

Gdańsk, 30 sierpnia 2024 r.

Prof. dr hab. inż. Rafał Ostrowski  
Instytut Budownictwa Wodnego PAN

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej magister Aleksandry Cupiał**  
***Warunki meteorologiczne nad Morzem Bałtyckim powodujące ekstremalne falowanie wiatrowe w Zatoce Gdańskiej***

Niniejsza recenzja została sporządzona w odpowiedzi na pismo 0002/1056/2024 z dnia 3 lipca 2024 r. podpisane przez prof. dr. hab. Wojciecha Tylmanna, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego.

Recenzowana praca doktorska została przygotowana na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego pod kierunkiem dr. hab. Witolda Cieślakiewicza. Rozprawę doktorską stanowi opracowanie liczące 213 stron, składające się ze streszczenia w języku polskim i angielskim, spisu ważniejszych oznaczeń, pięciu rozdziałów oraz spisu literatury.

Przedmiotem rozprawy jest analiza klimatu falowego Zatoki Gdańskiej w latach 1958-2001. Zatoka Gdańska położona jest na południowym skraju Morza Bałtyckiego, gdzie – ze względu na dużą rozciągłość działania wiatru – występuje falowanie o ekstremalnych parametrach. Klimat falowy Zatoki Gdańskiej kształtuje ewolucję jej brzegów (w tym niekorzystne procesy erozyjne) oraz rzutuje na funkcjonowanie portów. Realizowane i planowane w Zatoce Gdańskiej morskie przedsięwzięcia hydrotechniczne wymagają pogłębionej znajomości lokalnego klimatu falowego. Skomplikowana hydrodynamika Zatoki Gdańskiej ma niemały wpływ na morską florę i faunę, co sprawia, że falowanie powierzchniowe jest przedmiotem zainteresowania naukowców zajmujących się procesami ekohydrodynamicznymi. W ekstremalnych warunkach sztormowych falowanie generowane wyjątkowo silnym wiatrem może negatywnie oddziaływać na środowisko przyrodnicze oraz infrastrukturę techniczną i dlatego jest od dziesiątek lat przedmiotem licznych studiów i analiz. Praca doktorska Pani Aleksandry Cupiał wpisuje się w długi szereg tych badań, nie tylko interesujących z poznawczego punktu widzenia, ale również ważnych dla szeroko rozumianej gospodarki morskiej.

Krótką charakterystyką pracy

W pierwszym rozdziale Autorka formułuje cele oraz zakres pracy i przedstawia warunki klimatyczne Morza Bałtyckiego ze szczególnym uwzględnieniem falowania powierzchniowego, jak również zarys historii badań falowania wiatrowego na Bałtyku – zarówno w kontekście pomiarów jak i modelowania matematycznego. Rozdział ten zawiera szeroki przegląd osiągnięć naukowych na odnośnym polu, skoncentrowany na opisie pomierzonych lub obliczonych parametrów falowania, w tym falowania sztormowego. Zwraca uwagę na dokładne omówienie licznie cytowanej literatury przedmiotu. Podkreślając specyfikę Bałtyku, Autorka słusznie stwierdza, że na tym akwenie falowanie w szczególności zależy nie tylko od prędkości wiatru, ale również od czasu i zmienności kierunku jego oddziaływania, implikującej różnorodność rozciągłości działania wiatru. Na koniec Doktorantka zwięźle przedstawia zastosowanie funkcji własnych (empirycznych funkcji ortogonalnych) w analizie pól parametrów procesów fizycznych i podstawy zasad interpretacji wyników oraz identyfikowania czasowo-przestrzennych wzorców badanego zjawiska.

Drugi rozdział zawiera pogłębiony opis obszaru badań (tj. Zatoki Gdańskiej), a także dostępnych danych meteorologicznych i falowych oraz teoretycznych podstaw działania modelu WAM. Opis danych zawiera informacje o wartościach ciśnienia atmosferycznego i parametrach wiatru pomierzonych na stacjach meteorologicznych oraz polach ciśnienia atmosferycznego.

rycznego i wektorowych polach prędkości wiatru zrekonstruowanych modelem REMO, jak również polach parametrów falowania zrekonstruowanych modelem WAM.

Treść trzeciego (najkrótszego) rozdziału rozprawy stanowi opis zastosowanych technik analizy parametrów falowania i parametrów meteorologicznych, przy czym najwięcej uwagi Autorka poświęca metodzie empirycznych funkcji ortogonalnych.

Czwarty, najobszerniejszy rozdział zawiera wyniki kompleksowej analizy warunków meteorologicznych i parametrów falowania, przy czym najważniejsze w kontekście tytułu i przedmiotu rozprawy wydają się tu podrozdziały 4.4, 4.5 i 4.6, poświęcone zjawiskom sztormowym. Zjawiska te poddane są wnikliwej analizie jako zależne od warunków meteorologicznych panujących zarówno na Bałtyku, jak i w całym obszarze działania modelu REMO.

Rozdział piąty jest podsumowaniem pracy. Autorka formułuje w nim i szeroko omawia główne wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz.

### Uwagi krytyczne

Rozprawa zawiera bardzo szeroki przegląd literatury i szczegółowy opis stanu wiedzy na temat falowania bałtyckiego. Wydawać mogłoby się, że uwadze Autorki nie umknęła żadna informacja dotycząca pomierzonych *in situ* parametrów fal ekstremalnych. Na stronie 41 Pani mgr Aleksandra Cupiał podaje dla rejonu Lubiatowa wysokość maksymalną fali głębokowodnej i maksymalną wysokość fali znacznej równą odpowiednio 7.6 m i 4.0 m. W pracy Ostrowskiego i in. (2016) przeczytać można natomiast, że w dniu 6 grudnia 2013 r. (podczas przejścia pamiętnego huraganu „Ksawery”) boja falowa IBW PAN w Lubiatowie zarejestrowała wartości odnośnych parametrów równe odpowiednio 7.8 m i 4.42 m. W tym samym artykule podane są również parametry ekstremalnych fal głębokowodnych pomierzone w dniu 14 października 2009 r. przez boję falową IBW PAN na południowym Bałtyku, a konkretnie w Zatoce Gdańskiej (w rejonie Kątów Rybackich), tj. maksymalną wysokość fali wynoszącą 11.82 m oraz maksymalną wysokość fali znacznej równą 6.89 m.

Przedłożona do recenzji praca doktorska wnosi cenny wkład w wiedzę na temat falowania w Zatoce Gdańskiej. Poprawności obliczeń nie da się sprawdzić, ale wyniki przedstawionych badań, w tym wnioski, wydają się wiarygodne. Struktura rozprawy jest prawidłowa, z precyzyjnym określeniem celu i planu badań. Tytuł podrozdziału 1.1 zawiera wprawdzie słowo „cele”, ale podany cel jest zasadniczo jeden („identyfikacja i opis wspólnych cech warunków meteorologicznych związanych z ekstremalnym falowaniem w Zatoce Gdańskiej w latach 1958-2001”). Towarzyszy mu w tekście tego podrozdziału cel dodatkowy („ustalenie tła środowiskowego, które pozwoli wskazać kluczowe charakterystyki wyróżniające zjawiska sztormowe na tle przeciętnie obserwowanych warunków falowych”), a ponadto wypunktowane są działania zmierzające do osiągnięcia wyznaczonego celu, czy też celów. Praca stanowi uporządkowany wywód naukowy, skoncentrowany na zagadnieniu, które zostało dokładnie zdefiniowane we wstępie. Zagadnień tych jest właściwie kilka i wzajemnie się one zająwiają oraz uzupełniają. Fakt wielotorowości badań nie utrudnia lektury, pomimo braku postawienia tezy na początku rozważań. W recenzowanej przeze mnie rozprawie słowo „teza” nie pada ani razu, a samej tezy należy się domyślać. Prawdopodobnie bogactwo dostępnych danych i szerokie spektrum przeprowadzonych analiz sprawiło, że Autorka na wstępie nie sformułowała tezy rozprawy, czyli problemu naukowego, który stanowiłby jądro pracy. Rozwiązanie ściśle określonego problemu naukowego albo udowodnienie konkretnie sformułowanej tezy powinno być bowiem celem pracy doktorskiej. Pani mgr Aleksandra Cupiał mogłaby tę tezę sformułować w postaci tezy złożonej, wieloaspektowej.

Omówiony powyżej mankament rozprawy nie umniejsza wartości uzyskanych wyników i sformułowanych wniosków, zarówno o charakterze ogólnym jak i dotyczących specy-

fiki warunków meteorologicznych panujących na Bałtyku oraz ich wpływu na klimat falowy Zatoki Gdańskiej. Rezultaty, które uważam za główne osiągnięcia Doktorantki, przedstawiam w podsumowaniu niniejszej recenzji.

Rozprawa napisana została dobrym językiem, a uchybienia redakcyjne i językowe są nieliczne. Poniżej omawiam niektóre z nich i doradzam uwzględnienie moich uwag w przypadku publikacji pracy lub jej fragmentów w czasopiśmie naukowym.

Na stronie 27 czytamy o wpływie falowania „na procesy erozji i abrazji”. Abrazja jest jednym z procesów erozyjnych i dlatego sformułowanie „erozja i abrazja” zdaje się niefortunne. W warunkach morskich słowa te uznać można za synonimy, wybierając jedno z nich lub używając terminów „erozja” i „abrazja” zamiennie. Słowo „metodologia” na str. 61 zostało użyte niewłaściwie. Należało w tym miejscu skorzystać z terminu „metodyka” albo „metoda”. Metodologia to bowiem nauka o metodach badań naukowych, ich skuteczności i wartości poznawczej. Zdania rozpoczynające się słowami „O ile” powinny w dalszej części zawierać „o tyle” (str. 28, str. 145). Natknąłem się też na zdanie „Metoda ta umożliwi również na określenie ...” (zamiast „umożliwi określenie”). Usterki stylistyczne tego rodzaju jest niewiele. Gdzieniegdzie razi nadużywanie przecinków.

### Podsumowanie

Powyższe merytoryczne i redakcyjne uwagi nie zmieniają mojej wysokiej oceny rozprawy. Jestem zdania, że Doktorantka w bardzo dobry sposób zrealizowała postawione cele, przy czym za główne oryginalne osiągnięcia Doktorantki uważam:

- wyznaczenie parametrów meteorologiczno-falowego klimatu Zatoki Gdańskiej z uwzględnieniem specyfiki falowania wiatrowego w Zatoce Puckiej i oddziaływania Półwyspu Helskiego,
- określenie przestrzenno-czasowych charakterystyk pól barycznych i pól wiatrowych wywołujących ekstremalnie silne sztormowe falowanie w Zatoce Gdańskiej,
- wykorzystanie metody empirycznych funkcji ortogonalnych do pogłębionej analizy zmienności warunków meteorologicznych i wyznaczenia ich wzorców w różnych skalach czasowych, tj. dla wielolecia i dla pojedynczych sztormów.

Stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa pt. „Warunki meteorologiczne nad Morzem Bałtyckim powodujące ekstremalne falowanie wiatrowe w Zatoce Gdańskiej” stanowi dowód wiedzy teoretycznej i umiejętności samodzielnej realizacji badań naukowych. Doktorantka udokumentowała umiejętność prowadzenia pogłębionej i niestandardowej analizy danych, jak również kompetencje w zakresie wnikliwej interpretacji wyników tej analizy.

Praca spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2023 r. poz. 742). W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie rozprawy mgr Aleksandry Cupiał do publicznej obrony. Jednocześnie proponuję wyróżnienie pracy i przyznanie jej Autorce stosownej nagrody.

R. Ostrowski

### Literatura cytowana w recenzji

Ostrowski, R., J. Schönhofer & P. Szmytkiewicz (2016): South Baltic representative coastal field surveys, including monitoring at the Coastal Research Station in Lubiatowo, Poland, *Journal of Marine Systems*, 162, 89-97, [doi:10.1016/j.jmarsys.2015.10.006](https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.10.006).