

Streszczenie

Aerozole pełnią ważną funkcję w systemie klimatycznym wpływając na modyfikacje strumieni promieniowania elektromagnetycznego w atmosferze. W przeciwieństwie do gazów cieplarnianych, odpowiedzialnych za ogrzewanie układu klimatycznego Ziemi, aerozole w pierwszym przybliżeniu przyczyniają się do jego ochładzania. Mieszanina aerozolu wzbogacona o cząstki absorbujące fotony, może jednak przyczynić się do ogrzewania systemu klimatycznego Ziemi w szczególności, gdy znajduje się ponad powierzchnią o wysokim albedo. Skomplikowane mechanizmy oddziaływań bezpośrednich i pośrednich aerozolu z komponentami systemu klimatycznego Ziemi wpływa na wysoki stopień niepewności w oszacowaniu wymuszenia radiacyjnego. Błędy te mają szczególne znaczenie w środowiskach wrażliwych na zmiany klimatu, n.p. w obszarach polarnych. Badanie własności aerozolu w Arktyce stanowi ważną i często poruszaną problematykę w dziedzinie nauk o środowisku.

Niniejsza praca doktorska wpisuje się w główny nurt badań nad zmianami klimatu obszarów polarnych. Celem dysertacji były rozważania nad własnościami optycznymi, mikro-fizycznymi oraz radiacyjnymi aerozolu obserwowanego wiosną w Europejskiej części Arktyki. W szczególności, zwrócono uwagę na długookresowe zmiany (czasowe i pionowe) powyższych zmiennych oraz związki statystyczne pomiędzy własnościami aerozolu. Wyniki badań zawarte w dysertacji uzyskano na podstawie 4 wiosennych eksperymentów naukowych zorganizowanych w latach 2014 - 2017 w europejskiej części Arktyki, tj. Ny-Alesundzie (78.9° N, 11.9° E) na Svalbardzie. Kampanie pomiarowe dostarczyły unikalnego zestawu danych o zmienności pionowej oraz czasowej własności optycznych i mikro-fizycznych aerozolu atmosferycznego. Analizę danych wzbogacono o podobne dane pozyskane ze stacji monitoringu jakości powietrza oraz informacje pochodzące z reanaliz globalnych modeli transportu zanieczyszczeń. Na podstawie modelu transferu radiacyjnego przeprowadzono teoretyczne badania nad wpływem własności fizycznych mieszaniny aerozolu na lokalny bilans radiacyjny.

Wyniki analiz wykazały słabą zmienność pionową parametrów optycznych (współczynnika absorpcji oraz całkowitej koncentracji aerozolu) w warstwie granicznej atmosfery oraz powyżej niej. Wskazuje to na brak lokalnych źródeł emisji cząstek

co związane jest z faktem, że główna kontrybucja aerozolu w Arktyce pochodzi z transportu dalekozasięgowego z niższych szerokości geograficznych. Transport ten odbywa się głównie w wolnej troposferze. Wydajność źródeł aerozolu oraz główne korytarze transportu wydają się podlegać w ostatnich 10 latach zmianom, które związane są prawdopodobnie z modyfikacjami cyrkulacji atmosferycznej, przeobrażeniami ekonomicznymi oraz zmianami klimatu. Wnioski te wynikają z przeprowadzonej analizy czasowej zmienności optycznych parametrów ekstensywnych aerozolu (istotny statystycznie ujemny trend aerozolowej grubości optycznej wiosną t.j., -0.02 ± 0.01 na dekadę i dodatni latem t.j. 0.02 ± 0.01 na dekadę).

Przeprowadzone rozważania teoretyczne nad wpływem aerozolu na transfer promieniowania w Arktyce wykazały, że obserwowana podczas kampanii iAREA mieszanina cząstek ma negatywny efekt na lokalną równowagę bilansu radiacyjnego atmosfery. Wymuszanie radiacyjne na górnej granicy atmosfery nad obszarami pokrytymi śniegiem jest równe $-1.5 \pm 1.3 \text{ W m}^{-2}$ natomiast nad powierzchnią oceanu wolną od lodu wynosi aż $-8.9 \pm 4.8 \text{ W m}^{-2}$. Ujemne wartości wymuszeń radiacyjnych wynikają z faktu, że transportowany aerozol nad obszary polarne podlega procesom starzenia, w efekcie powodując znaczące zmniejszenie zdolności mieszaniny do absorpcji promieniowania słonecznego.