

TELEDETEKCJA STRUMIENI CZĄSTEK W ŚRODOWISKU MIEJSKIM

W ostatnich dziesięcioleciach rośnie zainteresowanie zmianami klimatu i jakością powietrza oraz wpływem na nie procesów naturalnych i antropogenicznych. Działalność człowieka spowodowała globalne ocieplenie w przybliżeniu o $1,0^{\circ}\text{C}$ powyżej poziomów sprzed epoki przemysłowej, a ocieplenie to prawdopodobnie osiągnie $1,5^{\circ}\text{C}$ w latach 2030–2052. Istnieje jednak kilka elementów i mechanizmów atmosferycznych, które nie są dostatecznie poznane, zmierzone lub których szacowane skutki wciąż są obciążone dużymi niepewnościami.

Dotyczy to aerozoli atmosferycznych, tj. cząstek stałych lub ciekłych zawieszonych w powietrzu, z wyłączeniem chmur i opadów. Cząstki aerozoli pochodzą ze źródeł naturalnych, takich jak pył unoszony przez wiatr, rozpryski wody morskiej, wulkany, dym z pożarów lub pylenie roślin oraz w wyniku działalności człowieka, np. spalanie paliw czy biomasy rolniczej. Mogą one przebywać w atmosferze od kilku dni do kilku tygodni i wywierają na nią silny wpływ modyfikując tempo jej ocieplania, wpływając na tworzenie się chmur, a nawet na zdrowie człowieka. W szczególności znaczącą rolę odgrywa tu wymiana cząstek aerozolu między atmosferą a powierzchnią Ziemi (znana jako strumień aerozolu), jednakże ta wymiana pionowa zależy w skomplikowany sposób od charakterystyki powierzchni i warunków meteorologicznych w najniższej położonym obszarze atmosfery. Ponadto pionowy ruch cząstek jest często łączony z innymi złożonymi procesami, takimi jak uwodnienie związane ze zmianami wilgotności, tworzenie się kropeł chmurowych lub zmiany chemiczne. Z wymienionych wyżej powodów trudno jest pozyskać odpowiednie pomiary do badań, dlatego nadal nie jest jasne, w jaki sposób różne ekosystemy emitują do atmosfery cząstki o różnych rozmiarach oraz jak różne powierzchnie usuwają cząstki z atmosfery.

W przypadku badań strumienia aerozoli potrzebna jest połączona kompleksowa analiza kilku procesów. Oprócz charakterystyki własności cząstek tworzących aerozol (pod względem kształtu, wielkości, ilości itp.) kluczowy jest właściwy pomiar ruchów powietrza. Ruchy te obejmują średni wiatr, ale także składnik turbulentny spowodowany dowolnymi zmianami powietrza napędzanymi przez różne źródła. Dlatego pomiar wiatru oraz źródeł i mechanizmów turbulencji jest niezbędny.

W tym kontekście proponowany projekt posłuży ocenie strumienia aerozoli w środowisku miejskim Warszawy. Porównamy wyliczoną wymianę strumienia z badaniami prowadzonymi dla innych lokalizacji miejskich z Europy Północnej i Południowej, gdzie dominują inne warunki meteorologiczne. Badania te będą wykonywane w ramach intensywnej współpracy międzynarodowej z Hiszpanią i Finlandią.

Badania będą oparte na systemach lidarowych (akronim od Light Detection and Ranging). Techniki te stały się w ostatnich dziesięcioleciach jednymi z najefektywniejszych w zastosowaniu do badań atmosferycznych ze względu na ich ogromny potencjał. Główną ich zaletą jest możliwość wykonywania rutynowych pomiarów z dużą rozdzielczością pionową i czasową. Unikalny lidar ramanowski w Laboratorium Pomiarów Zdalnych (RS-Lab) Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego dostarczy informacji o rozkładzie aerozoli w atmosferze. System ten w sposób ciągły mierzy właściwości optyczne aerozolu na 12 kanałach i pozwala określić ilość aerozolu, wielkość i kształt cząstek aerozolu, a także wysokość i grubość warstw aerozolu zawieszonych w atmosferze. Lidar dopplerowski z Uniwersytetu w Granadzie (Hiszpania) zostanie użyty do pomiarów wiatru i turbulencji - mierzy prędkość i kierunek wiatru co 2 sekundy na różnych wysokościach nad ziemią, pozwalając na uzyskanie zarówno średnich wiatrów, jak i struktur i źródeł turbulencji. Ta część prac będzie realizowana dzięki metodyce opracowanej we współpracy z Fińskim Instytutem Meteorologicznym (Helsinki, Finlandia).

Bezpośrednim wpływem projektu na obszar naukowy będzie poprawa stanu wiedzy o warunkach i procesach ułatwiających pionowy transport cząstek aerozolu w środowiskach miejskich. Pozyskana wiedza posłuży pośrednio w dalszym planie do parametryzacji strumienia aerozoli w numerycznych modelach prognozy pogody oraz do badań i modeli zanieczyszczenia powietrza. Będzie to miało wówczas zasadniczy wpływ społeczny, ponieważ decydenci potrzebują solidnych podstaw naukowych, aby zastosować odpowiednią politykę łagodzenia i adaptacji.