



Katedra Konstrukcji Inżynierskich
dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz, prof. PG

19.10.2023r.

I.dz. 12/10/2023/KKI

Recenzja rozprawy doktorskiej pt.

Eksperymentalna analiza dynamicznych właściwości mechanicznych gruntów wątpliwych na przykładzie piasku pylastego

autorstwa **kpt mgr inż. Kamila Sobczyka**

wykonanej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego
w dyscyplinie „Inżynieria lądowa, geodezja i transport”

1. Podstawa opracowania

Podstawą sporządzenia recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny „Inżynieria lądowa, geodezja i transport” płk prof. dr hab. inż. Michała Kędzierskiego z dnia 7 lipca 2023r. (I. dz. RPW/27329/2023 N) i dołączona do niego rozprawa doktorska kpt mgr inż. Kamila Sobczyka pt. „Eksperymentalna analiza dynamicznych właściwości mechanicznych gruntów wątpliwych na przykładzie piasku pylastego” wykonana pod kierunkiem płk dr hab. inż. Ryszarda Chmielewskiego, Prof. WAT jako Promotora oraz płk rez. dr inż. Leopolda Kruszki jako Promotora Pomocniczego.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy aktualnej współcześnie tematyki parametryzacji gruntu wykorzystywanego jako potencjalna obsypka obiektów infrastruktury krytycznej. Praca ma charakter streszczenia oraz podsumowania publikacji naukowych (tematycznego, spójnego cyklu publikacji) których Współautorem jest Doktorant. Załączone artykuły napisane są w języku angielskim, natomiast część stanowiąca streszczenie, podsumowanie oraz obejmująca szczegółowe wyjaśnienia analizowanego problemu naukowego napisana jest w języku polskim. Przedłożona do recenzji dysertacja ma postać wydawnictwa zwarteo, zbroszurowanego. Rozprawa doktorska liczy 169 ponumerowane strony formatu A4 i składa się z 6 Rozdziałów poprzedzonych: streszczeniem w języku polskim, streszczeniem w języku angielskim oraz wykazem użytych skrótów i głównych symboli:

- (1) *Wprowadzenie i motywacja do badań,*
- (2) *Problem badawczy, teza i cele szczegółowe,*
- (3) *Zbiór opublikowanych i powiązanych artykułów naukowych,*
- (4) *Metodyka badań,*
- (5) *Rezultaty prac i oryginalne rozwiązanie problemu naukowego,*

- (5.1) Charakterystyka wytrzymałościowa właściwości gruntów przy dużych prędkościach odkształcenia z zastosowaniem techniki Hopkinsa – przegląd badań eksperymentalnych (publikacja P1),
- (5.2) Charakterystyka pracy wyrzutni pneumatycznej w technice pręta Hopkinsa (publikacja P2),
- (5.3) Przygotowanie próbki gruntu niespoistego oraz kalibracja wyrzutni pneumatycznej w dynamicznym badaniu SHPB (publikacja P3),
- (5.4) Eksperymentalne badanie dynamicznego zachowania piasku pylastego (publikacja P4),
- (5.5) Analiza wpływu wilgotności piasków pylastych oraz prędkości uderzenia na ich zagęszczalność i zmianę składu granulometrycznego (publikacja P5),
- (6) Podsumowanie i wnioski.

Elementy pracy stanowią również *Literatura* (spis literatury) oraz *Załączniki*.

W recenzowanej rozprawie doktorskiej brak jest przeglądowego, kompleksowego wykazu literatury która stanowiła podstawę naukową działań związanych z przygotowaniem dysertacji. Częstkowe spisy znajdują się w poszczególnych artykułach, stanowiących oddzielne, aczkolwiek spójne ze sobą zagadnienia tematyczne i wynoszą one odpowiednio: publikacja P1 - 95 pozycji literaturowych, publikacja P2 - 27 pozycji literaturowych, publikacja P3 – 12 pozycji literaturowych, publikacja P4 – 33 pozycje literaturowe oraz publikacja P5- 63 pozycje literaturowych.

W pracy brak jest wyodrębnionego oddzielnie spisu wszystkich publikacji Autora, które powstały podczas prac badawczych realizowanych w ramach doktoratu.

Powyższe fakty nie wpływają w jakikolwiek sposób na wartość naukową recenzowanej rozprawy doktorskiej.

3. Treść rozprawy

Rozdział 1 (*Wprowadzenie i motywacja do badań*) stanowi wprowadzenie w tematykę rozprawy doktorskiej z uwzględnieniem aktualnych, dla okresu gdy powstawała rozprawa doktorska, wyników prac badawczych.

W Rozdziale 2 (*Problem badawczy, teza i cele szczegółowe*) przedstawiono uzasadnienie podjęcia tematu zamiany składu granulometrycznego gruntu pod wpływem odkształceń wywołanych dużymi prędkościami oraz zamieszczono sformułowaną tezę i cele i tezy.

Rozdział 3 (*Zbiór opublikowanych i powiązanych artykułów naukowych*) obejmuje zestawienie cyklu publikacji (P1, P2, P3, P4 oraz P5) wraz z analizą parametrów bibliograficznych: współczynnika wpływu IF (Impact Factor) oraz klasyfikacji punktowej wg Ministerstw Edukacji i Nauki.

W Rozdziale 4 (*Metodyka badań*) przedstawiono szczegółowy opis metodologii badań doświadczalnych których realizacja była następstwem opracowanego Indywidualnego Programu Badawczego. W Rozdziale zamieszczono również opis sposobu osiągnięcia postawionych celów badawczych w odniesieniu do zastosowanych rozwiązań. Powyższy opis zastosowano analizując treść każdego z artykułów wchodzących w skład zestawu spójnego cyklu publikacji (P1, P2, P3, P4 oraz P5).

Rozdział 5 (*Rezultaty prac i oryginalne rozwiązanie problemu naukowego*) zawiera omówienie głównych wyników badań odnoszących się do opisu faz zachowania się próbki piasku niespoistego poddanego deformacji w wyniku oddziaływania wysokich prędkości odkształceń (HSR).

W rozdziale 6 (*Podsumowanie i wnioski*) zebrano wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz.

4. Ocena rozprawy

Problemem naukowym, będącym celem pracy było określenie wpływu wilgotności próbki na stopień jej zagęszczenia w wyniku zmiany uziarnienia jako konsekwencja deformacji wywołanej dużymi prędkościami odkształcenia gruntu niespoistego.

W ocenie Recenzenta podjęta w pracy tematyka jest aktualna i ważna z praktycznego punktu widzenia. Podstawą pracy są wysokospecjalistyczne badania doświadczalne, poprzedzone szczegółową analizą literatury przedmiotu. Zdaniem Recenzenta zrealizowana praca doskonale wpisuje się w charakter jednostki naukowo – badawczej jaką jest Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie w której jest zatrudniony Doktorant i ma istotne znaczenie praktyczne, w szczególności jej wyniki należy rozpatrywać pod kątem wykorzystania dla wzrostu bezpieczeństwa państwa.

Zdaniem Recenzenta za podjęciem badań stanowiących przedmiot rozprawy doktorskiej przemawiały następujące fakty:

- konieczność dalszej optymalizacji w zakresie czasu oraz kosztów realizacji obsypki obiektów infrastruktury technicznej,
- poszerzenie wiedzy na temat możliwości zastosowania do wykonania obsypki piasków niespoistych o zróżnicowanej (niekorzystnej) strukturze granulometrycznej,
- wskazanie możliwości realizacji obsypki w warunkach bojowych, przy zastosowaniu piasku zawilgoconego.

Zakres, jaki obejmuje rozprawa doktorska związany jest z celem pracy i można go przedstawić w następujących punktach:

- dokonanie krytycznego przeglądu literaturowego w zakresie zasad badania zmian stanu granulometrycznego próbek gruntu uzyskanych dla wysokich prędkości odkształcenia (HSR) podczas badań eksperymentalnych z zastosowaniem zmodyfikowanego (dzielonego) pręta Hopkinsa (SHPB),
- opracowanie metodyki badań eksperymentalnych,
- wykonanie wysokospecjalistycznych badań laboratoryjnych,
- stworzenie i wdrożenie do realizacji własnego (autorskiego) programu badań laboratoryjnych przeprowadzonych na małych próbkach gruntu,
- sformułowanie wniosków końcowych na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych.

Przeprowadzone w ramach realizacji niniejszej rozprawy doktorskiej badania pozwoliły udzielić wyczerpujących odpowiedzi na następujące pytania:

- jaka jest, w świetle przeprowadzonych dotychczas przez innych badaczy, charakterystyka wytrzymałościowa właściwości gruntów przy dużych prędkościach odkształcenia z zastosowaniem techniki Hopkinsa,
- jakie są najistotniejsze parametry techniczne wyrzutni pneumatycznej w technice pręta Hopkinsa,
- jakimi zasadami należy kierować się podczas przygotowanie próbki gruntu niespoistego,
- jak powinna przebiegać kalibracja wyrzutni pneumatycznej w dynamicznym badaniu SHPB,
- jak przebiegają badania dynamiczne piasku pylastego,
- jaki jest wpływ wilgotności piasków pylastych oraz prędkości uderzenia na ich zagęszczalność i zmianę składu granulometrycznego,

Recenzent ma nieodparte wrażenie, że wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych wykonanych na próbkach gruntu niespoistego jakim jest piasek pylasty przedstawione w pracy stanowią jedynie fragment wieloetapowego programu badawczego nad zachowaniem się gruntu poddanego wysokim prędkościom odkształcenia (HSR).

W odczuciu Recenzenta za najważniejsze oryginalne elementy rozprawy można uznać:

- uporządkowany i szczegółowy przegląd literatury tematycznie związanej z przedmiotem rozprawy doktorskiej,
- próbę uporządkowania zasad badania gruntu z zastosowaniem techniki pomiarowej Hopkinsa,
- opracowanie własnej metodyki przygotowania (zagęszczenia) próbek gruntu do wykonywania na nich badań dynamicznych,
- wykonanie wybitnie wysokojakościowych badań doświadczalnych na podstawie rozbudowanego autorskiego programu badawczego obejmującego testy na małych próbkach gruntu niespoistego,
- określenie zmian granulometrycznych badanego gruntu pod obciążeniem dynamicznym dla przypadku różnych wilgotności próbki.
- doświadczalne potwierdzenie, że w przypadku badanego gruntu w największym stopniu redukuje on oddziaływania dynamiczne przy wilgotności zbliżonej do połowy wilgotności optymalnej,
- eksperymentalne określenie, że przy tej wilgotności następuje najbardziej intensywne zniszczenie struktury szkieletu gruntowego,
- kompleksowe przebadanie i opis wpływu wilgotności początkowej badanego gruntu oraz prędkości odkształcenia na zmianę jego uziarnienia.

5. Uwagi ogólne

Poniżej zamieszczono uwagi ogólne odnoszące się do całości opracowanej rozprawy doktorskiej, w tym w odniesieniu do treści przedstawionych w publikacjach P1, P2, P3, P4 oraz P5:

- 5.1 Tytuł przedmiotowej rozprawy doktorskiej wydaje się być dyskusyjny. W praktyce badany jest pojedynczy parametr rozumiany jako właściwość czyli zmiana uziarnienia. Wilgotność próbki oraz szybkość odkształcenia są w tym przypadku parametrami zmiennymi, a nie wynikowymi. Dlatego wskazane byłoby zastąpienie słowa *właściwości* określeniem *wybranych właściwości*. Ponadto w tytule pojawia się słowo *gruntów* w sytuacji, gdy przebadany został jedynie jeden rodzaj piasku pylastego. Należy zastanowić się czy bardziej precyzyjnym tytułem nie byłby np. *Eksperymentalna analiza wybranych dynamicznych właściwości piasku pylastego jako przykładu gruntu wątpliwego*.
- 5.2 Teza naukowa oraz cel pracy badawczej (C0) zostały określone w przygotowanej rozprawie doktorskiej bardzo jednoznacznie. Wprowadzone w dalszej części Rozdziału 2 cele szczegółowe (C1, C2, C3, C4, C5 oraz C6) w początkowej fazie zapoznawania się z rozprawą utrudniają możliwość oceny zaproponowanego przez Autora programu badawczego, zaciemniając obraz tematyki którą się zajmował. Wspomniane cele szczegółowe należałoby raczej uznać za wyniki pracy badawczej, tzw. indywidualne osiągnięcia i przedstawić w podsumowaniu pracy.
- 5.3 Dysertacja nie zawiera zestawienia wszystkich publikacji Autora, które powstały w okresie przygotowywania rozprawy doktorskiej czyli innych niż publikacje P1, P2, P3, P4 oraz P5, co uniemożliwia ocenę stopnia dotychczasowej naukowej komercjalizacji uzyskanych podczas pracy nad doktoratem wyników. Uniemożliwia również ocenę innych, niż stanowiące przedmiot rozprawy doktorskiej zainteresowań naukowych oraz inżynierskich (zawodowych) Autora.
- 5.4 Ze względu na przyjętą strukturę rozprawa nie posiada osobnego Rozdziału pt. *Przegląd literatury*, a szczegółowa analiza aktualnego poziomu wiedzy przeprowadzona została na początku każdego z artykułów (P1, P2, P3, P4 oraz P5) stanowiących podsumowanie poszczególnych etapów przeprowadzonych badań, co skutkuje brakiem możliwości oceny zakresu tematyki rozprawy i zakresu zaproponowanych badań doświadczalnych przed przystąpieniem do szczegółowego zapoznania się z wynikami wykonanych analiz.
- 5.5 Autor przeprowadził doświadczenia przy zastosowaniu zmodyfikowanego (dzielonego) pręta Hopkinsa (SHPB). W pracy brak jest wyników badań porównawczych przeprowadzonych przy pomocy innego urządzenia pomiarowego lub też brak jest wykazania wyższości zastosowanej techniki pomiarowej w celu generowania wysokich prędkości odkształcenia (HSR) nad innymi metodami badawczymi.
- 5.6 Będący przedmiotem rozprawy piasek pylasty zbadano w dość szerokim zakresie zawartości frakcji drobnych tzn. od 2,90% do 20,48%. Należy jednak zauważyć, że ilość badanych rodzajów próbek gruntów jest zbyt mała do dokładnego określenia ogólnej charakterystyki zachowania tego typu gruntów pod obciążeniami dynamicznymi. Wskazane byłoby wykonanie badań dla kilkunastu próbek gruntów różniących się zawartością frakcji drobnych, w szczególności w zakresie od 15% do 40%.

- 5.7 Rozprawa ograniczona jest do raportu z bardzo starannie wykonanych badań laboratoryjnych, których realizacja wymagała zastosowania specjalistycznej aparatury pomiarowej. W pracy brak jest jakichkolwiek obliczeń numerycznych, brakuje również odniesień do analiz teoretycznych.
- 5.8 W zrealizowanej pracy Autor nie przedstawił zastosowań aplikacyjnych uzyskanych wyników badań. Opisuje jedynie takie możliwości bez szczegółowego odniesienia do praktyki inżynierskiej, w szczególności w projektowaniu obsypki obiektów infrastruktury krytycznej. Analiza wykorzystania wyników badań wraz z podaniem wytycznych do sposobu wykonania obsypki ochronnej obiektów budowlanych umożliwiłaby ocenę możliwości zwiększenia stopnia ich ochrony.
- 5.9 Przedstawione w rozprawie wyniki nie zostały porównane do zaleceń zamieszczonych w krajowych szczegółowych przepisach dotyczących projektowania obsypki ochronnej obiektów infrastruktury krytycznej. Autor nie porównał również uzyskanych wyników i wniosków z nich wynikających do wymagań określonych w przepisach STANG.
- 5.10 W pracy brak jest uproszczonej analizy organizacyjnej wynikającej z uzyskanych wyników – oszacowania jak wyniki uzyskane na podstawie przeprowadzonych doświadczeń wpływają na szybkość realizacji obsypki ochronnej obiektów infrastruktury krytycznej, w szczególności w warunkach zagrożenia militarnego.
- 5.11 W pracy brakuje choćby koncepcyjnego programu dalszej pracy badawczej rozumianej jako rozszerzenie wykonanych dotychczas badań.

6. Uwagi szczegółowe

Poniżej zamieszczono uwagi szczegółowe odnoszące się do całości opracowanej rozprawy doktorskiej, w tym w odniesieniu do treści przedstawionych w publikacjach P1, P2, P3, P4 oraz P5:

- 6.1 W pracy występują ograniczone informacje na temat kalibracji zastosowanego w badaniach eksperymentalnych zmodyfikowanego (dzielonego) pręta Hopkinsa (SHPB).
- 6.2 W rozprawie nie zamieszczono analizy wpływu błędów pomiarowych na wyniki badań laboratoryjnych – nie wiadomo, czy Autor przeanalizował wpływ niedoskonałości przygotowania zarówno samej próbki, wpływ dokładności urządzenia pomiarowego oraz wpływ dokładności (staranności) przeprowadzonych eksperymentów na wyniki prac doświadczalnych.
- 6.3 W pracy nie określono analizy wpływ wielkości próbki gruntu na uzyskane wyniki, całkowicie pominięto dyskusje na temat tzw. efektu skali.
- 6.4 W rozprawie nie można odnaleźć wyników kontrolnych dla niskich prędkości odkształcenia (LSR) które mogłyby być wynikami porównawczymi dla stanowiących główny trzon recenzowanej rozprawy doktorskiej wyników uzyskanych dla wysokich prędkości odkształcenia (HSR).
- 6.5 W pracy brak jest szczegółowej analizy statystycznej uzyskanych wyników i dyskusji na temat wpływu ilości wykonanych eksperymentów na wiarygodność wyników.

7. Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska świadczy o umiejętności samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych przez jej Autora. Pomimo sformułowanych i przedstawionych powyżej kilku uwag krytycznych oraz wątpliwości należy jednoznacznie stwierdzić, że Autor opiniowanej rozprawy doktorskiej przeprowadził badania, rozumiane jako badania doświadczalne, na odpowiednim poziomie merytorycznym. Na szczególną uwagę zasługuje rozbudowany autorski program badań laboratoryjnych - uzyskane na ich podstawie wyniki wskazują jednoznacznie, że Autor posiada potencjał naukowy który należy rozwijać.

W mojej ocenie Autor rozprawy wykazał się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w przedmiotowym zakresie oraz umiejętnością planowania i prowadzenia badań doświadczalnych. Uzyskane wyniki pracy świadczą o jej dobrym przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia prac naukowo - badawczych.

Recenzowana praca ze względu na poruszaną tematykę doskonale wpasowuje się w dyscyplinę „Inżynieria lądowa, geodezja i transport”, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników dla wzrostu bezpieczeństwa kraju i stanowić może istotny wkład w rozwój zagadnienia projektowania zabezpieczenia obiektów infrastruktury krytycznej.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam jednoznacznie, że recenzowana rozprawa w całej rozciągłości spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U.2023.742, w wersji aktualnej na dzień sporządzenia niniejszej recenzji), określaną powszechnie jako Ustawa 2.0 i dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie pracy kpt mgr inż. Kamila Sobczyka do publicznej obrony.

Jednocześnie uwzględniając treść recenzowanej rozprawy doktorskiej jako całości wnioskuję o wyróżnienie opiniowanej pracy zgodnie z przyjętymi zasadami nagradzania prac naukowych obowiązującymi w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego.

dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz
prof. Politechniki Gdańskiej

