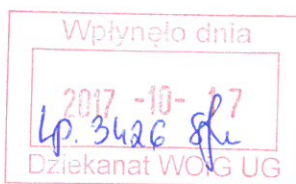


Prof. dr hab. Zbigniew Ustrnul



Kraków, 8 października 2017 r.

**Recenzja pracy doktorskiej mgr Katarzyny Julii Marosz
„Wzrost poziomu morza i wezbrania sztormowe źródłem potencjalnych zagrożeń
dla Gdańska”**

Tematyka pracy doktorskiej Mgr Katarzyny J. Marosz jest ze wszech miar istotna z uwagi na jej zakres. Obejmuje ona z jednej strony elementy wiedzy podstawowej, z drugiej zaś w pełni praktycznej pozwalającej na ocenę ryzyka powodziowego Gdańska. Ten drugi aspekt stał się szczególnie istotny w kontekście choćby ostatnich kilkunastu lat, kiedy kilkakrotnie, z różnych powodów, miały miejsce wezbrania lub istniało poważne zagrożenie powodziowe miasta. Ponadto praca ma na wskroś interdyscyplinarny charakter. Obejmuje wiedzę z zakresu m. in. meteorologii, klimatologii, oceanologii, hydrologii i gospodarki wodnej.

Manuskrypt pracy doktorskiej Katarzyny J. Marosz jest niezwykle obszerny. Obejmuje on łącznie 227 stron tekstu wraz ze spisami literatury, rysunków, tabel oraz 5 załącznikami. Najobszerniejszy z nich (Załącznik 1) stanowi odrębne dołączone do rozprawy opracowanie, które przedstawia katalog wezbrań sztormowych opracowanych za lata 1988-2007 dla Gdańska – Portu Północnego. Całość rozprawy podzielona jest na 11 rozdziałów stanowiących spójną i logiczną całość.

Pracę rozpoczyna wstęp, w którym wprowadza się czytelnika w zagadnienie wahań poziomu morza, ich uwarunkowań środowiskowych oraz skutków dla człowieka. Zwrócono uwagę na problem pomiarów poziomu morza oraz na terminologię dotyczącą wezbrań, zwłaszcza o charakterze sztormowym. Najkrótszy w całej rozprawie jest jednostronicowy rozdział 2, w którym przedstawiono cele i hipotezy badawcze. Hipotezy badawcze jak i główne cele nie budzą wątpliwości. Pierwszy cel, o charakterze poznawczym, polega na określeniu związków ilościowych pomiędzy poziomem wezbrania sztormowego a czynnikami go kształtującymi w Zatoce Gdańskiej na przykładzie stacji Gdańsk – Port Północny. Drugim celem, mającym duże znaczenie praktyczne, jest ocena prawdopodobieństwa wystąpienia wezbrań sztormowych w Gdańsku i wyznaczenie ich zasięgu. Pewne wątpliwości mogą budzić sformułowane cele cząstkowe rozprawy (zwłaszcza pierwsze 3 z nich), które należy raczej uznać za etapy pracy.

Kolejna część pracy poświęcona jest przeglądowi stanu badań w zakresie podjętej problematyki. W zasadzie została ona wykonana poprawnie i wnikliwie. Na 12 stronach przedstawiono stan badań w zakresie kilku zagadnień, które stanowią przedmiot

szczegółowych badań Autorki lub są pomocne w ich zrozumieniu (m. in. Morza Bałtyckiego, zmian klimatu i ich scenariuszy, wahań poziomu morza oraz ich pomiarów, wezbrań sztormowych czy też sytuacji synoptycznych w tym zwłaszcza roli ciśnienia i wiatru w ich kształtowaniu). Choć wszystkie prace pogrupowano, to podział ten nie jest w pełni przejrzysty. Szkoda może, że nie wprowadzono podrozdziałów lub innych wyróżnień, które w prosty sposób wyróżniłyby prace dotyczące określonych zagadnień.

Pozytywnie oceniam prezentację wykorzystanych w pracy danych. Z uwagi na podjętą problematykę badawczą korzystano z kilku rodzaju danych. Z uwagi na wątpliwości odnośnie jakości danych anemometrycznych ze stacji Gdańsk Port Północny wykorzystano dane z reanaliz NCEP/NCAR, co jest w pełni uzasadnione. Dane te obejmowały dane wektora wiatru u i v co 6 godzin z 20-lecia 1988-2007. W analizie uwzględniono dane z 4 punktów gridowych umożliwiających obliczenie wektora wiatru w rejonie Zatoki Gdańskiej. Z kolei pole ciśnienia było rekonstruowane na podstawie danych z 10 punktów gridowych położonych w południowej części Bałtyku i jego sąsiedztwa. Punkty te wymieniono i zaznaczono, niestety mało czytelnie, na rycinie. Obok wymienionych danych wykorzystano dane dotyczące poziomu morza, które pozyskano z Dzienników Portowych Kapitanatu Gdańska Portu Północnego zawierających notowania poziomu morza ze stacji IMGW-PIB. W pracy wykorzystano też dane dotyczące sztormów historycznych od 1886 roku, które pochodziły z publikacji naukowych oraz archiwalnych dzienników „Gazety Gdańskiej”. Celem prezentacji sytuacji synoptycznych warunkujących wezbrania wykorzystano też mapy synoptyczne. W pracy nie podano jednak oryginalnego źródła ich pochodzenia, co jest uchybieniem formalnym. Z innych wykorzystanych w pracy danych należy wymienić wysokorozdzielczy Numeryczny Model Terenu, który posłużył wyznaczeniu stref zagrożenia powodziowego Gdańska.

Metodyka badań została szczegółowo przedstawiona w kolejnym rozdziale. Jednoznacznie wynika z niego, że była ona przyjęta z uwagi na podjęte badania. Oprócz wielu podstawowych charakterystyk statystycznych, w tym zwłaszcza miar zmienności, dokonano oceny rozkładu prawdopodobieństwa maksymalnych poziomów morza. Pozwoliło to w dalszym etapie na wyznaczenie prawdopodobieństwa przewyższenia maksymalnych poziomów morza oraz ocenę ich powtarzalności. Ważnym elementem metodycznym była identyfikacja i wybór przypadków wezbrań sztormowych, które były wykonane na podstawie hydrogramów. Dla określenia wektora wiatru w rejonie Zatoki Gdańskiej dokonano interpolacji z wykorzystaniem interpolacji bilinearnej. Celem ilościowej oceny relacji pomiędzy różnymi zmiennymi wykorzystano często stosowaną w naukach o Ziemi metodę

regresji i korelacji. Metodę tą szeroko wykorzystano w rozważaniach modelowych, co wydaje się optymalne w tego typu rozważaniach. Proces postępowania został wnikliwie opisany, co moim zdaniem jest poprawne aczkolwiek nieco zbyteczne z punktu widzenia celów pracy. Choć doceniam wiedzę i wkład pracy Autorki w tym względzie, to wydaje mi się, że prowadzenie swoistej poniekąd dyskusji naukowej nie było tu konieczne. Uwaga powyższa w pewnym stopniu dotyczy też opisu postępowania przy ocenie określenia zasięgu wystąpienia zalania Gdańska. Choć wiele informacji było tu niezbędnych, to niektóre sformułowania i uwagi nie były konieczne (np. co to jest GIS).

Wszystkie powyższe wprowadzające części pracy oceniam pozytywnie. Zawierają one kluczowe informacje pozwalające na właściwe zrozumienie zasadniczych treści przedstawionych w dalszych rozdziałach rozprawy. Być może tu i ówdzie należało tylko nieco przejrzystej i dobitniej przedstawić jakie dane i jakie metody wykorzystano w pracy. W tekście znajduje się bowiem wiele odniesień i uwag, wśród których informacja ta nieco ginie.

Kolejne dwa rozdziały pracy są wprowadzające do szczegółowych rozważań badawczych służących realizacji zawartych celów. Na ich wstępie przedstawiono czynniki kształtujące zmienność poziomu morza. W akademicki sposób, na podstawie dostępnej literatury, omówiono najważniejsze czynniki decydujące o poziomie morza. W kolejności omówiono rolę: globalnych zmian klimatu, ciśnienia atmosferycznego i wiatru, falowania, gęstości wody, ruchów izostatycznych wymiany wód z Morzem Północnym oraz oscylacji okresowych (w tym pływów oraz sejszy). W ostatnim podrozdziale wskazano na inne drugorzędne czynniki takie jak opad oraz ewaporację oraz dopływ wód lądowych. Cały ten rozdział, choć o charakterze kompilacyjnym, nie budzi wątpliwości. Jest jasno przedstawiony i stanowi cenne wprowadzenie w dalsze rozważania badawcze.

W kolejnej obszernej części przedstawiono charakterystykę obszaru badań. Choć nie zawiera ona wszystkich elementów środowiska, to daje rzetelną ocenę przewodnich cech środowiska obszaru badań tj. Gdańska i okolic. Tak więc znalazły się w nim elementy kluczowe dla celów pracy: topografia, stosunki wodne, zmienność poziomu morza, warunki klimatyczne oraz zlodzenia, ochrona przeciwpowodziowa. Sam tytuł rozdziału może budzić pewne kontrowersje z uwagi na jego zawartość, która obejmuje nie tylko statyczne informacje ale daje obraz zmienności wieloletniej. Dotyczy to zwłaszcza oceny zmienności poziomu morza oraz warunków klimatycznych i zlodzenia. Zamieszczony tekst jest bogato ilustrowany wykresami oraz licznymi mapami. Choć w zdecydowanej większości zostały one zapożyczone z innych prac, wszystkie dobrze ilustrują omawiane zagadnienia. Jak należało

się spodziewać z uwagi na główny cel pracy, najwięcej uwagi poświęcono ocenie zmienności poziomu morza i to wzdłuż całego polskiego wybrzeża oraz charakterystyce klimatu. Wnikliwie przedstawiono warunki cyrkulacyjne, w tym przede wszystkim baryczne na poziomie morza. Przywołano i opisano zwłaszcza typy warunków cyrkulacyjnych sprzyjających wezbraniom sztormowym, które zostały określone przez A. Wiśniewską. Wyłącznego autorstwa mgr K. Marosz jest natomiast charakterystyka warunków anemologicznych Gdańska, która została wykonana na podstawie reanaliz NCEP/NCAR. Daje ona dobry asumpt do rozważań wpływu kierunku i prędkości wiatru na występowanie powodzi sztormowych. Choć nie wnoszę żadnych zastrzeżeń do takiego podejścia, to chętnie widziałbym porównanie tych obliczeń z wynikami pomiarowymi ze stacji meteorologicznej. Tym bardziej, że tytuły rycin nie precyzują na podstawie jakich danych wyznaczono prezentowane charakterystyki. Ostatnia część charakterystyki klimatu poświęcona jest scenariuszom zmian klimatu, w tym symulacjom zmian średniej wysokości poziomu Bałtyku. Autorka na podstawie badań H. Meiera zamieszcza mapy prognozowanych zmian wysokości poziomu wody w różnych częściach Morza Bałtyckiego. Na podstawie literatury przedstawia różne scenariusze zmian cyrkulacji atmosferycznej i ich wpływ na poziom morza. Omawiany rozdział zamyka wnikliwa ocena ochrony przeciwpowodziowej Gdańska ze szczególnym uwzględnieniem zagrożenia powodziowego miasta oraz ochrony przeciwsztormowej. Nie wnoszę żadnych istotnych uwag krytycznych odnośnie tych części pracy.

Kolejny rozdział zawiera charakterystykę wybranych 6 historycznych katastrofalnych powodzi sztormowych na południowym Bałtyku, choć nie wszystkie z nich dotknęły również Gdańska. Dla każdego przypadku szczegółowo przedstawiono przyczyny meteorologiczne oraz dokonano oceny warunków anemologicznych. Wnikliwie opisano przyrost poziomu morza oraz jego zasięg na lądzie wraz ze stratami jakie zostały poczynione. Stopień szczegółowości przy opisie poszczególnych powodzi jest zróżnicowany i zależy od dostępności materiałów źródłowych. Ta część pracy jest bardzo ciekawa z poznawczego punktu widzenia i stanowi wstęp do dalszych współczesnych rozważań. Oczywiście można mieć wątpliwość czy nie powinna ona się znajdować w dalszej części rozprawy ale jest to sprawa drugorzędna.

Za najważniejszy i najcenniejszy w całej pracy uznaję rozdział 9 przedstawiający zależność poziomu morza od warunków anemobarycznych. Wyniki zawarte w tej części są w pełni autorskie i opierają się na wynikach analiz pochodzących z danych z 20-lecia 1988-2007. Rozdział ten rozpoczyna analiza statystyczna zmienności poziomu morza w Gdańsku, która choć dotyczy przede wszystkim podstawowego wielolecia, została poprzedzona

rozważaniami na temat rocznych maksimów w okresie 1886-2007. Wszystkie obliczenia i forma prezentacji jest dokonana poprawnie, za bardzo cenne uważam wnikliwą analizę statystyczną wraz z analizą trendów oraz ujęciem modelowym. Za bardzo istotny dla celu pracy uważam też krótki ale dobitny podrozdział dotyczący wezbrań sztormowych w Gdańsku opracowany dla 20-lecia. Charakterystyki wybranych 3 ekstremalnych wezbrań sztormowych informują o skali i potędze tego zjawiska. Z naukowego punktu widzenia za najcenniejszą część pracy i tego rozdziału uważam przeprowadzenie i prezentację wyników modelowania statystycznego. Autorka zastosowała w tym celu modelowanie z użyciem regresji wielokrotnej wykorzystując jako zmienną zależną poziom morza. Analizy były wykonane z wykorzystaniem 4 jej wariantów i nie budzą wątpliwości. Szkoda może tylko, że nie wyjaśniono na jakiej podstawie zdecydowano o takim właśnie podejściu. W efekcie w pracy zaprezentowano łącznie wyniki 10 modeli, które poddano ocenie, m. in. z użyciem diagramu Taylor'a.

Ostatni analityczny rozdział poświęcony został prognozom zasięgu ekstremalnych wezbrań sztormowych w XXI wieku. Opracowano go przy wykorzystaniu 2 scenariuszy emisyjnych IPCC tj. RCP 4.5 i RCP 8.5. Nie wnosząc uwag do takiego podejścia, chętnie jednak widziałbym prognozy dla scenariusza optymistycznego tj. RCP 2.6. Wyniki modelowania zostały jasno opisane i przedstawione za pomocą licznych map. Tą formę prezentacji oceniam bez zarzutów, jest ona najbardziej czytelna i efektywna.

Całą rozprawę kończy dyskusja i wnioski. Są one odzwierciedleniem analiz przedstawionych w poprzednich rozdziałach i nie wnoszę do nich uwag. Większość z nich jest bardzo przemyślanych, co świadczy o dużej dojrzałości naukowej i również odpowiedzialności ich Autorki.

Oceniając treść całej pracy doktorskiej nie można nie odnieść się do jej integralnej części czyli załączników, w tym zwłaszcza Załącznika 1 („Katalog wezbrań sztormowych – Gańsk Port Północny 1988-2007”). Zawiera on katalog wezbrań sztormowych zarejestrowanych dla Gdańska Portu Północnego w okresie 1988 – 2007 prezentując opis 85 zdarzeń. Każde z nich posiada dokładną identyfikację zawierającą najważniejsze charakterystyki hydrologiczne danego wezbrania. Ponadto w każdym przypadku zamieszczono też wykresy zawierające przebiegi: poziomu morza oraz prędkości i kierunku wiatru. Załącznik ten również należy ocenić wysoko i traktować go jako swoistą wartość dodaną, bez której sama rozprawa spełniałaby kryteria stawiane pracom doktorskim. Jednak dodanie zawartego w nim katalogu wezbrań bardzo wzbogaciło i można stwierdzić uatrakcyjniło całość pracy. Nie wnoszę do tej części żadnych merytorycznych uwag.

Z redakcyjnych sugerowałbym tylko zwiększenie czytelności zamieszczonych map synoptycznych, informację o ich źródle oraz wprowadzenie stronicowania. Na koniec chciałem wyrazić tylko ubolewanie, że katalog ten kończy się na roku 2007! Nie jest to w żadnym przypadku zarzut do pracy tylko wyrażenie nadziei, że Autorka w nieodległym czasie uzupełni tą jakże ciekawą i ważną informację.

Opracowanie edytorskie całej rozprawy nie budzi większych zastrzeżeń. Tu i ówdzie znajdują się niekiedy skróty myślowe oraz drobne wątpliwości językowe. Niewielkie uchybienia można też znaleźć w wykazie literatury. W tekście napotkano też pewną liczbę tzw. literówek. Szata graficzna jest poprawna ale niektóre ryciny, zwłaszcza zapożyczone, są niekiedy słabo czytelne (np. legenda w Załączniku 5). Z innych drobnych uwag o charakterze technicznym należy m. in. zwrócić uwagę na zbędne, moim zdaniem, wymienianie w tekście ciągu danych zawierających współrzędne gridów. Informacja ta, na wskroś dokładna i jednocześnie bardzo pogładowa, może być przedstawiona na prostych mapach i rycinach.

Reasumując, stwierdzam że przedstawiona mi do opinii rozprawa Pani mgr Katarzyny Julii Marosz „Wzrost poziomu morza i wezbrania sztormowe źródłem potencjalnych zagrożeń dla Gdańska” spełnia wszystkie kryteria stawiane pracom doktorskim. Za najważniejsze jej osiągnięcie uważam profesjonalne wykorzystanie szerokiego zakresu metod badawczych na czele z ujęciem modelowym. Zostały one umiejętnie zastosowane do różnego rodzaju danych obejmujących kilka zagadnień. Uzyskane w pracy wyniki są w moim odczuciu znaczącym wkładem we współczesną oceanografię oraz meteorologię i klimatologię morską. Zawarte w recenzji nieliczne uwagi krytyczne lub też wątpliwości powinny skłonić Autorkę do szczegółowego rozważenia poruszonych kwestii w trakcie prowadzenia dalszych badań lub/i przy przygotowywaniu publikacji. Uwagi te nie wpływają na ogólną bardzo pozytywną ocenę całej rozprawy. W związku z powyższym, zgodnie z przepisami zawartymi w „Ustawie o tytule naukowym i stopniach naukowych” z 14 marca 2003 roku ze zmianami z 27 lipca 2005, stwierdzam, że przedstawiona mi do opinii rozprawa spełnia kryteria stawiane pracom doktorskim i wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Oceanografii i Geografii o dopuszczenie mgr Katarzyny J. Marosz do dalszego etapu przewodu doktorskiego.

