

Dr hab. Krzysztof Markowicz
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski
Pasteura 7
02-093 Warszawa

Rada
Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
Pasteura 5
02-093 Warszawa

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Dariusza Bartłomieja Baranowskiego pt.
„Air-sea interaction in tropical atmosphere: influence of ocean mixing on atmospheric
processes”.**

Rozprawa doktorska Pana mgr. Dariusza Baranowskiego zatytułowana “Air-sea interaction in tropical atmosphere: influence of ocean mixing on atmospheric processes”, została napisana pod opieką dra hab. Piotra Flatau oraz prof. dra hab. Szymona Malinowskiego w j. angielskim, liczy 185 stron i zawiera 6 rozdziałów. Tematem pracy jest eksperymentalne i numeryczne badanie oddziaływań pomiędzy atmosferą a górną warstwą oceanu w rejonie równika. Organizacja oraz ewolucja konwekcji w rejonach tropikalnych odgrywa istotną rolę w procesach atmosferycznych i oceanicznych zachodzących nie tylko w rejonie równikowym ale również w skali globalnej. Poznanie mechanizmów oddziaływania pomiędzy atmosferą i oceanem jest istotne z punktu widzenia krótko- oraz średnioterminowych prognoz pogody w niskich szerokościach geograficznych ale również ze względu na długookresowe sprzężenia mające znaczenie w procesach klimatycznych.

W rozdziale 1 przedstawiono pobieżnie stan wiedzy na temat oddziaływań atmosferyczno-oceanicznych w rejonach tropikalnych. Rozdział ten nie budzi wg mnie większych zastrzeżeń chociaż brak w nim jasno postawionych celów jakie powinien określić doktorant oraz hipotez, które będą w dalszej części weryfikowane.

W rozdziale 2 przedstawiono analizę wpływu głębokiej konwekcji na dopływ promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni oceanu i w konsekwencji na zmiany temperatury w jego górnych warstwach. Przedstawiony opis wykorzystanej aparatury badawczej (w tym przypadku glider’a) jest bardzo pobieżny i moim zdaniem niewystarczający. Brak podstawowych informacji o detektorach, ich parametrach fizycznych oraz kalibracji. Nie wiadomo, czy przyrząd był, a jeśli tak, to w jaki sposób był kalibrowany przed eksperymentem. Czy bardzo wysoka dokładność pomiaru temperatury na poziomie

± 0.01 była w jakiś sposób sprawdzana? Jaki wpływ na pomiar temperatury ma sam glider i jego stała czasowa związana z pojemnością cieplną, w szczególności w warstwach wody o wysokim gradiencie temperatury. Przydałby się jakiś rysunek obrazujący glider i sposób zamocowania czujników. Ze względu na problemy techniczne analizowano wyniki pomiarowe uzyskane przy użyciu glider'a 0,5 m poniżej powierzchni oceanu. Brakuje mi w tej części wykorzystania dodatkowych danych satelitarnych o SST oraz dyskusji czy dane z detektorów MVIRI na satelicie METEOSAT 7 czy AVHRR na satelitach polarnych umożliwiają analizę dobowego cyklu SST i jak się to ma to cyklu mierzonego przez glider'a.

W rozdziale tym opisano metodę szacowania strumienia promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni ziemi na podstawie obserwacji satelitarnych METEOSAT 7. Parametryzowanie natężenia promieniowania słonecznego dochodzącego do ziemi przez tzw. promieniowanie długofalowe emitowane w przestrzeń kosmiczną (OLR- outgoing longwave radiation) jest mocno wątpliwe. O ile w przypadku wyznaczania natężenia promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni ziemi poprzez zwrotne promieniowanie długofalowe atmosfery jest uzasadnione to wykorzystanie OLR budzi kontrowersje. W przypadku długofalowego promieniowania zwrotnego atmosfery jego wartość zależy silnie od niskich chmur, które z kolei istotnie redukują promieniowanie słoneczne dochodzące do powierzchni ziemi. Natomiast w przypadku OLR jego wartość jest najsilniej wrażliwa na obecność chmur wysokich oraz rozbudowanych w pionie chmur konwekcyjnych. W pierwszym przypadku wpływ chmur na strumień promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni ziemi jest stosunkowo niewielki. Zaznaczyć należy, że w pracy zwrócono uwagę na ten problem jednak brak ilościowego oszacowania błędów powyżej parametryzacji uniemożliwia odpowiedzenie na pytanie, jaka jest dokładność metody i czy może być ona używana do szacowania strumienia promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni ziemi. Wydaje się, że wykorzystanie pierwszego kanału detektora MVIRI na satelicie METEOSAT 7, który rejestruje promieniowanie słoneczne w zakresie $0.5-0.9 \mu\text{m}$ ma większy sens gdyż umożliwia oszacowanie albedo chmury a w konsekwencji jej grubości optycznej. Poprzez grubość optyczną chmur można oszacować osłabienie promieniowania słonecznego w stosunku do warunków bezchmurnych. W ten sposób wiele grup badawczych szacuje strumień promieniowania słonecznego dochodzące do powierzchni ziemi na podstawie obserwacji satelitarnych (np. MeteoSwiss).

Nie mogę się zgodzić ze stwierdzeniem podanym w kilku miejscach rozprawy doktorskiej (str. 4, 7, 46, 155), że ciepła warstwa wody w oceanie rozwija się podczas wysokiej wartości promieniowania słonecznego (średnia dobowa powyżej 80 W/m^2) oraz przy niskiej prędkości wiatru (poniżej 6 m/s). Powyższe progi nie wynikają z ryc. 2.10 a jedynie z dopasowania danych do modelu nieliniowego. Nie przedstawiono w pracy błędów regresji a wykreślone na ryc. 2.10a.b krzywe wskazują, że są one prawdopodobnie bardzo duże. Stąd też otrzymane wartości progowe dla promieniowania słonecznego oraz prędkości wiatru są mocno wątpliwe. Ponadto, średnia dobową wartość strumienia promieniowania słonecznego na poziomie 80 W/m^2 jest stosunkowo niską wartością. Dla przykładu jest to średnia dobową jaka występuje w Polsce w marcu lub w drugiej połowie października. W tropikach są to wartości charakterystyczne dla dni praktycznie całkowicie zachmurzonych. Trudno więc takie okresy

klasyfikować jako dni o wysokim średnim strumieniu promieniowania słonecznego, kiedy strumień dobowy przekracza jedynie 80 W/m^2 .

Przedstawione w rozdziale 2 ilościowe wyniki dobowych zmian temperatury w górnych warstwach oceanu tropikalnego są unikatowe. Przedstawione argumenty za rozwojem ciepłej warstwy wody w ciągu dnia poprzez wysokie wartości promieniowania słonecznego oraz niską prędkość wiatru są zgodne z intuicją. Brakuje mi jednak w tym przypadku prostego oszacowania bilansu energii i jego wpływu na dzienny wzrost temperatury przypowierzchniowej warstwy wody. Jednym słowem czy obserwowany wzrost temperatury wody zgadza się co do rzędu wielkości z dostarczoną energią do układu.

Z drobnych błędów w tym rozdziale należy odnotować niepoprawne sformułowanie hipotezy zerowej na str. 36. Czytamy, że „prawdopodobieństwo rozwoju ciepłej warstwy oceanicznej jest niezależne od fazy MJO” zaś poprawne sformułowanie powinno brzmieć: „rozwój ciepłej warstwy oceanicznej jest niezależny od fazy MJO”.

W rozdziale 3 przedstawiono wyniki symulacji numerycznych uzyskane przy użyciu modelu płytkiej wody. Przebadano wpływ zmian dobowych fluktuacji temperatury górnych warstw oceanu na propagację zaburzeń w rejonie równika. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że dobowe zmiany temperatury oceanu wpływają na rozkład przestrzenny oraz ewolucję czasową fal Kelvina, natomiast mają niewielki wpływ na fale Rossbiego. Poza tym zauważono, że znaczna część fal Kelvina powstaje wskutek oddziaływania z istniejącą już falą Kelvina. Wyróżniono w tym przypadku dwie kategorie inicjalizacji fali. Pierwsza z nich obejmuje przypadki zachodzące przy wysokiej dobowej amplitudzie temperatury powierzchni oceanu, zaś druga typu „spin off” powstaje na skutek wzrostu prędkości wiatru oraz strumienia ciepła utajonego z powierzchni oceanu związanego z wcześniejszą falą Kalvina. Wynik ten jest oryginalnym przyczynkiem doktoranta do rozwoju wiedzy na temat powstawania i rozwoju zaburzeń w rejonie równika. W szczególności na podkreślenie zasługuje opracowanie 15-letniej bazy danych o trajektoriach fal Kelvina na podstawie obserwacji satelitarnych. Szkoda, że jednak ww. baza danych nie została upubliczniona na co wskazuje brak odnośnika do źródła danych.

W rozdziale 4 dyskutowane są wyniki oddziaływania fal Kelvina na górne warstwy oceanu. Pokazano, że szybkie fale wpływają na dobowy cykl temperatury, prędkości wiatru oraz strumienia ciepła utajonego. W wyniku uśredniania zmian wielkości fizycznych związanych z przechodzeniem wielu fal Kalvina zauważono, że przejściu fali towarzyszy wzrost prędkości wiatru oraz strumienia ciepła utajonego oraz spadek dobowej amplitudy temperatury oceanu. Dodatkowo, stwierdzono, że zmiany te zależą od oscylacji Maddena-Juliana, która jest odpowiedzialna za fluktuacje konwekcji w tropikach w okresie 30-60 dni.

W rozdziale 5 przeprowadzono analizę propagacji fal Kelvina poprzez rejon Indonezji, który ze względu na urozmaicone ukształtowanie terenu stanowi naturalną przeszkodę dla zaburzeń propagujących się w atmosferze i oceanie. Z drugiej strony, obszar ten stanowi wyzwanie dla współczesnych modeli numerycznych używanych do prognozowania warunków atmosferyczno-oceanicznych. Autor stara się zweryfikować hipotezę, że fale Kelvina przechodzą nad danym obszarem o konkretnej porze dnia.

W przypadku rejonu Azji Południowo-Wschodniej stała faza fali jest zgodna ze średnim dobowym cyklem konwekcji atmosferycznej. W konsekwencji faza fali Kelvina oraz pora dnia, w której fala dochodzi do Indonezji określają prawdopodobieństwo propagacji zaburzenia na Zachodni Pacyfik. Autor rozprawy stwierdza, że wyspy Azji Południowo-Wschodniej mogą działać jak filtr, który sprzyja propagacji fal Kelvina poruszających się zgodnie z lokalnym cyklem dobowym konwekcji. W przeciwnym razie będą one tłumione i w pewnych przypadkach całkowicie zablokowane.

Do głównych mankamentów rozprawy należy zaliczyć brak analizy błędów i niepewności pomiarowych czy też niepewności stosowanych metod. Czytając rozprawę można odnieść wrażenie, że wszystkie dane są idealne a problem błędów pomiarowych w zasadzie nie istnieje. Jest to o tyle ważne, że rozprawa doktorska jest w głównej mierze pracą eksperymentalną. Trudno np. stwierdzić jakim błędem obarczona jest metoda stosowana do wyznaczania trajektorii fal Kelwina, które używane są w wielu kluczowych analizach. W rozprawie można dostrzec błędy edycyjne i stylistyczne. Brakuje spisu stosowanych symboli oraz akronimów. W kilku miejscach w odnośnikach do prac naukowych pominięto rok publikacji. W przypadku wykresów 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 błędnie oznaczono użyte symbole graficzne. Pomimo tego praca jest przygotowana dość starannie a pojawiające się od czasu do czasu nieścisłości nie umniejszają znaczenia pracy.

Rezultaty przedstawione w rozprawie doktorskiej zostały opublikowane w artykule naukowym w Journal of Climate, którego mgr D. Baranowski jest drugim współautorem. We względu na fakt, że drugi rozdział rozprawy, podobnie jak dodatek A i B pokrywają się w 100% z treścią tego artykułu dobrze byłoby jasno powiedzieć, które wyniki są indywidualnym osiągnięciem doktoranta a które pozostałych współautorów. Kolejność współautorów publikacji może sugerować, że zaprezentowane w rozdziale 2 wyniki zostały tylko w pewnej części opracowane przez mgr. D. Baranowskiego. W pracy pojawia się jedynie stwierdzenie, że wkład autora rozprawy do ww. publikacji jest znaczący. W związku z tym oczekuje, że podczas obrony rozprawy doktorskiej mgr D. Baranowski przestawi szczegółowe informacje o swoim wkładzie do wyników zaprezentowanych w tym rozdziale. Z tego co mi wiadomo, na podstawie wyników rozprawy doktorskiej przygotowano 3 kolejne publikacje, z czego jedna jest zaakceptowana. Mgr D. Baranowski jest poza tym pierwszym autorem publikacji w Ocean Science o oddziaływaniu cyklonów tropikalnych na górne warstwy oceanu, która tematycznie jest dość zbliżona do rozprawy doktorskiej. Jest również współautorem pracy o obserwacji pojedynczych kropel opadowych przez użyciu wysokiej rozdzielczości radaru oraz autorem dwóch publikacji po konferencyjnych.

Podsumowując, wysoko oceniam rozprawę doktorską mgr. Dariusza Baranowskiego. Wyniki przedstawione w rozprawie są oryginalne. Badania prowadzone przez mgr. D. Baranowskiego są na wysokim światowym poziomie o czym świadczy bogata współpraca międzynarodowa oraz udział w międzynarodowych eksperymentach badawczych. Stwierdzam, że rozprawa ta spełnia wymogi związane z uzyskaniem stopnia doktora zgodnie z Art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dziennik Ustaw Nr 65 poz. 595 wraz ze zmianami Dziennika Ustaw z 2005 roku Nr 164 poz. 1365). W związku z tym

wnioskuje do Rady Wydziału Uniwersytetu Warszawskiego o dopuszczenie mgr. D. Baranowskiego do dalszych kroków postępowania w przewodzie doktorskim w celu nadania stopnia doktora nauk fizycznych.

Warszawa, 28 lutego 2015



Dr hab. Krzysztof Markowicz