

Arktyka uważana jest za jedno z najczystszych miejsc na Ziemi, zarówno pod względem jakości powietrza atmosferycznego jak i wody oceanicznej. Jednak przede wszystkim jest to miejsce, gdzie kształtuje się globalny klimat, i gdzie jego zmiany są najbardziej widoczne. Tylko w ostatnim stuleciu wzrost temperatury Arktyki jest większy od wzrostu średniej globalnej. Potwierdzeniem zmian klimatycznych jest między innymi zanikająca pokrywa lodowa Arktyki, zanikanie lodowców i wiecznej zmarzliny oraz zmiany w funkcjonowaniu elementów biotycznych ekosystemu. Ponadto, Arktyka jest środowiskiem bardzo czułym, zwłaszcza w odniesieniu do zjawisk klimatycznych, a te, naturalne i antropogeniczne, nie zostały jeszcze dogłębnie zbadane. Jednym z prekursorów zmian jest atmosfera i jej składniki, a pozycję lidera, w tym aspekcie, przypisuje się aerozolom.

Aerozole to niegazowe składniki atmosfery, które mogą być pochodzenia naturalnego lub antropogenicznego. Są to drobne kryształki, kropelki (z wyjątkiem kropelek chmur i mgły), cząstki roślinne, pyły, sadze itp. Arktyka nie posiada zbyt wielu źródeł aerozoli. W strefie tej nie występują ponadto źródła aerozoli antropogenicznych, wynikających z lokalnej działalności człowieka, jednak cząsteczki takie mogą dotrzeć w arktyczne rejony z umiarkowanych szerokości geograficznych (Euroazja, Ameryka, Afryka) i pozostawać w regionie przez długi czas.

Celem rozprawy doktorskiej jest określenie zmian zachodzących w atmosferze Arktyki Europejskiej, które spowodowane są aerozolami, a przede wszystkim tych, które wpływają na natężenie promieniowania słonecznego. Bardzo zmienne warunki pogodowe, sezonowe zmiany natężenia promieniowania słonecznego, wysokie albedo powierzchni i mocno zanieczyszczone masy powietrza pochodzenia kontynentalnego czynią z kolei Arktykę podstawowym miejscem badań nad zmianami klimatycznymi.

O tym, że aerozole wpływają na klimat, wiemy już mniej więcej od połowy XX wieku, jednak określenie ich ilości jest niesłychanie trudne. Najbardziej efektywną metodą pomiaru aerozoli oraz procesów nimi rządzących są techniki naziemne, poprzez użycie np. fotometrów słonecznych. Te metody, choć proste, są bardzo skuteczne w gromadzeniu danych o właściwościach optycznych aerozoli. Fotometr jest przyrządem służącym do pomiaru bezpośredniego promieniowania słonecznego, czyli promieniowania pochodzącego z obszaru tarczy słonecznej. Promieniowanie słoneczne, przechodzące przez atmosferę, jest stopniowo osłabiane wskutek procesów absorpcji i rozpraszania: na molekułach gazów atmosferycznych (głównie tlenu, azotu i pary wodnej), w chmurach oraz na zanieczyszczeniach powietrza zwanych aerozolami. Aerozolowa grubość optyczna atmosfery (AOD) mierzona dla kilku długości fali jest jednym z kluczowych parametrów w takich badaniach. Wyznaczenie tej wielkości, a tym samym, chociaż nie wprost, ilości zanieczyszczeń w powietrzu wymaga zmierzenia natężenia promieniowania bezpośrednio docierającego do powierzchni ziemi, uwzględniając procesy rozpraszania i absorpcji na aerozolach. Drugą wielkością jest wykładnik Ångström'a (AE), który względnie szacuje rozkład wielkości aerozoli, im jest on większy, tym więcej jest małych cząstek i odwrotnie.

Dla trzech stacji lądowych (Hornsund, Longyearbyen oraz Ny-Alesund) oraz obszaru we wschodniej części cieśniny Fram, na zachód od wyspy Spitsbergen, planowane jest użycie danych fotometrycznych pochodzących z rutynowych pomiarów IOPAN, z projektu AERONET i MAN, z modelu MACC i z pomiarów z lokalnych stacji, np. w Ny-Alesund. Baza będzie zawierać również archiwalne dane meteorologiczne pochodzące ze Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO), satelitarne, a także trajektorie wsteczne HYSPLIT (mówiące o pochodzeniu mas powietrza). Wszelkie inne dostępne dane zostaną dodane do bazy w trakcie realizacji projektu. W każdej ze wspomnianych lokalizacji, będą mierzone parametry takie jak aerozolowa grubość optyczna (AOD) i wykładnik Ångström'a (AE) za pomocą fotometru Microtops II.

Sekwencjonowanie danych posłuży do analizy miesięcznej, sezonowej i rocznej horyzontalnych zmian w warstwie aerozolowej, rozkładu i identyfikacji źródeł aerozoli, częściowo ich składu chemicznego, typu i rozmiarów cząsteczek. W badaniach wykorzystane będą także takie techniki jak dane satelitarne (MODIS), modelowanie (MACC), dane meteorologiczne, klasyfikacje zdarzeń i zdarzeń ekstremalnych, weryfikacja wszelkich zmian przestrzennych w optycznych właściwościach aerozoli atmosferycznych. Elementem dodatkowym będzie detekcja i analiza zanieczyszczonego mas powietrza docierających zimą i wiosną do Arktyki, które znacznie obniżają widzialność - tzw. zamglenie (ang. Arctic Haze), czyli zjawisko składające się głównie z siarczanów i innych zanieczyszczeń atmosferycznych, takich jak np. sadza i pył. Podczas planowanych kampanii postaramy się zmierzyć także inne zdarzenia, takie jak pojawienie się pyłu pustynnego, zanieczyszczeń pochodzących z pożarów lasów czy aerozoli marygenicznych w obszarach przybrzeżnych.

Tematyka zaproponowana w niniejszej rozprawie jest istotna głównie ze względów poznawczych. Jej realizacja dostarczy cennych informacji dotyczących właściwości fizycznych aerozoli atmosferycznych, które są niezwykle istotnym składnikiem atmosfery ziemskiej, będąc jednocześnie jedną z podstawowych „niewiadomych” w badaniach klimatycznych. Praca zapewni nowe argumenty analityczne do dyskusji na panelach naukowych na temat zmian zachodzących w Arktyce Europejskiej.