



**dr. hab.
Iwona Stachlewska
prof. UW**

Kieruje Zakładem Fizyki
Atmosfery na Wydziale
Fizyki UW, jest
założycielem
i liderem uznanego
na świecie Remote
Sensing Laboratory
(RS-Lab).
Specjalizuje się
w badaniach aerozoli
atmosferycznych
z użyciem synergii
aparatury naukowej
w ramach rozproszonej
infrastruktury
badawczej ACTRIS.
Współpracuje z ESA,
NASA, CAMS-ECMWF.
iwona.stachlewska@fuw.edu.pl

CO WIDAĆ W ATMOSFERZE

W ziemskiej atmosferze znajdują się drobiny pyłu, które w naturalny sposób rozpraszają i absorbują promieniowanie słoneczne. Ich ilość i rodzaj wpływa na temperaturę na Ziemi.

Iwona Stachlewska

Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

W ziemskiej atmosferze znajdują się zawieszone w powietrzu cząstki cieczy lub ciał stałych, tzw. aerozole atmosferyczne. Odgrywają one niezwykle ważną rolę w bilansie radiacyjnym Ziemi. Cząstki te o rozmiarach od kilku nanometrów (dla tych świeżo powstałych z prekursorów gazowych) do nawet 1 mm (w przypadku dużych drobin pyłu pustynnego) występują w atmosferze jako fizyczne masy mieszanin o różnych rozmiarach i właściwościach fizykochemicznych. Jedną z ich właściwości jest rozpraszanie i absorpcja promieniowania docierającego

ze Słońca do powierzchni Ziemi. Aerozole te powstają w wyniku działalności człowieka, tj. są pochodzenia antropogenicznego (np. zanieczyszczenia komunikacyjne, produkty spalania biomasy, sadza), naturalnego lub geogenicznego (np. drobiny piasku pustynnego, pyłki roślin, pyły wulkaniczne, cząstki soli morskiej).

Sieć badawcza

Badania aerozoli atmosferycznych są ważne z punktu widzenia ich wpływu na lokalny i regionalny klimat oraz na jakość powietrza. Wraz z rozwojem stanu wiedzy o aerozolach możemy lepiej prognozować ich przemieszczanie się, koncentracje oraz wpływ na warunki pogodowe. Dlatego muszą być stosowane odpowiednie pomiary dotyczące aerozoli zarówno w mocno zmiennej (dobowo i sezonowo) warstwie granicznej bliskiej powierzchni Ziemi, jak i ponad



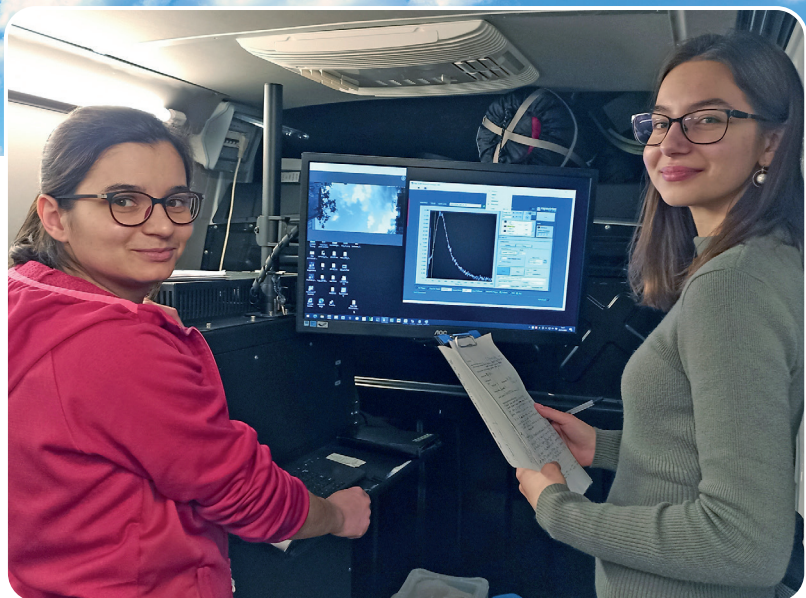
DĄBRÓWKA STĘPNIEWSKA, UW

Pablo Ortiz-Amezcu
obok aparatury
do zdalnych pomiarów
meteorologicznych
(radiometru mikrofalowego
i lidar dopplerowskiego)

nią – w tzw. wolnej troposferze i niskiej stratosferze. Do badania aerozoli atmosferycznych stosuje się różne metody i techniki. Najbardziej oczywiste to tzw. pomiary *in situ*, czyli konkretnych próbek powietrza atmosferycznego w danym miejscu (np. pobranych przy powierzchni Ziemi czy z pokładu samolotu, drona). Drugi rodzaj, mniej oczywisty, to tzw. pomiary zdalne *remote sensing* (RS), które polegają na optycznym badaniu promieniowania. Oba wymienione typy pomiarów dopełniają się, jednak pomiary zdalne dają znacznie więcej informacji, np. mogą mówić o tym, jak własności aerozoli – takie jak ich rozmiar, uwodnienie, zdolności do rozpraszania czy absorpcji

promieniowania – zmieniają się w czasie i wraz z wysokością. Do tego są wykorzystywane specjalnie opracowywane algorytmy, m.in. do wykrywania wysokości warstwy granicznej.

Doskonale i nowocześnie wyposażone RS-Lab (nie tylko w przyrządy zdalne, lecz także *in situ*) pozwala na prowadzenie badań dotyczących tzw. *hot topics*, jednym z nich jest wykrywanie aerozoli biogenicznych przy użyciu lidarów fluorescencyjnych. RS-Lab to akronim od Remote Sensing Laboratory (Laboratorium Pomiarów Zdalnych). RS-Lab powstało, by prowadzić regularne pomiary aerozoli atmosferycznych i chmur różnymi, komplementarnymi technikami



MACIEJ KARASEWICZ, UW

Łucja Janicka
i Zuzanna Rykowska
podczas pomiarów
lidarem mobilnym
Emoral w Krakowie
w styczniu 2022 roku

Patryk Poczta sprawdza
jakość wiązki lasera
w lidarze Emoral

zdalnymi. RS-Lab stanowi część szerszej rozumianej infrastruktury badawczej aerozoli, chmur i gazów śladowych ACTRIS.

Droga do powstania RS-Lab w Warszawie była długa i trudna. W 2012 roku w Lipsku we współpracy z naukowcami z Instytutu Leibniza Badań Troposferycznych (Tropos) zbudowaliśmy pierwszy zdalny instrument – lidar nowej generacji. Przyrząd ten pracuje od wielu lat w trybie ciągłym, dostarczając dane o wysokiej jakości (zawierające wiele zmiennych) do Europejskiej Aerozolowej Badawczej Sieci Lidarowej

(Earlinet). W kolejnych latach infrastruktura RS-Lab była dalej rozwijana o inne lidary, fotometry, radiometry itp., ale to ten pierwszy lidar pozostał dla nas najważniejszym przyrządem badawczym. Pozyskanie funduszy na inwestycje w infrastrukturę badawczą i tworzenie zespołu badawczego RS-Lab było trudnym i żmudnym zadaniem. Włączenie laboratorium w działania ACTRIS było ukoronowaniem przedsięwzięcia.

Ludzie – bezcenna wartość

Podstawą sukcesu RS-Lab są ludzie, dlatego budując zespół RS-Lab, wykorzystywane są głównie fundusze miękkie i różne formy zatrudnienia, od pracy w ramach wolontariatu (z pełnym docenieniem zaangażowania osób gotowych ją podjąć), przez pracę na niepełny etat (pozwalającą na lepszy balans między rozwojem zawodowym a życiem rodzinnym czy realizacją pasji pozanaukowych), aż do zatrudnienia na etaty nienaukowe – techniczne i administracyjne zgodnie z potrzebami konkretnych projektów i działań. Współpracujemy również z osobami z niepełnośprawnosćmi.

W RS-Lab liczy się praca zespołowa, chodzi o to, żeby wykorzystać potencjał członków grupy dla dobra całego zespołu. Każdy ma możliwość nieograniczonego rozwoju w kraju i za granicą. Liczy się dobro całej grupy, a także każdej składającej się na nią jednostki. Jest to możliwe dzięki komplementarności zespołu, zminimalizowaniu redundancji w kompetencjach członków grupy badawczej, a także dzięki komunikacji i współpracy. Niezwykle ważne jest wspólne i krytyczne dyskutowanie wyników badań i ocena jakości wykonywanych prac, dostosowywanie zadań do poszczególnych członków zespołu zgodnie z ich kompetencjami i możliwościami oraz wzajemna pomoc. Równie istotne jest wspieranie rozwoju poszczególnych osób przez dostosowanie ścieżek kariery odpowiednio do ich sytuacji życiowej i potencjału naukowego oraz promowanie postawy doceniającej własną wartość i wartość innych członków grupy dzięki wiedzy o wadach i zaletach, brakach i umiejętnościach każdego z zatrudnionych. Rota-



RAFAŁ FORTUNA, UW

Zespół RS-Lab:

Iwona Stachlewska (**lider**),

doktorzy: Wojciech Kumala, Dongxiang Wang, Dominika Szczepanik, Pablo Ortiz-Amezcu, Christiana Olusegun,

doktoranci: Artur Tomczak, Emeka Ugboma, Maciej Karasewicz, Afwan Hafiz, Patryk Poczta, Fatima Mirza-Montoro,

technicy: Łucja Janicka, Rafał Fortuna.

Byli członkowie: Stefanie Horatiu, Olga Zawadzka-Mańko, Alex Louridas, Artur Szkop, Eleni Tetoni, Karolina Borek, Konstantina Nakoudi, Michał Pądlowski, Paulina Sokół, Anna Górską, Szymon Migacz, Paweł Swaczyna, Anna Zielińska-Szkop, Montserrat Costa-Surós, Katarzyna Misiura, Aleksandra Lewczuk.

cja pracowników jest spora, jedni osiągają założony cel i zostają, inni odchodzą, co jest rozumiane jako normalny proces. Jeśli udział w pracach RS-Lab jest dla poszczególnych jednostek przełomem – a w wielu przypadkach tak się stało – to najistotniejszy sukces został osiągnięty.

Globalna współpraca

RS-Lab prowadzi zróżnicowane badania, głównie z dziedziny fizyki atmosfery. Ważnym profilem działalności są projekty rozwojowe dotyczące budowy oprzyrządowania oraz programów je obsługujących, a także algorytmów do synergicznej analizy i wizualizacji danych. Po raz pierwszy w Polsce przeprowadziliśmy kompleksowe badania nad aerozolami atmosferycznymi różnego typu przy użyciu kombinacji najnowocześniejszej aparatury do pomiarów teledetekcyjnych nad Warszawą. Dzięki współpracy dobrze skomponowanego zespołu i ekspertów z kraju i zagranicy badania zakończyły się spektakularnym sukcesem, a ich wyniki przyczyniły się do powstania kilku doktoratów. Realizujemy liczne projekty badawcze dotyczące antro- i geogenicznych aerozoli. W ramach jednego z nich przeprowadzono unikatowe na skalę światową badania nad własnościami optycznymi aerozoli w warstwie granicznej, które pokazały zależności tych własności od różnych warunków: pory dnia, wilgotności, koncentracji. Pokazaliśmy, że spalanie biomasy (podczas pożarów lasów, wypalania traw) nawet w bardzo odległych regionach istotnie wpływa na stan troposfery nad Polską. Przy czym zidentyfikowaliśmy charakterystyczne ścieżki takich napływów, m.in. z Ameryki Północnej i z Europy Wschodniej, oraz określiliśmy różnice w ich charakterystyce. Opracowaliśmy również kalendarium coraz częstszych napływów pyłów pustynnych nad Warszawę. Ostatnio stworzyliśmy nowatorską metodologię wykorzystania pomiarów lidarowych do badania pylenia roślin w warstwie granicznej. Badania własne nie byłyby możliwe bez wsparcia uzyskanego dzięki uczestnictwu RS-Lab w sieciach pomiarowych w ramach paneuropejskiej infrastruktury badawczej ACTRIS.

Przyświeca nam spójna wizja rozwoju. Jest ona możliwa dzięki jednoczesnemu wykorzystaniu określonych typów urządzeń i pomiarów (zdalnie, *in situ*) oraz rodzajów i lokalizacji platform pomiarowych (punktowych z powierzchni Ziemi, mobilnych, satelitarnych). Takie podejście zapewnia doskonale źródło informacji do zastosowania np. w modelowaniu. Żeby je realizować, RS-Lab bierze udział w przedsięwzięciach badawczych, w których odgrywa wiodące i kluczowe role. We współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną jesteśmy od 2017 roku liderem międzynarodowego działania POLIMOS – wsparcia dla pomiarów lidarowych i radarowych w Polsce. W programie Horyzont 2020 Komisji Europejskiej w pilotażowym projekcie Atmo-Access (Access to Atmospheric Research Facilities), dotyczącym optymalizacji dostępu do rozproszonych atmosferycznych infrastruktur badawczych, kierujemy zadaniami zrzeszającymi kilka instytucji z całej Europy. Takie role to nie prestiż, ale raczej współodpowiedzialność za stan nauki w Polsce i Europie.

Prowadzenie badań zdalnych nad aerozolami wymaga określonej infrastruktury, aparatury badawczej najwyższej klasy, złożonej z zestawów przyrządów dobranych tak, by mogły sprawnie pracować w ramach naukowych sieci badawczych (np. lidarowych – Earlinet, Pollynet, fotometrycznych – Aeronet, spektrometrycznych – PGN, radarowych – Cloudnet), będących jednocześnie częścią większej infrastruktury badawczej. W przypadku RS-Lab jest to aktywny udział zespołu w paneuropejskiej infrastrukturze badawczej ACTRIS. Żeby stać się częścią takiej infrastruktury, trzeba mieć zaplecze w postaci odpowiednich urządzeń pomiarowych oraz zasobów ludzkich.

RS-Lab jest ważnym punktem na arenie międzynarodowej. Prowadzimy współpracę z NASA, ESA, ECMWF-CAMS. Świadczymy usługi dostępu fizycznego i zdalnego do naszej infrastruktury badawczej (skorzystało z nich 19 naukowców z kraju i dziewięciu z zagranicy) oraz dostępu wirtualnego do pozyskiwanych danych pomiarowych (około 4000 ściągniętych plików z naszej stacji badawczej przez Centrum Danych ACTRIS), w tym również prowadzenie badań na życzenie, m.in. dla sektora prywatnego. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

ACTRIS, actris.net.

Shang X., Baars H., Stachlewska I.S., Mattis I., Komppula M., *Pollen observations at four EARLINET stations during the ACTRIS COVID-19 campaign*, „Atmospheric Chemistry and Physics” 2022, DOI: 10.5194/acp-22-3931-2022.

Szczepanik D.M., Stachlewska I.S., Tetoni E., Althausen D., *Properties of Saharan Dust Versus Local Urban Dust – A Case Study*, „Earth and Space Science” 2021, DOI: 10.1029/2021EA001816.