

Mikrofizyka chmur – pomiary i modelowanie.

prof. dr hab. Szymon Malinowski Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki UW,
prof. dr hab. Tadeusz Stacewicz, Instytut Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki UW.

Chmury są najbardziej zmiennym i najsłabiej chyba poznanym elementem systemu klimatycznego. Niepewności w oszacowaniach strumieni promieniowania i wynikające stąd błędy w obliczeniach wymuszania radiacyjnego przez chmury to najsłabsze ogniwa współczesnych modeli globalnej cyrkulacji atmosfery.

Własności radiacyjne chmur są w prostej linii pochodną ich własności mikrofizycznych: widma rozmiarów i kształtów cząstek chmurowych oraz rozkładu przestrzennego tych cząstek.

Cząstki chmurowe (kropelki wody i kryształki lodu) powstają wskutek kondensacji pary wodnej na aerozolu atmosferycznym. Skład oraz własności fizyczne i chemiczne aerozolu na równi z procesami fizycznymi prowadzącymi do kondensacji, parowania czy wypadania opadu determinują mikrofizykę chmur i ich własności radiacyjne. W ramach niniejszego projektu planujemy udział w badaniach optycznych i mikrofizycznych własności chmur i aerozolu atmosferycznego, które rozwijamy od kilku lat w interdyscyplinarnym zespole Zakładu Fizyki Atmosfery IGF UW i laboratorium lidarowego Zakładu Optyki IFD UW.

Posługiwanie się lidarem polega na rozwiązywaniu zagadnienia odwrotnego: odtworzenia na podstawie odebranego impulsu elektromagnetycznego rozproszonego na jakimś obiekcie własności tego obiektu. Jest to zagadnienie źle postawione: różne obiekty mogą dawać taki sam sygnał lidarowy. Przy rozwiązywaniu takiego zagadnienia krytycznie ważne jest posługiwanie się dodatkową informacją o obiekcie. W zastosowaniach lidarów do badań aerozolu i chmur równie ważne są znajomość optyki, jak i znajomość własności aerozoli atmosferycznych i cząstek chmurowych.

W ramach dotychczasowych badań, łącząc wiedzę o aerozolu atmosferycznym z technikami analizy sygnału z lidarów pracujących w trzech długościach fali, nasz interdyscyplinarny zespół opracował nową metodę zdalnego określania widma rozmiarów cząstek aerozolu.

W najbliższych miesiącach, dzięki grantowi Funduszu Nauki i Technologii Polskiej na wyposażenie Laboratorium Transferu Radiacyjnego (kierownik grantu – prof. Hanna Pawłowska z ZFA) doposażymy lidar Instytutu Fizyki Doświadczalnej w elementy pozwalające wykonywać pomiary w dwóch dodatkowych długościach fal w bliskiej podczerwieni. Taka rozbudowa lidarów spowoduje, że będzie to jedyne w swoim rodzaju na świecie urządzenie pozwalające na zdalne badanie procesu formowania się kropelek chmurowych na cząstkach aerozolu. Jednocześnie wykorzystanie tego urządzenia z lidarem depolaryzacyjnym (jeden taki przyrząd posiada laboratorium lidarowe, drugi zostanie zakupiony za fundusze grantu), rozszerzy zakres badań na cząstki niesferyczne (np. kryształki lodu). Wykorzystanie nowej aparatury pozwoli na rozszerzenie i uściślenie uzyskanych dotąd wyników i otworzy nowe możliwości w zdalnym monitorowaniu własności mikrofizycznych i radiacyjnych chmur za pomocą techniki lidarowej.

W ramach projektu proponujemy pracę nad rozwijaniem techniki zdalnych pomiarów rozmiarów cząstek chmurowych metodami lidarowymi z wykorzystaniem modeli mikrofizycznych chmur. Interdyscyplinarność projektu polega na wykorzystaniu meteorologicznego modelu mikrofizycznego aktywacji jąder kondensacji i wzrostu kropli jako informacji pozwalającej zinterpretować sygnał lidarowy pochodzący z okolicy podstawy chmury. Planujemy weryfikację wyników tych prac porównując utworzone na podstawie badań własności mikrofizyczne chmur z wynikami pomiarów mikrofizycznych in situ prowadzonymi z pokładu jednego z samolotów badawczych European Facility for Airborne Research (EUFAR, www.eufar.net).

Interdyscyplinarność projektu wynika z faktu, że w ramach pracy nad rozprawą Doktorant uczestniczący w projekcie będzie musiał posiadać i praktycznie wykorzystać wiedzę z dwóch różnych dziedzin:

- Optyki w zakresie budowy lidarów, emisji i detekcji sygnałów optycznych, własności spektroskopowych gazów atmosferycznych, rozpraszania elastycznego fotonów na

różnego rodzaju obiektach. Tą częścią pracy będzie kierował Prof. Dr hab. Tadeusz Stacewicz, kierownik Zakładu Optyki Instytutu Fizyki Doswiadczałnej UW, profesor nauk fizycznych. Ma on długie doświadczenie w optyce, fizyce laserów, konstruowaniu aparatury lidarowej, opracowywaniu algorytmów interpretacji sygnałów i dokonywaniu pomiarów lidarowych.

- Nauk atmosferycznych w zakresie budowy i rozpadu chmur, własności mikrofizycznych chmur, aerozolu atmosferycznego, procesów zachodzących w warstwie granicznej atmosfery, procesów transportu w atmosferze. Nadzór nad tą częścią pracy będzie w rękach prof dr hab. Szymona Malinowskiego. Jest on kierownikiem Zakładu Fizyki Atmosfery IGF UW, profesorem nauk o Ziemi, posiada niemal trzydziestoletnie doświadczenie w modelowaniu dynamiki i mikrofizyki chmur oraz pomiarach atmosferycznych z pokładu samolotu.

Planujemy, że w efekcie w ramach pracy nad rozprawą doktorant wykorzysta model mikrofizyczny wzrostu kropli w procesie kondensacji do interpretacji sygnału lidarowego z kilku długości fali pochodzącego z okolicy podstawy chmury w celu określenia koncentracji aktywowanych kropeł, a następnie, korzystając z danych pomiarowych z pokładu samolotu przeprowadzi eksperymentalną walidację tej interpretacji. W razie sukcesu projekt przyczyni się do pokonania jednej z istotnych barier ograniczających wiedzę o roli chmur w procesach meteorologicznych i klimatycznych.