

Dr hab. inż. Katarzyna Zabielska-Adamska, prof. nzw. Białystok, dnia 10 lutego 2017 r.

Zakład Geotechniki

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Politechnika Białostocka



RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Aleksandry Siódmok

nt. „Stabilizacja gruntów spoistych techniką katalityczno-fizyczną”

1. WSTEP

Recenzja została opracowana na zlecenie dr hab. inż. Joanny Bzówki, prof. nzw. – Dziekan Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach (pismo RB-0/4020/16/17 z dnia 23 listopada 2016 r.), zgodnie z uchwałą Rady Wydziału z dnia 16 listopada 2016 r. Praca doktorska została wykonana w Politechnice Śląskiej w Gliwicach pod kierunkiem dr. hab. inż. Jerzego Sękowskiego, profesora nadzwyczajnego w Politechnice Śląskiej.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY

Problematyka pracy doktorskiej zawiera się w obszarze dyscypliny budownictwo i specjalności geotechnika. Rozprawa składa się z części podstawowej, pięciu załączników i streszczenia w języku polskim i angielskim. Zasadnicza część pracy została zawarta na 140 stronach formatu B5. Praca jest niezwykle bogato zilustrowana – zawiera 12 tabel oraz aż 104 rysunki. W spisie literatury Autorka przytacza 70 pozycji literatury, głównie artykułów i referatów dotyczących metod ulepszania podłoża gruntowego – przede wszystkim stabilizacji powierzchniowej, 10 norm, 21 innych pozycji (w tym, specyfikacji technicznych, aprobat, kart charakterystyk) oraz 9 stron internetowych. Wykorzystane źródła literaturowe zostały napisane w zdecydowanej większości w języku polskim (ponad 80%). Załączniki stanowią 5 stron. W załącznikach zamieszczono wykresy temperatury powietrza i opadów w określonym czasie, sporządzone na podstawie serwisu weatheronline.pl, niezbędne do wnioskowania w pracy.

Rozdział 1 jest wstępem do pracy. Autorka definiuje pojęcie „słabego podłoża” i „słabych gruntów”. Przedstawia wybrane metody wzmocnienia słabego podłoża, kładąc szczególny nacisk na stabilizację powierzchniową i technikę katalityczno-fizyczną, w której dzięki agregacji cząstek i ich hydrofibizacji, uzyskuje się lepsze zagęszczenie gruntu i jego wytrzymałość. W punkcie 1.4 przedstawiono cel pracy i omówiono jej układ. Tezy pracy nie

sformułowano. Celem pracy było: „przeprowadzenie badań efektywności wzmocnienia wybranego gruntu spoistego w technologii katalityczno-fizycznej, obejmujących ocenę zmian jego składu mineralnego i uziarnienia po wzmocnieniu oraz zmian parametrów odkształceniowo-wytrzymałościowych i sztywności gruntu wzmocnionego w funkcji czasu, a także odporności na zamrażanie i nasiąkanie”. Zakres pracy wynika bezpośrednio z celu i omówionych rozdziałów pracy doktorskiej.

Nasuwa się tu drobna uwaga odnosząca się przeglądu literatury przedmiotu. Autorka przytacza za literaturą podział spoiw mineralnych m. in. na hydrauliczne (np. cementy: portlandzki, glinowy, hutniczy) oraz powietrzne (np. wapno, glina, gips). Przytoczone wyliczenie jest mało dokładne. Wapno palone czy hydratyzowane jest spoiwem wiążącym i twardniejącym w powietrzu, natomiast wapno hydrauliczne jest spoiwem hydraulicznym. Nieprecyzyjne jest również powtórzenie za tą samą pozycją literatury, że popioły lotne mało aktywne i nieaktywne stanowią dodatek do innego spoiwa, przez co wzbudza się ich aktywność pucolanową. W przypadku popiołów z węgla kamiennego popioły odmiany „b” mogą nie wykazywać właściwości pucolanowych i są jedynie dodatkiem doziarniającym. Podczas omawiania domieszek doziarniających Autorka grupuje rzeczywiste domieszki doziarniające, celem zastosowania których jest uzyskanie lepszych parametrów zagęszczenia, z częściową wymianą gruntu w celu odciążenia podłoża poddanego obciążeniu budowlą ziemną, czy też ze wzmacnianiem gruntu i podłoża gruntowego.

Rozdział 2. w całości poświęcono technice katalityczno-fizycznej. Autorka opisuje mechanizm wymiany kationów podczas stabilizacji chemicznej, komponenty stosowane w wykorzystywanej metodzie oraz przeprowadzenie stabilizacji w warunkach laboratoryjnych i *in situ*. Podaje również przykłady zastosowań z terenu Polski i zagranicznych (głównie w klimacie zwrotnikowym i podzwrotnikowym).

Badania własne podzielono na badania wstępne, zasadnicze, modelowe i polowe. Część pracy poświęconą badaniom własnym należy ocenić bardzo wysoko. Przeprowadzono zróżnicowane badania nad stabilizacją gruntu metodą katalityczno-fizyczną w skali laboratoryjnej, modelowej i rzeczywistej.

W rozdziale 3. zaprezentowano wyniki badań wstępnych, których celem była charakterystyka zmian strukturalnych czterech wybranych gruntów po ich modyfikacji ww. metodą. Wykonano podstawowe oznaczenia parametrów fizycznych badanych gruntów, granic Atterberga nie określono w przypadku piasku gliniastego. W dalszej kolejności przeanalizowano efektywność wzmocnienia na podstawie parametrów odkształceniowych i wytrzymałościowych, co było podstawą do wytypowania rodzaju gruntu do dalszych badań.

Wykonano badania uziarnienia stabilizowanych gruntów po przeprowadzeniu badań cech mechanicznych.

Rozdział 4. przedstawia opis wykonanych badań zwanych zasadniczymi, które polegały na oznaczeniu parametrów fizycznych gruntu wytypowanego do dalszych badań, określeniu jego składu granulometrycznego i mineralnego oraz zmian składu po stabilizacji, charakterystyce odkształcenia i wytrzymałości na ścinanie gruntu naturalnego i stabilizowanego oraz określeniu zmian parametrów mechanicznych w czasie, a także oznaczenie mrozoodporności i rozmakania w wodzie. Dodatkowe uwagi do tego rozdziału opisano w Uwagach krytycznych i dyskusyjnych.

Rozdział 5. został poświęcony badaniom modelowym w skrzyni o długości 250 cm oraz szerokości i wysokości równej 62,5 cm, podzielonej na dwie równe części. W każdej części skrzyni zagęszczono dynamicznie grunt spoisty w stanie naturalnym i grunt stabilizowany, podścielone warstwą gruntu niespoistego o takich samych parametrach. Wykonano badania modułów odkształcenia za pomocą obciążenia płytą bezpośrednio po zagęszczaniu oraz po 5, 50, 70 i 100 dniach, a także po dogęszczeniu i nawodnieniu podłoża.

W rozdziale 6. omówiono wyniki badań polowych wykonanych na drodze leśnej w woj. podkarpackim oraz placach składowych usytuowanych wzdłuż drogi, których nawierzchnie wykonano jako gruntowe ulepszone. W czasie 2,5 lat wykonano 5 serii badań za pomocą płyty dynamicznej w różnych punktach pomiarowych.

Pracę kończy rozdział 7. *Wnioski*, będące raczej podsumowaniem istotnych spostrzeżeń obejmujących wszystkie osiągnięcia pracy. Podsumowanie rezultatów badań zawarto także na zakończenie rozdziałów 3, 4 i 5.

3. OCENA PRACY

Mgr inż. A. Siódmok wykazała się umiejętnością zdefiniowania tematu i posługiwania się metodą naukową przy jego realizacji. Cel pracy został spełniony. Autorka przeprowadziła kompleksowe badania własne wpływu stabilizacji gruntów metodą katalityczno-fizyczną, określając zmiany parametrów fizycznych i mechanicznych gruntów po stabilizacji i ich zachowanie w czasie. Do głównych osiągnięć pracy należy zaliczyć:

1. Ustalenie wpływu badanego środka stabilizującego na zmianę składu granulometrycznego gruntów i ich cech mechanicznych, co pozwoliło na stwierdzenie, że poprawa parametrów mechanicznych gruntu za pomocą metody katalityczno-fizycznej jest najbardziej widoczna w przypadku ilu z pyłem i piaskiem (gliny).

2. Ustalenie wpływu różnych procentowych zawartości komponentów systemu na zmianę uziarnienia iłu z pyłem i piaskiem (gliny) i jego skład mineralny.
3. Oznaczenie wpływu czasu pielęgnacji stabilizowanych próbek iłu z pyłem i piaskiem na ściśliwość i wytrzymałość na ścinanie gruntu.
4. Próba określenia nasiąkliwości i mrozoodporności iłu z pyłem i piaskiem stabilizowanego metodą katalityczno-fizyczną.
5. Określenie modułów odkształcenia iłu z pyłem i piaskiem przed i po stabilizacji oraz ich zmian w czasie. Oznaczenie wpływu dogęszczenia i nawodnienia podłoża.
6. Ocena zachowania się w czasie 2,5 lat nawierzchni nieulepszonej z gruntu spoistego stabilizowanego metodą katalityczno-fizyczną, poddanej obciążeniu od taboru samochodowego i wpływowi warunków atmosferycznych.

4. UWAGI KRYTYCZNE I DYSKUSYJNE

Uwagi krytyczne:

Uwagi krytyczne odnoszą się do badań doświadczalnych opisanych w rozdziałach 3-5, ale nie mają wpływu na ich wysoką ocenę.

1. Autorka w pkt 3.3, 4.1 i 5.1 podaje nazwy badanych gruntów według PN-EN ISO 14688:2006. W roku 2012 PKN zatwierdził poprawkę PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012, która zmieniła zasady nazewnictwa gruntów, przez co nazwy określone w pracy są nieaktualne, i tak w tabeli 3-1: pył ilasty powinien być nazwany pyłem z iłem, glina ilasta – iłem z pyłem i piaskiem. W tabeli 3-4 zamiast pyłu piaszczystego powinien być pył z piaskiem. Do badań zasadniczych i modelowych wykorzystano ił z pyłem i piaskiem, a nie glinę ilastą.
2. W pkt 3.4 podano błędnie wyliczone wartości modułów ściśliwości M_0 , np. w przypadku obciążenia 400-800 kPa na rys. 3.9 wartość M/t_{10} , a na rys. 3.11 – wartości M/t_0 i M/t_{10} .
3. W pkt 4.4 opisano badania mrozoodporności iłu z pyłem i piaskiem przed i po stabilizacji, gdzie stwierdzono, że procedurę badań mrozoodporności przeprowadzono według PN-S-96012:1997. Badanie mrozoodporności jest jednak niezgodne z deklarowaną procedurą. Badanie powinno być wykonane na próbkach walcowych $d=h=8$ cm, pielęgnowanych przez 13 dni w temperaturze pokojowej, a następnie po zanurzeniu w wodzie przez 1 dobę, podane 14 cyklom zamrażania w temperaturze -23°C i odmrażaniu w wodzie. Wyniki badań mrozoodporności nie mogą być uznane za miarodajne przede wszystkim ze względu na mniejsze wymiary badanych próbek. Dodatkowo, na wyniki

mrozoodporności i nasiąkliwości mogła mieć wpływ zawartość części organicznych, określona jako 3,3% (brak podania metody badania). Grunt spoisty określony według PN-EN ISO 14688-2:2006 jako sasiCl jest gruntem „niskoorganicznym”, który zostałby według PN-86/B-02480 sklasyfikowany jako namuł gliniasty.

Uwagi krytyczne natury edycyjnej:

Praca została starannie zredagowana. W treści pracy przywołano rysunki i tabele zamieszczone w rozprawie. Spis literatury został sporządzony skrupulatnie. Nie uniknięto jednak kilku niedociągnięć.

1. Pozycje literaturowe w zdecydowanej większości poprawnie cytowano w pracy. Na 110 pozycji pominięto jednak w tekście trzy pozycje: [52], [58] i [83]. Dyskusyjna jest też kolejność cytowania, np. na stronie 6. Autorka wymienia 6 pozycji literaturowych, wymieniając nazwiska autorów, gdzie pozycje nie uszeregowano, ani pod względem przyporządkowanego im numeru, ani roku wydania.
2. W tabeli 2-1 podano w wierszu 4-tym miała zostać podana temperatura krzepnięcia/topnienia, natomiast podano zakres temperatury bez określenia, którego parametru dotyczy.
3. Na str. 57 Autorka stwierdza, że do dalszych badań wybrano grunt o strukturze sasiCl, powinno być o uziarnieniu sasiCl.
4. W rozdziale 4. przy omawianiu składników mineralnych występujących w badanych materiałach należało podać źródło literaturowe wykorzystane do przyporządkowania długości fali w 10^{-10} m poszczególnym minerałom.
5. Autorka w kilku przypadkach używa nietechnicznych lub nawet żargonowych określeń, co nie przystoi pracy doktorskiej, np. kolor zamiast barwa, próbki zagęszczano energią proctorowską, itd. W pkt 2.3 przy omawianiu przykładowych realizacji znalazły się zdania z ulotki propagandowej.

Uwagi dyskusyjne to:

1. Metoda katalityczno-fizyczna jest metodą jonowymienną, czy zatem wstępne badania własne nie powinny być uzupełnione o oznaczenie pojemności sorpcyjną badanych gruntów? Proszę o komentarz w czasie publicznej obrony.
2. W rozdziale 6. Autorka charakteryzuje drogę leśną, na której wykonano badania polowe, wykonanej jako droga gruntowa ulepszona, ale „wykazującej cechy nawierzchni twardej nieulepszonej”. Droga twarda według ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (Dz.U. 2017 poz. 128) jest drogą z jezdnią o nawierzchni bitumicznej,

betonowej, kostkowej, klinkierowej lub brukowcowej oraz z płyt betonowych lub kamienno-betonowych. Nawierzchnia twarda nieulepszona jest nawierzchnią nieprzystosowaną do szybkiego ruchu samochodowego ze względu na pylenie, duże nierówności i ograniczony komfort jazdy (wibracje i hałas). Droga, na której przeprowadzono badania polowe jest drogą gruntową o nawierzchni wykonanej z gruntu ulepszanego (stabilizowanego) mechanicznie lub chemicznie.

3. Autorka w pkt 6.6 pisze, że na jezdni poddanej obciążeniom od przejeżdżających pojazdów odnotowano wyższe wartości modułów dynamicznych niż w przypadku punktu pomiarowego na placu składowym. Nasuwa się tu pytanie czy konstrukcja nawierzchni była taka sama w obu wypadkach (grubość warstwy stabilizowanej, jej zagęszczenie, rodzaj i stan podłoża)?
4. Autorka stwierdza w rozdziale 7., że korzystne zmiany strukturalne po stabilizacji gruntów uwarunkowane są uziarnieniem gruntu o stosunku frakcji piaskowej, pyłowej i iłowej 1:1:1, podczas gdy żaden z badanych gruntów nie spełniał tego warunku, a osiągnięte rezultaty były zadowalające. Warunek występował w specyfikacji technicznej produktu. Proszę o komentarz.

5. WNIOSEK

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Aleksandry Siódmok pt. „Stabilizacja gruntów spoistych techniką katalityczno-fizyczną” spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595 z późn. zm.).

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie naukowej budownictwo, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Założony cel pracy został osiągnięty. Zrealizowana praca doktorska ma oprócz aspektu poznawczego także bardzo duży walor aplikacyjny. Mgr inż. Aleksandry Siódmok przeprowadziła szereg badań własnych gruntu spoistego stabilizowanego metodą katalityczno-fizyczną w skali laboratoryjnej, modelowej i polowej, których wyniki badań wnoszą istotny wkład do oceny metody wzmocnienia powierzchniowego podłoża gruntowego.

Wnoszę zatem o dopuszczenie mgr inż. Aleksandry Siódmok do publicznej obrony.