

15. STRESZCZENIE / SUMMARY

STRESZCZENIE

WSPÓŁPRACA POJEDYNCZEGO FUNDAMENTU PŁYTOWO-PALOWEGO Z GRUNTEM

Pojedyncze fundamenty płytowo palowe stosowane są do wielu konstrukcji budowlanych. Jest to rozwiązanie, które wyróżniają walory ekonomiczne, niska materiałochłonność, energochłonność i pracochłonność w porównaniu do fundamentów bezpośrednich i głębokich (fundamenty palowe bez płyty przykrywającej).

Opierając się na przeglądzie i badaniach literatury opisujących zagadnienie fundamentów płytowo – palowych stwierdzić można, że brakuje opisu matematycznego, który uwzględniałby współpracę płyty, pala z gruntem, który opierałby się o nieliniowe charakterystyki fundamentu obciążenie - osiadanie.

W pracy sprawdzono możliwość zastosowania metody Meyera – Kowalowa dla opisanie współpracy pojedynczego fundamentu płytowo palowego z gruntem, uwzględniając nieliniowe osiadanie fundamentu. W tym celu przeprowadzono badania laboratoryjne i na ich podstawie został stworzony i potwierdzony model matematyczny. Bazując na otrzymanym wyniku badań eksperymentalnych opracowano i zaproponowano schemat obliczeniowy, który może służyć do celów praktycznych obliczeń inżynierskich w biurach projektowych.

Przeprowadzone badania, potwierdziły i udowodniły stawiane w pracy tezy, że:

- a) w skutek docisku płyty przykrywającej następuje zwiększenie naprężeń na pobocznicę pojedynczego fundamentu płytowo palowego w stosunku do fundamentu bez płyty przykrywającej
- b) można wykorzystać metodę M-K (stosowany obecnie dla pojedynczych fundamentów palowych)-do opisanie współpracy pojedynczych fundamentów płytowo - palowych z gruntem.

14.09.2021
Krzysztof Gumny

SUMMARY

SOIL-STRUCTURE INTERACTION IN SINGLE PILE-RAFT FOUNDATION

Combined pile raft foundation is applied for many types of structures. It is a solution, which has economic advantages, low cost of materials and low labor costs in comparison to other foundation types like shallow foundations and deep foundations (pile foundation).

Based on the literature research can be stated, that the mathematical description of the problem does not exist, which would consider the interdependence and interaction between slab, pile and soil and would base on the nonlinear behavior load-settlement.

The possibility of utilizing of the Meyer-Kowalow method has been verified for the description of the interaction between single combined pile raft foundation and soil with consideration of nonlinear settlement. For this purpose, many experimental test loads of this foundations have been carried out in the laboratory. The results have been used for verification of the mathematical model. Based on the results of the research a mathematical model for practical purposes has been proposed, which can be used for engineering calculations.

The conducted research has confirmed the thesis of this work:

- a) due to the pressure under the slab increases the skin friction of the single combined pile raft foundation in comparison to a pile foundation without a slab.
- b) the M-K method can be used (now used just for single piles) for description of interdependence between single combined pile raft foundation and soil.

14.03.2021
Krzysztof Gumny



Prof. dr hab. inż. Kazimierz Gwizdała
Profesor Emeritus PG
Katedra Geotechniki i Inżynierii Wodnej
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska

Gdańsk, 05.05.2022 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Gumnego

pt.: „Współpraca pojedynczego fundamentu płytowo - palowego z gruntem”.

1. Podstawa opracowania

Recenzję opracowano na podstawie Uchwały NR 28 Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 28 lutego 2022 r. i umowy - zlecenie z dnia 7 marca 2022 r. przekazanej przez Prorektora ds. Nauki, prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego oraz przekazanej pracy doktorskiej.

2. Tematyka Pracy

Wykorzystanie nowych technologii w zakresie fundamentowania głębokiego jest obecnie bardzo częste. Pełne wykorzystanie pierwotnego stanu naprężenia w podłożu gruntowym jest szczególnie ważne z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia. Jest to niemal koniecznością i obowiązkiem inżynierów oraz naukowców.

W okresie planowanych inwestycji, szczególnie w obszarze kolejnictwa. W tym zakresie tematyka recenzowanej pracy doktorskiej jest bardzo aktualna z naukowego i praktycznego punktu widzenia.

3. Charakterystyka pracy

Praca składa się z 9 rozdziałów podstawowych, 70 stron. Integralną część pracy stanowią materiały dokumentacyjne w tym:

- plan dalszych badań
- bibliografia
- spis rysunków
- spis tabel
- załączniki:
 - Załączniki od A do F (w tym charakterystyki dla siłownika, czujnika, tensometrów, rejestratora, świadectwo badania ścierniwa suszonego,
 - Załącznik F, wyniki do rozdziału 7.3.3,
 - Załącznik G, pomiary i obliczenia dla modelu PFPP - Pojedynczy Fundament Płytowo - Palowy.

W sumie praca składa się z 117 stron, została napisana w języku polskim.

Rozdział 1

Syntetycznie scharakteryzowano potrzebę podjęcia tematyki zawartej w pracy. Szczególną uwagę zwrócono na rozwój kolejnictwa, rozwój infrastruktury kolejowej, trudności w zakresie projektowania i obliczeń.

W pracy jasno określono jej zakres do współpracy fundamentu palowego z gruntem. W analizie uwzględniono specjalny rodzaj pojedynczego fundamentu palowego, który jest przykryty płytą lub blokiem żelbetonowym.

Rozdział 2

Bardzo krótko sformułowano cel, tezę i zakres rozprawy.

Podstawowy i główny cel pracy to „analiza pojedynczego fundamentu płytowo-palowego w gruntach niespoistych”. Praca bazuje przede wszystkim na badaniach eksperymentalnych i laboratoryjnych. Uzyskane wyniki badań powinny umożliwić zastosowanie metody Meyera – Kowalowa w ocenie badanego układu.

Doktorant stawia tezę, że „podczas obciążenia pojedynczego fundamentu płytowo-palowego (PFPP) poprzez docisk płyty przykrywającej podwyższa się naprężenie na poboczniczy pala, co skutkuje zwiększeniem nośności fundamentu”.

Rozdział 3

Zestawiono, scharakteryzowano i syntetycznie omówiono zagadnienia związane z fundamentami płytowo-palowymi, prezentowanymi w literaturze europejskiej i światowej. Szczególną uwagę zwrócono na wybrane zagadnienia prezentowane w badaniach doświadczalnych, dotyczące pojedynczych fundamentów płytowo-palowych. Badania te wykonano głównie w warunkach laboratoryjnych dla pali małych średnic (np. $D=150$ mm, $D=8$ mm, $D=130$ mm, $D=28,6$ mm, $D=10$ mm), a monitorowano jedynie siłę pionową przykładaną do głowicy pala

oraz całkowite przemieszczenie modelu pala. Brakuje pomiarów oporu podstawy pala, rozkładu oporów wzdłuż pobocznic i siły w głowicy pala, pod płytą przykrywającą.

Rozdział 4 i 5

Ogólny program badań zawarto w kilku punktach, na jednej stronie. Można go sprowadzić do następującego zakresu.

- analityczny opis zachodzących zjawisk z wykorzystaniem metody Meyera-Kowalowa: współpraca pala z gruntem oraz metody Meyera-Szmechela: współpraca płyty z gruntem.
- badania doświadczalne pojedynczego fundamentu płytowo-palowego (PFPP), w gruncie niespoistym, w warunkach laboratoryjnych.
- analiza wyników eksperymentalnych i weryfikacja modelu matematycznego. W rozdziale 5 przedstawiono całkowity zapis równań w powyższych modelach dla pala i dla płyty.

Rozdział 6

Badania eksperymentalne wykonano w gruncie niespoistym dla modelu pojedynczego fundamentu płytowo-palowego. W pracy szczegółowo i systematycznie opisano wszystkie elementy stanowiska badawczego. Dokładny opis i przedstawiona charakterystyka systemów pomiarowych wzbudza zaufanie co do rzetelności wykonanych eksperymentów. Stanowisko badawcze i system obciążeniowo pomiarowy:

- studnia wypełniona piaskiem z kontrolą zagęszczenia, stopni zagęszczenia I_D ,
- rama obciążeniowa stalowa,
- system obciążeniowy hydrauliczny, dla obciążeń do 250 kN,
- model pala stalowego z podstawą zamkniętą oraz płytą przykrywającą, stalową.

Badanie wykonano dla różnych długości pali i różnych średnic płyt przykrywających.

- pal pojedynczy bez płyty, o długości $L = 1000$ mm i 700 mm, $I_D = 0,55$ i $I_D = 0,60$
- pal pojedynczy z płytą $\varnothing 250$ mm, $L = 1000$ mm i 700 mm, $I_D = 0,55$, $I_D = 0,60$
- pal pojedynczy z płytą $\varnothing 200$ mm, $L = 1000$ mm i 700 mm, $I_D = 0,55$ i $I_D = 0,60$.

Uwagi:

- różnice w średnicach płyty $\varnothing 250$ mm i $\varnothing 200$ mm oraz różnice w stopniach zagęszczenia $I_D = 0,55$ i $I_D = 0,60$ są zbyt małe aby w badaniach eksperymentalnych ustalić względny wpływ badanych (założonych) parametrów.

Model fundamentu wyposażono w czujniki pomiarowe w głowicy, w podstawie i na pobocznic. Na pobocznicy pala stalowego zastosowano naklejane tensometry (łącznie 32 tensometry). Czujniki pomiarowe kalibrowano na maszynie wytrzymałościowej. Wszystkie wyniki

były przekazywane rejestratorem 8-kanalowym. Pomiar zagęszczenia wykonano dla każdej wbudowanej warstwy przy pomocy płyty dynamicznej.

Pytanie, czy wykonywano pomiar zagęszczenia gruntu za pomocą innych metod (krótka dyskusja Doktoranta: płyta dynamiczna i inne metody badawcze określania I_D).

Pomiar przemieszczenia wykonywano za pomocą czujników zegarowych o dokładności 0,01 mm.

Komorę badawczą wykonano z tworzywa sztucznego, jest to zbiornik o wymiarze $\varnothing$ 1500 mm w wysokości 2000 mm. Model pala był zasypywany piaskiem. Przeprowadzono ogółem 16 prób obciążeniowych modeli. Maksymalne obciążenie wynosiło 25 kN dla pali z płytą przykrywającą oraz 17 kN dla pali bez płyty. Wyniki były rejestrowane „w momencie ustabilizowania się osiadania fundamentu”.

Uwagi i pytania:

- czy analizowano wpływ odkształceń własnych zbiornika na wyniki badań, szczególnie dla obciążeń końcowych,
- proszę przedstawić i omówić krzywą przesiewu,
- w jakich przedziałach mogła zmienić się wilgotność piasku, uwzględniając zmienne warunki w hali (lato, zima, opady, okresy badawcze w ciągu roku),
- jak Doktorant ocenia równomierność zagęszczenia w całej masie, w komorze badawczej,
- proszę ocenić wpływ sztywnego dna studni na wyniki oporu w podstawie pala, różna odległość dla różnych długości pali,
- jakie były kryteria poziomu obciążenia maksymalnego 25 kN i 17 kN (dlaczego właśnie takie wartości),
- jakie było kryterium „moment ustabilizowania się osiadania fundamentu”.

Rozdział 7

W tabelach zestawiono szczegółowo uzyskane wyniki badań, tzw. wyniki surowe.

Dalej analizowano współpracę pala z gruntem. W dalszej ocenie bardzo ważne jest określenie siły w głowicy N_2^* (rys. 7.1, str. 38).

Istotne jest określenie oporu pobocznicy, $T = N_2^* - N_2$ (rys. 7.1). Zależności te były podstawą dla wykazania tezy pracy, patrz rozdział 2. Z porównania wynika, że przyrost tarcia na pobocznicę PFPP **wzrasta ponad pięciokrotnie** (dla takiego samego osiadania $S_2 = 1,05$ mm) w stosunku do pala pojedynczego bez płyty przykrywającej. Innym sposobem oceny wzrostu

oporu poboczniczy wskutek docisku płyty jest zestawienie zaniku siły w trzonie pala, dla jednakowej siły N_2^* , p.7.3.2, str. 41.

W p.7.3.3 analizowano rozkład naprężeń na poboczniczy. Rozkład ten jest istotnie różny dla pala z płytą przykrywającą i bez płyty. Doktorant powinien tu jednak przeanalizować i omówić długość pala, jego sztywność własną, wartości względne średnicy płyty w stosunku do średnicy pala i jego zagłębienia. Wnioski i ocena przedstawione przez Doktoranta powinna być **poszerzona o ograniczenia**, dla których powyższe oceny są ważne. Należy odnieść się do innych, praktycznych, inżynierskich, rzeczywistych wartości.

Doktorant analizuje rozkład naprężeń na poboczniczy pala. „Zakłada” mechanizm strefy uplastycznienia gruntu. Zgodnie z wcześniejszymi pracami innych autorów, jeżeli nawet założony mechanizm jest prawdziwy, to należy spodziewać się, że kąt α jest bardzo mały, rys. 7.8, str.47.

W punkcie 7.3.5 (str. 50) Doktorant podsumowuje swoje oceny do rozdziału 7. Należy oczekiwać, że Doktorant bardziej szczegółowo uzasadni punkt 6, str.50.

Współpraca płyty z gruntem, p.7.4, str. 51, ma podstawowe znaczenie w wyjaśnieniu mechanizmów rozpatrywanych w pracy. Charakterystyki, które należy uwzględnić w przypadku rzeczywistych pojedynczych fundamentów płytowo-palowych (PFPP) akcentowano już wcześniej w opinii. W p. 7.5 omówiono założenie jednakowego osiadania pala i płyty. Płyta jest bezpośrednio połączona z palem. W pracy przyjęto założenie jednakowego osiadania podstawy pala oraz podstawy płyty. Założenie takie może być prawdziwe w analizowanych badaniach laboratoryjnych, dla zastosowanego schematu płyta-pale. Dla wnioskowania ogólnego w praktyce inżynierskiej należy wprowadzić ograniczenia, kiedy zarówno wnioski jakościowe jak i ilościowe będą mogły być stosowane.

Osiadanie płyty opisano wzorem 7.23, str.53. Osiadanie podstawy pala opisano wzorem 7.27 str.55. W obu wzorach występuje moduł odkształcenia gruntu, E . Przywołane zależności należy rozpatrywać w ramach teorii sprężystości. Oczekuję od Doktoranta odniesienie się do nowszych, zaawansowanych modeli gruntu. Uwzględniając powyższe założenie i oceny ilościowe, w p. 7.53 przedstawiono propozycję opisu analitycznego wyznaczania siły w głowicy pala przy założeniu jednakowego osiadania pala i płyty.

Uwzględniono zależności osiadania płyty i pala, które już wcześniej przywołano w opinii.

Rozdział 8

Uwzględniając wcześniejsze badania modelowe i analizy teoretyczne Doktorant przedstawił model obliczeniowy dla praktyki. Schemat proponowanego modelu przedstawiono na rys. 8.1 str. 58. Istotne parametry modelu, patrz rys. 8.1, to N_2 , N_2^* , σ_2 , τ_1 , τ_2 , N_1 , σ_1 , D_p . Należy tu szczególnie zauważyć założenie o tworzeniu się uplastycznionego obszaru w formie

„gruszki” i założeniu o pominięciu skrócenia sprężystego trzonu pala. Problem ten akcentowano już wcześniej w odniesieniu do rzeczywistych pali. W analizowanych zależnościach w dalszym ciągu wykorzystywany jest moduł ściśliwości gruntu pod płytą, E_2 , oraz moduł ściśliwości gruntu pod podstawą, E_1 . (moduły odkształcenia E w ramach rozwiązań teorii sprężystości).

Równanie z niewiadomą σ_2 jest w postaci uwikłanej, a rozwiązanie uzyskujemy stosując metodę kolejnych iteracji, patrz rys. 8.2, str. 61.

W rozdziale 8.2 przedstawiono przykład obliczeniowy.

Uwagi do przykładu (proszę Doktoranta o dyskusję):

- przykład jest bardzo prosty,
- pominięto siły poziome,
- właściwości gruntu to jedynie E_2 , E_1 , γ i φ , $\alpha = 1^{00}$
- grunt jest jednorodny, $E_2 = E_1$,
- woda gruntowa występuje 3,0 m pod podstawą pala,
- dlatego w obliczeniach wykorzystano wytyczne EA - Pfähle: 2012, a nie wytyczne i zalecenia polskie.

W rozdziale 8.3 bardzo krótko przywołano charakterystykę przykładowych wyników do pomiarów siły w trzonie pala i pod podstawą (chyba zbyteczne w pracy).

Rozdział 9 i 10

W pracy to rozdział przedstawiony jako „Podsumowanie i wnioski”. W skrócie podsumowano zakres prac, doświadczalnych i analitycznych, wykonanych w ramach pracy doktorskiej.

Wnioski sformułowano raczej dość ogólnie, głównie w formie jakościowej.

Również w formie ogólnej, (rozdział 10), zarysowano plan dalszych badań.

4. Ocena pracy

Oryginalne i własne elementy pracy zawarto w rozdziałach 6, 7 i 8.

O wartości naukowej, wnoszącej nowe elementy naukowe i inżynierskie, pracy mgr inż. Krzysztofa Gumnego stanowią następujące elementy:

- 1) Wykonano własne badania doświadczalne w laboratorium na modelach pali stalowych z płytą przykrywającą.
- 2) Badania wykonano według założonego programu badawczego z pełną i systematyczną kontrolą stanu zagęszczenia gruntu, w piasku.

- 3) Modele pali zostały wyposażone w wysokiej klasy czujniki pomiarowe. Umożliwiło to pomiar sił w głowicy, podstawie i na poboczniczy.
- 4) Analiza wyników badań doświadczalnych i ocena analityczna pozwala na wydzielenie naprężeń pod płytą przykrywającą.
- 5) Systematyczne pomiary, jak wyżej, w dalszej części pracy pozwalają na ocenę wielkości rozkładów naprężeń na poboczniczy pojedynczego fundamentu płytowo-palowego.
- 6) Szczegółowe wyniki badań doświadczalnych, systemowo udokumentowane w pracy, mogą być w przyszłości wykorzystane przez innych badaczy przy bardziej zaawansowanych modelach analitycznych.
- 7) Generalnie, szczególnie w przygotowaniu i wykonywaniu badań doświadczalnych, należy docenić bardzo dużą dbałość o szczegóły oraz możliwie wiarygodną ocenę zachodzących procesów i zjawisk w ramach zagadnienia współpracy PFPP z niespoistym podłożem gruntowym.

5. Uwagi dyskusyjne

1. W recenzji, w zakresie charakterystyki pracy, zawarłem swoje uwagi i pytania, dotyczące bezpośrednio omawianych zagadnień. Proszę o ustosunkowywanie się do uwag, przedstawienie swoje stanowiska w odniesieniu do omawianych zagadnień.
2. Należy jednocześnie przedstawić ograniczenia i zakres w odniesieniu do wyników, założeń i wniosków wynikających z badań doświadczalnych. Szczegółowe kwestie zawarłem powyżej w recenzji.
3. Rozwiązania analityczne bazują na modułach odkształcenia E, w ramach rozwiązań teorii sprężystości.
4. Jak Doktorant ocenia możliwości zastosowania zaawansowanych modeli gruntu. Należy odnieść się również do programów numerycznych, zorientowanych aktualnie na zagadnienia geotechniczne.
5. Ocenę należy również rozszerzyć na grunty uwarstwione. Szczególnie, że w zagadnieniach praktycznych, bardzo często w przypowierzchniowych obszarach gruntu podłoże jest wyraźnie mniej nośne. Dla jakiego przedziału można stosować przedstawione rozwiązania jak dla gruntu jednorodnego.
6. Jak Doktorant, w przyszłości, ocenia możliwości uwzględnienia oddziaływania bardziej złożonego, obciążenia łącznie: siła pionowa, siła pozioma, moment.
7. Proszę odnieść się do innych technologii pali z uwzględnieniem zależności płyta-pal o różnej długości i sztywności.

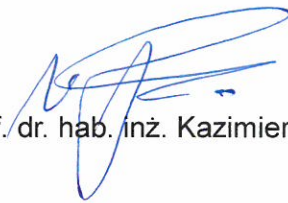
8. Zalecam w przyszłości większą dbałość oraz spójność w stosowaniu odsyłaczy i jednoznaczność oznaczeń w całej pracy. W niektórych fragmentach język polski jest traktowany dość swobodnie i odczuwa się wpływ wynikający z tłumaczenia, z języków obcych.

6. Podsumowanie

Praca ma charakter doświadczalno-analityczny. Dotyczy bardzo aktualnego tematu oceny współpracy pojedynczego fundamentu płytowo - palowego (PFPP) z niespoistym podłożem gruntowym. W obecnym okresie, gdy w kraju szeroko planowane są inwestycje kolejowe ma to szczególne znaczenie w sensie naukowym, praktycznym i ekonomicznym. W ujęciu formalnym praca spełnia wszystkie warunki stawiane pracom doktorskim. Praca zawiera elementy nowe i poznawcze w zakresie tematyki pracy doktorskiej. Własne badania doświadczalne i analizy obliczeniowe mogą być wykorzystane w przyszłości, w dalszych pracach naukowych i w praktyce inżynierskiej.

Doktorant wykazał przygotowanie do prac badawczych z możliwością ich praktycznego wykorzystania.

Na podstawie analizy całej pracy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Gumnego pt.: „Współpraca pojedynczego fundamentu płytowo-palowego z gruntem” stwierdzam, że praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach Naukowych i Tytule Naukowym w zakresie Sztuki z późniejszymi zmianami. Stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Krzysztofa Gumnego do publicznej obrony.


Prof. dr. hab. inż. Kazimierz Gwizdała

UCHWAŁA NR 257
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 10 października 2022 r.

w sprawie nadania mgr. inż. Krzysztofowi Gumnemu
stopnia doktora

Na podstawie art. 179 ust. 1 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.) uchwala się, co następuje:

§ 1.

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

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu

Rektor

dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT

Dr hab. inż. Krzysztof Trojnar, prof. PRz
Politechnika Rzeszowska
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska
i Architektury, Katedra Dróg i Mostów
ul. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
ktrojnar@prz.edu.pl

Rzeszów, 10 czerwca 2022 r.



RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. KRZYSZTOFA WIESŁAWA GUMNEGO pt. WSPÓŁPRACA POJEDYNCZEGO FUNDAMENTU PŁYTOWO-PALOWEGO Z GRUNTEM

1. PODSTAWA FORMALNA RECENZJI

Recenzja została wykonana na prośbę Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego, przekazaną pismem z dnia 07.03.2022 r.

2. PODSTAWA PRAWNA RECENZJI

Podstawą prawną wykonania recenzji jest Ustawa z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669) art. 14 ust. 1 pkt 1, ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. poz. 261).

3. PRZEDMIOT RECENZJI

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt. „WSPÓŁPRACA POJEDYNCZEGO FUNDAMENTU PŁYTOWO-PALOWEGO Z GRUNTEM”, wykonana na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego w Szczecinie przez mgr inż. Krzysztofa Wiesława Gumnego. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Zygmunt Meyer.

Jako podstawę oceny rozprawy doktorskiej przyjęto następujące kryteria:

- Wybór przedmiotu badań, tematyki i trafności tytułu pracy.
- Poprawność sformułowania celu i tezy pracy.
- Odpowiedniość układu pracy oraz struktury treści.
- Zasadność przyjętej metodyki badawczej.
- Istotność rozprawy, jej oryginalność i przydatność praktyczna.
- Główne uwagi merytoryczne do dyskusji na obronie oraz szczegółowe do pracy.
- Wnioski końcowe.

4. PRZEDMIOT BADAŃ, TEMATYKA I TYTUŁU PRACY

W rozprawie doktorskiej podjęto ważne zagadnienie badawcze interakcji fundamentu płytowo-palowego z podłożem gruntowym. Wybór tematyki oraz przedmiotu badań należy uznać za ciekawy i w pełni uzasadniony. Temat rozprawy, jej zakres oraz przewidywane cele dobrze wiążą się z zagadnieniami naukowymi aktualnie podejmowanymi w dziedzinie budownictwa zarówno w Polsce i na świecie. W szczególności, w pracy analizowana jest współpraca z podłożem układu pojedynczego pala oraz płyty fundamentowej połączonej z palem w poziomie terenu. Ten rodzaj posadowienia jest często określany w literaturze jako fundament hybrydowy. Zdaniem recenzenta, zagadnienie badawcze podjęte w rozprawie doktorskiej jest bardzo aktualne z naukowego punktu widzenia i warte zainteresowań badawczych. Obecnie, w wielu czasopismach światowej rangi publikowane są artykuły naukowe na temat fundamentów hybrydowych. Generalnie, ten rodzaj fundamentów może być wykorzystywany do posadowienia ciężkich i bardzo wysokich budowli kubaturowych albo konstrukcji wsporczych, również na morzu. Ważnymi zagadnieniami naukowymi są w tym przypadku: ocena jakościowa mechanizmu współpracy fundamentu z podłożem gruntowym oraz ocena ilościowa w zakresie przemieszczeń i nośności, zarówno tej pionowej oraz bocznej. Uzasadnienie dla zastosowań takich fundamentów stanowi ich większa nośność, wynikająca z efektywnego wykorzystania zarówno płyty fundamentowej oraz pala. Z tych powodów zajęcie się proponowaną tematyką badawczą w rozprawie doktorskiej uważam za trafne, bardzo aktualne i przydatne.

5. SFORMUŁOWANIE CELU I TEZY PRACY

Autor sformułował tezę rozprawy w dwóch punktach, w sposób następujący:

1. Podczas obciążenia pojedynczego fundamentu płytowo-palowego poprzez docisk płyty przykrywającej podwyższa się napężenie na poboczniczy pala, co skutkuje zwiększeniem nośności fundamentu.
2. Dla badanych pojedynczych fundamentów płytowo-palowych można stosować metodę M-K opisaną w publikacji Meyera i inn.¹

Osiągnięcie merytorycznego celu pracy zostało słusznie oparte na badaniach i analizie obliczeniowej współpracy pojedynczego fundamentu płytowo-palowego z gruntem. Praktyczny cel pracy polega w tym przypadku na przeprowadzeniu walidacji metody Meyera-Kowalowa w oparciu o zbiór danych z badań modelowych oraz propozycji uwzględnienia w obliczeniach otrzymanego w warunkach laboratoryjnych rozkładu sił w układzie: płyta – pal – grunt.

6. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

Rozprawa doktorska, została przygotowana w formie zwartej monografii naukowej obejmującej:

- 71 stron tekstu zasadniczego,
- 15 tabel i 90 rysunków,
- 7 załączników (od A do G), zawierających uzupełniające informacje n/t badań oraz szczegółowe wyniki pomiarów i obliczeń,
- bibliografię obejmującą 48 pozycji literaturowych z lat: 1971 – 2020) oraz 4 normy/wytyczne techniczne i odwołania źródłowe do 5 stron internetowych,
- streszczenie w języku polskim i angielskim,

¹ Meyer Z., Kowalow M., Wasiluk A., Wolff Ch., Optymalizacja warunków posadowienia dużej hali produkcyjnej na przykładzie budowy fabryki samochodów marki Volkswagen we Wrześni. XXVII Konf. Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane, 2015

- spis oznaczeń, rysunków i tabel.

Rozprawa składa się z siedmiu zasadniczych części oraz wstępu, podsumowania i propozycji kontynuowania badań. Wszystkie części rozprawy stanowią logiczną całość oraz wzajemnie się uzupełniają. Układ pracy jest przejrzysty, a sama praca jest poprawnie zredagowana i napisana poprawnym językiem. Drobne niedociągnięcia i uwagi do tekstu pracy zostały zawarte w p. 10 recenzji. Doktorant dobrze poradził sobie z przedstawieniem własnych badań i analiz obliczeniowych. Należy pochwalić konsekwentną realizację zaplanowanego wcześniej programu badawczego oraz dające się zauważyć zaangażowanie Autora w przygotowanie stanowiska do badań modelowych i przeprowadzenie pomiarów.

W rozdziale 1 podano wprowadzenie oraz uzasadnienie podjęcia tematu badawczego. W rozdziale 2 zawarty jest cel, teza i zakres rozprawy. W rozdziale 3 Autor przedstawił wiedzę z dostępnej z literatury. Obejmuje ona krótkie opisy wybranych badań pojedynczych fundamentów płytowo-palowych oraz odwołanie do prac innych autorów dotyczących analiz i różnych prób opisu matematycznego mechanizmu współpracy z gruntem fundamentu płytowo-palowego oraz fundamentu palowego. Rozdział 4 „Program badań” stanowi ważną część rozprawy doktorskiej, w której Autor samodzielnie planuje swoje badania (modelowe), ustala kolejność poszczególnych eksperymentów naukowych oraz podaje założenia dotyczące wykorzystania rozwiązania analitycznego metody M-K. Z punktu widzenia osiągnięcia spodziewanych efektów naukowych rozprawy doktorskiej przygotowanie tego rozdziału i ustalenie metodyki pracy badawczej uważam za bardzo ważne.

Rozdział 5 zatytułowany „Analiza zjawiska” jest poświęcony opisowi matematycznemu mechanizmu współpracy fundamentu płytowo-palowego z podłożem gruntowym. Istotne informacje z punktu widzenia sformułowanego wcześniej celu rozprawy ujęto dość skrótowo. Rozdział 6 zatytułowany „Badania eksperymentalne” zawiera opis własnych badań modelowych przeprowadzonych w skali laboratoryjnej. Autor w sposób zwięzły przedstawił stanowisko do badań modelowych oraz opisał poszczególne elementy składowe modeli fundamentów. Szczegółowo przedstawił sprzęt badawczy, w tym czujniki do pomiaru przemieszczeń i obciążeń, tensometry do pomiaru odkształceń pali w gruncie oraz kalibrację układów pomiarowych wbudowanych w modele fundamentów, a także sposób ich instalowania w ośrodku gruntowym i sposób rejestrowania danych pomiarowych. Szczegóły aparatury badawczej i opisy użytych materiałów są podane w załącznikach. Zakres zrealizowanych badań modelowych obejmuje ogółem 16 prób obciążeniowych przeprowadzonych na modelach pala z płytą oraz pala bez płyty. Zastosowane maksymalne obciążenie badawcze wynosiło 25 kN dla pali z płytą przykrywającą oraz 17 kN dla pali bez płyty. Badaniom poddano pale stalowe o średnicy $D = 77$ mm, zagłębione 1000 mm i 700 mm w zagęszczonym piasku. Modele pojedynczych fundamentów płytowo-palowych zostały wyposażone wariantowo w dwa rodzaje kołowych płyt przykrywających o średnicy 200 mm i 250 mm. Płyty były wykonane ze stali, miały jednakową grubość 30 mm. W tekście pracy oraz na rysunku 6.3. pokazującym stanowisko do badań modelowych brakuje dodatkowych istotnych informacji na temat wymiarów charakteryzujących warunki brzegowe modelu w czasie przeprowadzanych eksperymentów. Nie wiadomo np. jaka była odległość podstawy pala od dna pojemnika z piaskiem. Rozdział 7 zatytułowany „Analiza wyników uzyskanych z badań eksperymentalnych” zawiera tabelaryczne zestawienie danych pomiarowych określonych w tekście jako „surowe”. Nie znalazłem w pracy bliższego wyjaśnienia tego określenia, podobnie jak w innym przypadku: „surowy model” (s.25). W dalszej części rozdziału zestawiono w formie tabelarycznej obliczone wartości tarcia na poboczniczy pala i odpowiadające im wartości osiadań modeli fundamentów z płytą i bez płyty. Maksymalne osiadanie badanych modeli fundamentów wynosiło 1.14 mm – co odpowiada znormalizowanemu przemieszczeniu rzędu 0.01 D. Nie podano w pracy uzasadnienia dla przyjętego zawężenia zakresu analizowanych osiadań. Poszczególne próby obciążeniowe modeli fundamentów powtarzano 4-krotnie. Brakuje w tekście informacji jakie było osiadanie trwałe po każdej próbie oraz informacji o różnicach osiadań trwałych dla poszczególnych grup badanych modeli. Z ustalonego planu badań (p. 6.5) wynika, że najpierw obciążano pale bez płyty, a dopiero później modele pali z płytami. W takim przypadku przyjęta kolejność prób obciążeniowych

dla poszczególnych grup modeli mogła mieć wpływ na wyniki pomiarów. W pracy nie analizowano podobnych zagadnień, w tym np. możliwej zmiany porowatości ośrodka gruntowego, chociaż ten efekt wydaje ważny. Szczegółową ocenę zachowania się badanych modeli fundamentów wykonano w dwóch wariantach: a. dla przypadku jednakowego osiadania modeli z płytą i bez płyty oraz b. dla przypadku jednakowego obciążenia badawczego obu modeli. Dla obu wariantów wyznaczono za pomocą obliczeń rozkład naprężeń wzdłuż pobocznic pała oraz tarcie pomiędzy pałem a gruntem. Efektem analiz są następujące wnioski Autora wynikające z przeprowadzonych badań:

1. Zaobserwowano wyraźny wzrost i mobilizację naprężeń na pobocznic pała spowodowany zastosowaniem płyty przykrywającej.
2. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem naprężeń na pobocznic pała wzrasta również siła tarcia pomiędzy pałem a gruntem.
3. Ustalono że naprężenia w pału maleją wraz z głębokością wskutek zmniejszenia się wpływu oddziaływania płyty na pojedynczy fundament płytowo-pałowy. Ostatecznie, naprężenia w podstawie pała z płytą są porównywalne do wartości naprężeń występujących w pojedynczym pału bez płyty.
4. Na podstawie analiz matematycznych ustalono, że jest prawdopodobne występowanie uplastycznienia gruntu pod podstawą pała. Przekłada się to na znikomy wpływ tarcia na pobocznic w strefie podstawy pała.
5. Pokazano sposób wyznaczenia siły w głowicy pała z wykorzystaniem opisu matematycznego z wykorzystaniem wzorów metody M-K, przy założeniu jednakowego osiadania pała i płyty.

W rozdziale 8 podano przykład obliczeniowy praktycznego zastosowania wzorów metody M-K do opisu zachowania się w gruncie pojedynczego fundamentu płytowo-pałowego. Przygotowano do tego schemat obliczeń w formie algorytmu iteracyjnego. Przykład obliczeniowy dotyczy posadowienia masztu kratownicowego na pału hybrydowym o średnicy 0.4 m i długości 5 m, wyposażonego w płytę przykrywającą o średnicy 1 m.

7. OCENA METODYKI BADAWCZEJ

Temat badawczy podjęty w rozprawie jest potraktowany przez Doktoranta całościowo. Obejmuje przegląd literatury, część teoretyczną i badawczą oraz analizę obliczeniową problemu. Według recenzenta, dobrym uzupełnieniem pracy mogłaby być jeszcze próba numerycznego zamodelowania tego zagadnienia. Pomogłoby to rozszerzyć wnioski z pracy na szerszą grupę fundamentów. Potencjalnie byłoby to pomocne przy weryfikacji własnych hipotez i interpretacji wyników badań modelowych dla innych układów pała z płytą, w tym np. o innych proporcjach wymiarów geometrycznych. Takie szerokie ujęcie problemu wydaje się zgodne ze współcześnie preferowanym podejściem do rozwiązywania podobnych zagadnień naukowych. Jest jednak w pełni zrozumiałe, że bardzo złożony charakter problemu naukowego rozpatrywanego w rozprawie doktorskiej zdeterminował zawężenie metodyki badawczej do sposobu zaprezentowanego w rozprawie. W tym przypadku, z natury rzeczy, nie mogła ona uwzględniać wielu różnych aspektów, np. nieliniowości geometrycznych i materiałowych modeli fundamentów, wpływu zróżnicowania sztywności poszczególnych części fundamentu lub zmienności cech gruntu (również modelowego). Przy tych uwarunkowaniach zasadniczą wartość poznawczą pracy stanowią wyniki badań doświadczalnych oraz autorska próba implementacji metody M-K do analiz teoretycznych współpracy pojedynczego fundamentu płytowo-pałowego z gruntem. Podjęta próba umożliwia oszacowanie rozkładu siły w pału oraz pozwala ocenić tarcie na pobocznic. Przedstawione rozwiązanie oparte jest zasadniczo na dotychczasowych efektach analizach teoretycznych promotora pracy Profesora Z. Meyera. Należą do nich przede wszystkim: opis matematyczny interakcji pała z gruntem oraz wykorzystanie krzywej obciążenie-osiadanie z testu statycznego pała w pełnym zakresie do oceny zachowania się w gruncie pała pod obciążeniem użytkowym. Podobne prace naukowe są z sukcesem prowadzone w środowisku szwajcarskim już od wielu lat, również z udziałem współpracowników Profesora.

Praca dotyczy opisu zjawisk w kontakcie pal - grunt na podstawie pomiarów na stanowisku badań modelowych. Ilościowe badania modelowe fundamentów głębokich w zmniejszonej skali są zawsze traktowane jako zagadnienia dość skomplikowane. Zwykle wymagają przeprowadzenia wstępnej analizy wymiarowej w celu doboru właściwej skali modelowej. Ze względu na zależność parametrów gruntu od stanu naprężenia, prowadzenie badań z oceną ilościową wymaga czasem zwiększenia poziomu naprężenia wokół modelu w zmniejszonej skali. Często przeprowadza się takie badania w wirówce geotechnicznej. Autor rozprawy nie miał takich możliwości, tym bardziej należy docenić jego przemyślenia dotyczące sposobu przygotowania modelu, doboru materiałów, doboru wymiarów pala i płyty oraz parametrów gruntu modelowego i sposobu formowania zasypu. W tekście pracy trochę brakuje opisu tych zagadnień. Nie podano też jasnego uzasadnienia przyjętej skali podobieństwa modelowego. Korzystne byłoby też podanie bardziej szczegółowych informacji dotyczących ośrodka gruntowego (modelowego) np. krzywa przesiewu, kąt tarcia, porowatość itd.

W pracy analizowano dość niewielki zakres osiadań badanych modeli fundamentów (w granicach około 1 mm, czyli mniej niż 0.01 D). Nie podano do tego żadnego uzasadnienia. Zawężenie zakresu (fragmentaryczność) analizowanych danych pochodzących z pomiarów doświadczalnych może stanowić w tym przypadku potencjalny problem, związany z konsekwencjami ewentualnie niewłaściwej interpretacji wyników eksperymentów opartych w tym przypadku na stosunkowo mało licznej grupie pomiarów dla małych wartości przemieszczeń i odkształceń. W pracy nie kontynuowano badań modelowych dla większych osiadań, aż do osiągnięcia stanu granicznego nośności modeli fundamentów. Z badań i analiz podobnych fundamentów płytowo-palowych prowadzonych przez innych autorów np. Katzenbacha², Hanischa³ wynika, że zmiana rozkładu tarcia na poboczniczy pala w układzie płytowo-palowym obciążonym pionowo jest związana ze zwiększeniem wytrzymałości na ścinanie ośrodka gruntowego i jest obserwowana dopiero przy dużo większych (10x) osiadaniach całego fundamentu tj. przy przemieszczeniach rzędu 0.1 D. Pewną interpretację badanego zagadnienia podaje też Kacprzak⁴ na podstawie swoich analiz i badań fundamentów w Warszawie. Wskazuje on, że wokół głowicy pala pod płytą następuje redukcja mobilizacji tarcia na poboczniczy pala. Tłumaczy to tworzeniem się tzw. „strefy martwej” w gruncie pod płytą, której głębokość uzależniona jest od wielkości osiadania oraz rozstawu i lokalizacji pali w fundamencie. Dla pali narożnych w rozbudowanych układach płytowo-palowych (przypadek najbliższy badanemu w rozprawie) redukcja tarcia na poboczniczy wyniku uwzględnienia współdziałania płyty z palem i gruntem pojawia w zakresie osiadań 0.01 D – 0.03 D tzn. dla przemieszczeń nieco większych niż analizowano w rozprawie doktorskiej.

Interesującymi badaniami krajowymi z punktu widzenia doktoratu Pana mgr inż. Krzysztofa Gumnego mogą być prace naukowe O. Puły opublikowane w *Archiwum Hydrotechniki*^{5, 6}, nie cytowane w tej rozprawie doktorskiej. Dotyczą one badań modelowych pojedynczych fundamentów płytowo-palowych o różnicowanych wymiarach płyty i pala wykonanych w aparacie Taylora-Schneebeli'ego. W tych badaniach udokumentowano postać zniszczenia gruntu w stanie granicznym nośności oraz analizowano różne mechanizmy współpracy pala z gruntem w zależności przyjętych wymiarów geometrycznych obu elementów składowych fundamentu, tzn. płyty oraz pala.

² Abdel-Azim O., Abdel-Rahman K., El-Mossallamy Y., Numerical investigation of optimized piled raft foundation for high-rise building In Germany. Innovative Infrastructure Solutions. Vol.5, No.11, 2020

³ Hanisch J., Katzenbach R., Kombinierte Pfahl-Plattengründungen. Wyd. Ernst & Sohn, Berlin 2002

⁴ Kacprzak G. Współpraca fundamentu płytowo-palowego z podłożem gruntowym. OW Polit. Warszawskiej, 2018

⁵ Puła O. Nośność ławy fundamentowej z krótką ścianką szczelinową. *Archiwum Hydrotechniki*, Tom XXV, Z.2, 1978

⁶ Puła O. Wpływ wymiarów geometrycznych fundamentu ze ścianą szczelinową na przemieszczenia i naprężenia w podłożu sprężystym. *Archiwum Hydrotechniki*, Tom XXVI, Z.1, 1979

9. ISTOTNOŚĆ ROZPRAWY, ORYGINALNOŚĆ I PRZYDATNOŚĆ PRAKTYCZNA

Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter badawczy, teoretyczny oraz częściowo praktyczny. Stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego jakim jest ocena interakcji fundamentu płytowo-palowego z podłożem na podstawie badań modelowych i analiz teoretycznych. Autor rozprawy wykazał ogólną wiedzę teoretyczną w uprawianej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Jako najważniejsze oryginalne osiągnięcia przedstawione przez mgr inż. Krzysztofa Gumnego w recenzowanej rozprawie doktorskiej można uznać:

- przeprowadzenie serii badań modelowych na stanowisku w laboratorium i własna interpretacja wyników pomiarów,
- identyfikację i sposób oceny mierzalnych parametrów wpływających na zachowanie się badanych modeli fundamentów w gruncie pod obciążeniem pionowym oraz
- zastosowanie praktyczne analiz teoretycznych z wykorzystaniem metody M-K do obliczeń pojedynczych fundamentów płytowo-palowych obciążonych pionowo.

Zaproponowana metoda obliczeń fundamentu płytowo-palowego pozwala projektantom w stosunkowo prosty sposób ocenić bezpieczeństwo posadowienia. Po dodatkowym zweryfikowaniu zaproponowanego podejścia na większej liczbie prób badawczych i w szerszym zakresie osiadań, wyniki rozprawy mogą przyczynić się do poszerzenia wiedzy z zakresu optymalizacji posadowień budowli na fundamentach płytowo-palowych (hybrydowych).

10. GŁÓWNE UWAGI MERYTORYCZNE DO DYSKUSJI ORAZ SZCZEGÓŁOWE DO PRACY

10.1. Główne uwagi merytoryczne do dyskusji na obronie

Autor podejmuje ciekawy temat badawczy. Rozpoznanie zagadnień przedstawionych w rozprawie doktorskiej jest nieco zawężone i z tego powodu może być niepełne. Liczę na to, że podane niżej uwagi pomogą wyjaśnić niektóre ważne aspekty w ramach dyskusji na obronie doktoratu. Uprzejmie proszę Doktoranta o ustosunkowanie się do przedstawionych uwag poniżej:

1. W rozprawie analizowano dość niewielki zakres osiadań badanych modeli fundamentów płytowo-palowych (w granicach około 1 mm, czyli mniej niż 0.01 D). Nie podano do tego uzasadnienia. Z badań i analiz fundamentów płytowo-palowych prowadzonych przez innych autorów wynika, że zmiana rozkładu tarcia na poboczniczy pala w układzie płytowo-palowym obciążonym pionowo jest związana ze zwiększeniem wytrzymałości na ścinanie ośrodka gruntowego i jest obserwowana dopiero przy dużo większych (10x) osiadaniach całego fundamentu tj. przy przemieszczeniach rzędu 0.1 D. Proszę o komentarz w tej sprawie.
2. Według badań modelowych innych autorów mechanizm współpracy pojedynczego fundamentu płytowo-palowego z podłożem jest uzależniony od proporcji wymiarów geometrycznych płyty i pala oraz od sztywności elementów składowych tego układu łącznie z gruntem. W związku z tym, zachodzi pytanie, czy wyniki przeprowadzonych badań w rozprawie doktorskiej oraz analizy obliczeniowe potwierdzają te spostrzeżenia? dla jakich proporcji geometrycznych fundamentu? czy też im zaprzeczają?

10.2. Uwagi szczegółowe do pracy

W przygotowanym tekście rozprawy jest sporo usterek i niedociągnięć stylistycznych oraz edytorskich. Podane poniżej uwagi szczegółowe (tylko wybrane) mają charakter porządkowy i nie wymagają komentarza w czasie obrony. Można oczekiwać, że w przyszłości Autor będzie zwracał większą uwagę na ten aspekt pisania prac naukowych.

Str. 5. Autor już we wstępnej części pracy używa skrótu literowego PFPP do nazwy „pojedynczy

- fundament płytowo-palowy”, użyty skrót nie jest objaśniony na początku pracy.
- Str. 5. Rozdział 1. *Wstęp*. We wprowadzeniu do tematyki rozprawy Autor odnosząc się do innych prac pisze że: „Do dnia dzisiejszego, nikt się tym tematem nie zajął naukowo”. Takie stwierdzenie nie jest całkiem zgodne z prawdą. Świadczą o tym chociażby pozycje piśmiennictwa cytowane w tej recenzji.
- Str. 8. Rozdział 3. *Analiza literatury z zakresu pojedynczego fundamentu* Tytułu rozdziału jest dość niefortunny. Tabela. 3.1. Metody obliczeniowe konstrukcji FPP. Z podanego w tabeli zestawienia metod wynika że najnowsza wiedza pochodzi sprzed 19 lat (2003). Wygląda na to, że zestawienie nie jest kompletne. Użyte w tekście stwierdzenie: „*Testy ... nie skupiały się na rozkładzie siły na poszczególne elementy konstrukcji ...*” jest mało zrozumiałe.
- Str. 15. Użyte w tekście stwierdzenie: „*...rozpoznawalny jest jednoznaczny wpływ płyty na udźwig pala*” jest niejasne.
- Str. 17 i inn. W wielu miejscach pracy brakuje opisu i wyjaśnień oznaczeń literowych użytych we wzorach. Np. wzory: 3.1, 3.2, 3.3. Niektóre wzory nie mają też numeracji.
- Str. 18. Rozdział 4. *Program badań*. Ten ważny rozdział rozprawy powinien być raczej szerzej opisany. W obecnym stanie ½ strony tekstu trudno nazwać rozdziałem.
- Str. 19. Rozdział 5. *Analiza zjawiska*. Również w tym przypadku, ważny rozdział pracy powinien być nieco obszerniejszy.
- Str. 21. Rozdział 6. *Badania eksperymentalne*. Opisane w pracy badania nie są raczej „eksperymentalne” tylko: doświadczalne lub modelowe. Tytuł podrozdziału 6.2. „*Stanowisko badawcze wraz z słownikiem*” jest trochę mało zrozumiały.
- W różnych miejscach pracy można znaleźć inne wartości opisujące średnicę modelu pala, przykładowo: na rys. 6.7 - 76.1 mm, na rys. 6.10 – 76.3 mm, w obliczeniach - 77 mm.
- Str. 36. Rozdział 7. *Analiza wyników ...*. Autor podał wyniki pomiarów jedynie w formie liczbowej nazywając je „*wynikami surowymi*” bez jakiegokolwiek własnego komentarza. Warto by pokazać te wartości również na wykresach i poddać je dyskusji. Wartości z pomiarów podane w tab. 7.1 – 7.6 nie mają jednostek.
- Str. 38 - 66. W tekście pracy zamieszczono wiele rysunków nazwanych „*poglądowymi*”. Nie ma na nich zachowanych proporcji wymiarów poszczególnych elementów. Trudniejsze jest zatem odczytywanie tych rysunków. Szczególnie w pracach o charakterze technicznym i praktycznym jest to ważne. Uwaga dotyczy również sposobu pokazania szczegółów na rysunkach 8.3 i 8.4 z przykładu obliczeniowego ukierunkowanego na praktyczne wykorzystanie wyników rozprawy.

11. WNIOSKI KOŃCOWE

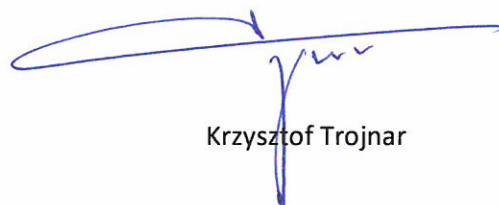
Oceniana rozprawa doktorska stanowi wkład w rozwój nauki w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport, w zakresie projektowania posadowień budowli. Przedstawione powyżej uwagi nie wpływają w tym przypadku na poziom merytoryczny przedstawionej rozprawy. Podstawowym walorem ocenianej pracy są badania doświadczalne i spójna analiza obliczeniowa przedstawionego problemu naukowego. Sformułowany w pracy problem badawczy stanowi odzwierciedlenie aktualnych braków w specjalności naukowej, której dotyczy doktorat. Praca ma istotne znaczenie ze względu na przeanalizowanie zagadnień współpracy konstrukcji z podłożem gruntowym oraz optymalizacji kształtowania fundamentów w układach płytowo-palowych. Recenzowana rozprawa ma również znaczenie z praktycznego punktu widzenia, w zakresie oceny bezpieczeństwa posadowień na palach.

Podsumowując niniejszą recenzję rozprawy doktorskiej stwierdzam, że:

- wybór tematu rozprawy doktorskiej jest zasadny,
- teza rozprawy została udowodniona, a wyznaczony cel rozprawy został osiągnięty,
- rozprawa zawiera oryginalne myśli i sformułowania Autora powstałe w wyniku realizacji pracy naukowo-badawczej, które wnoszą elementy nowej wiedzy do problematyki naukowej będącej przedmiotem badań,
- praca spełnia wymogi formalne, merytoryczne i kwalifikacyjne stawiane rozprawom doktorskim,

- Doktorant wykazał się znajomością problematyki naukowej, odpowiednim poziomem wiedzy teoretycznej w reprezentowanej dyscyplinie naukowej oraz umiejętnością samodzielnego rozwiązywania problemów badawczych.

Recenzowana praca doktorska prezentuje dobry poziom, biorąc pod uwagę rangę rozwiązywanego problemu oraz zakres badań. Wyróżnia się oryginalnością zastosowanych metod analityczno-obliczeniowych, posiada szczególne walory poznawcze, użytkowe i aplikacyjne. W odniesieniu do powyżej zawartych uwag stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Krzysztofa Wiesława Gumnego spełnia wymagania „ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” oraz wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.



Krzysztof Trojnar

UCHWAŁA NR 257
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 10 października 2022 r.

w sprawie nadania mgr. inż. Krzysztofowi Gumnemu
stopnia doktora

Na podstawie art. 179 ust. 1 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.) uchwala się, co następuje:

§ 1.

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

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu

Rektor

dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT