

Streszczenie

Określenie wpływu aerozolu na ziemski system klimatyczny wzbudza w ostatnich dekadach wielkie zainteresowanie badaczy z całego świata. Aby w pełni ocenić znaczenie wpływu aerozolu konieczne jest prowadzenie regularnych pomiarów oraz intensywnych badań cząstek zawieszonych w atmosferze. Pył mineralny, zwany również dla uproszczenia pustynnym, ze względu na to, że jego głównymi źródłami są pustynne obszary o skrajnie suchej powierzchni ziemi i niewielkim pokryciu roślinnością, jest jednym z najważniejszych aerozoli obserwowanych w atmosferze. Wzrastająca temperatura, sprzyjająca występowaniu susz i pustynnieniu, powoduje wzrost ilości potencjalnych źródeł emisji aerozolu pyłu mineralnego. Występujące złożone sprzężenie zwrotne między pyłem mineralnym, a klimatem, znacznie utrudnia prognozowanie przyszłości planety, w związku z już zachodzącymi dynamicznie zmianami.

Niniejsza praca doktorska obejmuje analizę porównawczą dalekozasięgowych napływów nad Centralną Polskę pyłu pustynnego i jego mieszanin, w szczególności własności optycznych uzyskanych na podstawie nowoczesnych badań lidarowych. Dane użyte do analizy pochodzą z pomiarów wykonanych w latach 2013-2020 za pomocą 8 – kanałowego Aerozolowo – Depolaryzacyjnego Ramanowskiego lidar Polly^{XT} (ADR Polly^{XT}) działającego w Laboratorium Pomiarów Zdalnych (RS-Lab) Instytutu Geofizyki Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Pomiary wykonane zgodnie z rekomendacją lidarowej sieci EARLINET infrastruktury badawczej ACTRIS, pozwoliły na odzyskanie wysokiej jakości zestawów profili intensywnych i ekstensywnych własności optycznych aerozolu. W szczególności dysertacja ta jest pierwszą pracą naukową, uwzględniającą badania rzadko spotykanych pomiarów współczynnika aerozolowej depolaryzacji liniowej dla długości fali 355 nm.

Przypadki napływów pyłu mineralnego nad Warszawę identyfikowano na podstawie pomiarów lidarowych oraz trzech niezależnych modeli, które pozwalały na: a) obliczenia trajektorii wstecznych ruchu mas powietrza (model HYSPLIT), b) analizy grubości optycznej pyłu pustynnego prognozowanej nad obszarem Europy i Basenu Morza Śródziemnego (model BSC-DREAM8b) oraz c) oceny prawdopodobieństwa wystąpienia mieszanin aerozolu (pył mineralny, sól morską, cząstki pochodzące ze

spalania biomasy i siarczany) nad badanym obszarem (model NAAPS). Badania skutkowały utworzeniem kalendarium napływów, jak również unikatowej bazy własności optycznych pyłu mineralnego i jego mieszanin, która dostarcza kompleksowych informacji do prowadzenia dalszych badań nad własnościami mikrofizycznymi aerozolu.

W dysertacji omówiono w jaki sposób wartości własności optycznych pyłu mineralnego zmieniają się w zależności od stopnia uwodnienia, odległości od źródła emisji, a także od ilości i typu domieszek innych aerozoli. Wykazano, że własności aerozolu silnie zależą od intensywności transportu pyłu mineralnego i etapu ewolucji napływu, np. podczas jego początkowej fazy obserwowane wartości współczynnika depolaryzacji są znacznie niższe niż podczas pełnej ewolucji napływu, czy jego zaniku. Po raz pierwszy zbadano stosunek frakcji grubo- i drobnoziarnistego pyłu pustynnego w obserwowanych warstwach. Wykryto, że frakcja cząstek gruboziarnistych nie dominuje nad frakcją drobnoziarnistą, a ponadto maleje wraz z zanikiem warstwy. Właściwości aerozolu podczas napływów analizowano również w odniesieniu do parametrów meteorologicznych i lokalnych danych klimatycznych. Jest to zagadnienie nieeksplorowane dotychczas w polskich pracach naukowych.

Analiza porównawcza wykazała wzrost ilości obserwowanych epizodów obecności pyłu mineralnego w atmosferze nad Polską, jak również zwiększenie grubości warstwy jaką formuje aerozol, a także wydłużenie czasu trwania napływu. Potwierdzono wzrost intensywności transportu pyłu pustynnego nad obszar Europy Środkowej i Środkowo – Wschodniej powodowany zmianami klimatu.