

Szczecin 28 grudnia 2020 r.

Prof. dr hab. inż. Zygmunt Meyer

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Katedra Geotechniki

Al. Piastów 50a

Recenzja

pracy doktorskiej mgr Anety Zdolskiej p.t. „Generacja i transformacja nieliniowych fal grawitacyjnych w basenie falowym”

1. Podstawa opracowania recenzji: Pismo Dyrektora Instytutu Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk dr hab. inż. Waldemara Świdzińskiego prof. IBW PAN, z dnia 28.09.2020 r., L.dz. KB454/2020
2. Recenzję opracowano na podstawie egzemplarza rozprawy doktorskiej dołączonego do pisma Dyrektora IBW PAN.
3. Rozprawa doktorska została wykonana w Zakładzie Mechaniki Falowania i Dynamiki Budowli Instytutu Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku, gdzie zatrudniona jest Doktorantka. Na promotora pracy doktorskiej powołany został dr hab. inż. Wojciech Sulisz prof. IBW PAN
4. Przedmiotem rozprawy są wyniki badań wielokierunkowego pola falowania w basenie falowym związane z teorią trójwymiarowych generatorów. Głównym celem badań było opracowanie nieliniowego modelu matematycznego, który ma zastosowanie do opisu zjawisk zachodzących podczas generacji i transformacji nieliniowych fal grawitacyjnych w zamkniętym akwenu.
Model ten Doktorantka nazywa pół-analitycznym nieliniowym modelem numerycznym. Model numeryczny został zweryfikowany w oparciu o badania eksperymentalne wykonane w kanale falowym IBW PAN.

W badaniach eksperymentalnych zastosowano nowy (nowatorski) wywoływacz fal tzw. wywoływacz wahadłowy boczny, który umożliwia uzyskanie trójwymiarowego pola falowania. Badania te pozwoliły na analizę rezonansu w basenie falowym oraz analizę tzw. rozkołysu w basenie falowym, co pozwala na ocenę powstawania fali poprzecznej. Opracowany model okazał się wystarczająco dokładnym przy ocenie wpływu tych zjawisk w praktycznych warunkach jak odbicie fal od ścian basenu, powstawanie sejszy oraz tłumienie falowania w zamkniętych obszarach morskich.

Zarówno zakres pracy, jak i uzyskane wyniki badań wskazują, że praca doktorska posiada aspekty poznawcze tak w zakresie modelowania matematycznego zjawisk falowania, jak również w aspekcie praktycznego ich wykorzystania w projektowaniu i wykonawstwie i eksploatacji budowli morskich. Uważam, że tak dobrana tematyka pracy posiada duże znaczenie poznawcze oraz praktyczne, co znacząco podnosi jej wartość.

5. Ocena rozprawy

Praca doktorska liczy 131 stron i jest podzielona na 6 rozdziałów. Rozdział 1 uzasadnia cel i zakres pracy. Rozdział 2 zawiera opis modelu matematycznego, który Doktorantka zastosowała do określenia falowego pola prędkości i do wyniesienia powierzchni swobodnej. Podstawowe założenia modelu fizycznego to: ciecz nielepka i nieściśliwa; ruch bezwirowy oraz obszar rozwiązania prostopadłościenny. Oznacza to, że Doktorantka wprowadza potencjał prędkości i stosownie do tego przyjmuje warunki brzegowe. Rozwiązanie zadania otrzymano przy wykorzystaniu rozwinięcia szukanej funkcji w szereg Tylora.

Zwykle rozwiązanie zagadnienia początkowo-brzegowego formułujemy w postaci Dirichletta. Doktorantka rozwiązanie uzyskała przez rozwiązanie warunków brzegowych dla pierwszego rzędu, następnie dla drugiego rzędu otrzymując ostatecznie rozwiązanie zagadnienia początkowo-brzegowego drugiego rzędu. Końcowe rozwiązanie przedstawiła w postaci szeregów Fouriera.

Uzyskane rozwiązanie posiada w swojej procedurze całkowanie numeryczne.

Posiadając to podstawowe rozwiązanie Doktorantka następnie wprowadziła do niego efekt tłumienia, oczekując, że to zwiększy dokładność rozwiązania. Kolejny etap analizy polegał na porównaniu uzyskanego rozwiązania numerycznego modelu

liniowego z rozwiązaniem znanym w literaturze pod nazwą GEH3D. Kolejny Rozdział 3 to analiza wyników obliczeń teoretycznych. Posiadając narzędzia obliczeniowe Doktorantka przeanalizowała pola falowe wytworzone przez generator segmentowy pole falowe wywołane generatorem segmentowym drugiego modu funkcji kształtu oraz porównanie wyników generowanych fal nierezonansowych. Następnie przeprowadzono obliczenia przedstawiające fale regularne przy użyciu wywoływacza segmentowego w basenie falowym dla rezonansowych długości fal i różnych L/h . Obliczenia analityczne kończą się sprawdzeniem dokładności uzyskanego rozwiązania zastosowanego w trójwymiarowym modelu generacji i transformacji falowania, poprzez sprawdzenie zasad zachowania: energii i masy. Oprócz tego przeprowadzono analizę stabilności rozwiązania dla kroku czasowego wg Courant'a.

W Rozdziale 4 przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych. Rozdział zawiera dokładny opis kanału falowego w Laboratorium IBW PAN, wywoływacza falowego oraz aparatury kontrolno-pomiarowej, która pozwala na opis pola prędkości oraz swobodnej powierzchni falowania. Instytut Budownictwa Wodnego PAN posiada kanał falowy od wielu lat i prowadzone na nim były różne badania, stąd dobór parametrów modelu korektę efektów hydraulicznych Doktorantka wykonała z dużą precyzją. Przeprowadzono badania pola falowego w zakresie fal krótkich i fal długich. W badaniach generowano rezonansowe dla geometrii kanału fale harmoniczne, które wzbudzały falę stojącą. Generowano również nierezonansowe dla parametrów kanału fale harmoniczne. Efekty rezonansu nakładały się na falę progresywną wygenerowaną za pomocą generatora bocznego. Taki rodzaj generowania pozwolił na otrzymanie w kanale falowym trójwymiarowego pola odpowiadającego warunkom w basenach naturalnych.

Porównanie wyników badań eksperymentalnych i teoretycznych wskazują na bardzo dobrą zgodność i potwierdzają dużą dokładność wielkości otrzymanych za pomocą nieliniowego modelu numerycznego proponowanego przez Doktorantkę.

Rozdział 5 zawiera podsumowanie i wnioski.

W podsumowaniu Doktorantka stwierdza, że model matematyczny, w którym fale grawitacyjne generowane są przy użyciu segmentowego wywoływacza falowego posiada przewagę nad innymi modelami, ponieważ uwzględnia nieliniowy warunek brzegowy na powierzchni swobodnej generatora. Umożliwia to również wyznaczenie funkcji potencjału prędkości, wzniesienia powierzchni swobodnej oraz rozkładu ciśnień

jako funkcji miejsca i czasu. Dodatkowo Doktorantka wprowadziła funkcję tłumienia co jej zdaniem poprawia dokładność obliczeń. Na podstawie przeprowadzonych badań Doktorantka sformułowała szereg wniosków, które mają charakter poznawczy:

- o znaczącym wpływie członów nieliniowych rozwiązania szczególnie dla fal stromych,
- że sformułowany model matematyczny poprawnie opisuje trójwymiarowe pole falowe, które w basenie falowym obserwuje się nawet przy dużych odległościach od generatora,
- ponadto wyniki obliczeń wskazują na dobrą zgodność z wynikami badań eksperymentalnych generowanymi bocznym wywoływaczem płytowym

Wymienione wyżej wnioski stanowią wartości poznawcze w analizie mechaniki falowania, posiadają ponadto duże znaczenie praktyczne.

6. Wnioski i ocena końcowa

W podsumowaniu wysoko oceniam poziom naukowy przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej Pani mgr Anety Zdolskiej pod tytułem „Generacja i transformacja nieliniowych fal grawitacyjnych w basenie falowym”. Poniżej przedstawiam dwa problemy, które moim zdaniem wymagają dyskusji i uściślenia

1. Przedstawione w pracy równania potencjału prędkości równania 2.1 do 2.41 powinny również zawierać opis warunku brzegowego i początkowego wg Dirichletta. To nie zmienia otrzymanego rozwiązania, ale uściśla jego logikę.
2. Przedstawione własne rozwiązanie problemu Doktorantka otrzymała przy założeniu płaskiego dna. W warunkach praktycznych często mamy zmianę głębokości basenu. Czy można wyciągać wnioski jak zmieniają się wyniki obliczeń kiedy dno będzie nachylone?

Niezależnie od wymienionych wyżej dwóch dyskusyjnych uwag uważam, że: Doktorantka samodzielnie sformułowała naukowy program badawczy i zrealizowała założone badania naukowe analityczne i eksperymentalne, wykazując się w ten sposób umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych przy wykorzystaniu metod naukowych.

Uzyskane wyniki posiadają charakter poznawczy, który pozwala lepiej zrozumieć zagadnienia mechaniki falowania oraz wartości praktyczne, które mogą mieć

znaczenie przy określaniu oddziaływania fal na budowle wodne. W ten sposób potwierdzona została zasada o istotnym samodzielnym osiągnięciu naukowym Doktorantki.

Stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji prac doktorska Pani mgr Anety Zdolskiej spełnia wszystkie warunki stawiane w Ustawie z dnia 14.03.2003 roku „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595, z późn. Zm.) oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku (Dz. U. poz. 261), osobom ubiegającym się o nadanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynierii Lądowej i Transportu i stawiam wniosek do rady Naukowej IBW PAN o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Prof. dr hab. inż. Zygmunt Meyer