

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Lechowicz
Katedra Geoinżynierii
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

Warszawa, 06.08.2018 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marioli Wasil
pt.

„Popiół lotny z dodatkiem bentonitu jako materiał na warstwy uszczelniające”

Recenzję opracowałem na zlecenie prof. dr hab. inż. Michała Bołtryka, Dziekana Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej (pismo WBiŚ-200.4030/37/2018 z dnia 27.06.2018 r.), zgodnie z uchwałą Rady Wydziału z dnia 13.06.2018 r., w oparciu o otrzymany egzemplarz ww. rozprawy doktorskiej. Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Katarzyna Zabielska-Adamska, prof. Politechniki Białostockiej.

1. Uwagi ogólne

Polska energetyka bazuje głównie na spalaniu węgla kamiennego i brunatnego, zatem biorąc pod uwagę ustalenia i konsekwencje Konferencji w Kioto w 1997 r., zmuszona jest do poszukiwania bezpiecznych dla środowiska technologii spalania, oczyszczania spalin oraz zagospodarowania odpadów paleniskowych. Popioły lotne pochodzące ze spalania węgla kamiennego charakteryzują się specyficznymi właściwościami fizycznymi, mechanicznymi i chemicznymi. Wzrost ilości popiołów lotnych wymusza podejmowanie badań pod kątem oceny możliwości ich wykorzystania w budownictwie m.in. do budowy nasypów, wzmocnienia gruntów oraz tworzenie różnego rodzaju mieszanin.

Należy wyrazić uznanie Doktorantce, że podjęła trudną tematykę oceny zachowania się mieszanin popiołu lotnego z bentonitem przyjmując jako cel rozprawy określenie charakterystyk ścisłości, przewodności hydraulicznej oraz wytrzymałości na ścinanie i rozciąganie popiołu lotnego oraz jego mieszaniny z różnym dodatkiem bentonitu sodowego. Praca doktorska mgr inż. Marioli Wasil rozszerza obszar badań nad wykorzystaniem popiołu lotnego pochodzącego ze spalania węgla kamiennego w kierunku jego zastosowania jako mieszaniny z bentonitem do budowy warstw uszczelniających składowisk odpadów komunalnych.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że część badań prezentowanych w rozprawie doktorskiej dotyczącą rozciągania popiołu lotnego i popiołu lotnego z dodatkiem bentonitu przeprowadzono w Laboratorium Katedry Mechaniki i Informatyki Stosowanej Politechniki Białostockiej, natomiast część badań wymienionych próbek wykonano za pomocą tomografu komputerowego w Laboratorium Katedry Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej.

2. Treść rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Marioli Wasił składa się z dwunastu rozdziałów, wykazu ważniejszych oznaczeń, zestawienia literatury po każdym rozdziale i na zakończenie rozprawy o 163 pozycjach literatury, w tym 106 obcojęzycznych, 7 aktów prawnych i 8 norm oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Całkowita objętość pracy wynosi 174 strony. Praca poza tekstem drukowanym zawiera 19 tabel i 91 rysunków. Rozprawa charakteryzuje się przejrzystym i dobrze skonstruowanym układem rozdziałów. Tematyka podrozdziałów nie jest zbyt szczegółowa i odpowiada strukturze i potrzebom pracy.

Rozdział 1. stanowi wstęp, w którym Autorka podkreśliła potrzebę zagospodarowania popiołów lotnych w celu ochrony środowiska naturalnego i ich wykorzystania w budownictwie oraz motywację podjęcia badań nad ich zastosowaniem do budowy warstw uszczelniających składowisk odpadów komunalnych. We wstępie bardzo jasno przedstawiła cel i zakres pracy oraz kierunki podjętych badań. Wstęp zawiera także kluczowe stwierdzenie o konieczności poznania i analizy właściwości fizycznych i mechanicznych rozpatrywanego popiołu lotnego i jego mieszaniny z bentonitem.

W przeglądzie literatury (*rozdział 2.*) Autorka przedstawiła problematykę budowy składowisk odpadów i warstw uszczelniających. Szczególną uwagę poświęciła podstawom prawnym składowania odpadów i budowie składowisk odpadów z wykorzystaniem naturalnych barier geologicznych lub warstw uszczelniających. Przedstawiła charakterystykę i wybrane przykłady warstw uszczelniających podstawę i skarpy składowisk zastosowanych w kraju i za granicą. Szczególną uwagę zwrócono na złożone systemy uszczelnienia podstawy składowiska w postaci warstw uszczelniających z zagęszczonego gruntu spoistego (CCL) lub warstw uszczelniających z geosyntetycznych barier ilowych (GCL). Omówiono specyfikę wielowarstwowych uszczelnień powierzchniowych z uwzględnieniem geokompozytowej warstwy drenażowej i warstwy zagęszczonej gliny z geomembraną. *Rozdział 3.* zawiera ogólną charakterystykę popiołów lotnych i ich zastosowanie w warstwach uszczelniających. Charakterystyka właściwości chemicznych popiołów lotnych obejmuje ich skład chemiczny i wymywalność jonów pierwiastków głównych i śladowych. W ramach właściwości fizycznych popiołów lotnych przedstawiono ich uziarnienie, powierzchnię właściwą, gęstość właściwą, zagęszczalność, kapilarność i przewodność hydrauliczną. Charakterystyka właściwości mechanicznych obejmuje ściśliwość, wytrzymałość na ścinanie, wytrzymałość na rozciąganie i kalifornijski wskaźnik nośności.

Rozdział 4. zawiera cel i zakres pracy, którym było określenie charakterystyk ściśliwości, przewodności hydraulicznej oraz wytrzymałości na ścinanie i rozciąganie popiołu lotnego oraz mieszaniny popiołu lotnego z różnym procentowym dodatkiem bentonitu, jak również porównanie uzyskanych właściwości z właściwościami referencyjnego gruntu spoistego stosowanego w warstwach uszczelniających. Tezą pracy jest stwierdzenie, że *popiół lotny z dodatkiem bentonitu może stanowić materiał do budowy warstw uszczelniających, porównywalny do glin o znormalizowanych parametrach.*

W rozdziale 5. przedstawiono wyniki badań własnych popiołu lotnego pochodzącego ze spalania węgla kamiennego w Elektrociepłowni Białostok pobranego z suchego składowiska, bentonitu sodowego i mieszaniny tych materiałów. Do badań przygotowano mieszaniny popiołu lotnego z bentonitem w ilości 5%, 10% i 15% bentonitu w stosunku do suchej masy popiołu lotnego.

Wykorzystany popiół lotny (FA) jest pyłem piaszczystym (Π_p PN-86/B-02480) i składa się z 48% frakcji piaszkowej, 51% frakcji pyłowej i 1% frakcji ilowej, zatem może być sklasyfikowany zgodnie z normą PN-EN ISO 14688 jako pył piaszczysty (saSi). Badany bentonit (B) zawierał 2% frakcji piaszkowej, 21% frakcji pyłowej i 77% frakcji ilowej, zatem jest to il (Cl zgodnie z normą PN-EN ISO 14688).

Analiza uziarnienia popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych wskazuje, że po zmieszaniu popiołu lotnego z bentonitem uzyskano odpowiednio: dla FA+5%B nadal uziarnienie pyłu piaszczystego (Π_p , pył piaszczysty saSi), dla FA+10%B uziarnienie pyłu piaszczystego (Π_p , pył ilasto-piaszczysty saclSi), dla FA+15%B uziarnienie gliny (G, il pylasto-piaszczysty sasiCl).

Badania gęstości właściwej szkieletu gruntowego ρ_s wskazują, że wynosiła ona odpowiednio dla popiołu FA $\rho_s = 2.18 \text{ Mg/m}^3$, dla FA+5%B $\rho_s = 2.18 \text{ Mg/m}^3$, dla FA+10%B $\rho_s = 2.22 \text{ Mg/m}^3$, dla FA+15%B $\rho_s = 2.24 \text{ Mg/m}^3$. Natomiast badania powierzchni właściwej wykazały zwiększenia jej wartości od $21 \text{ m}^2/\text{g}$ dla popiołu do wartości $57.9 \text{ m}^2/\text{g}$ dla FA+10%B i $67.7 \text{ m}^2/\text{g}$ dla FA+15%B.

Badania zagęszczalności popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych wskazują, że wraz ze wzrostem zawartości bentonitu wilgotność optymalna maleje od 40% dla FA do 36.3% dla FA+10%B i do 33% dla FA+15%B przy jednoczesnym zmniejszeniu stopnia nasycenia.

Z badań wytrzymałości na ścinanie popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych przeprowadzonych w aparacie bezpośredniego ścinania wynika, że po 28 dniach pielęgnowania próbki z 10% i 15% dodatkiem bentonitu wykazały większą wytrzymałość na ścinanie niż uzyskana dla popiołu, przy dużym wzroście spójności i niewielkim zmniejszeniu kąta tarcia wewnętrznego. Bezpośrednio i po 7 dniach pielęgnacji tylko próbki mieszanin popiołowo-bentonitowych z 15% dodatkiem bentonitu wykazywały większą wytrzymałość na ścinanie w zakresie naprężeń do 200 kPa. Badania wytrzymałości na ścinanie mieszanin popiołowo-bentonitowych przeprowadzone bezpośrednio po zagęszczeniu przy wilgotności $w_{\text{opt}} \pm 3\%$ wskazują na niewielki wpływ wilgotności na uzyskaną wytrzymałość na ścinanie mieszaniny z 10% dodatkiem bentonitu.

W rozdziale 6. przedstawiono badania wytrzymałości na rozciąganie popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych przeprowadzone metodą pośrednią tzw. brazylijską, polegającą na ściskaniu próbek w kształcie dysku oraz metodą bezpośrednią polegającą na rozrywaniu próbek w kształcie walca. W badaniach wytrzymałości na rozciąganie

wykorzystano uniwersalną maszynę wytrzymałościową MTS Insight w Laboratorium Katedry Mechaniki i Informatyki Stosowanej Politechniki Białostockiej.

Z badań przeprowadzonych metodą bezpośrednią wynika, że wytrzymałości na rozciąganie mieszanin popiołowo-bentonitowych po 28 dniach pielęgnacji dla mieszaniny FA+10%B średnio wynosiła 30 kPa, a przy zwiększonej zawartości bentonitu dla mieszaniny FA+15%B wynosiła 17 kPa. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały niewielki wpływ wilgotności przy zagęszczeniu na wytrzymałość na rozciąganie. Wyniki analizy statystycznej potwierdziły potrzebę wykorzystania funkcji kwadratowej do opisu zależności wytrzymałości na rozciąganie od dodatku bentonitu.

W rozdziale 7. przedstawiono badania w jednowymiarowym stanie odkształcenia przeprowadzone w konsolidometrze typu Rowe'a-Bardena pod kątem określenia ściśliwości w warunkach pełnego i częściowego nasycenia wodą i przebiegu konsolidacji popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych. Należy podkreślić, że konsolidometr typu Rowe'a-Bardena jest nowoczesną aparaturą z hydraulicznie zadawanym obciążeniem umożliwiającą kontrolowane nasączenie próbek z wykorzystaniem ciśnienia wyrównawczego oraz ciągły pomiar przemieszczeń pionowych i ciśnienia wody w porach.

Badania ściśliwości wykonane w warunkach pełnego nasycenia wodą na próbkach zagęszczonych przy wilgotności optymalnej wskazują, że mieszaniny popiołowo-bentonitowe wykazały mniejszą ściśliwość niż próbki popiołu lotnego, wraz z zwiększeniem dodatku bentonitu ściśliwość maleje, przy czym najmniejszą ściśliwość uzyskano dla mieszaniny FA+15%B. Wyniki badań wykazały wpływ wilgotności przy zagęszczaniu na ściśliwość mieszanin o różnej zawartości bentonitu. Najczęściej najmniejsze osiadanie wykazywał materiał zagęszczany przy wilgotności $w_{opt}-3\%$. Jednakże w przypadku próbek z 15% zawartością bentonitu najmniejsze osiadania otrzymano dla próbek zagęszczonych przy wilgotności $w_{opt}+3\%$.

W pracy przedstawiono jedynie krzywe konsolidacji dla mieszaniny popiołowo-bentonitowej z 5% dodatkiem bentonitu zagęszczonej przy wilgotności optymalnej wraz z komentarzem o stosunkowo szybkim przebiegu procesu konsolidacji oraz uzyskaniu podobnej tendencji dla próbek o 10% i 15% zawartości bentonitu. Przytoczono również stwierdzenie z literatury, że szybki przebieg procesu konsolidacji w znacznym stopniu ogranicza możliwość wyznaczenia w sposób pośredni rzeczywistej przewodności hydraulicznej na podstawie wzoru (7.6).

Badania ściśliwości wykonane w warunkach niepełnego nasycenia wodą na próbkach zagęszczonych przy wilgotności optymalnej poddanych konsolidacji przy wybranych wartościach parametru Skempton'a B wskazują, że mieszanina popiołowo-bentonitowa FA+15%B wykazała większą ściśliwość niż próbki tej mieszaniny w warunkach pełnego nasycenia.

Rozdział 8. zawiera wyniki badań przewodności hydraulicznej popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych w pełni i częściowo nasyconych wodą,

przeprowadzone w konsolidometrze typu Rowe'a-Bardena. Wyniki badań przewodności hydraulicznej próbek w pełni nasyconych wodą wykazały występowanie gradientu początkowego $i_0 = 4-8$ oraz w przypadku mieszanin z 10% i 15% zawartością bentonitu krzywoliniowy charakter zależności prędkości przepływu od gradientu hydraulicznego. Dodatek bentonitu wpływa na zmniejszenie przewodności hydraulicznej, która w przypadku mieszaniny z 15% zawartością bentonitu przy gradiencie hydraulicznym $i=32$ osiąga wartość od $1.0 \cdot 10^{-9}$ m/s do $1.2 \cdot 10^{-9}$ m/s. Zwiększenie wilgotności przy zagęszczeniu powoduje zmniejszenie przewodności hydraulicznej popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych. W pracy przedstawiono również problemy przy badaniu w konsolidometrze typu Rowe'a-Bardena przewodności hydraulicznej popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych przy częściowym nasyceniu wodą.

Do wyznaczenia współczynnika filtracji k metodą pośrednią wykorzystano wzór (8.5) stanowiący przekształcenie wzoru (7.6) na współczynnik konsolidacji c_v wykorzystującego współczynnik filtracji k i współczynnik ścisłości objętościowej m_v . Do wyznaczenia współczynnika konsolidacji c_v na podstawie badań przeprowadzonych w konsolidometrze typu Rowe'a-Bardena wykorzystano metodę Casagrandego i metodę Taylora. Porównanie uzyskanych wyników wskazuje, że współczynniki filtracji uzyskane z metody pośredniej różnią się od otrzymanych z bezpośrednich badań. Uzyskane różnice rosną wraz ze wzrostem naprężenia.

Rozdział 9. zawiera analizę próbek popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych przy użyciu tomografii komputerowej. Należy podkreślić, że badania własne wykonano za pomocą mikrotomografu komputerowego SkyScan 1172 firmy Bruker w Laboratorium Katedry Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej.

Próbki duże o średnicy 36 mm i wysokości 82 mm skanowano pod kątem identyfikacji stref w materiale zagęszczanym mogących mieć wpływ na wyniki rozciągania metodą bezpośrednią. Badania wykazały widoczne strefy między zagęszczonymi warstwami próbek popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych, jednakże pomiędzy warstwami nie zaobserwowano mikroszczelin. Próbki małe o średnicy 5 mm i wysokości 10 mm analizowano pod kątem poznania struktury materiałów i ich porowatości. Badania wskazują, że wraz z dodatkiem bentonitu zmienia się charakter i wymiary wolnych przestrzeni, przez co materiał ma lokalnie bardziej zwartą strukturę. W próbce z 15% dodatkiem bentonitu nieco wzrosła ogólna porowatość przy lokalnym zmniejszeniu się wymiarów porów przy jednoczesnym wzroście ich liczby.

Rozdział 10. zawiera badania własne referencyjnego gruntu spoistego stosowanego na warstwy uszczelniające i porównanie jego właściwości z właściwościami popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych. Referencyjny grunt spoisty zawiera 42% frakcji piaskowej, 38% frakcji pyłowej i 20% frakcji iłowej, zatem jest to glina piaszczysta zwięzła (Gpz), a zgodnie z normą PN-EN ISO 14688 ił piaszczysty (saCl). Grunt referencyjny ma wilgotność optymalną wynoszącą 13.5% co odpowiada stopniowi nasycenia 0.92, granicę

plastyczności 15%, granicę płynności 39%, zatem wskaźnik plastyczności 24%. W porównaniu z mieszaniną z 15% dodatkiem bentonitu ma on większą zawartość frakcji ilowej, większą powierzchnię właściwą ($102.56 \text{ m}^2/\text{g}$). Badania wytrzymałości na rozciąganie wykonane metodą bezpośrednią wykazały większą wartość wytrzymałości na rozciąganie o ok. 10 kPa od wartości uzyskanej dla mieszaniny z 15% dodatkiem bentonitu po 28 dniach pielęgnacji i mniejszą o ok. 15 kPa od wartości uzyskanej dla mieszaniny z 10% dodatkiem bentonitu. Badania wykazały, że grunt referencyjny charakteryzuje się dużo mniejszym wskaźnikiem porowatości oraz podobną ściśliwością w stosunku do popiołu lotnego i większą od mieszanin popiołowo-bentonitowych. Przewodność hydrauliczna gruntu referencyjnego jest bardzo zbliżona do wartości uzyskanej dla mieszaniny z 15% dodatkiem bentonitu i wynosi ok. $1.3 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ przy naprężeniu wynoszącym 50 kPa, jednakże tylko w przypadku referencyjnego gruntu spoistego uzyskano sukcesywne zmniejszenie jej wartości, które wynosi ok. $1.8 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ przy zwiększeniu naprężenia do 400 kPa. W przypadku gruntu referencyjnego współczynniki filtracji wyznaczone metodą pośrednią są bardziej zbliżone do otrzymanych z bezpośrednich badań. Metoda Taylora pozwoliła na uzyskanie tego samego rzędu wartości co wyniki uzyskane z badań bezpośrednich, natomiast w przypadku metody Casagrandego otrzymane wyniki różnią się o pół do jednego rzędu wartości.

W rozdziałach 11. i 12. podano podsumowanie i wnioski końcowe z uzyskanych przez Autorkę wyników badań i analiz oraz kierunki dalszych badań.

3. Ocena pracy

Rozprawa ma charakter doświadczalno-analityczny. Mgr inż. Mariola Wasil podjęła się zbadania i oceny składu chemicznego, właściwości fizycznych i mechanicznych popiołu lotnego i mieszanin popiołu lotnego z różnym dodatkiem bentonitu oraz porównania uzyskanych właściwości z referencyjnym gruntem spoistym. Dla zrealizowania założonego celu rozprawy Doktorantka wykonała obszerne i bardzo dobrze udokumentowane nowoczesne badania laboratoryjne. Bogaty materiał doświadczalny umożliwił Autorce dokonanie oceny wybranych właściwości fizycznych i mechanicznych popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych oraz wykazanie, że popiół lotny z dodatkiem bentonitu może stanowić materiał do budowy warstw uszczelniających składowisk odpadów komunalnych.

Za najważniejsze elementy oryginalne, stanowiące własny dorobek naukowy Doktorantki należy uznać:

- wykazanie, że badana mieszanina popiołowo-bentonitowa może być wykorzystana do budowy warstwy uszczelniającej składowisk odpadów komunalnych,
- określenie wpływu składu badanych mieszanin popiołu lotnego z dodatkiem bentonitu na właściwości fizyczne mieszanin (skład granulometryczny, porowatość, mikrostrukturę, ciężar właściwy szkieletu gruntowego, powierzchnię właściwą, zagęszczalność),

- określenie wpływu dodatku bentonitu na odkształcenia pionowe próbek popiołowo-bentonitowych, których wartość dla mieszanin FA+15%B i FA+10%B była mniejsza od wartości otrzymanych dla popiołu lotnego i referencyjnego gruntu spoistego,
- określenie wpływu dodatku bentonitu na wytrzymałość na ścinanie próbek popiołowo-bentonitowych, której wartość dla mieszanin FA+15%B i FA+10%B była większa od wartości otrzymanych dla popiołu lotnego oraz wpływu dodatku bentonitu na wytrzymałość na rozciąganie próbek popiołowo-bentonitowych, której wartość dla mieszaniny FA+10%B była większa od wartości otrzymanych dla popiołu lotnego i referencyjnego gruntu spoistego,
- określenie wpływu dodatku bentonitu na przewodność hydrauliczną popiołu lotnego, której wartość dla mieszaniny FA+15%B w pełni spełnia wymogi dla warstw uszczelniających,
- określenie wpływu wilgotności przy zagęszczeniu na zmienność charakterystyk ściśliwości i przewodności hydraulicznej.

Należy podkreślić, że założony przez Doktorantkę naukowy cel pracy został osiągnięty, a postawiona teza udowodniona. Przedstawione w pracy wnioski końcowe są w pełni udokumentowane i stanowią własny i oryginalny wkład Autorki w poznanie i ocenę składu chemicznego, właściwości fizycznych i mechanicznych popiołu lotnego i mieszanin popiołowo-bentonitowych w odniesieniu do referencyjnego gruntu spoistego stosowanego jako materiał do budowy warstw uszczelniających składowisk odpadów komunalnych.

4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Analiza rozprawy doktorskiej nasunęła mi następujące uwagi krytyczne i dyskusyjne, które powinny być wyjaśnione lub skomentowane podczas publicznej obrony pracy:

- w pracy przytoczono wymagania dla gruntów stosowanych jako uszczelnienia mineralne podane przez Majer i in. 2007, które wymagają dodatkowego komentarza,
- zastosowane oznaczenia charakterystyk „ ϵ_v/σ' ”; „ v/σ' ”; „ v/i ” przedstawione na str. 53 wymagają komentarza,
- na str. 98 przytoczono definicję ściśliwości gruntu podaną w literaturze, która wymaga komentarza,
- wzór (7.6) może być również zapisany w postaci $c_v = (k \cdot M)/\gamma_w$. Czy w obliczaniu współczynnika filtracji metodą pośrednią ze wzoru (8.5) uzyskanego na podstawie przekształcenia wzoru (7.6) uwzględniano zmianę współczynnika konsolidacji c_v oraz współczynnika ściśliwości objętościowej m_v (lub modułu ściśliwości M)?
- wartości parametru Skemptonu B podane na str. 107 i na rys. 7.8-7.11 wymagają komentarza. Jak uzyskano takie wartości? Jaki odpowiadał im stopień nasycenia S_r ?
- czy określono ciśnienie pęcznienia badanych mieszanin?

- wpływ jakich innych czynników, które mogą wpływać na zachowanie się mieszaniny popiołowo-bentonitowej należałoby zbadać przed praktycznym jej wykorzystaniem?

Pragnę podkreślić, że powyższe uwagi krytyczne nie pomniejszają przedstawionych w recenzji własnych i oryginalnych osiągnięć Autorki.

Drobne poprawki w tekście, tabelkach i na rysunkach zostały zaznaczone w recenzowanym egzemplarzu i streszczeniu w języku polskim i angielskim oraz przekazane Autorce w celu umożliwienia dokonania niezbędnych korekt przed przekazaniem części pracy do druku.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Mgr inż. Mariola Wasił przedłożyła do oceny rozprawę doktorską opracowaną na podstawie nowoczesnych, bardzo dobrze zaprogramowanych i obszernych badań laboratoryjnych służących ocenie wybranych właściwości fizycznych i mechanicznych popiołu lotnego i jego mieszanin z dodatkiem bentonitu sodowego pod kątem ich wykorzystania do budowy warstw uszczelniających składowisk odpadów komunalnych. Recenzowana praca wniosła oryginalne elementy poznawcze w dyscyplinie „budownictwo” wskazane w recenzji rozprawy, zatem spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w odpowiednich przepisach. Zawarte w pracy sformułowania i rozwiązanie problemu badawczego potwierdzają, że Doktorantka sprostała wymaganiom stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora. Wnioskuje zatem o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Marioli Wasił pt. *„Popiół lotny z dodatkiem bentonitu jako materiał na warstwy uszczelniające”* do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę zastosowanie nowoczesnych metod badań laboratoryjnych oraz wnikliwą analizę i znaczenie uzyskanych wyników badań, których prezentowanie przez Doktorantkę jako reprezentanta Polskiego Komitetu Geotechniki na 6th International Young Geotechnical Engineers Conference w Seulu w wrześniu 2017 r. spotkało się z dużym uznaniem, składam wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.



Prof. dr hab. inż. Zbigniew Lechowicz

Uwagi redakcyjne

do rozprawy doktorskiej mgr inż. Marioli Wasil pt.
„Popiół lotny z dodatkiem bentonitu jako materiał na warstwy uszczelniające”

Strona	Jest	Powinno być
str. 4 i 81	BADANIA WŁASNE WYTRZYMAŁOŚCI	BADANIA WŁASNE WYTRZYMAŁOŚCI
str. 6		brak: UPS, CCL, GCL,
str. 7	UPS	uboczne produkty spalania (UPS)
Str. 7	...niska przewodność	mała przewodność
w całej pracy	niska, wysoka, niższe, wyższe, najniższa, najwyższa itd.	mała, duża, mniejsze, większe, najmniejsza, największa itd.
str. 7	...uszczelności	...uszczelności...
str. 9 i 10	...sztucznie wykonaną barierę geologiczną ...sztucznej bariery geologicznej	???
str. 14	Majer i in. 2007	Kryteria ?????
str. 31	...nabliżej...sypu...	...najbliżej...zsypu...
str. 39	...nie ekspansywnych...	...nieekspansywnych...
str. 53	ϵ_v/σ'	$\epsilon_v = f(\sigma')$ itd.
str. 62 opis osi X na rys. 5.5	...Zawartość...	...Zawartość...
str. 63	...1 cm ³ ...	...1 cm ³ ...
str. 67	...naprężeniom ścinającym...	... naprężeniom stycznym...
str. 68, 155	...wartości szczytowe...	...wartości maksymalne...
str. 69, 70, 71, 72 oraz 75, 76, 77 podpisy pod rys. 5.10, 5.11, 5.12, 5.13 oraz 5.16, 5.17, 5.18	...Wytrzymałość na ścinanie i zmiana wysokości próbki...	Zmiana naprężenia stycznego i wysokości próbki...
str. 94	...wyników...	...wyników...
str. 99	...w warunkach trójosiowego stanu naprężenia...	w warunkach osiowo-symetrycznego stanu naprężenia...
str. 101	...zmiany ciśnienia porowego... ...współczynniki ciśnienia porowego...	...zmiany ciśnienia wody w porach... ...współczynniki ciśnienia wody w porach...
str. 106 opis osi X na rys. 7.7	t^{-2}	$t^{1/2}$ lub $\sqrt{t}$
str. 111	...naprężenie ścinające...	...naprężenie styczne...
str. 136	...należącą...	...należącą...
str. 142, 143 podpis pod rys. 10.5, 10.6		brak oznaczeń a) b)
str. 144	...dużej...	...dłużej...
str. 145 opis osi X na rys. 10.7	t^{-2}	$t^{1/2}$ lub $\sqrt{t}$
str. 145 podpis pod rys. 10.7	...próbki popiołowej...	...próbki gliny piaszczystej zwięzłej...
str. 149 podpis pod rys. 10.13	zły podpis	
str. 149		brak powołania na rysunek 10.13
str. 152	...wytrzymałość na rozciąganie...	...wytrzymałość na ścinanie, wytrzymałość na rozciąganie...
str. 173	...shearing strength...	...shear strength...
str. 173	...subsidence...	...vertical deformation...

Mariola Wasil