

Streszczenie

Zrozumienie interakcji pomiędzy aerozolem atmosferycznym a dynamiką wzrostu i zmianą struktury termicznej Granicznej Warstwy Atmosfery (GWA) ma kluczowe znaczenie dla badań dotyczących zdrowia ludzkiego, klimatu i modelowania systemów pogodowych. W niniejszej pracy doktorskiej skupiono się na Oddziaływaniu Aerozol-GWA (ang. Aerosol-PBL Interactions, API), w szczególności na tzw. efektach pieca i kopuły (ang. stove and dome effects). W celu zbadania tych zagadnień opracowano nowy model numeryczny EDMF-AERO. Narzędzie to łączy moduł ewolucji GWA korzystający z teorii Dyfuzji Wirowej/Strumienia Masy (ang. Eddy-Diffusivity/Mass Flux, EDMF) i moduł transferu promieniowania używający przybliżenia δ -4-strumieniowego.

Model został zweryfikowany w oparciu o pomiary wykonane za pomocą radiosondy Meteomodem M20 i radiometru mikrofalowego HATPRO-G5, wykazując satysfakcjonującą zgodność. Wykonano również analizę czułości na wybrane parametry symulacji w ramach kompleksowego studium stworzonego narzędzia.

Po etapie weryfikacji modelu użyto EDMF-AERO do potwierdzenia opisywanych w literaturze efektów kopuły i pieca dla letnich, wiosenno-jesiennych i zimowych warunków solarnych. Zreplikowano również anomalne oscylacje w prognozach WGWA raportowane w innych pracach naukowych.

Następnie zbadano dynamikę wzrostu i zmian struktury termicznej GWA w zależności od grubości optycznej ekstynkcji aerozolu dla długości fali 500 nm τ_{500} i albedo pojedynczego rozpraszania ω_{520} . W oparciu o te analizy zasugerowano parametryzację szybkości ogrzewania i wzrostu GWA. Dla efektu pieca przy ekstremalnych wartościach grubości optycznej $\tau_{500} = 1,5$ i albedo pojedynczego rozpraszania $\omega = 0,8$, wzrost GWA przyspiesza nawet o $\sim 46\%$, a szybkość ogrzewania wzrasta o $\sim 108\%$. Dla efektu kopuły przy $\tau_{500} = 1,5$ i $\omega = 0,8$, wzrost GWA spowalnia o $\sim 27\%$, a GWA ogrzewa się $\sim 37\%$ wolniej.

Wykonano również studium izolowanych składowych Oddziaływania Aerozol-GWA, czyli tzw. Przykrywania oraz Aerozoluowego Grzania Radiacyjnego (AGR). Na podstawie tych analiz oszacowano, która ze składowych jest silniejsza.

Zbadano również dodatkowy przypadek z grubością optyczną aerozolu absorbu-

jącego $\tau_{500} = 0,18$ oraz wysoką absorpcyjnością $\omega = 0,82$ na podstawie danych zebranych w 2014 r. w miejscowości Świder obok Warszawy.

Na końcu przeanalizowano wpływ Oddziaływania Aerosol-GWA na budżet energetyczny w GWA.

Praca doktorska miała na celu zbadanie wpływu własności optycznych aerozolu absorbującego na strukturę termiczną i dynamikę wzrostu GWA. Cel ten udało się zrealizować, przeprowadzając szereg opisanych wyżej analiz. Jednym z efektów ubocznych pracy jest szybki i prosty w obsłudze jednokolumnowy model numeryczny nazwany EDMF-AERO. Chociaż zawiera on wiele uproszczeń, realistycznie przewiduje rozwój konwekcyjnej warstwy granicznej. Planowany jest jego dalszy rozwój w celu poprawy parametryzacji strumieni ciepła przy powierzchni ziemi i pionowego rozkładu aerozolu.