorków do gruntu wpływa na zmianę jego parametrów mechanicznych”. W dalszej części do celu badań włączono parametry fizyczne gruntu, którymi są gęstość gruntu i wodoprzepuszczalność (wskaźnik wodoprzepuszczalności). Za ważne stwierdzenie celu badań Doktorant uznał zastosowanie wyników badań do projektowania skarp. Wsparciem dla sformułowanego celu badań jest zdefiniowanie tezy rozprawy doktorskiej, którą jest „możliwość zmiany właściwości mechanicznych gruntów niespoistych dla celów projektowych, poprzez wprowadzenie do szkieletu gruntu odpowiednich roztworów, które powlekając powierzchnię zewnętrzną ziaren wywołują efekty adhezyjne i elektrostatyczne”. W przeglądzie literatury Doktorat wykazał, że teza ta została już udowodniona, stąd zamiast sformułowania odpowiednich roztworów, należałoby wprowadzić roztwory, które są nowym elementem w ulepszaniu właściwości gruntów, a mianowicie roztworów chlorku sodu, wapnia i glinu. Działem, który zamyka rozprawę są wnioski końcowe i program dalszych badań. Wnioski zostały sformułowane w formie opisowej, stąd w pozycjach 8.1 Dyskusja uzyskanych wyników i 8.2 Podsumowanie i wnioski końcowe jest wiele powtórzeń. Wydaje się za celowe przeredagowanie tych działów do jednej pozycji.

Na krytyczną ocenę części redakcyjnej rozprawy mają wpływ sformułowania stylistyczne i duża liczba braków interpunkcji. Korzystne byłoby uporządkowanie stosowanej terminologii, dotyczącej podstawowych pojęć, stosowanych w Mechanice Gruntów. Parametr z hipotezy Coulomba-Mohra nazywany jest: spójnością, kohezją, kohesją, efektywną spoistością gruntu (str.92) Parametr ten jest jednoznacznie definiowany jako spójność, która może być wyrażona w naprężeniach całkowitych lub efektywnych. Doktorant wprowadził pojęcie „gęstości Proctora”. W badaniu według przyjętej jednej z metod Proctora, wyznacza się zależność pomiędzy gęstością lub ciężarem objętościowym szkieletu gruntowego i wilgotnością. Stosowana terminologia dotycząca geotechniki jest w Polsce od wielu lat uporządkowana i jest zdefiniowana, także w podręcznikach akademickich np. Z. Wiłun Zarys Geotechniki, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, polskie normy oraz normy ISO-14688 a także w Wykazie symboli, jednostek i definicji proponowanych do stosowania przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Mechaniki Gruntów i Fundamentowania – (T. Baranski, W. Wolski, NOT 1979). Uporządkowania wymaga także stosowanie różnych jednostek przyporządkowanych parametrom fizycznym i wytrzymałościowym np. gęstość wyrażona jest w g/cm^3 (str. 124) Mg/m^3 (str. 82) naprężenia w N/cm^2 , kPa, MPa, KN/m^2 , barach. Znacznym utrudnieniem w studiowaniu pracy jest odniesienie metodyki badań i nomenklatury do norm stosowanych w Niemczech. Należy liczyć się z tym, że pracą zainteresowani będą polscy geotechnicy i drogowcy, stąd rozprawa powinna być uzupełniona rozdziałem, który komentowałby zgodność lub rozbieżność

polskich norm i niemieckich w kontekście wspomnianej metodyki badań i nazewnictwa.

Sformułowane krytyczne uwagi odnośnie strony redakcyjnej rozprawy nie mają wpływu na ocenę struktury i zakresu badań, które należy uznać za przejrzyste i dobrze dokumentujące uzyskane wyniki badań.

3. Ogólna ocena i osiągnięcia rozprawy

Ocenę rozprawy należy poprzedzić stwierdzeniem o dobrej koncepcji interpretacyjnej wyników badań laboratoryjnych i terenowych. Badaniem referencyjnym dla tych badań były bowiem próbki przygotowane w laboratorium o wilgotności zbliżonej do optymalnej i stałej dla tej wilgotności gęstości objętościowej szkieletu gruntowego. W badaniu terenowym referencyjnym polem testowym było pole zwilgocone wodą bez dodatków. Taka koncepcja interpretacyjna pozwoliła Doktorantowi dokonać jakościowego i ilościowego wpływu zastosowanych w badaniach chlorków na zmianę parametrów fizycznych, wytrzymałościowych i odkształceniowych badanych piasków. Koncepcja ta stanowi także, w pewnym sensie, odniesienie do rutynowego sposobu zagęszczania gruntów mineralnych w konstruowaniu budowli ziemnej.

Ogólna ocena rozprawy i jej osiągnięcia można przyporządkować do kilku grup, a mianowicie: bibliograficznej, poznawczej, metodycznej i aplikacyjnej. Osiągnięcia bibliograficzne, jak wspomniano w pkt. 2 recenzji, stanowią znaczącą pozycję rozprawy, ze względu na obszernie i kompleksowe omówienie procesów w modelu struktury gruntów niespoistych i częściowo niespoistych oraz wymiany między fazą stałą i ciekłą. Szczególną pozycję w przeglądzie literatury zajmuje omówienie i scharakteryzowanie dodatków do ulepszania gruntów, które Doktorant zdefiniował jako tradycyjne i niestandardowe. Wysoką ocenę pozycji bibliograficznej obniża brak literatury, która dokumentuje bardzo liczne i znaczące osiągnięcia w tej tematyce polskich badaczy.

Za osiągnięcia poznawcze rozprawy można uznać:

- Wykazanie zróżnicowanego wpływu roztworów poszczególnych chlorków na wskaźnik wodoprzepuszczalności zastosowanych w badaniach gruntów i przebieg procesu zagęszczenia w badaniu normalnym Proctora oraz przy różnej energii zagęszczania. Ten efekt udokumentowano w skali jakościowej i ilościowej. W ważnym, ogólnym sformułowaniu Doktorant stwierdził, że najniższą wartość współczynnika filtracji uzyskuje się przy filtracji wodą destylowaną próbek o optymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego. Najwyższe wartości współczynnika filtracji udokumentował Doktorant przy filtracji roztworem $AlCl_3$. Wykazane różnice w wartościach parametrów, które definiują wodoprzepuszczalność lub gęstość objętościową szkieletu gruntowego w badaniu Proctora mieściły się w przedziale od 2% do kilkunastu procent, stąd wobec braku analizy statystycznej trudno ocenić czy dla celów praktycznych są one istotne.

- Za istotny rezultat badań, który ma także wymiar aplikacyjny należy uznać wykazanie, że wprowadzone do ośrodka gruntowego roztwory chlorków powodują jednoznaczne obniżenie wartości kąta tarcia wewnętrznego i modułów ścisłości. Fakt ten potwierdza wykonanie badań w laboratorium i w terenie. Poziom tych zmian sięga kilkudziesięciu procent. Potwierdzenie tego wyniku uzyskano w badaniu płytą sztywną w warunkach in-situ. Badanie płytą sztywną i w edometrze realizuje się w trójosiowym stanie naprężenia, lecz w różnych stanach odkształcenia – trójosiowym i jednoosiowym. Udokumentowanie w obydwu badaniach, że najwyższe wartości modułów ścisłości uzyskuje się dla zagęszczenia warstwy przy wilgotności optymalnej z wodą bez dodatku w postaci chlorków, ma istotne znaczenie praktyczne.
- Wykazanie przydatności badania pomiaru potencjału zeta do oceny sił pomiędzy ziarnami gruntu, po wprowadzeniu do struktury gruntu roztworów chlorków. Można zgodzić się ze stwierdzeniem Doktoranta, sformułowanym na str. 124, że pomimo przeprowadzonych badań „dla wyjaśnienia wpływu zastosowanych chlorków na zmiany zagęszczenia i edometrycznego modułu ścisłości i także należy dodać - parametrów wytrzymałości na ścinanie, nadal nie ma jednoznacznej odpowiedzi na przyczynę tego zjawiska”.

Osiągnięcia metodyczne stanowią na ogół istotny charakter rozprawy. Do badań terenowych i laboratoryjnych wykorzystał Doktorant istniejącą i standardową aparaturę, którą stosuje się w ośrodkach naukowych. Takiego typu aparaturę gwarantowały jednostki badawcze w Niemczech, które wymieniono w pkt. 2 recenzji. Staranność opisu przygotowywania próbek do badań i przebiegu poszczególnych doświadczeń może być z pewnością wykorzystana przez badaczy, którzy będą zajmowali się tą tematyką.

Osiągnięcie aplikacyjne są zawsze oczekiwanym elementem rozprawy doktorskiej. Do tych osiągnięć rozprawy należy zaliczyć;

- obszerny komplet wyników badań właściwości fizycznych badanych gruntów z Moorburga i Jadebusen. Wyniki te mają bardzo istotną wartość dokumentacyjną i będą mogły być wykorzystane w innych badaniach laboratoryjnych oraz w przygotowaniu dokumentacji geotechnicznych.
- osiągnięciem analizowanego problemu stateczności i projektowania skarp jest jedynie to, że Doktorant potwierdził powszechnie uznaną zasadę - im korzystniejsze parametry wytrzymałości na ścinanie gruntu wbudowanego w nasyp (piasek drobny bez ulepszania chlorkami) tym korzystniejsze wartości współczynnika stateczności skarpy nasypu o ustalonej geometrii. Doktorant udokumentował ten fakt pojęciem „rezerwa do awarii”, która w przypadku budowy nasypu z piasku bez ulepszania chlorkami wynosi 47%, z ulepszeniem roztworem NaCl - 42%, roztworem CaCl_2 - 39%, AlCl_3 - 38%. Szczegółowe uwagi związane z rozważaniami przeprowadzonymi w tym rozdziale zamieszczono w pkt. 4 recenzji.

Osiągnięcia rozprawy pozwalają sformułować opinię, że rozprawa znacznie wzbogaca literaturę odnośnie wykorzystania roztworów wybranych chlorków soli do ulepszania gruntów mineralnych.

4. Uwagi szczegółowe

Ze względu na szeroki zakres tematyki związanej z celem rozprawy, niektóre kwestie związane ze stosowaną terminologią, definicje pojęć, a także koncepcja interpretacyjna wyników badań wymaga wyjaśnień.

Uwagi szczegółowe przedstawiam w odniesieniu do kolejnych rozdziałów rozprawy.

- Streszczenie:

Intencją streszczenia, które poprzedza działy główne rozprawy było uzasadnienie celu podjęcia badań. Ze względu na istotne znaczenie takiego wprowadzenia do rozprawy, informacje w nim zawarte powinny być kompletne i zrozumiałe dla czytelnika. Na str. 6 w 20d podano, że badany grunt jest “piaskiem drobnym z częściami średnio piaszczystymi, pylastymi i gliniastymi” Należy wyjaśnić nazewnictwo tego gruntu w kontekście obowiązujących norm w Polsce.

- Rozdział 1. Wstęp

W tym rozdziale, jak wspomniano w pkt. 2 recenzji Doktorant eksponuje problem konieczności uzdatniania gruntu pod budowę dróg w Niemczech. Wydaje się, że korzystnym byłoby uzupełnienie tego rozdziału przykładami badań na ten temat w Polsce, np. Prace: Sękowski J., Siódmiok A. Parametry wytrzymałościowo-odkształceniowe gruntów spoistych ulepszonych technologią katalityczno-fizyczną Magazyn Autostrady nr 12/2012; Siódmiok A., Sękowski J. The effectiveness of forest road strengthening with catalytic-physical technology. XV Danube – European Conference on Geotechnical Engineering, Wien 2012.

- Rozdział 2. Cel i zakres rozprawy

W celu rozprawy Doktorant potwierdza sformułowania ze wstępu. Zaakcentowany został element zastosowania wyników badań do projektowania skarp. Cel ten nie został udokumentowany wnioskami końcowymi w odróżnieniu od jednoznacznie wykazanego wpływu wprowadzenia medium w postaci roztworów chlorków do piasku na jego parametry fizyczne i mechaniczne. Cel badań jest uzupełniony sformułowaniem w rozdz. 4 Metody badań i program badań „Celem pracy jest sprawdzenie czy w warunkach równoziarnistych gruntów niespoistych, w szczególności piasków plażowych i morskich metoda dodawania roztworów może być skuteczna i prowadzi do lepszego zmniejszenia porowatości w porównaniu do zastosowania wody”.

- Rozdział 2.3 Zakres rozprawy doktorskiej

str. 16 w.4d - definicja „jednoziarnistych gruntów niespoistych” wymaga wyjaśnienia w kontekście badanych gruntów z obydwu miejscowości.

- Rozdział 3 Przegląd literatury

str. 17 w. 4g Co należy rozumieć pod pojęciem „grunty spoiste, głównie ilowe i pyłowe o dużej plastyczności”?

Przegląd literatury, jak zaakcentowano w pkt. 2 recenzji, jest bardzo wartościowym elementem rozprawy, informuje bowiem o pracach związanych z tematyką rozprawy. Zwraca jedynie uwagę słabe zaakcentowanie wpływu genezy na kształt i szorstkość ziaren oraz skład mineralogiczny gruntów. Czynniki te mają znaczący wpływ na parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe gruntu. Fakt ten jest dokumentowany i uwzględniany powszechnie w ocenie tych parametrów w warunkach in-situ np. Lunne T., Robertson P., Powell J. (1997) Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. ESPN London

str. 22 w. 4d „w przypadku gruntów spoistych, cienkie płatki, jakie znajdują się w glinach” Co oznacza pojęcie cienkie płatki?

str. 23 w. 2g co oznacza definicja „piasek drobny o słabo spoistych składnikach”

str. 23 w. 4g “udział iłu w laboratorium to 10,5%, udział iłu w gruncie w badaniach laboratoryjnych wynosi 0,6%”. Jaka była ostateczna zawartość frakcji ilowej w badanych próbkach?

- Rozdział 3.7 Rys historyczny zastosowania soli do stabilizacji gruntu

str. 35 w. 13d wyjaśnienia wymaga stwierdzenie „grunty traktowane chlorkiem wapnia mają wyższe wartości przepuszczalności...”

- Rozdział 4.0 Metody badań i program badań

str. 39 w. 12g sformułowanie „różnice to wyższa gęstość, niższy edometryczny moduł ścisłości, mniejszy kąt tarcia” zdanie to przeczy podstawowym zależnościom pomiędzy modułem ścisłości lub kątem tarcia wewnętrznego i gęstością (wskaźnikiem porowatości) gruntu niespoistego.

- Rozdział 5.1.1 Klasyfikacja badanego gruntu z Moorburga

Rozdział ten zawiera szczegółowe i ważne informacje odnośnie lokalizacji miejsca badania terenowego oraz właściwości piasku drobnego z którego formowano pola testowe oraz metodykę przygotowania próbek roztworów. Korzystne byłyby dla oceny właściwości piasku podać jego nazwę zgodnie z cytowaną normą ISO 14688-1 i załącznikiem krajowym (polskim), w kontekście podanego przez Doktoranta nazewnictwa „obecny w gruncie piasek to piasek drobnoziarnisty, bardzo średni, lekko pyłowy” (str.44)

- Rozdział 5.2 Badania w naturze płytą statyczną

Wartość i istotne znaczenie badań terenowych w rozprawie skomentowano w rozdziale 3 rozprawy. Podsumowanie uzyskanych wyników z badania płyta sztywną tj. modułów odkształcenia zawiera tab. 5.3 Ze względu na uzyskane wartości modułu ścisłości z poletek formowanych z piasku z wodą i roztworami,

szczegółowego wyjaśnienia i uzasadnienia wymaga uzyskanie zróżnicowanych wartości liczbowych tych modułów.

Moduły odkształcenia są funkcyjnie związane ze stopniem zagęszczenia (wskaźnikiem porowatości) gruntu niespoistego. Na jakość wyznaczonych modułów w badaniu terenowym płytą sztywną zasadniczy wpływ ma jednorodność, w kontekście efektywnego ciężaru objętościowego i porowatości, uformowanej z piasku drobnego warstwy nasypu. Ogólnie akceptowaną zasadą dla uzyskania jednorodnego zagęszczenia warstwy nasypu jest ustalenie jej grubości w zależności od przyjętego sprzętu do zagęszczenia i liczby przejazdów (K. Czyżewski, W. Wolski, S. Wójcicki, A. Żbikowski. Zapory Ziemne, Arkady 1973). Do zagęszczenia uformowanej warstwy nasypu Doktorant zastosował walec statyczny, jednobębnowy. Liczba przejazdów walcem statycznym dla uzyskania jednorodnego zagęszczenia warstwy o grubości 30 cm powinna wynosić 4-5. W kontekście tej zasady Doktorant ocenił zagęszczenie następująco str. 53 w.9d: „podczas jednego procesu zagęszczania grunt na polach doświadczalnych nie był dokładnie zagęszczony”. Dla kontroli jednorodności zagęszczenia pobrano próbki gruntów (str. 48), nie podano jednak jakiej jakości były to próbki, ich liczbę i lokalizację na poszczególnych poletkach. Za ważną informację dla oceny istotności różnic pomiędzy modułem odkształcenia (tab. 5.3) byłoby obliczenie średniej wartości ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego lub porowatości wraz z półprzedziałami ufności na poszczególnych polach testowych. Nie zbadano także, czy wartości średnie ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego różniły się statystycznie istotnie na przyjętym poziomie istotności np. $\alpha = 0,05$. W związku z tym trudno ocenić, czy pomiary płytą sztywną wykonano w identycznych lub zbliżonych warunkach wyjściowych na poszczególnych poletkach (Z. Młynarek, Quality of in-situ and laboratory tests contribution to risk management, Proc. 14th Danube European Conference on Geotechnical Engineering, Bratislava, 2010, Lee J.K, Soil Mechanics – New Horizons, Chapter 33, Lumb P., Application of Statistics in Soil Mechanics, Newpesi-Balterworth, London, 1974).

- Rozdział 6 Pomiary laboratoryjne parametrów gruntowych.

Prezentowane w tym rozdziale wyniki badań dotyczą gruntu z miejscowości Jadebusen. Celowe byłoby uzupełnić nazwę tego gruntu: „piasek drobnoziarnisty, piasek bardzo średni, lekko mulisty” nazwą z normy PN-EN ISO 14688 (Załącznik krajowy NA)

str. 54 w.13, 14 zdanie „Badania znane w geotechnice mogą pokazać, w jakim stopniu dodatek środków powierzchniowo-czynnych wpływa na badane parametry w każdym przypadku. Jednak nie stanowią one bezpośredniej przyczyny zachodzących zmian” jest niezrozumiałe

str. 54 w.9d Zdanie: „proporcje $< 0,063\text{mm}$ zapewniają większą powierzchnię właściwą”. Należy wyjaśnić jakie to są proporcje i w stosunku do czego? Jest to ważna sentencja, bowiem definiuje wielkość powierzchni właściwej ziarna i jest wykorzystywana w interpretacji wyników.

- Rozdział 6.3 Badanie zagęszczenia materiału gruntowego w aparacie Proctora

W rozdziale tym Doktorant wprowadza, jak podkreślono w rozdziale 3 recenzji, dwa pojęcia dla badania według metody Proctora, a mianowicie gęstość Proctora str. 63 i na wielu innych stronach oraz poprawnej terminologii „gęstość objętościowa szkieletu gruntowego i wilgotności optymalnej z testu Proctora”. Niezrozumiałe jest także wprowadzenie na wykresach (np. rys. 64) nazewnictwa „gęstość próbki suchej oś Y, oraz zawartości wody w postaci bezwymiarowej. Wskazane byłoby, aby w rozprawie stosowano wszędzie jedną, poprawną definicję. str. 69 w.19 - co oznacza pojęcie „gęstość ziarna”?

- Rozdział 6.3.4 Wyniki testu zagęszczenia w aparacie Proctora przy wilgotności optymalnej

Rozdział ten należy uznać za bardzo wartościowy, bowiem może stanowić inspirację do sformułowania praktycznych wniosków do budowania nasypów z piasku z dodatkiem i bez dodatku roztworów chlorków NaCl, CaCl₂, AlCl₃. Bardzo dobrze uzyskane wyniki przedstawia rys. 6.5 Z tego rysunku wynika, że gęstość objętościowa szkieletu gruntowego dla próbek z wodą destylowaną wynosi 1,67g/cm³, natomiast dodatki chlorków zwiększają ją nieznacznie, maksymalnie do 1,694g/cm³ (chlorek AlCl₃). Celowe byłoby, aby Doktorant skomentował uzyskane wyniki w kontekście wykorzystania ich dla celów projektowych.

- Rozdział 6.4 Zagęszczanie w aparacie Proctora przy zmiennej energii zagęszczania

Wyniki badań są w tym rozdziale dobrze udokumentowane na rys. 6.7, 6.8, 6.9, 6.10. Wyniki te stanowią uzupełnienie badań z rozdziału 6.3 tym bardziej, że sformułowane wnioski potwierdzają wnioski z rozdziału 6.3. Na str. 76 w. 8g należy podać liczbę replikacji, jeśli do konstrukcji zależności pomiędzy gęstością objętościową szkieletu gruntowego i energią zagęszczania wykorzystana została wartość średnia gęstości objętościowej szkieletu gruntowego.

Ilościowo wpływ zmiany energii zagęszczania na gęstość objętościową szkieletu gruntowego próbek nawilżanych wodą destylowaną do wilgotności optymalnej i roztworami chlorków dobrze ilustruje rys. 6.9. Zwracają uwagę dwa elementy tej zależności, a mianowicie: rodzaj funkcji, która opisuje te zmiany dla każdego typu próbek jest identyczny. Jest to funkcja logarytmiczna. Drugim elementem jest to, że zmiany energii zagęszczania powodują nieznaczne zwiększenie wartości gęstości objętościowej szkieletu gruntowego, która nie przekracza kilku procent.

- Rozdział 6.5 Badania edometryczne materiału gruntowego.

Wyniki istotnych dla celu rozprawy badań edometrycznych zostały poprzedzone szczegółowym opisem techniki wykonania poszczególnych doświadczeń. Referencyjnym badaniem dla próbek przygotowanych z poszczególnymi roztworami chlorków było badanie z próbką przygotowaną w badaniu Proctora, przy wilgotności optymalnej. Ten element, jak wyjaśniono w rozdziale 3 recenzji

jest korzystny dla interpretacji wyników. Opis badania zawiera kilka nieścisłości, a mianowicie;

str. 78 w. 10d „okrągła próbka jest badana jednoosiowo pionowo, w kierunku poziomym zmiany kształtu są pomijane” Odształcenia próbki w kierunku poziomym nie są pomijane, lecz nie występują. Ten stan odształcenia potwierdza Doktorant na str. 82 w. 12d.

str. 82 w. 10d „edometryczny moduł ściśliwości jest modułem w przypadku osłabienia rozszerzalności bocznej, odpowiada to w przybliżeniu warunkom występującym w naturalnym podłożu, gdzie odształcenie boczne pod wpływem obciążenia pionowego są również znacznie utrudnione”. Sentencja tych zdań jest niezrozumiała. Stan odształcenia w podłożu zależy od stanu naprężenia.

Uzyskane wyniki badań dobrze ilustrują rys. 6.13, 6.14. Bardzo istotnym wnioskiem z badań edometrycznych jest wykazanie, że najwyższe wartości modułów edometrycznych na poziomie poszczególnych obciążeń uzyskano dla próbek z wodą destylowaną. Wprowadzenie do próbek roztworów chlorku soli powoduje obniżenie wartości liczbowych modułów nawet do 30%. Sukcesem tego badania, jak podkreślono kilkakrotnie w recenzji, jest potwierdzenie wyników badań terenowych z płytą sztywną.

• Rozdział 6.6 Badanie wytrzymałości na ścinanie materiału gruntowego

Opis przygotowania próbek do badań w aparacie bezpośredniego ścinania i sposobu wykonania badań poprzedzono wstępem. Niezrozumiałe są sformułowania, które opisują proces badania, a mianowicie: „Aby określić wytrzymałość na ścinanie do próbki w laboratorium przykładą się naprężenie ścinające aż do jej deformowania. Na opór próbki gruntu na powierzchni ślizgającej się lub łamiącej składa się siła tarcia i kohezja” (str.87 r.4g) Za ważne podejście metodyczne do badań należy uznać to, że podobnie jak w badaniach edometrycznych, wykonano badania referencyjne z próbkami bez roztworu chlorków, które zagęszczono przy wilgotności optymalnej.

Do interpretacji wyników badań Doktorant wykorzystał hipotezę Coulomba-Mohra (wzór 15 str. 92) Definicja parametru „c” w tej hipotezie została zapisana jako „efektywna spoistość gruntu” jest błędna. Do oceny spoistości gruntu wykorzystuje się wskaźnik plastyczności. Podstawą obliczenia wskaźnika plastyczności i klasyfikacji gruntów ze względu na spoistość są granice Atterberga, a nie badanie wytrzymałości na ścinanie. Pojęcie kohezji, które Doktorant również wykorzystuje do definicji parametru „c” jest dobrze wyjaśnione w wielu publikacjach między innymi E. Paszyc-Stępkowska, Próba fizyko-chemicznej interpretacji procesu ścinania gruntów łąkowych, Archiwum Hydrotechniki t.XIII z.3-4, 1966

str. 93 w 8d Należy wyjaśnić dla jakiej zmiennej losowej obliczono odchylenie standardowe. Jaka była liczba replikacji do obliczenia odchylenia standardowego? Tab od 6.15 do 6.18 dobrze dokumentują, że najwyższe wartości kąta tarcia wewnętrznego uzyskano dla próbek przygotowanych z wodą destylowaną. Doktorant wykazał, że wprowadzenie roztworów o różnym stężeniu do próbek

gruntu powoduje obniżenie wartości kąta tarcia wewnętrznego. Zmiany kąta tarcia nie przekraczają kilku procent, stąd Doktorant ocenił, że „nie ma to praktycznego znaczenia” (str. 98 w. 5d). Wydaje się jednak, że wykazana tendencja zmian parametrów wytrzymałościowych na ścinanie po wprowadzeniu roztworów do próbek stanowi istotny element poznawczy. W przypadku bowiem piasków zmiana procesu zagęszczenia nie powoduje zmiany ich makrostruktury, w odróżnieniu od wpływu tego procesu na parametry wytrzymałości na ścinanie w gruntach spoistych (Z. Młynarek, Parametry ścinania gliny piaszczystej zagęszczanej statycznie i dynamicznie. II Konferencja Naukowa Wydziału Budownictwa Lądowego, 1973). Wykazane zmiany kąta tarcia wewnętrznego są więc spowodowane między innymi efektem, który Doktorant nazwał „efektem smarowania”.

- Rozdział 6.7 Badania wodoprzepuszczalności materiału gruntowego.

Ważną kwestią metodyczną w tych starannie przeprowadzonych badaniach było to, że „wszystkie próbki przygotowano jednakowo, miały gęstość $1,658(\text{g}/\text{cm}^3)$ i zawartość wody $14,5(\%)$. W ten sposób wyeliminowano podstawową zmienną, która ma wpływ na wartość współczynnika filtracji tj. wskaźnik porowatości. Wyniki badań przedstawione na rys.6.21 i w tab. 6.20 pozwoliły sformułować wniosek, że „wpływ ten został stwierdzony, lecz wnioski mogą być tylko wnioskami jakościowymi”. Szkoda, że Doktorant wyników swoich badań nie skomentował w kontekście wyników z pracy Z. Zięba, Wpływ kształtu cząsteczek drobnoziarnistych gruntów niespoistych na ich wodoprzepuszczalność. Rozprawa doktorska, Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach, 2003.

- Rozdział 6.8 Pomiary potencjału elektrokinetycznego zeta.

Cel oryginalnych badań, które udokumentowano w tym rozdziale, sformułował Doktorant na str. 105 pisząc, że „badania potencjału elektrokinetycznego zeta mają wyjaśnić przyczyny zmian parametrów geotechnicznych gruntów przez wprowadzenie roztworów o różnym stężeniu do gruntu”.

Rozdział ten zawiera staranny opis przygotowania próbek do badań i przebiegu doświadczenia. Badania pozwoliły sformułować wniosek końcowy, że wzrost stężenia roztworów zmniejsza potencjał elektryczny zeta.

- Rozdział 7 Wpływ dodatków soli na projektowanie skarp

Analizę stateczności skarpy przeprowadził Doktorant na przykładzie nasypu drogowego z obciążonym naziemem i ustalonej geometrii (rys. 7.2 i inne). Wysokość nasypu wynosiła $8,0\text{m}$, pochylenie skarp $1,2$. Nasyp wspiera się na podłożu, które stanowią warstwy pyłu i iłu. Parametry wytrzymałościowe tych osadów przyjął Doktorant jako wartości przykładowe. Analizę przeprowadzono dla czterech modeli obliczeniowych, a mianowicie; nasyp zbudowany z piasku drobnego zagęszczonego przy wilgotności optymalnej bez dodatku roztworów i nasyp z piasku drobnego z roztworami NaCl , CaCl_2 , AlCl_3 . Parametry wytrzymałościowe piasku drobnego z roztworami zostały przyjęte z wykonanych badań w aparacie bezpośredniego ścinania. Do obliczeń stateczności wykorzystał

Doktorant program Plaxis 20, w którym zastosowano metodę Krey-Bishopa. Przeprowadzone obliczenia wymagają kilku wyjaśnień, a mianowicie;

str. 113 w. 6d - uzasadnienia wymaga ewentualne wykorzystanie do obliczeń pionowej składowej obciążenia od warstwy pyłu i iłu oraz prawdopodobnie piasku w nasypie - ciężaru właściwego. Zarówno piasek w nasypie nawilżony wodą oraz il i pył w podłożu reprezentują ustroje trójfazowe (A. Kezdi, Handbuch der Bodenmechanik, Akademie Kiado, 1969). Przyjęcie ciężaru właściwego zamiast objętościowego do obliczeń jest nieuzasadnione (K. Czyżewski i inni, Zapory ziemne, Arkady, 1973)

str. 113 w.5d i 6d oraz rys.7.2, 7.3, 7.4, 7.5 – jednostki ciężaru właściwego kN/m^2 są błędne

str. 114 w.6g wymaga uzasadnienia, dlaczego przyjęto, że „punkt bazowy koła poślizgu jest stałe z początkiem pochylenia skarpy”. Czy pokazane na rys.7.2, 7.3, 7.4, 7.5 koła poślizgu reprezentują powierzchnię poślizgu o niekorzystniejszym współczynniku pewności (stateczności). Należałoby podać jaką metodę wykorzystano w programie obliczeniowym do wyznaczenia położenia i promienia koła poślizgu (np. K. Czyżewski i inni, Zapory ziemne, rozdział 7,3.6, Arkady, 1973)

Do oceny stateczności skarpy Doktorant wykorzystał współczynnik E_d/R_d . Brak jest wyjaśnienia tych indeksów, poza zapisem promienia koła poślizgu indeksem za pomocą R. Za pomocą współczynnika E_d/R_d Doktorant wyznaczył tzw. rezerwę do awarii str. 117 i inne. Współczynnik ten został także nazywany „stopniem wykorzystania” (str. 119)

str. 120 w.5g zdanie „jeśli chlorki dostaną się do gruntu w fazie użytkowania, może nastąpić dalsze osadzanie, natomiast jeśli zostaną one wprowadzone przed zagęszczeniem, można spodziewać się lepszego zagęszczenia gruntu”. Wydaje się, że ta sentencja nie dotyczy przeprowadzonych obliczeń stateczności.

Ewentualna rekomendacja Doktoranta dotycząca budowy nasypu drogowego z gruntu ulepszanego roztworami chlorków, powinna uwzględniać eksploatację nasypu w warunkach naturalnych. Badania A. Siódmiok (Modelowe badanie sztywności gruntu spoistego, stabilizowanego techniką katalityczno-fizyczną. Wprowadzenie do wybranych zagadnień z inżynierii lądowej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2017) wykazały, że symulowane, długotrwałe opady atmosferyczne w warunkach laboratoryjnych powodują niekorzystne zmiany modułów ścisłości i parametrów wytrzymałościowych stabilizowanego gruntu. Potencjalny wpływ skarpy nasypu może stanowić ponadto istotny problem ekologiczny.

- Rozdział 8 Wnioski i program dalszych badań.

Rozdział ten składa się z dwóch podrozdziałów, a mianowicie 8.1 Dyskusja uzyskanych wyników i 8.2 Podsumowanie i wnioski końcowe. Rozdziały te w formie opisowej podsumowują wnioski częściowe z poszczególnych badań. Za istotne do celów praktycznych należy uznać stwierdzenie, że „najwyższy

edometryczny moduł ściśliwości uzyskany jest dla próbek z wodą destylowaną”. Fakt ten oznacza, że warstwy podbudowy drogowej lub podłoża formowane tradycyjnie z piasku bez dodatków chlorków charakteryzują się wyższą sztywnością i nośnością.

- Rozdział 6.3 Program dalszych badań.

Doktorant sformułował w tym rozdziale rekomendacje, aby dalszymi badaniami objąć grunty niespoiste o różnej genezie. Problem ten, jak wcześniej wspomniano w recenzji, uważa się współcześnie jako niezwykle istotny dla prawidłowej oceny wyników z nowoczesnych badań podłoża w warunkach in-situ i z badań laboratoryjnych.

Przedstawione uwagi szczegółowe mają charakter dyskusyjny i w zależności od decyzji Doktoranta mogą być uwzględnione w przygotowaniu publikacji z materiału rozprawy

- Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr. Jakoba Machona udokumentowana jest oryginalnymi osiągnięciami poznawczymi, metodycznymi oraz stanowi znaczącą pozycję dokumentacyjną.

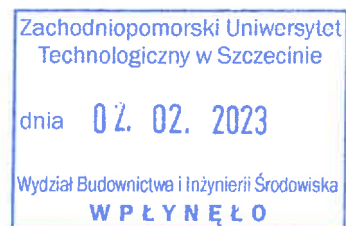
We wniosku końcowym stwierdzam, że rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w zakresie inwencji badawczej, kompendium literaturowego i metodyki badań, które są sformułowane w ustawie z dnia 20 lipca 2018r. - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. poz.1669, art. 14 ust. 1 pkt.1, ust.2) oraz Ustawy z dnia 14.03.2003 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. 22017 poz. 1789)

Wnoszę więc o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Nigara Mijane

Prof. dr hab. inż. Maciej Werno
prof. zw. Politechniki Koszalińskiej - emeryt
Adres prywatny:
ul. Rodzinna 17, 80-260 Gdańsk

Gdańsk, dnia 30 stycznia 2023 r.



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Jakoba Mahona

pt. „*Wpływ roztworów wprowadzonych do gruntów niespoistych na właściwości mechaniczne*”

1. Podstawa opracowania

Recenzję rozprawy doktorskiej mgra inż. Jakoba Machona opracowałem na podstawie następujących materiałów:

- pisma Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 10 listopada 2022 r.,
- egzemplarza rozprawy doktorskiej w postaci papierowej wraz z nośnikiem elektronicznym.

2. Tematyka rozprawy doktorskiej

Sformułowany tytuł rozprawy doktorskiej jest zbyt ogólny. Jednakże jak wynika z pierwszych dwóch rozdziałów i rozdziału czwartego pracy, badania Doktoranta koncentrują się wyłącznie na skutecznym ulepszeniu właściwości mechanicznych równoziarnistych gruntów piaszczystych, poprzez zastosowanie wodnych roztworów soli. w postaci wybranych trzech chlorków, a ich wyniki dedykowane są potrzebom budownictwa drogowego. Wyniki te mogą mieć praktyczne zastosowanie głównie do podbudowy drogowej, która w istocie stanowi fundament każdej konstrukcji nawierzchni drogowej, a która może też bezpośrednio stanowić tzw. nawierzchnię twardą.

Tego rodzaju piaski bez dodatkowych zabiegów są praktycznie nie zagęszczalne i dlatego nie mogą być stosowane jako kruszywo, będące podstawowym składnikiem podbudowy drogowej w procesie „stabilizacji mechanicznej”. Proces ten polega na odpowiednim mechanicznym zagęszczeniu w optymalnej wilgotności,

kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu. W warunkach polskich do ulepszenia kruszyw stosuje się cement, wapno, popioły lotne lub żużel granulowany.

Należy podkreślić, iż piaski równoziarniste jako surowiec budowlany występują w nieograniczonych ilościach w rozlewiskach rzek, w morzu, a zwłaszcza w wydmach pustynnych. Zainteresowanie wykorzystaniem piasków równoziarnistych z tych źródeł spowodowane jest z jednej strony wyczerpywaniem złóż na lądzie, a z drugiej strony ochroną środowiska wodno-gruntowego. Z tego powodu każdy krok w poszukiwaniu alternatywnych sposobów ulepszania piasków równoziarnistych dla celów budownictwa jest wysoce uzasadniony.

W związku z tym przedmiot i cel rozprawy doktorskiej oraz sformułowaną tezę uważam za trafną, aktualną i uzasadnioną zarówno z punktu widzenia poznawczego jak i głównie z punktu widzenia zastosowań w praktyce inżynierskiej.

Należy zauważyć, iż badania terenowe i laboratoryjne wykonywane były w Niemczech, zgodnie z obowiązującymi w tym kraju normami i przepisami, które różnią się od norm i przepisów obowiązujących w Polsce, poza metodami/zasadami badawczymi w aspekcie fizycznym. Stanowiło to jedynie utrudnienie w czytaniu i recenzowaniu niniejszej pracy.

Dla porządku trzeba również zaznaczyć, iż Doktorant od wczesnej młodości mieszka w Niemczech, a od kilkunastu lat jest wykładowcą mechaniki gruntów i budownictwa ziemnego na Politechnice Jade w Oldenburgu, równocześnie pracując w jako projektant drogownictwa w administracji lokalnej.

Recenzowana praca mająca charakter eksperymentalny lokująca się w specjalności „Geotechnika”, składa się z ośmiu rozdziałów i zawarta jest na 136-ciú stronach wraz z rysunkami, tablicami, wykazem literatury z 104-ma pozycjami, w zdecydowanej większości anglojęzycznych, w tym z 29-cioma normami i przepisami niemieckimi.

Rozdział pierwszy zawiera wstęp, a rozdział drugi formułuje cel i tezę oraz zakres rozprawy.

W rozdziale trzecim Doktorant dokonał przeglądu dostępnej literatury, koncentrując się na budowie strukturalnej gruntu piaszczystego, a przede wszystkim na zjawiskach mikrostrukturalnych wzajemnego oddziaływania poszczególnych faz: w ogólnym przypadku stałej, ciekłej i gazowej. Powierzchnia graniczna pomiędzy ziarnami i wodą lub roztworem różnych związków chemicznych jest miejscem występowania zjawisk natury fizykochemicznej (adsorpcja wody błonkowej i jonów,

potencjał elektrokinetyczny/elektryczny, pojemność wymienna, kohezja i inne). Zjawiska te mają istotny wpływ na jakość i pracę gruntu, decydują o jego strukturze, ściśliwości i wytrzymałości oraz o możliwości wzmocnienia danego gruntu za pomocą środków fizycznych lub chemicznych. Mechanizm wspomnianych zjawisk Doktorant wyjaśnił wpływem napięcia powierzchniowego określonego rodzaju cieczy/roztworu na grunt piaszczysty oraz wymianą jonową między fazą stałą i ciekłą przy zastosowaniu różnych stężeń roztworu soli. W kolejnej części tego rozdziału scharakteryzował stosowane dodatki ulepszające gruntu oraz tzw. dodatki nie standardowe stosowane w Niemczech, do których zaliczył sole. Rozdział kończy się rysem historycznym rozwiązań stosowania soli w procesie ulepszania gruntu w drogownictwie w Kanadzie, USA i Niemczech.

Rozdział czwarty „Metody i program badań” jedynie sygnalizuje przeprowadzenie badań w terenie w skali naturalnej oraz w laboratorium, w zakresie zmian wybranych cech fizycznych i mechanicznych zagęszczalności morskich piasków równoziarnistych ulepszonych roztworami soli.

Pełny program badań z bardzo szczegółowym opisem, zastosowanych metod, aparatury i procedur, uzyskanych wyników oraz ich interpretacją, analizą i dyskusją przedstawiono w rozdziale piątym dotyczącym badań terenowych w pełnej skali, a w rozdziale szóstym dotyczącym fizycznych i mechanicznych badań, wybranych parametrów geotechnicznych w laboratorium. Ponadto w każdym przypadku wykonano badania klasyfikacyjne i identyfikacyjne zarówno fizyczne jak i chemiczne ośrodka gruntowego przed i po ulepszeniu dobranymi solami. Medium badawczym był piasek równoziarnisty trudno zagęszczalny o współczynniku różnoziarnistości 2,2 i 2,9, potraktowany trzema różnymi stężeniami 0,1%, 0,2% i 0,3% roztworów chlorku sodu NaCl , chlorku wapnia CaCl_2 i chlorku glinu AlCl_3 , oraz dla porównania wodą, co umożliwiło analizę skuteczności tego zabiegu. W każdym przypadku doprowadzano grunt do wilgotności optymalnej. Badania w terenie przeprowadzono w jednej z firm budowlanych, znajdujących się w Dolnej Saksonii (w pobliżu źródła kruszywa) we współpracy z Politechniką Jade w Oldenburgu (określenie cech wyjściowych badanego ośrodka gruntowego), a badania laboratoryjne głównie na tejże uczelni. Wszystkie prace badawcze fizycznie wykonywane były pod kierunkiem i nadzorem Doktoranta. Oba rozdziały stanowią łącznie ponad 50% objętości pracy. W rozdziale siódmym Doktorant przeanalizował wpływ na stateczność na przykładzie wirtualnego nasypu drogowego, który zbudowany jest z ulepszanego piasku,

zastosowanymi w pracy solami. Miarą skuteczności tego rozwiązania jest obliczeniowy współczynnik stateczności zbocza nasypu na poślizg, określony klasyczną metodą pasków w stanie równowagi granicznej, przy przyjęciu kołowej płaszczyzny poślizgu. Obliczenia przeprowadzono przy założeniu stałych parametrów geotechnicznych podłoża oraz obciążenia korony nasypu ruchem drogowym. Natomiast parametry geotechniczne ulepszonych solami piasku, przyjęto z badań przedstawionych w rozdziale szóstym.

Praca kończy się rozdziałem ósmym zawierającym obszerną dyskusję uzyskanych wyników, podsumowaniem i wnioskami końcowymi oraz propozycją dalszych badań w temacie rozprawy doktorskiej.

3. Uwagi do rozprawy

Analizując zarówno merytoryczną treść, stronę formalną, jak i zakres rozprawy nasuwają się następujące uwagi krytyczne i pytania:

1. Cel i teza pracy są sformułowane dość ogólnie lecz merytorycznie akceptowalne. Natomiast błędem w tym miejscu jest jednoznaczne stwierdzenie, że „wprowadzenie do szkieletu gruntu odpowiednich roztworów wywołuje efekty adhezyjne i elektrostatyczne”. W istocie może to być wniosek, który wymaga udokumentowania.

2. Z czego wynika, że do badań przyjęto relatywnie małe stężenia roztworów chlorków?

3. Należy wyjaśnić w jaki sposób przygotowano potrzebne stężenia soli aby uzyskać wymaganą zawartość chlorku, w każdej próbce w badaniu Proctora, wykres 6.3.

4. Z jakiego powodu zastosowano dwie metody Proctora: zmodyfikowaną i przy zmiennej energii zagęszczenia?

5. Czy we wszystkich badaniach przyjęto wilgotność optymalną oraz gęstość objętościową o stałej wartości i jakie to były wartości?

6. Należy jednoznacznie określić jaki uzyskano efekt zagęszczalności w zależności od użytych chlorków i ich stężeń w badaniu Proctora.

7. Uzyskane wskaźniki odkształcenia na poletku doświadczalnym (tabela 5.3) z pomiarów płytą statyczną świadczą o niskiej nośności ulepszonych podłoża, a powinny być co najmniej równe lub mniejsze od 2.5. wg polskich wymagań. Czym jest to spowodowane?

8. W wynikach wytrzymałości na ścinanie nie widać istotnych różnic kąta tarcia wewnętrznego, zarówno w przypadku rodzaju użytych chlorków jak i zmiany ich stężenia. Co więcej wartości te są mniejsze w porównaniu do próbek nasyconych wodą. Pomijając śladowe wartości kohezji należy wyjaśnić jakie zjawiska mikrostrukturalne są odpowiedzialne za negatywne wyniki paramentów wytrzymałościowych gruntu potraktowanego chlorkami.

9. W odniesieniu do ulepszenia badanego gruntu zachodzą następujące pytania: który chlorek i przy jakim stężeniu jest najskuteczniejszy i co o tym decyduje, a także czy wszystkie badania laboratoryjne na to wskazują i jeżeli to możliwe w jakim stopniu?

10. Znając negatywne wyniki wytrzymałości na ścinanie oczywistym było, że obliczeniowa stateczność zbocza wirtualnego nasypu, zbudowanego z ulepszanego gruntu roztworami chlorków nie wywoła pozytywnych efektów.

11. Zachodzi pytanie czy oznaczenie potencjału elektrokinetyczny „dzeta” na granicy fazy stałej i ruchomej, który określa trwałość właściwości fizycznych i chemicznych najdrobniejszej frakcji tj. ilastej było uzasadnione i niezbędne, skoro medium badawczym była frakcja piaszczysta i to równoziarnista? Czy można dostrzec jakieś relacje między tym medium i wspomnianym potencjałem pod wpływem?

12. Praca poza rozwlekłą stroną edycyjną zawiera liczne błędy w odniesieniu do polskiego słownictwa, definicji i oznaczeń zwłaszcza geotechnicznych. Wynika to z faktu, że jak już wspomniano Doktorant posługiwał się w pracy wyłącznie normami i przepisami niemieckimi, a ponadto od lat pracuje w sferze niemieckojęzycznej. Z tego też powodu w niektórych miejscach tekst jest trudno zrozumiały, np. między innymi opis – procedura przygotowania warstwy ulepszanej solami i następnie stabilizowanej mechanicznie w badaniach pełnoskalowych, a także opis przygotowania próbek do badań laboratoryjnych.

4. Ocena rozprawy

W podsumowaniu recenzowanej rozprawy należy stwierdzić, iż Doktorant udokumentował w wystarczający sposób przyjętą tezę pracy, na podstawie wyników uzyskanych z badań, wykonanych na trzech poziomach: „micro” (potencjał elektrokinetyczny), „mean” (w skali laboratoryjnej: zagęszczalność, ściśliwość, wytrzymałość na ścinanie, wodoprzepuszczalność), „macro” (w pełnej skali w terenie). Ulepszony z założenia piasek równoziarnisty trzema wybranymi chlorkami o

określonych stężeniach wykazuje zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych. Jednakże jak wynika zarówno z celu pracy jak i zrealizowanego programu badań, oczekiwaniem Doktoranta był ich istotny wzrost (stąd pojęcie ulepszony grunt), podczas gdy przeciwnie zaobserwowano spadek wspomnianych właściwości. Taki wynik nie umniejsza wartości rozprawy tym bardziej, że propozycją dalszych badań Doktorant skwitował uzyskane negatywne rezultaty.

Należy podkreślić, iż mocną stroną recenzowanej rozprawy są wykonane w obszernym zakresie poszczególne badania i pomiary, szczegółowo opisane oraz bardzo dobrze udokumentowane i nie budzące jakichkolwiek zastrzeżeń metodycznych.

Wykonanie badań zgodnie z normami niemieckimi nie stanowi problemu merytorycznego, gdyż generalnie normy te są tożsame z normami polskimi czy europejskimi z wyjątkiem kryteriów i wymagań dotyczących interpretacji wyników.

Uwagi krytyczne odnoszące się generalnie do redakcji tekstu nie obniżają wartości rozprawy. Ułomności nomenklaturowe, tekstowe i inne zawsze mają miejsce, gdy praca warsztatowo opracowywana jest w jednym języku, a następnie przekładana na inny język.

Wniosek końcowy

Na podstawie analizy i oceny rozprawy doktorskiej pt. *„Wpływ roztworów wprowadzonych do gruntów niespoistych na właściwości mechaniczne”*, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jacoba Machona spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki – Dz. U. nr 65, poz. z późniejszymi zmianami. Stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy przez Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie i dopuszczenie do publicznej obrony.



UCHWAŁA NR 106
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 15 maja 2023 r.

w sprawie nadania mgr. inż. Jakobowi Machonowi
stopnia doktora

Na podstawie art. 179 ust. 2 i 3 pkt 2b ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669, z późn. zm.) w związku z art. 14 ust. 2 pkt 5 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789, z późn. zm.) uchwała się, co następuje:

§ 1.

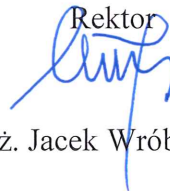
Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie nadaje mgr. inż. Jakobowi Machonowi stopień doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu

Rektor



dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT