

Atmosferyczne warstwy graniczne (AWG) w warunkach równowagi stałej tworzą się głównie nocy oraz podczas mroźnych sezonów zimowych. Nie są one tak gwałtowne jak konwekcyjne warstwy graniczne w ciągu dnia, które mogą prowadzić do powstania zjawisk burzowych późnym popołudniem. Prawdopodobnie z tego powodu, ale także z powodu różnych trudności technicznych, te pierwsze są mniej intensywnie badane. AWG w warunkach równowagi stałej są jednak równie istotne jak warstwy konwekcyjne. W nocy powierzchnia Ziemi chłodzona jest na skutek promieniowania, a strumień ciepła w dół warstwy granicznej kompensuje tę tendencję. Aby przewidzieć jaka będzie temperatura przy powierzchni Ziemi następnego ranka, potrzebne jest dokładne określanie wartości strumienia ciepła. Ma to szczególne znaczenie dla precyzyjnego prognozowania pogody.

Niniejszy projekt dotyczy atmosferycznych warstw granicznych w warunkach równowagi silnie stałej. Z powodu złożonej, zmiennej w czasie i intermitentnej struktury takich warstw, powszechnie stosowane modele transportu ciepła i energii nie są wystarczające.

Celem projektu jest opracowanie spójnego opisu niestacjonarnej, intermitentnej AWG w warunkach równowagi silnie stałej, poprzez połączenie badań teoretycznych i analiz danych. *Spójność* opisu osiągnięta zostanie dzięki temu, że opierać się on będzie bezpośrednio na układzie równań dla przepływów powietrza w AWG. Układ ten poddany zostanie analizie przy wykorzystaniu metody wieloskalowego rozwinięcia asymptotycznego. Aby zweryfikować uzyskane wyniki teoretyczne, przeprowadzona zostanie analiza danych z wykorzystaniem dyskretnej transformaty falkowej.

Prace skupiać się będą na trzech istotnych i wzajemnie powiązanych aspektach AWG w warunkach równowagi silnie stałej: niestacjonarności, efekcie Coriolisa oraz intermitencji. Naszym celem będzie udzielenie odpowiedzi na następujące pytania

- Niestacjonarność: Jakiego sformułowania, uwzględniającego zmienność w czasie, należy użyć, aby opisać niestacjonarność przepływu powietrza w AWG w warunkach równowagi silnie stałej?
- Efekt sił Coriolisa: W jaki sposób siły Coriolisa wpływają na statystyki turbulencji i ich zmienność w nocnej AWG w warunkach równowagi silnie stałej?
- Intermitencja: Jakie są podstawowe ilościowe charakterystyki intermitencji w AWG w warunkach równowagi silnie stałej, jak należy uwzględnić je w numerycznych prognozach pogody?

AWG w warunkach równowagi silnie stałej jest z natury niestacjonarna i składa się z ruchów powietrza charakteryzujących się różnymi skalami czasowymi. W szczególności obserwuje się współistniejące małe i duże struktury wirowe, fale grawitacyjne, jak również powolne oscylacje inercyjne. Aby rozwiązać problem niestacjonarnej natury AWG w warunkach równowagi silnie stałej, planujemy w pierwszej kolejności zidentyfikować podstawowe parametry opisujące ten system, takie jak odpowiednio ubezwymiarowana energia kinetyczna i ubezwymiarowany czas. Naszym celem będzie określenie zależności między tymi parametrami, jako trajektorii w przestrzeni fazowej. Aby zbadać wpływ siły Coriolisa, zastosujemy wieloskalowe rozwinięcie asymptotyczne układu równań rządzących przepływami powietrza w AWG. W ten sposób efekt Coriolisa traktowany będzie, dla pewnych warunków, jako niewielka perturbacja, a dla innych jako dominujący człon, będący źródłem dynamiki falowej. Intermitencja AWG w warunkach równowagi silnie stałej związana jest z obecnością sporadycznych obszarów turbulentnych występujących naprzemiennie z obszarami lokalnej re-laminaryzacji, gdzie przepływ staje się bezwirowy i uporządkowany. Podstawowe charakterystyki intermitencji w AWG opisane zostaną w ramach tego projektu za pomocą dyskretnych falek. W tym celu zmierzone przebiegi czasowe prędkości wiatru i temperatury w AWG rozłożone zostaną, za pomocą dyskretnej transformaty falkowej, na sumę odizolowanych zdarzeń o różnych charakterystycznych czasach trwania.

Do analiz wykorzystane zostaną dane z ekspedycji MOSAiC (Multidisciplinary Drifting Observatory for the Study of Arctic Climate), która przeprowadzona została w czasie od października 2019 roku, do października, roku 2020 w obszarze Morza Arktycznego. W czasie tego eksperymentu przeprowadzone zostały dokładne, całoroczne obserwacje AWG w warunkach równowagi silnie stałej, a wyniki wykonanych pomiarów dostępne są w otwartej bazie danych.